

**PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR PEMBENAH TANAH DARI
LINDI DAN APLIKASINYA PADA TANAMAN CABAI, TOMAT,
TERONG, DAN UJI KANDUNGAN UNSUR HARA MAKRO, UNSUR
HARA MIKRO, DAN LOGAM BERAT**

(Skripsi)

Oleh

CANDRA HARDIYANTO



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR PEMBENAH TANAH DARI LINDI DAN APLIKASINYA PADA TANAMAN CABAI, TOMAT, TERONG, DAN UJI KANDUNGAN UNSUR HARA MAKRO, UNSUR HARA MIKRO, DAN LOGAM BERAT

Oleh

CANDRA HARDIYANTO

Saat ini pengolahan sampah organik dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya dengan memanfaatkan menjadi pupuk organik cair. Pupuk organik cair adalah larutan dari hasil pembusukan bahan-bahan organik yang bahan dasarnya berasal dari hewan atau tumbuhan yang sudah mengalami fermentasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengolah sampah organik pasar tradisional dengan penambahan biang yang dapat menghasilkan produk berupa pupuk organik cair yang berasal dari gabungan biang dengan lindi. Dalam penelitian ini, sampel pupuk organik cair pembenah tanah diuji dan dibandingkan dengan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261 Tahun 2019 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenahan Tanah. Aplikasi dilakukan pada tanah *topsoil*, *subsoil 1*, dan *subsoil 2* yang berisi tanaman cabai, tomat, dan terong serta dilakukan pengamatan tinggi tanaman selama 30 hari. Uji laboratorium pupuk organik cair pembenah tanah, diperoleh hasil hanya parameter logam berat, pH, C-organik dan hara mikro (Fe) yang telah memenuhi baku mutu. Hasil pengamatan tinggi tanaman diperoleh peningkatan pertumbuhan tanaman yang signifikan dan dengan pengaplikasian pupuk organik cair pembenah tanah mampu menjadikan tanah *subsoil* bersaing dengan tanah *topsoil*. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan memanfaatkan bahan alternatif lain guna meningkatkan kadar hara makro dan mikro serta agar hasil yang didapatkan dapat memenuhi baku mutu yang digunakan.

Kata kunci: sampah organik; biang; pupuk organik cair pembenah tanah

ABSTRACT

MAKING LIQUID ORGANIC FERTILIZER FROM LEACHATE AND ITS APPLICATION ON CHILI, TOMATO, EGGPLANT PLANTS MACRO-NUTRIENT, MICRO-NUTRIENT, AND HEAVY METAL CONTENT ANALYSIS

By

CANDRA HARDIYANTO

Currently, organic waste processing can be done in various ways, one of which is by utilizing it into liquid organic fertilizer. Liquid organic fertilizer is a solution from the decay of organic materials whose basic ingredients come from animals or plants that have undergone fermentation. This research aims to process traditional market organic waste with the addition of biang which can produce a product in the form of liquid organic fertilizer derived from the combination of biang and leachate. In this research, soil improver liquid organic fertilizer samples were tested and according to a ministerial degree of Agriculture of the Republic of Indonesia No. 261 of 2019 concerning Organic Fertilizers, Biofertilizers and Soil Improvement. Applications were made on topsoil, subsoil 1, and subsoil 2 containing chili, tomato, and eggplant plants and plant height observations were made for 30 days. Laboratory tests of liquid organic fertilizer for soil improvement, the results obtained only the parameters of heavy metals, pH, C-organic and micro nutrients (Fe) that have met the quality standards. The results of plant height observations obtained a significant increase in plant growth and the application of liquid organic fertilizer soil improver is able to make subsoil soil compete with topsoil soil. Further research needs to be done by utilizing other alternative materials to increase the levels of macro and micro nutrients and so that the results obtained can meet the quality standards used.

Keywords: organic waste; biang; soil improver liquid organic fertilizer

**PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR PEMBENAH TANAH DARI
LINDI DAN APLIKASINYA PADA TANAMAN CABAI, TOMAT,
TERONG, DAN UJI KANDUNGAN UNSUR HARA MAKRO, UNSUR
HARA MIKRO, DAN LOGAM BERAT**

Oleh

CANDRA HARDIYANTO

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

Jurusan Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Penelitian

: **PEMBUATAN PUPUK ORGANIK
CAIR PEMBENAH TANAH DARI
LINDI DAN APLIKASINYA PADA
TANAMAN CABAI, TOMAT,
TERONG, DAN UJI KANDUNGAN
UNSUR HARA MAKRO, UNSUR
HARA MIKRO, DAN LOGAM BERAT**

Nama

: Candra Hardiyanto

NPM

: 1617011088

Jurusan

: Kimia

Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Syaiful Bahri, S.Si., M.Si.
NIP. 197308252000031001

Dr. Yuli Ambarwati, S.Si., M.Si.
NIP. 197407172008122003

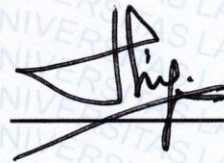
2. Ketua Jurusan Kimia FMIPA Unila

Mulyono, Ph.D.
NIP. 197406112000031002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

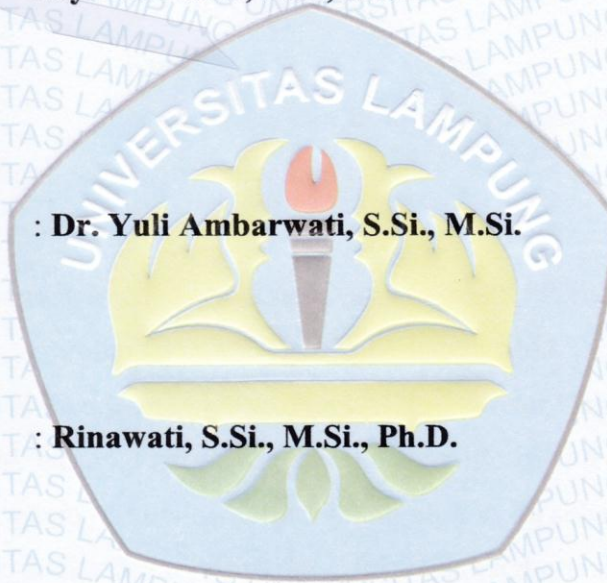
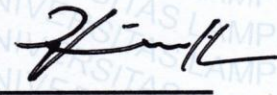
Ketua : Syaiful Bahri, S.Si., M.Si.



Sekretaris : Dr. Yuli Ambarwati, S.Si., M.Si.



Anggota : Rinawati, S.Si., M.Si., Ph.D.



2. Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 17 April 2023

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Candra Hardiyanto
NPM : 1617011088
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Pembuatan Pupuk Organik Cair Pembenh Tanah Dari Lindi dan Aplikasinya pada Tanaman Cabai, Tomat, Terong, dan Uji Kandungan Unsur Hara Makro, Unsur Hara Mikro, dan Logam Berat” ini tidak terdapat karya yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dicantumkan dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selanjutnya, saya juga tidak keberatan jika sebagian atau seluruh data di dalam skripsi tersebut digunakan oleh dosen atau program studi untuk kepentingan publikasi, sepanjang nama saya disebutkan dan terdapat kesepakatan sebelum dilakukan publikasi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sadar dan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagai mestinya.

Bandar Lampung, 12 Mei 2023

menyatakan,



Candra Hardiyanto
NPM. 1617011088

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Candra Hardiyanto, lahir di Mekarsari pada tanggal 25 Oktober 1997. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Slamet Pujianto, A.Md., Pd. dan Ibu Suparmi, S.Pd.. Penulis mengawali pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 1 Mekarsari, Mesuji, yang diselesaikan pada tahun 2010. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Tanjung Raya, Mesuji, yang diselesaikan pada tahun 2013. Tahun 2016 penulis menyelesaikan pendidikan sekolah menengah atasnya di SMA Negeri 1 Tanjung Raya, Mesuji. Saat sekolah menengah atas, penulis aktif di berbagai organisasi yaitu sebagai ketua Organisasi Intra Sekolah (OSIS), anggota Bantara inti, dan menjadi peserta Olimpiade Sains Nasional di bidang kimia tingkat kabupaten. Tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Strata 1 di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Kimia (HIMAKI) FMIPA periode 2017/2018 sebagai anggota di Bidang Sosial Masyarakat. Penulis telah menyelesaikan Praktik Kerja Lapangan (PKL) dengan judul "***Pembuatan Pupuk Organik Cair Pembenh Tanah Dari Lindi dan Aplikasinya pada Tanaman Cabai, Tomat, dan Terong***" yang dilaksanakan di Laboratorium Kimia Organik FMIPA Universitas Lampung. Penulis telah menyelesaikan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Pekon Kerang, Batu Brak, Lampung Barat pada Juli – Agustus 2019.

Motto

*"Orang yang hebat adalah orang yang memiliki kemampuan menyembunyikan kesusahan, sehingga orang lain mengira bahwa ia selalu senang."
(Imam Syafi'i)*

*"Jangan menilai saya dari kesuksesan, tetapi nilai saya dari seberapa sering saya jatuh dan berhasil bangkit kembali."
(Nelson Mandela)*

*"Jangan engkau bersedih, sesungguhnya Allah bersama kita."
(QS. At Taubah 40)*

*"menyerah? Coba lagi!!"
(Candra Hardiyanto)*

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang”

Alhamdulillah Puji Syukur kepada Allah SWT yang senantiasa memberikan nikmat, Kesehatan dan Kesempatan, serta Shalawat beriring salam semoga selalu Tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW.

Kupersembahkan karya ini sebagai wujud Cinta, Bakti dan Tanggung jawabku kepada:

Kedua Orang tuaku Tercinta yang selalu memberikan Do'a, Dukungan, Cinta serta Kasih sayang, sehingga ku dapat menyelesaikan karya ini dengan baik.

Mamas dan adik yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan do'a untukku.

Bapak Syaiful Bahri, S.Si., M.Si.

Ibu Dr. Yuli Ambarwati, S.Si., M.Si.

Pembimbing penelitianku yang selalu membimbingku, memberikan nasihat, tak lupa kesabaran dalam membimbing selama ini.

Semua Bapak dan Ibu dosen Jurusan Kimia yang telah memberikan ilmu, membimbing, dan membagikan pengalaman kepada penulis selama menempuh pendidikan.

Keluarga Besar Chemistry 2016 yang selama ini mengajarkan arti Kekeluargaan, Kebersamaan dan Solidaritas.

Serta

Almamaterku Tercinta

SANWACANA

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SAW. atas rahmat dan ridho-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat senantiasa penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW semoga kita termasuk golongan yang mendapatkan syafaatnya di Yaumul Qiyamah kelak. Amin.

Skripsi dengan judul ***“Pembuatan Pupuk Organik Cair Pembenh Tanah Dari Lindi dan Aplikasinya pada Tanaman Cabai, Tomat, Terong, dan Uji Kandungan Unsur Hara Makro, Unsur Hara Mikro, dan Logam Berat”*** merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sehingga penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak dan Mamak yang selalu memberi dukungan dengan Do'a dan kasih sayang yang luar biasa sampai saat ini,
2. Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung,
3. Mulyono, Ph.D., selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung,
4. Dr. Mita Rilyanti, S.Si., M.Si., selaku Sekretaris Jurusan Kimia yang memberi arahan dan saran yang baik untuk kedepannya,
5. Bapak Syaiful Bahri, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing utama atas seluruh dedikasinya dalam memberikan bimbingan, motivasi, arahan, nasihat dan

saran, semangat serta masukan positif selama penelitian dan selama perkuliahan,

6. Ibu Dr. Yuli Ambarwati, S.Si., M.Si., selaku pembimbing II atas bantuan, arahan, dan kesabarannya kepada penulis selama menyelesaikan skripsi,
7. Ibu Rinawati, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku pembahas penelitian yang telah memberi arahan dan saran demi terselesaikannya skripsi ini,
8. Bapak Diky Hidayat, S.Si., M.Sc., selaku Pembimbing Akademik yang telah memberi banyak saran serta nasehat,
9. Afdahul, Irsyad, Hendri, Putri, Gabrel, Annisa Eka, dan Sandri yang telah memberi motivasi dan dukungan secara langsung maupun tidak langsung.
10. Teman-teman Kimia angkatan 2016 yang selalu memberi semangat, terimakasih ya.
11. Teman-teman terbaik Mesuji Mardiyanto, Yayan, Fajar, John Sinatra, Hendra, sukses selalu *brader*.

Akhir kata, penulis mengucapkan banyak terimakasih dan memohon maaf kepada semua pihak apabila skripsi ini masih terdapat kesalahan dan kurang dari kesempurnaan. Penulis berharap skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 12 Mei 2023

Penulis

Candra Hardiyanto

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sampah.....	5
2.2 Jenis-Jenis Sampah	6
2.3 Sumber Sampah	8
2.4 Pengolahan Sampah	9
2.5 Biang	12
2.6 Minyak Nabati dan Lemak Hewani	12
2.7 Lindi	13
2.8 Temu-Temuan	16
2.9 Tanah	17
2.10 Pupuk Organik Cair	18
2.11 Pembenh Tanah	20
III. METODE PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat	22
3.2 Alat dan Bahan.....	22
3.2.1 Alat-alat yang digunakan	22
3.2.2 Bahan-bahan yang digunakan	22

3.3	Prosedur Penelitian.....	23
3.3.1	Persiapan Sampel	23
3.3.2	Penimbangan Sampel	23
3.3.3	Homogenasi Sampel.....	23
3.3.4	Pembuatan Lindi	23
3.3.5	Pembuatan Biang.....	24
3.3.6	Pembuatan Biang 1.....	24
3.3.7	Pembuatan Pupuk Organik Cair Pembenh Tanah (POC PETA).....	24
3.3.8	Aplikasi	25
3.3.9	Uji Laboratorium.....	25
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1	Pembuatan Biang, Biang 1, dan Pupuk Organik Cair Pembenh Tanah	26
4.2	Hasil Uji laboratorium	27
4.2.1	C – Organik	27
4.2.2	Derajat Keasaman (pH).....	28
4.2.3	Logam berat.....	28
4.2.4	Hara Makro	29
4.2.5	Hara Mikro	30
4.3	Hasil Pengamatan Lapangan	30
4.3.1	Persiapan Media Tanam dan Penanaman Bibit Cabai, Tomat, dan Terong	30
4.3.2	Pertumbuhan Tinggi Sampel Tanaman	31
4.3.3	Perbandingan Tanah <i>Subsoil</i> 1 dan 2 dengan Tanah <i>Topsoil</i>	35
4.4	Korelasi Hasil Uji Laboratorium dengan Hasil Pengamatan Aplikasi Pupuk Organik Cair Pembenh Tanah.....	37
V.	SIMPULAN DAN SARAN	39
5.1	Kesimpulan	39
5.2	Saran	40
	DAFTAR PUSTAKA.....	41

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Baku Mutu Pupuk Organik Cair	19
Tabel 2. Hasil Uji C – Organik pada Pupuk Organik Cair Pembenh Tanah (POC PETA).....	27
Tabel 3. Hasil Uji pH Pupuk Organik Cair Pembenh Tanah (POC PETA).....	28
Tabel 4. Hasil Uji Arsenik (As), Timbal (Pb), Merkuri (Hg), dan Cadmium (Cd)	28
Tabel 5. Hasil Uji Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K) pada Pupuk Organik Cair Pembenh Tanah (POC PETA)	29
Tabel 6. Hasil Uji Hara Mikro pada Pupuk Organik Cair Pembenh Tanah (POC PETA).....	30
Tabel 7. Hasil Pengujian Laboratorium Pupuk Organik Cair Pembenh Tanah	49
Tabel 8. Pertumbuhan Tinggi Tanaman Cabai Pada Tanah <i>Subsoil</i> 1	50
Tabel 9. Pertumbuhan Tinggi Tanaman Cabai Pada Tanah <i>Subsoil</i> 2	51
Tabel 10. Pertumbuhan Tinggi Tanaman Tomat Pada Tanah <i>Subsoil</i> 1	52
Tabel 11. Pertumbuhan Tinggi Tanaman Tomat pada Tanah <i>Subsoil</i> 2	53
Tabel 12. Pertumbuhan Tinggi Tanaman Terong pada Tanah <i>Subsoil</i> 1	54
Tabel 13. Pertumbuhan Tinggi Tanaman Terong pada Tanah <i>Subsoil</i> 2	55
Tabel 14. Perbandingan Pertumbuhan Tinggi Tanaman Cabai yang Diberi Pupuk Organik Cair Pembenh Tanah pada Tanah <i>Subsoil</i> 1 dan 2 dengan Tanah <i>Topsoil</i>	56
Tabel 15. Perbandingan Pertumbuhan Tinggi Tanaman Tomat yang Diberi Pupuk Organik Cair Pembenh Tanah pada Tanah <i>Subsoil</i> 1 dan 2 dengan Tanah <i>Topsoil</i>	57

Tabel 16. Perbandingan Pertumbuhan Tinggi Tanaman Terong yang Diberi Pupuk Organik Cair Pembena Tanah pada Tanah <i>Subsoil</i> 1 dan 2 dengan Tanah <i>Topsoil</i>	58
---	----

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Tempat pembuangan akhir (TPA) Bakung Bandar Lampung tahun 2020.....	6
Gambar 2. Sampah organik.....	7
Gambar 3. Sampah anorganik.....	7
Gambar 4. Sampah B3	8
Gambar 5. Pengomposan	11
Gambar 6. Temulawak	16
Gambar 7 (a) Alat cacah sampah organik dan (b) alat pres sampah organik.....	24
Gambar 8. (a) Campuran serbuk tanaman herbal temu-temuan, (b) Biang, (c) Biang 1, dan (d) Pembenh tanah.....	26
Gambar 9. (a) Tanah <i>topsoil</i> , (b) Tanah <i>Subsoil 1</i> , dan (c) Tanah <i>Subsoil 2</i>	31
Gambar 10. (a) Tanaman Cabai, (b) Tanaman Tomat, dan (c) Tanaman Terong	31
Gambar 11. Grafik Pertumbuhan Tinggi Tanaman Cabai pada Tanah <i>Subsoil 1</i>	32
Gambar 12. Grafik Pertumbuhan Tinggi Tanaman Cabai Pada Tanah <i>Subsoil 2</i>	32
Gambar 13. Grafik Pertumbuhan Tinggi Tanaman Tomat pada Tanah <i>Subsoil 1</i>	33
Gambar 14. Grafik Pertumbuhan Tinggi Tanaman Tomat pada Tanah <i>Subsoil 2</i>	33
Gambar 15. Grafik Pertumbuhan Tinggi Tanaman Terong pada Tanah <i>Subsoil 1</i>	34

Gambar 16. Grafik Pertumbuhan Tinggi Tanaman Terong pada Tanah <i>Subsoil 2</i>	34
Gambar 17. Perbandingan Pertumbuhan Tanaman Cabai pada Tanah <i>Subsoil 1, Tanah Subsoil 2, dan Tanah Topsoil</i>	36
Gambar 18. Perbandingan Pertumbuhan Tanaman Tomat pada Tanah <i>Subsoil 1, Tanah Subsoil 2, dan Tanah Topsoil</i>	36
Gambar 19. Perbandingan Pertumbuhan Tanaman Terong pada Tanah <i>Subsoil 1, Tanah Subsoil 2, dan Tanah Topsoil</i>	37

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Sampah merupakan permasalahan global yang tak kunjung terselesaikan. Hal tersebut dikarenakan manusia tidak dapat lepas dari aktivitas konsumsi yang dapat menyebabkan munculnya sampah. Menurut UU No. 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat atau semi padat berupa zat organik atau anorganik bersifat dapat terurai atau tidak dapat terurai yang dianggap sudah tidak berguna lagi dan dibuang ke lingkungan. Menurut Sahil *et al.* 2016, jumlah sampah pada setiap tahun terus meningkat seiring meningkatnya jumlah penduduk dan kualitas kehidupan masyarakat atau manusianya dan disertai kemajuan ilmu pengetahuan teknologi yang menghasilkan pola pergeseran hidup masyarakat yang cenderung konsumtif.

Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), pada tahun 2020 Indonesia menghasilkan sampah sebanyak 67,8 juta ton. Sebagian besar sampah tersebut berasal dari aktivitas rumah tangga, yakni 37,3%. Besaran sumber sampah yang lain yaitu 16,4% pasar tradisional, 15,9% kawasan industri, 7,29% perniagaan, 5,25% fasilitas publik, 3,22% perkantoran, dan 14,6% sampah berasal dari sumber lainnya. Berdasarkan jenisnya, 39,8% sampah yang dihasilkan masyarakat berupa sisa makanan dan sampah plastik sebesar 17%.

Sampah yang banyak dihasilkan adalah sampah domestik atau sampah rumah tangga, sampah pasar dan restoran. Bertambahnya sampah domestik disebabkan oleh pertumbuhan jumlah penduduk yang sangat cepat diiringi perkembangan pembangunan fisik, peningkatan sarana dan prasarana yang memadai. Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat, menyebabkan peningkatan

aktivitas masyarakat, sehingga jumlah sampah pasar dan restoran semakin banyak pula. Banyaknya sampah yang dihasilkan oleh aktivitas masyarakat menyebabkan keseimbangan lingkungan menjadi terganggu, karena volume sampah yang dihasilkan belum sebanding dengan proses pengolahan.

Secara umum sampah dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu sampah anorganik dan sampah organik. Kedua jenis sampah tersebut tentu selalu dihasilkan dari aktivitas manusia dari tingkat rumah tangga hingga kegiatan industri. Penelitian terdahulu menyebutkan bahwa sampah organik maupun sampah anorganik dapat dimanfaatkan untuk berbagai hal, diantaranya untuk meningkatkan ekonomi, masyarakat, energi, dan lingkungan. Sampah organik cair merupakan bentuk akhir dari sisa organik sampah domestik akibat penguraian pada suhu tertentu oleh mikroorganisme menjadi senyawa organik bermanfaat yang lebih sederhana. Salah satu sampah yang sulit diolah adalah sampah organik yang jika busuk akan menimbulkan bau tidak sedap dan sangat mengganggu untuk lingkungan, seperti makanan, minuman, buah buahan dan organik lain yang akan berubah menjadi lindi.

Air lindi (*leachate*) merupakan air yang terbentuk dalam timbunan sampah yang melarutkan banyak sekali senyawa yang ada sehingga memiliki kandungan pencemar khususnya zat organik yang sangat tinggi (Tchobanoglous *et al.*, 1993). Lindi dapat meresap ke dalam tanah sehingga dapat menyebabkan pencemaran tanah dan air tanah secara langsung karena dalam lindi terdapat berbagai senyawa kimia anorganik, organik, dan sejumlah patogen (Susanto *et al.*, 2004). Untuk itu lindi harus dilakukan pengolahan sehingga tidak mencemari lingkungan dan dapat dimanfaatkan. Salah satu pemanfaatan air lindi tersebut yaitu menjadikannya sebagai pupuk cair.

Penggunaan pupuk di dunia terus meningkat sesuai dengan penambahan luas areal pertanian, penambahan penduduk, kenaikan tingkat intensifikasi serta makin beragamnya penggunaan pupuk sebagai usaha peningkatan hasil pertanian. Para ahli lingkungan hidup khawatir dengan pemakaian pupuk kimia akan menambah tingkat polusi tanah akhirnya berpengaruh terhadap kesehatan manusia (Lingga

dan Marsono, 2000). Penggunaan pupuk kimia secara berkelanjutan menyebabkan pengerasan tanah. Kerasnya tanah disebabkan oleh penumpukan sisa atau residu pupuk kimia, yang berakibat tanah sulit terurai. Sifat bahan kimia adalah relatif lebih sulit terurai atau hancur dibandingkan dengan bahan organik. Oleh karena itu, pemanfaatan sampah organik untuk menjadi pupuk organik baik berupa cairan maupun padatan perlu dilakukan.

Pada penelitian ini, dilakukan pemanfaatan sampah organik menjadi pupuk organik cair pembenah tanah (POC PETA) dengan perlakuan penambahan biang yang berbahan dasar tanaman suku temu-temuan (*Zingiberaceae*), minyak nabati (*crude palm oil*), dan minyak hewani sekaligus aplikasi langsung pada tanaman cabai, tomat dan terong pada tanah *topsoil* dan *subsoil* (*subsoil* 1 dan 2). Selain itu, akan dilakukan uji laboratorium terhadap pupuk organik cair pembenah tanah (POC PETA) guna untuk mengetahui kesesuaian dengan baku mutu yang tertulis pada Keputusan Menteri Pertanian RI No. 261 Tahun 2019. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengurangi timbulan sampah serta mempersingkat waktu pembuatan dan pengaplikasian pupuk organik cair jika dibandingkan dengan proses pengelolaan sampah organik yang lain sekaligus mampu mengisi kekosongan nutrisi dan zat hara pada tanah *subsoil* serta mendapatkan pupuk organik cair yang sesuai dengan baku mutu yang tertulis pada Keputusan Menteri Pertanian RI No. 261 Tahun 2019.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat biang berbahan dasar tanaman obat suku temu-temuan (*Zingiberaceae*), minyak nabati (*crude palm oil*), dan minyak hewani.
2. Membuat produk pembenah tanah berbahan dasar lindi dengan penambahan biang sebagai aktivator.
3. Mengetahui pengaruh pupuk organik cair pembenah tanah pada tanah *topsoil* dan *subsoil*.

4. Mengetahui kesesuaian hasil uji laboratorium pupuk organik cair pembenah tanah (POC PETA) dengan baku mutu yang tertulis pada Keputusan Menteri Pertanian RI No. 261 Tahun 2019.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Sebagai salah satu alternatif untuk mengurangi limbah berupa limbah organik agar tidak terbuang dan mencemari lingkungan
2. Memberikan informasi bahwa biang dapat dimanfaatkan sebagai aktivator dalam pembuatan pembenah tanah.
3. Sebagai bahan referensi bagi peneliti selanjutnya

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah

Sampah adalah bahan yang terbuang atau dibuang hasil dari kegiatan manusia dan kegiatan normal yang umumnya tidak dimanfaatkan karena komponen atau kapasitas dasarnya telah diambil. Setiap pergerakan manusia pasti menghasilkan sampah atau limbah (Hadameon, 2019). Stigma masyarakat terkait sampah adalah semua sampah itu menjijikkan, kotor, dan lain-lain sehingga harus dibakar atau dibuang sebagaimana mestinya (Mulasari, 2012). Bila dikaitkan dengan stigma masyarakat tersebut, sampah-sampah yang telah dihasilkan oleh masyarakat akan meningkatkan peluang pencemaran lingkungan. Selain itu, Warjoto dkk (2018) menyebutkan bahwa sampah tidak hanya menyebabkan pencemaran lingkungan, tetapi juga dapat menyebabkan gangguan sosial ekonomi dan gangguan kesehatan.

Sampah merupakan salah satu permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat perkotaan. Semakin tinggi jumlah penduduk dan beragam aktivitasnya, maka semakin meningkat pula timbulan dan variasi sampah yang dihasilkan. Dampak dari bertambahnya sampah adalah dibutuhkannya biaya yang semakin besar dan lahan yang luas untuk menangani permasalahan sampah tersebut. Keterbatasan biaya dan lahan menimbulkan masalah tidak terkelolanya sampah-sampah dengan cara pengangkutan ke tempat pembuangan akhir (TPA) (seperti gambar 1) akibat minimnya armada yang disediakan oleh pemerintah kabupaten/ kota (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020). Oleh karena itu, hal ini tidak hanya menjadi tanggung jawab pemerintah daerah akan tetapi juga dari seluruh

masyarakat untuk mengolah sampah agar tidak berdampak negatif bagi lingkungan sekitar (Hardiatmi, 2011).



Gambar 1. Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bakung Bandar Lampung Tahun 2020

2.2 Jenis-Jenis Sampah

Secara umum, sampah dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu sampah organik dan sampah anorganik. Menurut Sucipto (2012), berdasarkan pemilihannya sampah dapat dibagi menjadi tiga yaitu sampah organik, anorganik, dan sampah bahan berbahaya dan beracun (B3).

a. Sampah organik

Sampah organik (gambar 2) adalah sampah yang mudah terurai dan membusuk yaitu dari makhluk hidup, baik manusia, hewan dan tumbuhan. Sampah organik terbagi menjadi dua yaitu sampah organik basah dan sampah organik kering. Sampah yang mengandung air yang cukup tinggi seperti kulit buah dan sisa sayuran termasuk dalam sampah basah. Sampah kering merupakan sampah yang kandungan airnya sedikit seperti kayu, ranting pohon, dan daun kering.



Gambar 2. Sampah Organik

b. Sampah anorganik

Sampah anorganik (gambar 3) merupakan sampah yang sulit untuk membusuk dan sulit terurai. Sampah anorganik dapat digunakan kembali (*reuse*), yang dapat didaur ulang (*recycle*), dan yang tidak berasal dari makhluk hidup. Sampah anorganik umumnya berasal dari bahan yang terbuat dari plastik dan logam.



Gambar 3. Sampah anorganik

c. Sampah B3

Sampah B3 (gambar 4) merupakan sampah yang mengandung merkuri dan dikategorikan beracun serta berbahaya bagi manusia. Sampah jenis ini biasanya merupakan sisa dari pengolahan bahan kimia yang berbahaya.



Gambar 4. Sampah B3

2.3 Sumber Sampah

Sampah dihasilkan dari berbagai macam aktivitas masyarakat setiap harinya. Adapun sampah tersebut dapat muncul dari beragam sumber. Menurut Suwerda (2012) sumber sampah dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

a. Sampah rumah tangga

Terdapat beberapa jenis sampah yang dihasilkan oleh sampah rumah tangga yaitu sampah organik seperti sisa makanan, sampah dari kebun/halaman dan sampah organik seperti bekas perlengkapan rumah tangga, gelas, kain, kardus, tas bekas dan lain sebagainya. Selain itu, terdapat pula sampah rumah tangga yang mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3) seperti bahan kosmetik, batu baterai bekas yang sudah tidak terpakai.

b. Sampah pertanian

Kegiatan pertanian juga dapat menimbulkan sampah yang pada umumnya berupa sampah yang mudah membusuk seperti sampah organik (rerumputan, dan lain-lain). Selain sampah organik, kegiatan pertanian juga menghasilkan sampah berkategori B3 (bahan berbahaya dan beracun) seperti pestisida dan juga pupuk buatan. Kedua hal tersebut memerlukan penanganan yang tepat agar pada saat dilakukannya pengolahan tidak mencemari lingkungan maupun manusia.

c. Sampah sisa bangunan

Kegiatan pembuatan gedung maupun sesudahnya juga menghasilkan sampah selama ini seperti triplek, potongan kayu, dan bambu. Selain itu, sampah yang dihasilkan juga seperti kaleng bekas, potongan besi, potongan kaca, dan lain sebagainya.

d. Sampah perdagangan dan perkantoran

Sampah dari perdagangan biasanya berasal dari beberapa tempat yaitu pasar tradisional, warung, supermarket, pasar swalayan, mal. Sumber sampah yang berasal dari berbagai tempat menghasilkan sampah yang dihasilkan pun berbagai jenis. Jenis sampah yang ada dikegiatan perdagangan tersebut yaitu untuk anorganik terdapat kertas, kardus, plastik, kaleng, dan lain sebagainya. Sedangkan untuk jenis organik yang menyumbang sampah lebih banyak terdapat sisa makanan dan dedaunan. Sampah dari kegiatan perkantoran lebih banyak dihasilkan sampah jenis anorganik. Sampah tersebut seperti kertas bekas, alat tulis-menulis, kotak printer, tinta printer, toner printer, bahan kimia dari laboratorium, baterai, dan lain sebagainya.

e. Sampah industri

Segala hasil dari kegiatan di industri yang tidak digunakan kembali atau tidak dapat dimanfaatkan. Sampah dari kegiatan industri menghasilkan jenis sampah yang sesuai dengan bahan baku serta proses yang dilakukan. Sampah dapat diperoleh baik dari proses input, produksi maupun output.

2.4 Pengolahan Sampah

Pengolahan sampah melibatkan pemanfaatan dan penggunaan sarana dan prasarana antara lain menempatkan sampah pada wadah yang sudah tersedia, proses pengumpulan sampah, pemindahan, dan pengangkutan sampah, serta pengolahan sampah hingga pada proses pembuangan akhir (Sahil *et al.*, 2016). Mekanisme pengelolaan sampah dalam UU N0.18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah meliputi, kegiatan – kegiatan berikut :

1. Pengurangan sampah, yaitu kegiatan untuk mengatasi timbulnya sampah sejak dari produsen sampah (rumah tangga, pasar, dan lainnya), mengguna

ulang sampah dari sumbernya dan/atau di tempat pengolahan, dan daur ulang sampah di sumbernya dan atau di tempat pengolahan. Pengurangan sampah akan diatur dalam Peraturan Menteri tersendiri.

2. Penanganan sampah, yaitu rangkaian kegiatan penanganan sampah yang mencakup pemilahan (pengelompokan dan pemisahan sampah menurut jenis dan sifatnya), pengumpulan (memindahkan sampah dari sumber sampah ke TPS atau tempat pengolahan sampah terpadu), pengangkutan (kegiatan memindahkan sampah dari sumber, TPS atau tempat pengolahan sampah terpadu, pengolahan hasil akhir (mengubah bentuk, komposisi, karakteristik dan jumlah sampah agar diproses lebih lanjut, dimanfaatkan atau dikembalikan alam dan pemrosesan aktif kegiatan pengolahan sampah atau residu hasil pengolahan sebelumnya agar dapat dikembalikan ke media lingkungan).

Berbagai upaya dilakukan untuk mengelola sampah rumah tangga, karena dengan mengelola sampah rumah tangga dari awal dapat mengurangi jumlah timbunan sampah, biaya transportasi pengangkutan sampah dapat ditekan, dan pada akhirnya secara jangka panjang dapat memperpanjang umur lokasi TPA (Sahwan *et al*, 2011). Pengelolaan sampah yang biasa dilaksanakan juga menyebabkan peningkatan sarana dan prasarana, terutama lahan yang semakin terbatas sehingga sulit didapatkan. Sebab itu, perlu dilakukan pengelolaan sampah yang berprinsip membuang sekaligus mendapatkan manfaat dari pengelolaan sampah tersebut.

Pengelolaan sampah dengan sistem 3R terdiri atas tiga prinsip, yaitu mengurangi timbunan sampah di sumber (*reduce*), menggunakan kembali bahan (*reused*), dan mendaur ulang (*recycle*). Penerapan 3R salah satunya dengan pengomposan memiliki peluang besar, yaitu sebesar 30-40%, dan memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Subandriyo *et al* (2012), karakterisasi komposisi sampah organik rumah tangga didominasi oleh sampah dapur. Sampah dapur terdiri atas sisa-sisa makanan dan sayuran, dan diperkirakan memiliki kandungan N yang cukup tinggi.

Sampah organik (bersifat degradable) adalah jenis sampah yang sebagian besar tersusun oleh senyawa organik (sisa tanaman, hewan, atau kotoran) sampah ini mudah diuraikan oleh jasad hidup khususnya mikroorganisme. Besarnya komponen sampah yang dapat didekomposisi merupakan sumber daya yang cukup potensial sebagai sumber humus, unsur hara makro dan mikro, dan sebagai *soil conditioner*. Sampah dapat juga sebagai faktor pembatas karena kandungan logam-logam berat, senyawa organik beracun dan patogen, pengomposan dapat menurunkan pengaruh senyawa organik beracun dan patogen terhadap lingkungan (Yuwono, 2006).

Sampah organik yang digunakan dalam pertanian sebagai pupuk dapat secara luas diklasifikasikan menjadi tiga kategori yaitu sampah organik-seperti pupuk kandang, pupuk hijau dan kompos tanaman, dan sampah organik perkotaan. (Oelofse, Jensen, dan Magid, 2013). Sampah organik dapat dikelola dan dinilai dengan anaerobik digestif (AD), pengomposan dan mulsa untuk menghasilkan produk hasil terbarukan yang dapat digunakan dan peningkatan kualitas pada tanah, sehingga mengurangi pembuangan limbah (Wei *et al*, 2017).

Sampah organik dapat dengan mudah terurai menjadi kompos. Pengomposan (gambar 5) merupakan penanganan alternatif yang sesuai untuk mengurangi dampak negatifnya, selain itu kompos juga memberikan manfaat lain sebagai pupuk pada tumbuhan (Darmawati, 2015). Pengomposan dipandang sebagai salah satu cara yang tepat untuk mengatasi permasalahan sampah, karena pembuatannya mudah dan murah. Selain itu, tidak menimbulkan pencemaran serta menghasilkan produk (kompos) yang bermanfaat (Rosmala, dkk. 2018).



Gambar 5. Pengomposan

Pengomposan ialah cara mudah pemanfaatan limbah organik. Meski begitu metode ini memiliki kelemahan, yaitu memerlukan waktu yang relatif lama untuk proses pembuatan hingga menghasilkan produk. Selain pengomposan, sampah organik dapat juga dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan air lindi. Air lindi adalah air hasil dari proses press sampah organik. Air lindi tersebut nantinya digunakan sebagai bahan baku pupuk cair. Dengan metode ini mampu mempersingkat waktu pembuatan sekaligus dapat langsung diaplikasikan setelah proses pembuatan selesai dilakukan.

2.5 Biang

Dalam kamus besar bahasa Indonesia (KBBI) biang dapat diartikan sebagai induk, kepala, dan sari atau pati. Sehingga biang pada penelitian ini dapat diartikan sebagai larutan sari atau pati yang nantinya dapat diperbanyak dengan penambahan air (lindi). Biang merupakan cikal bakal pembuatan pupuk organik cair pada penelitian ini. Biang diharapkan mampu berperan sebagai larutan pengaktif air lindi menjadi pupuk organik cair yang lebih efektif. Biang terbuat dari bahan-bahan seperti lemak hewani, minyak nabati, dan tanaman herbal/obat-obatan (suku temu-temuan/Zingiberaceae) yang dicampurkan hingga homogen.

2.6 Minyak Nabati dan Lemak Hewani

Minyak dan lemak adalah triester dari gliserol, yang dinamakan trigliserida. Minyak dan lemak sering dijumpai pada minyak nabati dan lemak hewan. Minyak umumnya berasal dari tumbuhan, contohnya minyak jagung, minyak zaitun, minyak kacang dan lain-lain. Minyak dan lemak mempunyai struktur dasar yang sama (Hart, 1990). Berdasarkan sumbernya, lemak digolongkan menjadi dua, yaitu lemak hewani yang berasal dari hewan dan lemak nabati yang berasal dari tumbuhan. Perbedaan dari lemak hewani dan lemak nabati yaitu lemak hewani umumnya bercampur dengan steroid hewani yang disebut kolesterol, lemak nabati umumnya bercampur dengan steroid nabati yang disebut

fitosterol. Kadar asam lemak tidak jenuh dalam lemak hewani lebih sedikit dibandingkan lemak nabati (Ketaren, 2008).

Komposisi yang terdapat dalam minyak nabati terdiri dari trigliserida-trigliserida asam lemak, asam lemak bebas (ALB), monogliserida dan digliserida, serta beberapa komponen-komponen lain seperti phosphoglycerides, vitamin, mineral, atau sulfur. Penyusun utama minyak dan lemak adalah trigliserida, yang merupakan ester dari gliserol dan asam lemak rantai panjang. Trigliserida atau triasilgliserol adalah sebuah gliserida yaitu ester dari gliserol dan tiga asam lemak, penyusun utama minyak nabati atau lemak hewani adalah trigliserida, monogliserida dan digliserida (Destiana, dkk., 2007).

Komposisi lemak hewani biasanya kaya akan asam stearate, palmitat, dan oleat serta sejumlah kecil asam lemak lainnya. Variasi yang terdapat pada komposisi asam lemak di dalam lemak dipengaruhi oleh pakan yang diberikan (Fehr *and* Savvant, 1982). Berdasarkan penelitian terdahulu, lemak hewani yang terdapat pada sapi memiliki kandungan asam lemak rantai panjang lebih banyak jika dibandingkan dengan asam lemak rantai pendek. Dari hasil tersebut dapat diartikan lemak hewani tersebut termasuk lemak padat (Prabawati dan Imelda, 2018).

2.7 Lindi

Lindi TPA adalah cairan yang berasal dari limbah organik, yang kecuali jika dikembalikan ke iklim dengan cara yang dikontrol dengan cermat dapat menyebabkan konsekuensi yang merusak bagi udara dan udara permukaan di sekitar lokasi TPA. Misalnya, dari TPA *biodegradable* akan mengandung pengelompokan besar zat, misalnya, berbau garam nitrogen, yang menyebabkan makhluk hidup yang tak terhitung jumlahnya atau tumpahan yang muncul dari TPA yang hanya berisi tanah dan sampah dapat mengandung padatan tersuspensi, menjadi mendung, dan merusak ikan juga, makhluk hidup laut lainnya.

Air lindi terbentuk dalam timbunan sampah dan mengandung banyak senyawa dengan kadar pencemar yang tinggi khususnya zat organik. Air lindi selanjutnya akan mengisi rongga-rongga pada sampah yang jika kapasitasnya melampaui kapasitas tekanan air dari sampah, maka air lindi akan keluar dan mengekstraksi bahan organik dan anorganik hasil proses fisika, kimia dan biologis yang terjadi pada timbunan sampah (Pinem, 2014). Sumber lindi yang utama di alam adalah adanya air hujan serta kandungan air dalam komponen sampah. Semakin tinggi kadar air semakin tinggi jumlah lindi, sumber lindi selain air hujan juga adanya proses penguraian sampah khususnya sisa makanan, sayuran dan tanaman.

Jenis komposisi kandungan air lindi dipengaruhi oleh banyak faktor seperti jenis dan umur sampah, jenis air yang melalui timbunan sampah, faktor lahan dan iklim, kondisi hidrogeologi, kedalaman timbunan sampah, kemiringan tanah tempat penimbunan sampah, dan faktor tanah penutup sampah. Air lindi dapat diproses menjadi gas bio, pupuk cair atau starter mikroba. Kuantitas air lindi yang dihasilkan sampah tergolong rendah tetapi dapat mencemari air tanah jika tidak ditangani dengan benar dan langsung dibuang ke tanah sehingga akan mencemari lingkungan sekitarnya. Untuk meminimalisir timbunan air lindi yang muncul dari timbunan sampah maka perlu dilakukan pemanfaatan sedemikian rupa agar lindi tersebut dapat dimanfaatkan dengan baik dan bernilai ekonomis bagi masyarakat dalam upaya pemanfaatan air lindi tersebut agar bernilai ekonomis salah satunya yaitu menjadikan air tersebut sebagai pupuk cair.

Penanganan lindi sebagian besar TPA di Indonesia sebenarnya menggunakan beberapa pemanfaatan di daerah terbuka, khususnya pemanfaatan danau penampung, danau anaerobik, danau *high impact*, danau penyesuaian, dan dilanjutkan dengan pemanfaatan lahan basah. Selain itu, lindi yang ditangani masih melebihi standar kualitas yang dibuang untuk dibuang ke tempat di alam. Limbah Kompos Lindi Kota atau *Metropolis Waste Compost Leachate* (MWCL) dapat digunakan dalam pembuatan pupuk kandang, karena cenderung dimanfaatkan sebagai peningkat dan penyokong pada kualitas pupuk (Romero *et al.* 2013). Pengelolaan pada MWCL dijelaskan oleh beberapa batasan pada kandungan atau aspek penting seperti boron, karbon, fosfor, kalium, seng,

kalsium, magnesium, dan nitrogen. Komponen-komponen tersebut merupakan suplemen skala kecil dan besar yang dibutuhkan oleh tanaman, sehingga lindi dapat bermanfaat sebagai kompos untuk perkembangan tanaman (Dimitriou *et al.* 2006).

Metode pengolahan lindi dapat dibagi menjadi pengolahan biologis dan pengolahan fisik/kimia. Dibandingkan dengan pengolahan biologis, pengolahan fisikokimia biasanya lebih efektif biaya dan dapat diselesaikan dengan waktu yang lebih singkat. Metode pengolahan fisikokimia yang paling umum diantaranya koagulasi - flokulasi, adsorpsi, proses membrane dan oksidasi (Ali *et al.* 2016). Ada pula cara untuk memproses lindi dengan kolam stabilisasi yaitu kolam besar di mana air limbah diolah dengan proses alami yang melibatkan mikroorganisme, dan dianggap sebagai metode yang paling tepat untuk pengolahan air limbah di negara berkembang di mana iklimnya mendukung untuk operasinya (Darwin dkk, 2019).

Metode yang dilakukan pada pengolahan lindi dari sampah adalah menggunakan metode pengomposan. Dimana sampah organik bisa dimanfaatkan di bidang pertanian. Dengan bantuan mikroorganisme (mikroba), sampah organik bisa dimanfaatkan untuk pemupukan tanaman, yaitu melalui proses pengomposan. Kompos adalah hasil penguraian parsial/tidak lengkap dari campuran bahan-bahan organik yang dapat dipercepat secara artifisial oleh populasi berbagai macam mikroba dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembab, dan aerobik atau anaerobik (Jalaluddin, 2018).

Pada penelitian ini, air lindi yang digunakan bukan berasal langsung dari TPA yang tersedia di lapangan. Hal tersebut dikarenakan air lindi yang berasal dari TPA memiliki komposisi yang terlalu heterogen. Fakta di lapangan pengumpulan sampah di TPA tidak melalui pemilahan secara spesifik, sehingga dikhawatirkan komponen-komponen yang bukan berasal dari sampah organik dapat mencemari keseluruhan air lindi. Air lindi yang digunakan pada penelitian ini berasal dari sampah organik yang sudah dipilah terlebih dahulu yang kemudian diolah

sedemikian rupa menggunakan peralatan yang tersedia hingga menghasilkan air lindi yang diinginkan.

2.8 Temu-Temuan

Salah satu jenis tanaman yang dilaporkan memiliki nilai ekonomi, baik sebagai bahan makanan (bumbu masakan dan sayuran) maupun sebagai obat-obatan tradisional yaitu golongan Zingiberaceae (Syamsuri dkk, 2021). Selain itu, Arum *et al.* (2012) menyatakan bahwa beragam etnis di Indonesia banyak yang memanfaatkan Zingiberaceae berdasarkan pengetahuan yang diperoleh secara turun temurun, informasi dari tetangga maupun dari media massa.



Gambar 6. Temulawak

Pemanfaatan tumbuhan oleh suku bangsa yang ada di Indonesia sudah berlangsung sejak lama, di antaranya adalah famili Zingiberaceae yang mempunyai ciri khas pada rhizomnya mengandung minyak atsiri (Tjitrosoepomo, 2005). Lawrence (1964) menyebutkan bahwa tumbuhan Zingiberaceae tersebar luas mulai dari daerah tropik sampai daerah subtropik. Selanjutnya Tjitrosoepomo (1996) menyebutkan kebanyakan Zingiberaceae ditemukan di daerah tropika yang terdiri dari 40 marga dengan sekitar 1.400 an jenis. Sementara itu Pandey (2003) menyebutkan bahwa ada sekitar 47 genus dari 1400 jenis tumbuhan dalam famili Zingiberaceae.

Zingiberaceae merupakan tumbuhan herba perenial dengan rimpang yang mengandung minyak menguap hingga berbau aromatik. Batang di atas tanah,

seringkali hanya pendek dan mendukung bunga-bunga saja. Daun tunggal, mempunyai sel-sel minyak menguap, tersusun dalam 2 baris, kadang-kadang jelas mempunyai 3 bagian berupa helaian tangkai dan upih, selain itu juga memiliki lidah-lidah, helaian biasanya lebar dengan ibu tulang tebal dan tulang-tulang cabang yang sejajar dan rapat satu dengan yang lain dengan arah yang serong ke atas, tangkai daun pendek atau tidak ada, upih terbuka dan tertutup, lidah-lidah pada batas antara helaian dengan tangkai atau antara helaian dengan upih (Tjitrosoepomo, 2002).

Pupuk cair organik dapat dibuat dari bahan-bahan organik seperti limbah ampas jamu (Jumirah dkk, 2018). Limbah ampas jamu merupakan salah satu jenis limbah yang dihasilkan dalam pembuatan jamu yang biasanya hanya dibuang dan dibiarkan terdegradasi secara alami di lingkungan, dibiarkan kering dan dibakar sehingga berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan (Atmaka dkk., 2016). Limbah jamu berupa campuran dari ampas jahe, lengkuas, kunyit, dan temulawak yang masih mengandung zat aktif, mineral, dan gula sederhana serta kadar serat yang tinggi (Natalia dkk., 2016), sehingga berpotensi sebagai pupuk organik (Jumirah dkk, 2018).

2.9 Tanah

Tanah adalah lapisan paling atas dari struktur bumi. Satu lokasi dengan lokasi lain terdapat perbedaan sifat tanah, baik sifat fisik maupun sifat kimianya. Menurut Das (1995), tanah diartikan sebagai bahan yang terdiri dari gabungan mineral padat dan dari bahan-bahan organik yang telah melalui proses pelapukan. Tanah sebagai media tumbuh tanaman berfungsi sebagai gudang sekaligus penyuplai hara atau nutrisi dan unsur-unsur lainnya. Sedangkan, secara biologis berfungsi sebagai habitat biota yang turut andil secara aktif dalam penyediaan hara dan zat-zat adiktif bagi tanaman (Hanafiah, 2005).

Lapisan-lapisan tanah memiliki sifat—sifat yang berbeda jika diperuntukan sebagai media tanam. Lapisan tanah yang paling atas dinamakan *topsoil*.

Menurut Buckman dan Brady (1982) lapisan paling atas dari tanah umumnya memiliki warna gelap karena penimbunan bahan organik. Umumnya *topsoil* memiliki kondisi yang relatif memiliki kandungan nutrisi yang lebih tinggi dan kaya akan bahan organik (Allo, 2016). Hal tersebut tentu akan mendukung dalam proses pertumbuhan tanaman. *Subsoil* ialah lapisan tanah dibawah *topsoil*. *Subsoil* mengalami cukup pelapukan dan mengandung lebih sedikit bahan organik. Menurut Sarief (1986) *subsoil* memiliki warna yang lebih muda dan tingkat kesuburan tanah relatif rendah bila dibandingkan dengan *topsoil*.

2.10 Pupuk Organik Cair

Pupuk organik yaitu pupuk yang berasal dari sisa-sisa tanaman, hewan dan manusia seperti pupuk hijau, pupuk kandang, dan kompos yang diperlukan untuk kehidupan mikroorganisme di dalam tanah. Peranan pupuk organik dalam tanah disamping menambah unsur hara juga dapat meningkatkan kesuburan tanah, meningkatkan porositas tanah sehingga dapat memperbaiki aerasi dan drainase tanah serta meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah (Sundari, 2012).

Pupuk organik cair adalah larutan dari hasil pembusukan bahan-bahan organik yang bahan dasarnya berasal dari hewan atau tumbuhan yang sudah mengalami fermentasi dan bentuk produknya berupa cairan. Kelebihan dari pupuk organik ini dapat secara cepat mengatasi defisiensi hara, tidak bermasalah dalam hal pencucian hara, dan mampu menyediakan hara secara cepat. Dibandingkan dengan pupuk cair anorganik, pupuk organik cair secara umumnya tidak merusak tanah dan tanaman walaupun digunakan sesering mungkin. Selain itu, pupuk ini juga memiliki bahan pengikat, sehingga larutan pupuk yang diberikan ke permukaan tanah bisa langsung digunakan oleh tanaman (Meriatna, 2018). Penggunaan pupuk organik cair dapat meningkatkan kesuburan tanah yang dirusak oleh penggunaan pupuk anorganik. Pupuk organik cair berfungsi meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Pupuk organik cair adalah pupuk yang bahan dasarnya berasal dari hewan atau tumbuhan yang sudah mengalami fermentasi berupa cairan dan kandungan bahan kimia di dalamnya maksimum 5%. Pada dasarnya pupuk organik cair lebih baik dibandingkan dengan pupuk organik padat. Hal ini disebabkan penggunaan pupuk organik cair memiliki beberapa kelebihan yaitu pengaplikasiannya lebih mudah, unsur hara yang terdapat di dalam pupuk cair mudah diserap tanaman, mengandung mikroorganisme yang banyak, mengatasi defisiensi hara, tidak bermasalah dalam pencucian hara, mampu menyediakan hara secara cepat, proses pembuatannya memerlukan waktu yang lebih cepat, serta penerapannya mudah di pertanian yakni tinggal di semprotkan ke tanaman (Fitria, 2013). Ciri fisik pupuk cair yang baik adalah berwarna kuning kecoklatan, pH netral, tidak berbau, dan memiliki kandungan unsur hara tinggi. Adapun baku mutu pupuk organik cair yang telah ditentukan dalam Keputusan Menteri Pertanian RI No. 261 tahun 2019 sebagai berikut :

Tabel 1. Baku Mutu Pupuk Organik Cair

No	Parameter	Satuan	Standar Mutu
1	C – organik	%	Min 10
2	N – organik	%	Min 0,5
3	Logam berat :		
	• As	ppm	Maks 5
	• Hg	ppm	Maks 0,2
	• Pb	ppm	Maks 5
	• Cd	ppm	Maks 1
	• Cr	ppm	Maks 40
	• Ni	ppm	Maks 10
4	pH		4-9
5	Hara makro : N + P ₂ O ₅ + K ₂ O	%	2-6
6	Mikroba kontaminan :		
	• E. coli	MPN/ml	< 1 x 10 ²
	• Salmonella sp	MPN/ml	< 1 x 10 ²

No	Parameter	Satuan	Standar Mutu
7	Hara mikro :		
	• Fe total	ppm	90 – 900
	• Mn total	ppm	25 – 500
	• Cu total	ppm	25 – 500
	• Zn total	ppm	25 - 500
	• B total	ppm	12 – 250
	• Mo total	ppm	2 – 10
8	Unsur lain :		
	• La	ppm	Maks 2000
	• Ce	ppm	Maks 2000

Sumber : Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261 Tahun 2019 tentang Persyaratan Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah

Pada pembuatan pupuk organik umumnya melalui proses penguraian. Penguraian suatu senyawa ditentukan oleh susunan bahan, dimana pada umumnya senyawa organik mempunyai sifat yang cepat diuraikan, sedangkan senyawa anorganik mempunyai sifat sukar diuraikan. Penguraian bahan organik akan berlangsung melalui proses yang sudah dikenal, yang secara keseluruhan disebut dengan proses fermentasi. Bahan organik tersebut pada tahap awal akan diubah menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti gula, gliserol, asam lemak dan asam amino. Selanjutnya akan dilanjutkan dengan proses lain baik secara aerobik maupun anaerob (Fitria, 2013).

2.11 Pembenh Tanah

Bahan pembenh tanah dikenal juga sebagai *soil conditioner*. Di kalangan ahli tanah diartikan sebagai bahan-bahan sintetis atau alami, organik atau mineral, berbentuk padat maupun cair yang mampu memperbaiki struktur tanah, dapat merubah kapasitas tanah menahan dan melalukan air, serta dapat memperbaiki kemampuan tanah dalam memegang hara, sehingga air dan hara tidak mudah hilang, namun tanaman masih mampu memanfaatkan air dan hara tersebut (Daridariahah dkk, 2015). Pada awalnya konsep utama dari penggunaan pembenh tanah adalah: (1) pemantapan agregat tanah untuk mencegah erosi dan pencemaran, (2) merubah sifat hidrophobik dan hidrofilik, sehingga dapat

merubah kapasitas tanah menahan air, dan (3) meningkatkan kemampuan tanah dalam memegang hara dengan cara meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) (Arsyad, 2000).

Secara garis besar, bahan pembenah tanah dapat dibedakan menjadi dua, yaitu alami dan sintetis (buatan). Berdasarkan senyawa pembentuknya dapat dibedakan dalam tiga kategori yakni pembenah tanah organik, pembenah tanah hayati, dan pembenah tanah anorganik (mineral). Pembenah tanah alami adalah pembenah tanah yang dibuat dengan menggunakan bahan-bahan yang berasal dari alam, baik bersifat organik, hayati, maupun anorganik. Struktur senyawa bahan dasarnya belum mengalami perubahan. Sedangkan pembenah tanah sintetis adalah pembenah tanah yang dibuat oleh pabrik, baik dari bahan dasar alami yang bersifat organik maupun anorganik, tetapi sudah mengalami perubahan baik secara fisik maupun struktur senyawanya, sehingga sulit dibedakan dengan bahan aslinya (Dariah dkk, 2015).

Pembenah tanah organik yang bersumber dari pupuk kandang, kompos, dan bahan organik lainnya juga telah banyak diteliti. Manfaat dari bahan organik, baik sebagai sumber hara (pupuk) maupun sebagai pembenah tanah telah banyak dibuktikan (Rachman *et al*, 2006; Suriadikarta dkk, 2006). Meskipun peranan pembenah tanah dalam memperbaiki kualitas tanah sudah banyak dibuktikan, namun aplikasinya pada tingkat petani masih rendah. Bahan organik seperti sisa tanaman atau pupuk kandang, merupakan sumber pembenah tanah yang bersifat insitu, namun jumlahnya relatif terbatas. Oleh karena itu, meskipun telah banyak petani yang memanfaatkan pupuk kandang, namun umumnya dosis penggunaannya masih relatif rendah, kecuali pada pertanaman sayuran. Alternatif yang dapat ditempuh untuk memenuhi kebutuhan bahan organik adalah dengan melakukan penanaman sumber bahan organik. Selain itu, Masih ada beberapa alternatif sumber bahan organik yang belum termanfaatkan secara optimal, misalnya sampah kota (Dariah dkk, 2015).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada 24 Oktober sampai dengan 25 Desember 2022 yang bertempat di Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung. Uji kandungan hara dan logam berat dilakukan di Laboratorium Pengujian Jurusan Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Aplikasi hasil penelitian dilaksanakan di desa Karanganyar, Kecamatan Jati Agung, Provinsi Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat-alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat-alat gelas, kertas saring, spatula besar, erlenmeyer, neraca analitik, alat pencacah sampah, *polybag*, alat pres sampah, spektrofotometer UV-VIS, pH Meter, spektrofotometer serapan atom, *Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer* (ICP-OES), dan *Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometer*.

.

3.2.2 Bahan-bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi CPO (*crude palm oil*), tanaman jamu yang berasal dari famili Zingiberaceae (temu-temuan), minyak hewani, air lindi, tanah *topsoil*, tanah *subsoil* 1 (kedalaman kurang dari 1 meter), tanah *subsoil* 2 (kedalaman lebih dari 1 meter), bibit tanaman cabai, tanaman, tomat, dan tanaman terong.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Persiapan Sampel

Tanaman-tanaman herbal dari famili Zingiberaceae (temu-temuan) yang sudah tersedia masing-masing sebanyak 250 gram dibersihkan dari kotoran kemudian dikeringkan selama satu minggu hingga dapat dilakukan proses penggilingan. Tanaman-tanaman obat yang sudah kering kemudian digiling hingga menjadi serbuk halus.

3.3.2 Penimbangan Sampel

Serbuk tanaman herbal yang sudah halus kemudian ditimbang menggunakan neraca analitik yang tersedia di Laboratorium Kimia Organik.

3.3.3 Homogenasi Sampel

Serbuk halus yang sudah ditimbang kemudian ditempatkan dalam satu wadah yang kemudian dihomogenkan. Serbuk halus yang sudah homogen kemudian digunakan sebagai bahan pembuatan biang dalam penelitian ini.

3.3.4 Pembuatan Lindi

Pembuatan lindi dilakukan di desa Jati Mulyo kecamatan Jati Agung kabupaten Lampung Selatan. Sampah-sampah organik dari pasar setempat yang telah dikumpulkan dan ditimbang kemudian dipotong dengan alat pencacah (gambar 7a) hingga diperoleh ukuran yang diinginkan. Hasil pencacahan tersebut kemudian dipres menggunakan alat pres (gambar 7b) sampah hingga menghasilkan cairan dan padatan berupa ampas. Cairan yang dihasilkan tersebutlah yang digunakan sebagai lindi untuk penelitian ini.



(a)



(b)

Gambar 7 (a) Alat cacah sampah organik dan (b) alat pres sampah organik

3.3.5 Pembuatan Biang

Biang dibuat dengan cara mencampurkan bahan baku minyak, yaitu minyak sapi dan minyak sawit (CPO) masing-masing sebanyak 750 mL dan 1250 mL. Setelah itu ditambahkan tanaman-tanaman obat yang sudah homogen sebanyak 1000 gram dan 1500 mL lindi. Semua campuran tersebut kemudian diaduk hingga homogen. Setelah itu, campuran tersebut kemudian didiamkan selama 24 jam. Biang ini kemudian akan digunakan sebagai salah satu bahan pembuatan biang 1.

3.3.6 Pembuatan Biang 1

Biang 1 dibuat dengan cara mencampurkan 1000 mL biang dengan 1000 mL lindi. Setelah itu, ditambahkan sebanyak 1000 mL molase dan 30 gram garam krosok. Selanjutnya campuran tersebut didiamkan selama 24 jam.

3.3.7 Pembuatan Pupuk Organik Cair Pembenh Tanah (POC PETA)

Pembenh tanah dibuat dengan cara mencampurkan biang 1 dan air limbah yang akan dimanfaatkan, yaitu lindi, dengan perbandingan 2 berbanding 1 (2:1). Pada penelitian ini menggunakan biang 1 sebanyak 500 mL dan 250 mL lindi. Kemudian campuran tersebut didiamkan selama 24 jam.

3.3.8 Aplikasi

Tanah *topsoil*, tanah *subsoil 1*, dan tanah *subsoil 2* ditempatkan dalam wadah plastik (*polybag*). Kemudian ditambahkan pupuk organik cair pembenah tanah dengan dosis sebesar 20 mL dalam 1600 mL air. Setelah itu didiamkan selama 1x24 jam, kemudian dilakukan penanaman bibit tanaman cabai, tomat, dan terong yang telah disiapkan. Setelah memasuki hari ke 15 setelah tanam dilakukan kembali pemberian pupuk organik cair pembenah tanah dengan dosis yang sama. Selanjutnya dilakukan pengamatan berupa pengukuran tinggi bibit tanaman cabai, tomat, dan terong tersebut selama 30 hari.

3.3.9 Uji Laboratorium

Pupuk organik cair pembenah tanah yang sudah jadi kemudian diuji di Laboratorium Pengujian Jurusan Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor untuk mengetahui kandungan unsur hara mikro dan makro, C – organik, dan logam berat. Metode uji yang digunakan adalah spektrofotometri untuk penentuan C organik dan fosfat, titrimetri untuk penentuan N total, metode spektrofotometri serapan atom (AAS) untuk penentuan logam berat dan unsur hara makro dan mikro.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil pembuatan Biang dan biang 1 diperoleh berupa campuran berminyak yang bercirikan memiliki warna jingga coklat gelap kehitaman, serta berbau aroma tanaman herbal.
2. Hasil pembuatan pupuk organik cair pembenah tanah (POC PETA) diperoleh cairan kental berwarna coklat kehitaman.
3. Nilai C – organik dan pH pada pupuk organik cair pembenah tanah telah memenuhi baku mutu. Nilai yang diperoleh yaitu sebesar 16,77 % dan 4,16.
4. Kandungan logam berat berupa arsenik (As), Timbal (Pb), merkuri (Hg), dan cadmium (Cd) pada pupuk organik cair pembenah tanah (POC PETA) telah memenuhi baku mutu. Nilai yang diperoleh yaitu masing-masing sebesar 0,62 ppm, 0,55 ppm, <0,005 ppm, 0,08 ppm.
5. Nilai nitrogen, fosfor, dan kalium pada pupuk organik cair pembenah tanah (POC PETA) tidak memenuhi baku mutu. Nilai yang diperoleh yaitu masing-masing sebesar 0,32%, 0,05%, dan 1,06%.
6. Unsur hara mikro yang telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri Pertanian RI No. 261 Tahun 2019 adalah besi (Fe) dengan nilai 841,2 ppm. Sedangkan unsur boron (B), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), dan molibdenum (Mo), belum memenuhi standar baku yang telah ditetapkan. Adapun nilai yang diperoleh yaitu masing-masing sebesar 1,87 ppm, 21,72 ppm, 2,24 ppm, 8,11 ppm, dan 3,97 ppm.

7. Pertumbuhan tanaman uji (cabai, tomat dan terong) menunjukkan progres signifikan seiring pengaplikasian pupuk organik cair pembenah tanah.
8. Pengaplikasian pupuk organik cair pembenah tanah pada tanah *subsoil* (tanah *subsoil* 1 dan 2) mampu memberikan pertumbuhan tanaman uji layaknya tanah *topsoil*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang di peroleh, saran untuk penelitian selanjutnya untuk mencari alternatif bahan yang dapat meningkatkan kandungan unsur hara makro dan unsur hara mikro serta memperpanjang waktu pengamatan pada tanaman uji hingga panen.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Mohammad, Babak Tavakoli, Naz Chaibakhsh, and Ali Reza. 2016. “*Use of a Plant-Based Coagulant in Coagulation – Ozonation Combined Treatment of Leachate from a Waste Dumping Site.*”. *Ecological Engineering* 90: 431– 37.
- Allo, M.K. 2016. Kondisi Fisik dan Kimia Tanah pada Bekas Tambang Nikkel serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Trengguli dan Mahoni. *Jurnal Hutan Tropis*. Vol. 4, No. 2. Hal. 2017-217
- Arsyad, S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. Lembaga Sumberdaya Informasi , Institut Pertanian Bogor. IPB Press. Bogor.
- Arum, G.P.F., Retnoningsih A., & Irsadi A. 2012. Etnobotani Tumbuhan Obat Masyarakat Desa Keseneng Kabupaten Semarang Jawa Tengah Kecamatan Sumowono. *Unnes Journal of Life Science*, 1 (2), 126-132.
- Atmaka, W., Manuhara, G.J., Destiana, N., Kawiji., Khasanah, L.U. dan Utai, R. 2016. Karakterisasi pengemas kertas aktif dengan penambahan oleoresin dari ampas pengepresan rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb). *Reaktor*, 16 (1): 32-40.
- Bai, Renbi, dan Mardina Sutanto. 2002. “*The practice and challenges of solid waste management in Singapore.*”. *Waste Management* 22(5):557–67.
- Buckman, H.O. dan N.C. Brady. 1982. *Ilmu Tanah*. Bhratara Karya Aksara. Jakarta.
- Dariah, Ai , S. Sutono, Neneng L. Nurida, Wiwik Hartatik, dan Etty Pratiwi. 2015. *Pembenah Tanah untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Pertanian*. *Jurnal sumber daya Lahan*. Vol 9 No 2
- Darmawati. 2015. “*efektivitas berbagai bioaktivator terhadap pembentukan kompos dari limbah sayur dan daun (Effectiveness of Variety Bio-Activator Against Formation of Compos from Vegetable Waste and Leaves).*” *Dinamika Pertanian* 30(2):93–100.

- Darwin, I. Wayan Koko Suryawan, dan Gita Prajati. 2019. "Evaluation of Waste Stabilization Pond (WSP) Performance in Bali Tourism Area." *Proceedings of the 2019 2nd International Conference on Applied Engineering, ICAE 2019*.
- Das, B.M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Destiana, Mescha, Agustinus Zandy, Nazef dan Soraya Puspasari. 2007. Intensifikasi Proses Produksi Biodiesel. *Jurnal ITB Bandung*.
- Dimitriou, I., J. Eriksson, A. Adler, P. Aronsson, dan T. Verwijst. 2006. "Fate of heavy metals after application of sewage sludge and wood-ash mixtures to short-rotation willow coppice." *Environmental Pollution* 142(1):160–69.
- Ekawandani, N. 2018. Pengomposan Sampah Organik (Kubis Dan Kulit Pisang) Dengan Menggunakan Em4. 12(1), 38–43.
- Febrianna, M., S. Priyono dan N. Kusumarini. 2018. Pemanfaatan pupuk organik cair untuk meningkatkan serapan nitrogen serta pertumbuhan dan produksi sawi (*Brassica Juncea L.*) pada tanah berpasir. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 5(2): 1009 – 1018
- Fehr, M.P. & D. Savvant. 1980. *Composition and Yield of Goat Milk as Affected by Nutritional Manipulation*. *J. Dairy Sci.* 63 : 1671 – 1680.
- Fitria, Yulya. 2013. Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Cair Industri Perikanan Menggunakan Asam Asetat dan EM4 (*Effective microorganism 4*). Pp 72. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Gärdenäs AI, Ågren GI, Bird JA, Clarholm M, Hallin S, Ineson P, Kätterer T, Knicker H, Nilsson SI, Näsholm T, Ogle S, Paustian K, Persson T, Stendahl J. 2011. Knowledge gaps in soil carbon and nitrogen interactions - From molecular to global scale. *Soil Biology and Biochemistry*. 43(4): 702–717.
- Hadameon, Yolanda. 2019. "Kajian Timbulan, Komposisi, dan Karakteristik Sampah Rumah Tangga di Kota Binjai."
- Hadisuwito, S. 2007. *Membuat Pupuk Kompos Cair*. Penerbit Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Hairiah K., Ekadinata A, Sari RR, dan Rahayu S. 2011. Pengukuran Cadangan Karbon : dari tingkat lahan ke bentang lahan. *Petunjuk partis*. Edisi kedua. Bogor, Word Agroforestry Center, ICRAF CEA Regional Office, University of Brawijaya (UB). Malang, Indonesia. 88 pp.

- Hanafiah, K.A. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. PT Radja Grafindo Perkasa. Jakarta.
- Hardiatmi, S. 2011. Pendukung Keberhasilan Pengelolaan Sampah Kota. INNOFARM. Jurnal Inovasi Pertanian, 10(1): 50-66
- Hardjowigeno, S. 2010. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Hart, Harold, Leslie E Crame. David J. Hart. 1990. Kimia Organik. Terjemahan Seminar Setiadi Achmadi. Erlangga. Jakarta.
- Jalaluddin, Nasrul ZA dan Rizki Syafrina. 2018 “Jurnal Teknologi Kimia Unimal.” Jurnal teknologi Kimia Unimal 2 (November): 85-100.
- Jumirah, A. Wibowo Nugroho Jati dan L. Indah Murwani Yulianti. 2018. Kualitas Pupuk Cair Organik dengan Kombinasi Limbah Ampas Jamu dan Limbah Ikan. Biota Vol. 3 (2): 53-61
- Karoba, F., Nurjasmi, R., & Suryani, S. (2015). Pengaruh Perbedaan pH terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleracea*) Sistem Hidroponik Nft (Nutrient Film Technique). Jurnal Ilmiah Respati Pertanian, 7(2), 529–534.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. 2020. Status lingkungan hidup Indonesia 2020. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2008. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. Biro Hukum dan Humas Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Kementerian Pertanian. 2019. Peraturan Menteri Pertanian No. 261 tahun 2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah. Biro Hukum dan Humas Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Ketaren S. 2008. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. UI Press. Jakarta.
- Kushartono, E. W., Suryono, & MR, E. S. 2009. Aplikasi Perbedaan Komposisi N, P dan K pada Budidaya *Eucheuma cottonii* di Perairan Teluk Awur, Jepara. Ilmu Kelautan, 14(3), 164–169.
- Lawrence, GHM. 1964. Taxonomi of Vascular Plants. The Macmillan Company. New York.
- Leiwakabessy, F.M. 1998. Kesuburan Tanah. Pertanian IPB. Bogor

- Lingga, P. dan Marsono. 2000. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Meriatna, Suryati, and Aulia Fahri. 2019. "Pengaruh Waktu Fermentasi Dan Volume Bio Aktivator EM4 (*Effective Microorganism*) Pada Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) Dari Limbah Buah-Buahan." Jurnal Teknologi Kimia Unimal 7(1): 13.
- Moraghan, J.T., Mascagni, H.J. 1991. Environmental and soil factors affecting micronutrient deficiencies and toxicities. Dalam SSSA Book Series: 4.
- Mulasari, S.A. 2012. Hubungan tingkat Pengetahuan dan Sikap Terhadap Perilaku Mahasiswa dalam Mengelola Sampah Di Dusun Padukuhan Desa Sidokarto Kecamatan Godean Kabupaten Sleman Yogyakarta. Jurnal Kesmas, 6(3): 204-211
- Natalia, D., Suprijatna, E. dan Muryani, R. 2016. Pengaruh penggunaan limbah industri jamu dan bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*) sebagai sinbiotik untuk aditif pakan terhadap performans ayam petelur periode layer. Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan, 2 (3): 6-13.
- Oelofse, Myles, Lars Stoumann Jensen, dan Jakob Magid. 2013. "The implications of phasing out conventional nutrient supply in organic agriculture: Denmark as a case." *Organic Agriculture* 3(1):41-55.
- Pandey BP, 2003. *A Textbox of botany: Angiosperm First Edition*. S.Chand & Company Ltd. Ram Nagar. New Delhi.
- Pinem, J.A., Ginting, M.S., dan Peratenta, M., 2014. Pengolahan Air Lindi TPA Muara Fajar dengan Ultrafiltrasi. Jurnal Teknobiologi, 5(1):43-46.
- Powlson DS, Cai Z, Lemanceau P. 2015. Soil carbon dynamics and nutrient cycling, dalam Banwart, S.A., E. Noellemeyer, E. Milne (Editor), Soil carbon: science, management and policy for multiple benefits. SCOPE series. 71: 98-107.
- Prabawati, S. Y., & Imleda Fajriati. (2019). Analisis Lemak Sapi dan Lemak Babi Menggunakan *Gas Chromatography* (GC) dan *Fourier Transform Infra Red Spectroscopy Second Derivative* (FTIR-2D) untuk Autentifikasi Halal. *Go to reference in article*.
- Rachman, A., A. Dariah, dan D. Santoso. 2006. Pupuk hijau. Hlm 41-58. Dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Raihan, H dan Nurtirtayani. 2001. Pengaruh Pemberian Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan N dan P Tersedia Tanah Serta Hasil Beberapa Varietas Jagung Dilahan Pasang Surut Sulfat Masam. Jurnal Agrivita.

- Romero, Carlos, Pedro Ramos, Carlos Costa, and M. Carmen Márquez. 2013. "Raw and digested municipal waste compost leachate as potential fertilizer: Comparison with a commercial fertilizer." *Journal of Cleaner Production* 59:73–78.
- Rosmala, A., Tino, M. dan Anne, N. 2018. Pengaruh Aplikasi Kompos Campuran Sampah Organik Dengan Berbagai Kotoran Ternak Terhadap Kualitas Wortel (*Daucus carota L.*) Kultivar Lokal Cipanas. *Journal Hexagro*, 2(2): 12-18.
- Sahil, J., Al Muhdar, M. H. I., Rohman, F., & Syamsuri, I. 2016. Sistem pengelolaan dan upaya penanggulangan sampah di Kelurahan Dufa-Dufa Kota Ternate. *Jurnal Bioedukasi*, 4(2).
- Sahwan, F.L., Sri, W. dan Feddy, S. (2011). Kualitas Kompos Sampah Rumah Tangga yang Dibuat Dengan Menggunakan Komposter Aerobik, *Journal Tek. Ling*, 12(3): 233-240.
- Sari, S. W., Safruddin, S., & Purba, D. W. (2019). Pengaruh pemberian ekstrak daun kelor dan nutrisi AB-mix terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman seledri (*Apium Graveolens L.*) secara hidroponik dengan sistem wick. *BERNAS Agricultural Research Journal* 153: 22-3.
- Sarief, S.E. 1986. Ilmu Tanah Pertanian. Pustaka Buana. Bandung.
- Solly EF, Weber V, Zimmermann S, Walthert L, Hagedorn F, Schmidt MWI. 2019. Is the content and potential preservation of soil organic carbon reflected by cation exchange capacity? A case study in Swiss forest soils. *Biogeosciences Discussions*.
- Sondakh, T.D., D.M.F. Sumampow dan M.G.M. Polii. 2018. Perbaikan sifat fisik dan kimia tailing melalui pemberian amelioran berbasis bahan organik. *Eugenia*, 23(3).
- Subandriyo, Didi, D.A. dan Hadiyanto. (2012). Optimasi Pengomposan Sampah Organik Rumah Tangga Menggunakan Kombinasi Aktivator EM4 dan MOL Terhadap Rasio C/N. *Journal Ilmu Lingkungan*, 10(2): 70-75.
- Sucipto, Cecep Dani. 2012. Teknologi Pengolahan Daur Ulang Sampah. Gosyen Publishing. Semarang.
- Sundari, Elmi, Sari, Ellyta, Rinaldo, dan Riko. 2012. "Pembuatan Pupuk Organik Cair Menggunakan Bioaktivator Bioscb Dan EM4." *Prosiding SNTK TOPI*: 94–97.

- Suriadikarta, D.A. dan R.D.M Simanungkalit. 2006. Simanungkalit. Pendahuluan. Hlm 1-10. Dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor
- Suriadikarta, D. ., & Setyorini. 2006. Baku Mutu Pupuk Organik. Pupuk Organik Dan Pupuk Hayati, 231–244.
- Suwerda, Bambang. 2012. Bank Sampah (Kajian Teori dan Penerapan). Pustaka Rihama. Yogyakarta.
- Susanto, Joko Prayitno, Sri Puji Ganefati, Sri Muryani, dan Hani Istiqomah. 2004. “Pengolahan Lindi (*Leachate*) Dari TPA dengan Sistem Koagulasi-Biofilter Anaerobic.” *Jurnal Teknologi Lingkungan P3TL-BPPT* (2):167–73.
- Syamsuri dan Hasria Alang. 2021. Inventarisasi Zingiberaceae yang Bernilai Ekonomi (Etnomedisin, Etnokosmetik dan Etnofood) di Kabupaten Kolaka Utara, Sulawesi Tenggara, Indonesia. Vol. 4 No. 2: 219-229
- Syofiani, R. dan G. Oktabriana. 2017. Aplikasi pupuk guano dalam meningkatkan unsur hara N, P, K, dan pertumbuhan tanaman kedelai pada media tanam tailing tambang emas. Prosiding Seminar Nasional 2017 Fakultas Pertanian UMJ.
- Tchobanoglous, G., Hillary Thelsen dan Samuel Vigil. 1993. *Integrated Solid Waste Management (Engineering Principles and Management Issue)*. Mc Graw-Hill Companies. New York.
- Tjitrosoepomo, G, 1996. Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta). Cetakan ke lima. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Tjitrosoepomo, G. 2002. Taksonomi Tumbuhan (Spermatopyta). Gajah MadaUniversity Press. Yogyakarta.
- Tjitrosoepomo, G, 2005. Taksonomi Tumbuhan Obat-obatan. Cetakan ke dua. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Warjoto, Renna Eliana, Meda Canti, dan Anastasia Tatik Hartanti. 2018. “Metode Komposting Takakura untuk Pengolahan Sampah Organik Rumah Tangga di Cisauk, Tangerang.” *Jurnal Perkotaan* 10(2):76–90.
- Yuwono, Dipo. 2006. Kompos. Penebar Swadaya. Depok.
- Wahyudi, I. 2009. Serapan N tanaman jagung (*Zea Mays L.*) akibat pemberian pupuk guano dan pupuk hijau lamtoro pada Ultisol Wanga. *Jurnal Agroland* 16 (40): 265-27.

Wei, Huawei, Jie Wang, Muhammad Hassan, Lu Han, dan Bing Xie. 2017.
“Anaerobic ammonium oxidation-denitrification synergistic interaction of mature landfill leachate in aged refuse bioreactor: Variations and effects of microbial community structures.”. *Bioresource Technology* 243:1149–58.