

**RESPON PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KAILAN
(*Brassica oleracea* L.) TERHADAP RESIDU PEMUPUKAN *BIO-
SLURRY* PADAT DAN *LIQUID ORGANIC BIOFERTILIZER* (LOB)
PADA PERTANAMAN KEDUA DI POLYBAG**

(Skripsi)

Oleh

**NADIA KAROLINE ANDARINI
2054161006**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

RESPON PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KAILAN (*Brassica oleracea* L.) TERHADAP RESIDU PEMUPUKAN *BIO-SLURRY* PADAT DAN *LIQUID ORGANIC BIOFERTILIZER* (LOB) PADA PERTANAMAN KEDUA DI POLYBAG

Oleh

NADIA KAROLINE ANDARINI

Tanaman kailan (*Brassica oleracea* L.) memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan produksinya dapat ditingkatkan dengan menggunakan pupuk organik *bio-slurry* padat dan LOB. *Bio-slurry* atau ampas biogas merupakan produk dari hasil pengolahan biogas berbahan kotoran ternak dan air melalui proses tanpa oksigen (anaerobik) di dalam ruang tertutup (Singgih dan Yusmiati, 2018). LOB merupakan inokulan pupuk hayati organik cair yang mengandung mikroorganisme yang memiliki kemampuan menambat nitrogen, melarutkan fosfat, mensekresi asam organik, dan mensekresi zat pengatur tumbuh, yang bertujuan untuk meminimalisir penggunaan pupuk sintetis dan bahan kimia pertanian (Agustiyan et al., 2021). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon pertumbuhan dan hasil tanaman kailan terhadap residu pemupukan *bio-slurry* padat dan LOB pada pertanaman kedua di polybag.

Penelitian ini dilaksanakan di Labuhan Ratu, Kecamatan Kedaton, Kota Bandar Lampung pada bulan Februari-April 2023. Perlakuan disusun dengan Rancangan Acak Kelompok dua faktorial. Faktor pertama adalah dosis *bio-slurry* padat yang terdiri dari 4 taraf yaitu 0, 5, 10, dan 15 ton/ha. Faktor kedua adalah konsentrasi LOB yang terdiri dari 3 taraf yaitu 0, 5, dan 10 ml/l. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Jarak penanaman pada tanaman sebelumnya yaitu 6 minggu. Homogenitas ragam diuji dengan uji *Bartlett*, aditifitas data diuji dengan uji *Tukey*, dan apabila asumsi terpenuhi data dianalisis dengan uji lanjut BNT 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) Pupuk *bio-slurry* padat dengan dosis 5-15 ton/ha memberikan pengaruh terhadap variabel tinggi tanaman, luas daun, panjang petiole, diameter batang, bobot segar tajuk, bobot segar akar, bobot kering tajuk, dan bobot kering tanaman kailan. Perlakuan *bio-slurry* padat dosis 5

ton/ha menghasilkan bobot segar tajuk sebesar 31,42 g/tanaman, sedangkan kontrol sebesar 18,68 g/tanaman dengan selisih 13,24 g/tanaman atau peningkatan sebanyak 70,8%. (2) Pemberian *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB) konsentrasi 5-10 ml/l berpengaruh terhadap variabel tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, bobot segar tajuk, dan bobot kering tajuk. Pada variabel bobot segar tajuk, pemberian LOB konsentrasi 5 ml/l menghasilkan 35,21 g/tanaman sedangkan kontrol (23,05 g/tanaman) dengan selisih sebesar 12,16 g/tanaman atau menghasilkan peningkatan sebesar 52,7%. (3) Pemberian perlakuan *bio-slurry* padat berinteraksi dengan pupuk LOB. Perlakuan *bio-slurry* padat dosis 5 ton/ha dan LOB 5 ml/l menghasilkan tinggi tanaman sebesar 18 cm, sedangkan kontrol sebesar 10,67 cm dengan selisih 7,33 cm atau peningkatan sebanyak 68,6%.

Kata kunci: kailan, *bio-slurry*, LOB

ABSTRACT

GROWTH AND YIELD RESPONSE OF KAILAN PLANTS (*Brassica oleracea* L.) TO SOLID BIO-SLURRY FERTILIZER AND LIQUID ORGANIC BIOFERTILIZER (LOB) RESIDUE IN THE SECOND PLANTING IN POLYBAG

By

NADIA KAROLINE ANDARINI

The kailan plant (*Brassica oleracea* L.) has high economic value and its production can be increased by using solid organic bio-slurry fertilizer and LOB. Bio-slurry or biogas dregs is a product of processing biogas made from livestock manure and water through a process without oxygen (anaerobic) in a closed space (Singgih and Yusmiati, 2018). LOB is a liquid organic biofertilizer inoculant that contains microorganisms that have the ability to fix nitrogen, dissolve phosphate, secrete organic acids, and secrete growth regulators, which aims to minimize the use of synthetic fertilizers and agricultural chemicals (Agustiyan *et al.*, 2021). This research aims to determine the response of growth and yield of kailan plants to solid bio-slurry fertilizer residue and LOB in the second planting in polybags.

This research was conducted in Labuhan Ratu, Kedaton District, Bandar Lampung City in February-April 2023. The treatment was arranged in a two-factorial Randomized Group Design. The first factor is the dose of solid bio-slurry which consists of 4 levels, namely 0, 5, 10, and 15 tons / ha. The second factor is the concentration of LOB which consists of 3 levels, namely 0, 5, and 10 ml / l. Each treatment was repeated 3 times. The planting interval of the previous crop was 6 weeks. Homogeneity of variance was tested with Bartlett's test, additivity of data was tested with Tukey's test, and if the assumptions were met the data were analyzed with BNT 5% further test.

The research results showed that (1) Solid bio-slurry fertilizer at a dose of 5-15 tons/ha had an influence on the variables plant height, leaf area, petiole length, stem diameter, crown fresh weight, root fresh weight, crown dry weight, and dry weight of kailan plants. Solid bio-slurry treatment dose 5 tons/ha produced a crown fresh weight of 31,42 g/plant, while the control was 18,68

g/plant with a difference of 13,24 g/plant or an increase of 70,8%. (2) The application of Liquid Organic Biofertilizer (LOB) with a concentration of 5-10 ml/l affects the variables of plant height, number of leaves, stem diameter, fresh weight of the crown, and dry weight of the crown. In the fresh shoot weight variable, the application of LOB concentration of 5 ml/l produced 35,21 g/plant while the control (23,05 g/plant) with a difference of 12,16 g/plant or an increase of 52,7%. (3) The provision of solid bio-slurry treatment interacts with LOB fertilizer. Application of solid bio-slurry at a dose of 5 tons/ha and LOB of 5 ml/l produced a plant height of 18 cm, while the control was 10,67 cm with a difference of 7,33 cm or an increase of 68,6%.

Keywords: kailan, *bio-slurry*, LOB

RESPON PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KAILAN (*Brassica oleracea* L.) TERHADAP RESIDU PEMUPUKAN *BIO-SLURRY* PADAT DAN *LIQUID ORGANIC BIOFERTILIZER* (LOB) PADA PERTANAMAN KEDUA DI POLYBAG

Oleh

NADIA KAROLINE ANDARINI

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Agronomi dan Hortikultura
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi

: **RESPON PERTUMBUHAN DAN HASIL
TANAMAN KAILAN (*Brassica oleracea* L.)
TERHADAP RESIDU PEMUPUKAN *BIO-
SLURRY* PADAT DAN *LIQUID ORGANIC
BIOFERTILIZER* (LOB) PADA
PERTANAMAN KEDUA DI POLYBAG**

Nama Mahasiswa

: **Nadia Karoline Andarini**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2054161006

Jurusan

: Agronomi dan Hortikultura

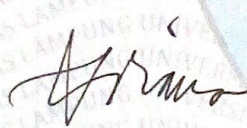
Fakultas

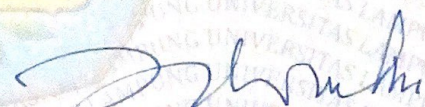
: Pertanian



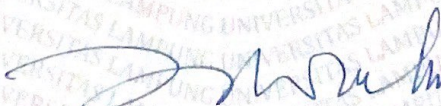
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Dr. Sri Ramadiana, S.P., M.Si.
NIP 196912051994032002


Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc.
NIP 196110211985031002

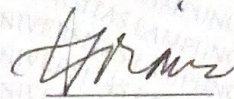
2. Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura


Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc.
NIP 196110211985031002

MENGESAHKAN

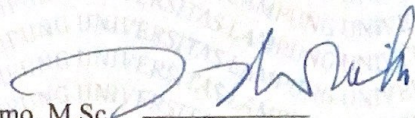
1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Sri Ramadiana, S.P., M.Si.



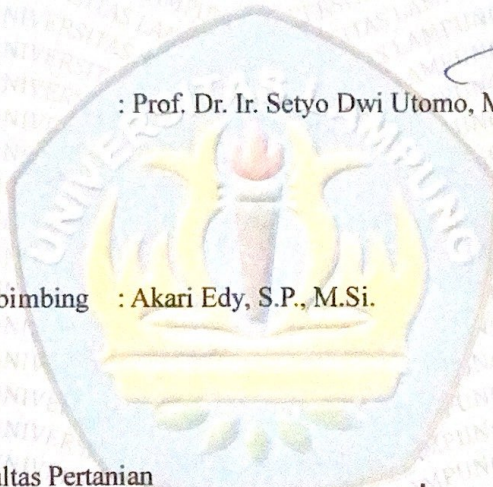
Sekretaris

: Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc.



Penguji

Bukan Pembimbing : Akari Edy, S.P., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196911181989021002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 20 Maret 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya Nadia Karoline Andarini dengan NPM 2054161006. Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* L.) terhadap Residu Pemupukan *Bio-slurry* Padat dan *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB) pada Pertanaman Kedua di Polybag" merupakan hasil karya saya sendiri yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) Dr. Sri Ramadiana, S.P., M.Si dan Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc. dan bukan hasil karya orang lain. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dan artikel) yang telah dipublikasikan sebelumnya. Karya tulis ini bukan hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 01 April 2024

Penulis



Nadia Karoline Andarini

NPM 2054161006

RIWAYAT HIDUP

Nadia Karoline Andarini adalah nama penulis skripsi ini. Lahir pada tanggal 08 Maret 2002, di Bandar Lampung. Penulis merupakan anak ke 3 dari 4 bersaudara, dari pasangan Bapak Kasiman dan Ibu Rositi. Penulis memulai Pendidikan di TK Amarta Tani pada tahun 2007-2008. Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Kampung Baru pada tahun 2008-2014. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke SMP Negeri 8 Bandar Lampung pada tahun 2014-2017. Setelah tamat SMP, penulis melanjutkan pendidikan ke SMA YP Unila Bandar Lampung pada tahun 2017-2020.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2020 melalui jalur SMMPTN-Barat. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam kegiatan akademik dan organisasi, untuk kegiatan akademik penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Pengenalan Praktik Umum (P3) tahun 2022 dan Genetika Tumbuhan tahun 2023. Sedangkan untuk kegiatan organisasi, penulis pernah terdaftar sebagai anggota bidang Media Komunikasi dan Informasi di Himpunan Mahasiswa Agronomi dan Hortikultura (HIMAGRHO), Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2022-2023. Sebagai wujud pengabdian kepada masyarakat, penulis melaksanakan program Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode I pada bulan Januari-Februari 2023 di Desa Luas, Kecamatan Batu Ketulis, Kabupaten Lampung Barat. Pada bulan Juni-Agustus 2023 penulis melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) di Pusat Penelitian Teh dan Kina Gambung, Bandung, Jawa Barat.

“Tidak ada rahasia untuk sukses. Itu adalah hasil dari persiapan, kerja keras, dan belajar dari kegagalan.”

-Colin Powell

“Orang yang jatuh dan bangun lebih kuat daripada orang yang tidak pernah mencoba. Jangan takut gagal, tapi lebih baik takut tidak mencoba.”

-Roy T. Bennett

“Allah tidak bermaksud mempersulit kamu, tapi Dia bermaksud mensucikan kamu dan menyempurnakan nikmat-Nya agar kamu bersyukur.”

-QS Al-Maidah: 6

“Wahai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan salat sebagai penolongmu. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.”

-QS Al-Baqarah: 153

”Dan ketahuilah, sesungguhnya kemenangan itu beriringan dengan kesabaran. Jalan keluar beriringan dengan kesukaran. Dan sesudah kesulitan pasti akan datang kemudahan.” –HR. Tirmidzi

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan mengucapkan rasa syukur dan bangga atas segala Rahmat-Nya ku
persembahkan karyaku ini kepada:

Kedua orang tuaku, kakak, adik, serta seluruh keluarga sebagai wujud rasa terima
kasih dan baktiku atas semua doa, kasih sayang, materi, motivasi dan dukungan
yang telah diberikan kepadaku selama ini

Karya ini juga ku persembahkan kepada
Almamater tercinta, Agronomi dan Hortikultura
Fakultas Pertanian
Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan Rahmat, hidayah, serta kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan semua rangkaian proses penelitian dan penulisan skripsi ini yang berjudul "Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* L.) terhadap Residu Pemupukan *Bio-slurry* Padat dan *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB) pada Pertanaman Kedua di Polybag". Selama melaksanakan penelitian dan penulisan skripsi ini penulis mendapatkan bimbingan, dukungan, bantuan, dan saran dari berbagai pihak secara langsung maupun secara tidak langsung. Sebagai wujud rasa hormat, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Ibu Dr. Ir. Tumiar Katarina B. Manik, M.Sc., selaku Pembimbing Akademik yang selalu membimbing penulis selama proses perkuliahan.
4. Ibu Dr. Sri Ramadiana, S.P., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan bimbingan, saran, nasehat, serta motivasi kepada penulis dalam melaksanakan penelitian dan penulisan skripsi.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, saran, nasehat, serta motivasi kepada penulis dalam penulisan skripsi ini.
6. Bapak Akari Edy, S.P., M.Si., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran, kritik, dan motivasi kepada penulis dalam melaksanakan penelitian dan penulisan skripsi.
7. Kedua orang tua, kakak, adik, dan saudara yang selalu memberikan doa, dukungan, semangat, dan kasih sayang yang tak terhingga kepada penulis.

8. Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada mba Ines Kusuma dan mba Elis Fatmawati yang selalu memberikan dukungan kepada penulis baik materi maupun non materi.
9. Tim penelitian kailan Sifa Maharani Ayu Dita, Salsabilla Ramadhani, dan Nyoman Ayu Anita yang selalu membantu dalam melaksanakan penelitian dan penulisan skripsi.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang secara langsung telah membantu penulis selama penelitian dan penulisan skripsi ini.

Semoga Allah senantiasa melimpahkan Rahmat dan hidayah-Nya serta berkenan membalas budi baik yang diberikan kepada penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca, saran dan kritik dari berbagai pihak penulis harapkan, agar skripsi ini dapat lebih sempurna lagi.

Bandar Lampung, 01 April 2024

Penulis

Nadia Karoline Andarini

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	ix
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Kerangka Pemikiran.....	5
1.5 Hipotesis.....	9
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Kailan (<i>Brassica oleracea</i> L)	10
2.2 Morfologi Tanaman Kailan	11
2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Kailan (<i>Brassica oleracea</i> L).....	11
2.4 Pemupukan	12
2.5 Hukum Minimum Liebig	14
2.6 <i>Bio-slurry</i> Padat	15
2.7 <i>Liquid Organic Biofertilizer</i> (LOB).....	18
III. BAHAN DAN METODE	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.3 Metode Penelitian	21
3.4 Pelaksanaan Penelitian	23
3.4.1 Penyemaian benih kailan	23

3.4.2	Persiapan media tanam dan aplikasi pupuk	24
3.4.3	Pembuatan petak percobaan.....	25
3.4.4	Penanaman	26
3.4.5	Pemeliharaan tanaman.....	26
3.4.6	Pemanenan	29
3.5	Variabel Pengamatan.....	30
3.5.1	Analisis tanah dan <i>bio-slurry</i> padat.....	30
3.5.2	Tinggi tanaman (cm)	31
3.5.3	Jumlah daun (helai)	31
3.5.4	Luas daun (cm ²)	31
3.5.5	Panjang petiole daun (cm)	32
3.5.6	Tingkat kehijauan daun.....	33
3.5.7	Diameter batang (mm).....	33
3.5.8	Bobot segar tajuk (g)	34
3.5.9	Bobot segar akar (g)	34
3.5.10	Bobot kering tajuk (g)	35
3.5.11	Bobot kering akar (mg).....	35

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Penelitian.....	36
4.1.1	Analisis Tanah dan <i>Bio-Slurry</i> Padat	36
4.1.2	Rekapitulasi Hasil Analisis Ragam.....	38
4.1.3	Tinggi Tanaman	39
4.1.4	Jumlah Daun.....	41
4.1.5	Luas Daun.....	41
4.1.6	Panjang Petiole	42
4.1.7	Tingkat Kehijauan Daun	42
4.1.8	Diameter Batang	43
4.1.9	Bobot Segar Tajuk.....	44
4.1.10	Bobot Segar Akar	45
4.1.11	Bobot Kering Tajuk	46
4.1.12	Bobot Kering Akar	47

4.1.13 Produktivitas Kailan	48
4.2 Pembahasan	49
V. SIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Simpulan.....	56
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	63

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Persyaratan teknis minimal pupuk organik padat.....	17
2. Kandungan <i>Liquid Organic Biofertilizer</i> yang diproduksi oleh PT Great Giant Pineapple.....	18
3. Kombinasi perlakuan dalam penelitian.....	23
4. Hasil analisis tanah awal, <i>bio-slurry</i> padat, perlakuan <i>bio-slurry</i> padat 30 ton/ha + LOB 20 ml/l (tanah awal) dan perlakuan <i>bio-</i> <i>slurry</i> padat 15 ton/ha + LOB 5 ml/l (tanah akhir) dalam 100 g sampel.....	36
5. Hasil pengujian pupuk organik <i>bio-slurry</i> padat.....	38
6. Rekapitulasi analisis ragam dari setiap variabel pengamatan tanaman kailan pada umur 6 MST.....	38
7. Pengaruh interaksi dosis pupuk <i>bio-slurry</i> padat dan <i>Liquid</i> <i>Organic Biofertilizer</i> (LOB) terhadap tinggi tanaman pada 6 MST.....	40
8. Respon pemberian <i>Liquid Organic Biofertilizer</i> (LOB) terhadap jumlah daun (helai) tanaman kailan pada 6 MST.....	41
9. Respon pemberian <i>bio-slurry</i> padat terhadap luas daun (cm ²) dan panjang petiole (cm) tanaman kailan pada 6 MST.....	42
10. Rerata pengaruh pemberian <i>bio-slurry</i> padat dan <i>Liquid Organic</i> <i>Biofertilizer</i> (LOB) terhadap tingkat kehijauan daun tanaman kailan pada 6 MST.....	43
11. Respon pemberian <i>bio-slurry</i> padat dan <i>Liquid Organic</i> <i>Biofertilizer</i> (LOB) terhadap diameter batang (mm) tanaman kailan pada 6 MST.....	44

12. Respon pemberian <i>bio-slurry</i> padat dan <i>Liquid Organic Biofertilizer</i> (LOB) terhadap bobot segar tajuk (gram) tanaman kailan pada 6 MST.....	45
13. Respon pemberian <i>bio-slurry</i> padat terhadap bobot segar akar (gram) tanaman kailan pada 6 MST.....	46
14. Respon pemberian <i>bio-slurry</i> padat dan <i>Liquid Organic Biofertilizer</i> (LOB) terhadap bobot kering tajuk (gram) tanaman kailan pada 6 MST.....	47
15. Respon pemberian <i>Liquid Organic Biofertilizer</i> (LOB) terhadap bobot kering akar (mg) tanaman kailan pada 6 MST.....	48
16. Rerata bobot segar tajuk (g/tanaman) dan produktivitas tanaman kailan umur 6 MST.....	49
17. Analisis korelasi antar variabel pengamatan kailan (<i>Brassica oleracea</i>) 6 MST.....	64
18. Data tinggi tanaman (cm) kailan (<i>Brassica oleracea</i>) 6 MST dengan perlakuan berbagai taraf dosis <i>bio-slurry</i> padat dan LOB....	64
19. Hasil uji homogenitas (Bartlett test) perlakuan <i>bio-slurry</i> padat dan LOB terhadap variabel tinggi tanaman kailan 6 MST.....	65
20. Hasil analisis ragam variabel tinggi tanaman (cm) kailan 6 MST perlakuan <i>bio-slurry</i> padat dan LOB.....	65
21. Data jumlah daun (helai) kailan (<i>Brassica oleracea</i>) 6 MST dengan perlakuan berbagai taraf dosis <i>bio-slurry</i> padat dan LOB.....	66
22. Hasil uji homogenitas (Bartlett test) perlakuan <i>bio-slurry</i> padat dan LOB terhadap variabel jumlah daun kailan 6 MST.....	67
23. Hasil analisis ragam variabel jumlah daun (helai) kailan 6 MST perlakuan <i>bio-slurry</i> padat dan LOB.....	67
24. Data luas daun (cm ²) kailan (<i>Brassica oleracea</i>) 6 MST dengan perlakuan berbagai taraf dosis <i>bio-slurry</i> padat dan LOB.....	68
25. Hasil uji homogenitas (Bartlett test) perlakuan <i>bio-slurry</i> padat dan LOB terhadap variabel luas daun kailan 6 MST.....	69
26. Hasil analisis ragam variabel luas daun (cm ²) kailan 6 MST perlakuan <i>bio-slurry</i> padat dan LOB.....	69

27.	Data panjang petiole (cm) kailan (<i>Brassica oleracea</i>) 6 MST dengan perlakuan berbagai taraf dosis <i>bio-slurry</i> padat dan LOB....	70
28.	Hasil uji homogenitas (Bartlett test) perlakuan <i>bio-slurry</i> padat dan LOB terhadap variabel panjang petiole kailan 6 MST.....	71
29.	Hasil analisis ragam variabel panjang petiole (cm) kailan 6 MST perlakuan <i>bio-slurry</i> padat dan LOB.....	71
30.	Data tingkat kehijauan daun kailan (<i>Brassica oleracea</i>) 6 MST dengan perlakuan berbagai taraf dosis <i>bio-slurry</i> padat dan LOB...	72
31.	Hasil uji homogenitas (Bartlett test) perlakuan <i>bio-slurry</i> padat dan LOB terhadap variabel tingkat kehijauan daun kailan 6 MST...	73
32.	Hasil analisis ragam variabel tingkat kehijauan daun kailan 6 MST perlakuan <i>bio-slurry</i> padat dan LOB.....	73
33.	Data diameter batang kailan (<i>Brassica oleracea</i>) 6 MST dengan perlakuan berbagai taraf dosis <i>bio-slurry</i> padat dan LOB.....	74
34.	Hasil uji homogenitas (Bartlett test) perlakuan <i>bio-slurry</i> padat dan LOB terhadap variabel tingkat kehijauan daun kailan 6 MST...	75
35.	Hasil analisis ragam variabel diameter batang kailan 6 MST perlakuan <i>bio-slurry</i> padat dan LOB.....	75
36.	Data bobot segar tajuk (gram) kailan (<i>Brassica oleracea</i>) 6 MST dengan perlakuan berbagai taraf dosis <i>bio-slurry</i> padat dan LOB...	76
37.	Hasil uji homogenitas (Bartlett test) perlakuan <i>bio-slurry</i> padat dan LOB terhadap variabel bobot segar tajuk (gram) kailan 6 MST.....	77
38.	Hasil analisis ragam variabel bobot segar tajuk (gram) kailan 6 MST perlakuan <i>bio-slurry</i> padat dan LOB.....	77
39.	Data bobot segar akar (mg) kailan (<i>Brassica oleracea</i>) 6 MST dengan perlakuan berbagai taraf dosis <i>bio-slurry</i> padat dan LOB....	78
40.	Hasil uji homogenitas (Bartlett test) perlakuan <i>bio-slurry</i> padat dan LOB terhadap variabel bobot segar akar (mg) kailan 6 MST...	79
41.	Hasil analisis ragam variabel bobot segar akar (mg) kailan 6 MST perlakuan <i>bio-slurry</i> padat dan LOB.....	79

42.	Data bobot kering tajuk (gram) kailan (<i>Brassica oleracea</i>) 6 MST dengan perlakuan berbagai taraf dosis <i>bio-slurry</i> padat dan LOB.....	80
43.	Hasil uji homogenitas (Bartlett test) perlakuan <i>bio-slurry</i> padat dan LOB terhadap variabel bobot kering tajuk (gram) kailan 6 MST.....	81
44.	Hasil analisis ragam variabel bobot kering tajuk (gram) kailan 6 MST perlakuan <i>bio-slurry</i> padat dan LOB.....	81
45.	Data bobot kering akar (mg) kailan (<i>Brassica oleracea</i>) 6 MST dengan perlakuan berbagai taraf dosis <i>bio-slurry</i> padat dan LOB....	82
46.	Hasil uji homogenitas (Bartlett test) perlakuan <i>bio-slurry</i> padat dan LOB terhadap variabel bobot kering akar (mg) kailan 6 MST.....	83
47.	Hasil analisis ragam variabel bobot kering akar (mg) kailan 6 MST perlakuan <i>bio-slurry</i> padat dan LOB.....	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema kerangka pemikiran.....	8
2. <i>Liebig's barrel</i> (Purnomo, 2016).....	15
3. Penyemaian benih kailan.....	24
4. (a) Aplikasi pupuk <i>bio-slurry</i> padat dan (b) aplikasi LOB pada media tanam kailan.....	24
5. Denah petak penelitian.....	25
6. Penanaman bibit kailan.....	26
7. Penyiraman tanaman kailan.....	27
8. Aplikasi pupuk NPK mutiara 16-16-16 pada tanaman kailan umur 1 MST.....	27
9. Penyiangan gulma pada tanaman kailan secara manual.....	28
10. Pembumbunan tanaman kailan.....	28
11. (a) Hama dan penyakit yang terdapat di daun kailan dan (b) pengendalian hama dan penyakit menggunakan pestisida nabati.....	29
12. Pemanenan tanaman kailan.....	30
13. (a) sampel tanah terendah A ₀ B ₀ dan (b) sampel tanah tertinggi A ₃ B ₁	30
14. Pengukuran tinggi tanaman kailan.....	31
15. Pengamatan jumlah daun tanaman kailan.....	31
16. (a) Pemilihan sampel daun, (b) pengukuran panjang daun, dan (c) pengukuran lebar daun tanaman kailan umur 6 MST.....	32
17. Pengukuran panjang petiole daun kailan umur 6 MST.....	32
18. (a) Pengukuran tingkat kehijauan daun pada pangkal daun, (b) tengah daun, (c) ujung daun tanaman kailan umur 6 MST.....	33

19.	Pengukuran diameter batang tanaman kailan umur 6 MST.....	33
20.	Penimbangan hasil panen tanaman kailan tanpa akar umur 6 MST.....	34
21.	Penimbangan akar tanaman kailan umur 6 MST.....	34
22.	Penimbangan brangkasan kering batang dan daun kailan umur 6 MST.....	35
23.	Penimbangan brangkasan kering akar tanaman kailan umur 6 MST.....	35
24.	Pengaruh interaksi dosis pupuk bio-slurry padat dan <i>Liquid Organic Biofertilizer</i> (LOB) terhadap tinggi tanaman pada 6 MST.....	40
25.	Tanaman kailan umur 2 MST	91
26.	Tanaman kailan umur 3 MST	91
27.	Tanaman kailan umur 4 MST	91
28.	Tanaman kailan umur 5 MST	92
29.	Tanaman kailan umur 6 MST	92
30.	Label kemasan benih kailan cv. 'NITA'	93
31.	Label kemasan LOB yang berasal dari PT Great Giant Pineapple ..	93

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kailan (*Brassica oleracea* L) merupakan tanaman hortikultura yang tergolong ke dalam famili Brassicaceae yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Kailan sering disebut *kale* atau *collard*, yang merupakan tanaman sayuran satu famili dengan petsai, kubis, dan kembang kol. Menurut Irianto (2012), kailan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan dengan kandungan nutrisi dalam 100 gram kailan terdiri dari serat, vitamin A, vitamin B, vitamin C, dan Fe yang diperlukan oleh tubuh. Kandungan gizi yang terdapat pada kailan antara lain protein 3 g, karbohidrat 6,8 g, serat 2,9 g, kalsium (Ca) 230 mg, fosfor (P) 56 mg, zat besi (Fe) 2 mg, vitamin A 135 RE, dan 93 mg vitamin C.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2023), produksi tanaman dari famili Brassicaceae (petsai, kubis, dan kembang kol) di Indonesia mengalami kenaikan dari tahun 2020 sebesar 2,2 juta ton, 2021 sebesar 2,3 juta ton, kemudian pada tahun 2022 sebesar 2,4 juta ton. Sedangkan produksi tanaman famili Brassicaceae pada tahun 2020-2022 di Provinsi Lampung masing-masing sebesar 18.634 ton, 17.086 ton, dan 18.331 ton. Dapat dilihat bahwa pada data produksi tersebut tanaman famili Brassicaceae seperti petsai, kubis, dan kembang kol di Provinsi Lampung mengalami fluktuasi. Berdasarkan data tersebut perlu dilakukan usaha budidaya untuk meningkatkan kembali produksi tanaman famili Brassicaceae salah satunya adalah tanaman kailan.

Urban farming adalah salah satu solusi sistem pertanian di kota, karena saat ini terjadi penyempitan lahan kosong akibat pembangunan di perkotaan. Salah satu contohnya adalah menggunakan polybag. Kegiatan ini dapat menjadi salah satu solusi dalam memenuhi kebutuhan pangan. Manfaat yang dapat diambil dari kegiatan *urban farming* ini disamping untuk memenuhi kebutuhan keluarga juga dapat menopang ekonomi ketika dijual dan menambah keindahan kota. Tanaman sayur-sayuran sering menjadi pilihan untuk kegiatan *urban farming*, mengingat tanaman sayuran sering dibutuhkan keluarga dan termasuk tanaman yang cukup mudah kegiatan budidayanya. Selain itu tanaman sayuran juga tidak membutuhkan lahan yang luas dan dapat ditanam secara vertikal menggunakan polybag, sehingga sangat cocok untuk menjadi komoditi pilihan pada masyarakat perkotaan yang melakukan *urban farming* (Septya *et al.*, 2022).

Bidang pertanian khususnya dalam budidaya tanaman, keadaan tanah dan pengelolaan merupakan faktor penting yang akan menentukan pertumbuhan dan hasil tanaman yang diusahakan. Hal ini disebabkan karena tanah merupakan media tumbuh bagi tanaman, sebagai sumber dan pensuplai unsur hara. Evaluasi kesuburan pada tanah merupakan proses mendiagnosa status hara dalam tanah dan pembuatan anjuran pemupukan. Salah satu cara yang sering digunakan dalam menilai kesuburan suatu tanah adalah melalui pendekatan dengan analisis tanah atau uji tanah (Prabowo dan Subantoro, 2018).

Produksi kailan dapat ditingkatkan melalui perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Penambahan unsur hara di dalam tanah untuk meningkatkan produksi tanaman kailan dapat dilakukan dengan cara pemberian pupuk organik. Pupuk organik dibedakan menjadi dua yaitu pupuk organik padat dan pupuk organik cair. Pemberian pupuk organik dapat menjaga agroekosistem terutama mencegah terjadinya degradasi lahan dan dapat memperbaiki kesuburan tanah sehingga dapat menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Haryadi *et al.*, 2015). Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi kailan adalah dengan menggunakan pupuk organik *bio-slurry* padat dan *Liquid Organic Bioferlizer* (LOB).

Bio-slurry atau ampas biogas merupakan produk dari hasil pengolahan biogas berbahan kotoran ternak dan air melalui proses tanpa oksigen (anaerobik) di dalam ruang tertutup (Singgih dan Yusmiati, 2018). *Bio-slurry* dapat digunakan sebagai pupuk organik. Selain itu, *bio-slurry* juga bermanfaat untuk menjaga sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Dalam beberapa penelitian disebutkan bahwa penggunaan *bio-slurry* terbukti dapat meningkatkan kinerja mikroorganisme di perakaran (Hilmi *et al.*, 2018). Hal inilah yang membantu penyerapan nutrisi pada tanaman kailan berlangsung maksimal. Menurut Maghfiroh *et al.* (2023), pemberian pupuk *bio-slurry* sebanyak 25 g/polybag merupakan dosis penambahan pupuk optimum untuk pertumbuhan tanaman dan produksi sawi hijau. Pupuk organik *bio-slurry* padat yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik NPK dapat menjadi alternatif untuk mengurangi kerusakan dan menjaga kesuburan tanah (Wicaksono *et al.*, 2018).

Menurut Simanungkalit (2007), pupuk hayati merupakan mikroorganisme hidup yang diberikan ke dalam tanah sebagai inokulan untuk membantu tanaman memfasilitasi atau menyediakan unsur hara tertentu bagi tanaman. *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB) merupakan inokulan pupuk hayati organik cair yang mengandung mikroorganisme yang memiliki kemampuan menambat nitrogen, melarutkan fosfat, mensekresi asam organik, dan mensekresi zat pengatur tumbuh, yang bertujuan untuk meminimalisir penggunaan pupuk sintetis dan bahan kimia pertanian (Agustiyani *et al.*, 2021).

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari Emawati (2023), dengan menggunakan media tanam yang sama. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan setengah dari dosis yang telah diberikan pada penelitian sebelumnya. Residu ada yang bersifat terbuang dan ada yang dapat tersimpan di dalam tanah. Residu yang tersimpan di dalam tanah dari hasil kegiatan budidaya tanaman dapat dimanfaatkan lagi oleh tanaman pada penanaman berikutnya. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui respon pertumbuhan dan hasil tanaman kailan terhadap residu

pemupukan *bio-slurry* padat dan *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB) pada pertanaman kedua di polybag.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini dilakukan untuk menjawab masalah yang dirumuskan dalam pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimana respon pertumbuhan dan hasil tanaman kailan terhadap dosis pupuk *bio-slurry* padat pada pertanaman kedua di polybag?
2. Bagaimana respon pertumbuhan dan hasil tanaman kailan terhadap konsentrasi *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB) pada pertanaman kedua di polybag?
3. Bagaimana pengaruh interaksi antara pupuk *bio-slurry* padat dan *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan pada pertanaman kedua di polybag?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan identifikasi dan rumusan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui respon pertumbuhan dan hasil tanaman kailan terhadap dosis pupuk *bio-slurry* padat pada pertanaman kedua di polybag.
2. Mengetahui respon pertumbuhan dan hasil tanaman kailan terhadap konsentrasi *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB) pada pertanaman kedua di polybag.
3. Mengetahui pengaruh interaksi antara dosis pupuk *bio-slurry* padat dan konsentrasi *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan pada pertanaman kedua di polybag.

1.4 Kerangka Pemikiran

Kesuburan tanah adalah potensi tanah untuk menyediakan unsur hara dalam jumlah yang cukup dalam bentuk yang tersedia dan seimbang untuk menjamin pertumbuhan dan produksi tanaman yang optimum. Tanah yang diusahakan untuk bidang pertanian memiliki tingkat kesuburan yang berbeda-beda. Pengelolaan tanah secara tepat merupakan faktor penting dalam menentukan pertumbuhan dan hasil tanaman yang akan diusahakan (Pinatih *et al.*, 2015). Tanah yang digunakan pada penelitian ini memiliki pH tanah 5,88 yang tergolong agak masam berdasarkan parameter H₂O. Sedangkan kandungan C-Organik (6,99%), N (0,56%), P potensial (223,07 mg P₂O₅/100 gram), dan K potensial (28,71 mg K₂O/100). Menurut Neonbeni dan Hoar (2020), residu merupakan sisa-sisa dari bahan organik yang tertinggal di dalam tanah. Residu akan memberikan dampak yang baik bagi pertumbuhan tanaman. Pemanfaatan residu pupuk organik akan berdampak baik pada kesuburan tanah selama beberapa tahun. Pada penelitian ini diharapkan efek residu dari tanah pada penanaman sebelumnya dapat dimanfaatkan untuk penanaman selanjutnya.

Pemupukan merupakan pemberian bahan pada tanah dengan maksud memperbaiki atau meningkatkan kesuburan tanah (Azri, 2018). Menurut Dewanto *et al.* (2013), pemupukan bertujuan mengganti unsur hara yang hilang dan menambah persediaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk meningkatkan produksi dan mutu tanaman. Pupuk dapat mengandung berbagai zat penting seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), serta unsur mikro dan makro lainnya yang dibutuhkan tanaman untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan dan produksi. Pupuk anorganik yang digunakan pada penelitian ini adalah NPK Mutiara 16-16-16.

Bio-slurry sebagai pupuk organik mempunyai kandungan bahan organik yang cukup tinggi yang bermanfaat untuk memperbaiki struktur tanah. Berdasarkan hasil penelitian Singgih dan Yusmiati (2018), kandungan NPK dalam *bio-slurry* kering (padat) terdiri dari nitrogen (1,47 %), fosfor (0,52 %), dan kalium (0,38 %).

Sedangkan menurut Andhika dan Sari (2018), menunjukkan *bio-slurry* memiliki kadar N, P dan K tertinggi dengan kadar N sebesar 1.321 %, kadar P sebesar 0.859 % dan kadar K sebesar 1.074 %. Perbedaan kandungan nutrisi yang terdapat pada *bio-slurry* padat dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor antara lain: kondisi sapi (jenis kelamin, spesies, dan usia), nutrisi pakan sapi, faktor lingkungan, dan kondisi penyimpanan *bio-slurry*.

Biogas *bio-slurry* atau limbah biogas merupakan produk dari hasil pengolahan biogas berbahan kotoran ternak dan air melalui proses tanpa oksigen (anaerob) di dalam ruang tertutup, berwujud cair cenderung padat, berwarna cokelat terang atau hijau cenderung gelap, sedikit mengandung gelembung gas, tidak berbau dan tidak mengundang serangga. Apabila sudah memadat dan mongering, warna *bio-slurry* berubah menjadi cokelat gelap, dengan tekstur lengket, liat, tidak mengkilat, bentuk tidak seragam, daya ikat terhadap air sangat baik). *Bio-slurry* mengandung nutrisi utama (makro) yang diperlukan tanaman seperti NPK (nitrogen, fosfor dan kalium) dan nutrisi pelengkap (mikro) seperti magnesium (Mg), kalsium (Ca), dan sulfur (S) (Gustriana *et al.*, 2015).

Berdasarkan hasil penelitian Gustriana (2015), *bio-slurry* padat dosis 6-8 ton ha⁻¹ dan pupuk NPK pada bawang merah mampu menghasilkan jumlah umbi per tanaman sebanyak 5 umbi dengan bobot kering angin umbi per tanaman sebesar 4,8 gram. Sedangkan menurut penelitian Klinton *et al.* (2017), perlakuan terbaik untuk produksi tanaman pakchoy adalah dengan pemberian pupuk organik *bio-slurry* padat dengan dosis sebesar 20 ton/ha, hal ini berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, tinggi tanaman, berat segar tanaman per m², berat segar tanaman layak konsumsi dan berat kering. Hal ini berbeda dengan penelitian Hadiyati *et al.* (2020), pemberian dosis pupuk *bio-slurry* 9 ton/ha dengan jarak tanam 20x20 cm dan 25x25 cm mampu meningkatkan luas daun, produksi segar dan kering tajuk. Pemberian pupuk *bio-slurry* 9 ton/ha mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman pakchoy.

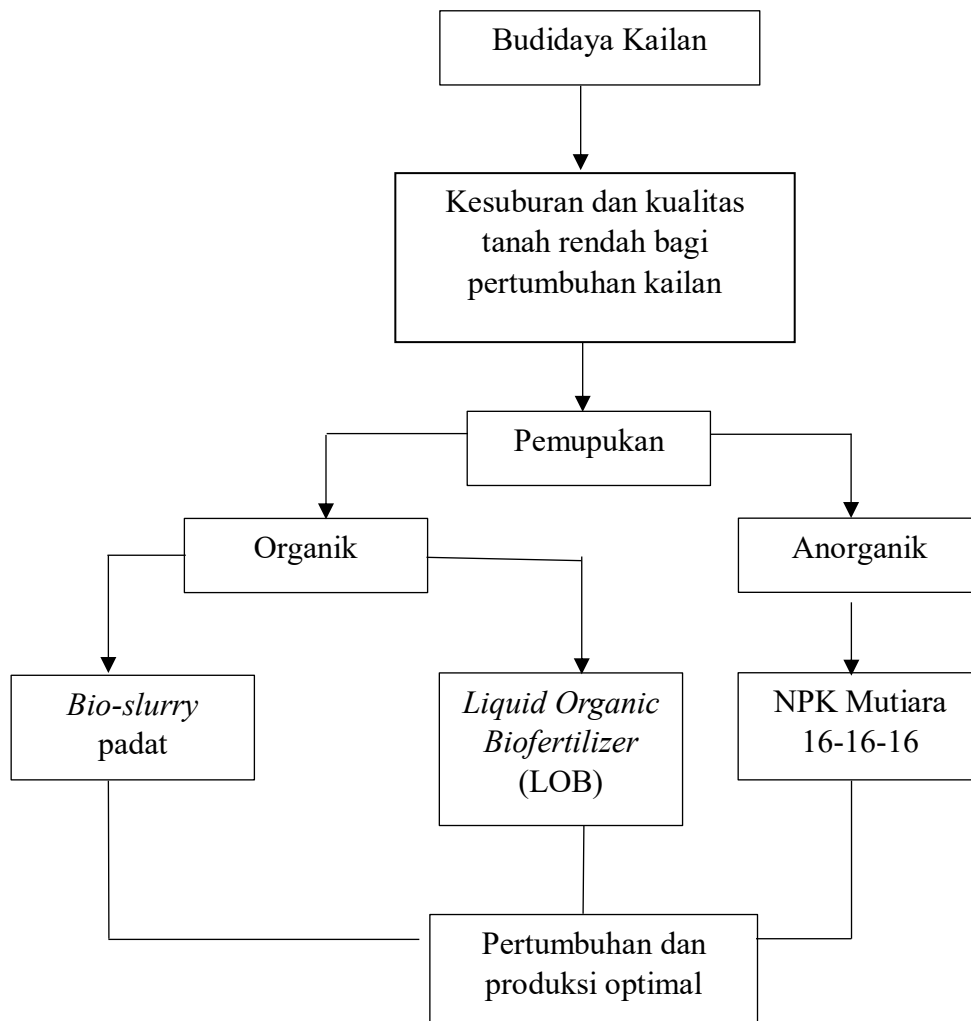
Liquid Organic Biofertilizer (LOB) adalah pupuk organik hayati cair. LOB mengandung mikroba, fitohormon dan bakteri yang baik bagi tanah lahan pertanian, yang berfungsi untuk mengembalikan unsur hara tanah dan menyuburkan tanaman serta menyehatkannya agar lebih tahan terhadap hama, penyakit dan kondisi cuaca ekstrim. Kandungan mikroba yang terdapat di dalam LOB yaitu *Bacillus sp* dan *Saccharomyces sp* (Achmad, 2022). Penggunaan pupuk *bio-slurry* padat dan *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB) diharapkan dapat membantu mengurangi penggunaan pupuk kimia sehingga menjadikan pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan. Selain itu, penggunaan *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB) pada penelitian ini diharapkan dapat melengkapi unsur yang belum sempurna.

Berdasarkan hasil penelitian Rahhutami *et al.* (2023), pemberian LOB dosis 0, 5, 10, 15, dan 20 ml/l secara tunggal berpengaruh nyata pada semua parameter pengamatan. Secara umum semakin tinggi konsentrasi LOB yang diberikan, pertumbuhan dan hasil tanaman tomat akan semakin baik. Kombinasi perlakuan terbaik ditunjukkan pada perlakuan 0 g Ca dan 15 ml LOB dapat meningkatkan diameter buah tomat sebesar 4,63 cm. Sedangkan pada penelitian Novitasari (2017), menyatakan bahwa pemberian LOB dengan interval 11 hari sekali menghasilkan bobot kering tanaman terbaik sebesar 5,65 gram untuk pertumbuhan dan produksi selada.

Pemberian kompos maupun kotoran ayam disertai dengan aplikasi pupuk hayati cair meningkatkan tinggi tanaman, bobot buah dengan kelobot, bobot tongkol dan panjang tongkol. Jika diberi perlakuan kompos dan pupuk hayati akan memberikan hasil terbaik karena dapat meningkatkan bobot tongkol sebesar 10-30% dan bobot buah sebesar 12-19% pada perlakuan kotoran ayam disertai pupuk hayati, kotoran ayam dan kompos (Kalay *et al.*, 2020).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya oleh Emawati (2023), didapatkan hasil pupuk *bio-slurry* padat dengan dosis 20 ton/ha menghasilkan bobot segar tajuk tanaman kailan sebesar 63,44 g/tanaman. *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB)

konsentrasi 20 ml/l dengan volume siram 200 ml/tanaman atau dosis 333,332 l/ha menghasilkan bobot segar tajuk sebanyak 62,51 g/tanaman dengan luas daun dan bobot kering akar tertinggi pada tanaman kailan. Pemberian dosis pupuk *bio-slurry* padat tidak bergantung pada konsentrasi *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB) dalam menghasilkan pertumbuhan dan hasil tanaman kailan.



Gambar 1. Skema Kerangka Pemikiran

1.5 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran dan tujuan penelitian, maka hipotesis penelitian ini adalah:

1. Pemberian pupuk *bio-slurry* padat dengan dosis 15 ton/ha dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kailan pada pertanaman kedua di polybag.
2. Pemberian *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB) dengan konsentrasi 10 ml/l dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kailan pada pertanaman kedua di polybag.
3. Interaksi antara aplikasi pupuk *bio-slurry* padat 15 ton/ha dan *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB) 10 ml/l mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kailan pada pertanaman kedua di polybag.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Kailan (*Brassica oleraceae* L) merupakan salah satu komoditas sayuran yang cukup populer dan diminati oleh masyarakat Indonesia karena memiliki kandungan gizi yang tinggi (Hadi *et al.*, 2022). Tanaman kailan membutuhkan kondisi tumbuh yang tepat, termasuk suhu optimal, kelembaban tanah, dan paparan sinar matahari yang cukup untuk pertumbuhannya. Kegiatan pemupukan khususnya pupuk organik seyogyanya disesuaikan dengan kebutuhan tanaman. Hal ini dimaksudkan agar terjadi efisiensi pemupukan karena tidak semua unsur hara akan menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan tanaman. Sesuai dengan konsep yang dijelaskan dalam hukum Minimum Liebig, pemberian pupuk/unsur hara yang efektif dalam meningkatkan hasil tanaman adalah unsur hara yang ketersediaannya paling minimum/kritis di dalam tanah (Atmaja, 2017). Salah satu alternatif pemupukan organik yaitu menggunakan *bio-slurry* padat, dan *Liquid Organic Biofertilizer* diharapkan akan meningkatkan produktivitas tanaman kailan.

2.1 Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* L)

Kailan masuk ke Indonesia sekitar abad ke-17, kailan (*Brassica oleraceae* L) merupakan salah satu anggota famili Brassicaceae atau dikenal dengan nama *kale*, yang merupakan jenis sayuran penghasil daun dan sayuran yang berasal dari Negara China. Tanaman kailan mirip dengan tanaman kubis dan kembang kol. Tanaman ini merupakan salah satu jenis sayuran yang menghasilkan daun (Purba Rosmadelina *et al.*, 2021).

Berikut ini merupakan klasifikasi tanaman kailan menurut (Samadi, 2013):

Kingdom : Plantae
 Super Divisi : Angiosprmae
 Divisi : Spermatophyta
 Kelas : Dicotyledonae
 Famili : Cruciferae
 Genus : Brassica
 Spesies : *Brassica oleracea* alboglabra.

2.2 Morfologi Tanaman Kailan

Kailan merupakan sayuran yang berdaun tebal, datar dan berwarna hijau tua dengan batang yang tebal dan beruas-ruas (Ali *et al.*, 2021). Kailan memiliki batang tegak serta muncul bunga berwarna putih di pucuk tanaman dengan diameter batang berkisar 3-4 cm, daun kailan berbentuk bulat memanjang berwarna hijau tua dan relatif tebal (Samadi, 2013). Tanaman kailan umumnya memiliki bunga berwarna kuning namun adapula yang berwarna putih. Bunganya terdapat dalam tandan yang muncul dari ujung/tunas. Kailan berbunga sempurna dengan 6 benang sari yang empat benangsari dalam lingkaran luar bunga kailan terdapat di ujung batang, kepala bunga berukuran kecil, mirip dengan bunga pada brokoli (Darmawan, 2009). Tanaman kailan memiliki akar tunggang serabut yang tumbuh lurus menembus tanah sampai kedalaman sekitar 40 cm sedangkan akar serabut umumnya tumbuh menyebar ke samping dan menembus tanah dangkal pada kedalaman sekitar 25 cm (Birnadi dan Hendrian, 2017).

2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* L)

Kailan merupakan tanaman tahunan berumur pendek (40-60 hari) dan tampak memiliki bentuk perdu atau semak. Kailan dapat tumbuh tegak dengan tinggi sekitar 40-80 cm pada tahap vegetatif, tergantung varietasnya. Kailan dapat tumbuh sepanjang tahun di daerah tropis, dengan suhu optimal berkisar antara 25-30°C untuk perkecambahan dan 18-28°C untuk suhu rendah yang dapat memacu

pembungaan dini dan pembungaan secara lengkap (Puspita, 2014). Sedangkan kelembaban udara yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman adalah 60-90%. Kelembaban udara yang terlalu tinggi akan sangat menghambat pertumbuhan tanaman yang disebabkan oleh hama, terutama yang disebabkan oleh jamur. Demikian pula kelembaban udara rendah akan menghambat pertumbuhan tanaman dan pertumbuhan batang serta daun tidak subur sehingga menghasilkan produk batang dan daun yang berkualitas rendah (Samadi, 2013).

Kailan cocok ditanam pada tanah lempung sampai lempung berpasir yang mengandung bahan organik, pH tanah optimum 6-6,8 dengan ketinggian tempat 700-1,500 m di atas permukaan laut (dpl). Suhu rata-rata harian yang dikehendaki tanaman kailan adalah 23-35°C (Wahyudi, 2010). Menurut Samadi (2013), tanaman kailan dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik di dataran medium hingga dataran tinggi atau daerah pegunungan dengan ketinggian 300-1900 mdpl. Sedangkan untuk ketinggian tempat yang ideal berkisar antara 700-1,300 mdpl.

Faktor sinar matahari pada kailan sangat mempengaruhi pembentukan vegetatif tanaman seperti batang dan daun. Serta pembentukan organ reproduksi seperti bunga, buah dan biji. Sayuran biasanya membutuhkan banyak sinar matahari. Menurut Samadi (2013), kebutuhan intensitas sinar matahari untuk tanaman kailan adalah 1.200 *foot-candle* dengan lama penyinaran 9-10 jam per hari dan wilayah dengan curah hujan rata-rata 1.000 hingga 1.900 mm per tahun. Pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman berkaitan dengan ketersediaan air tanah dan kondisi iklim setempat.

2.4 Pemupukan

Pemupukan bertujuan mengganti unsur hara yang hilang dan menambah persediaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk meningkatkan produksi dan mutu tanaman. Ketersediaan unsur hara yang lengkap dan berimbang yang dapat diserap oleh tanaman merupakan faktor yang menentukan pertumbuhan dan produksi tanaman. Penyerapan hara melalui akar dengan beberapa mekanisme,

yaitu hara berpindah dari dalam tanah ke permukaan akar serta hara di permukaan akar akan masuk ke dalam akar. Hara di dalam akar akan ditranslokasikan ke semua jaringan tanaman. Hara akan selalu berpindah satu tempat ke tempat lain, jika tidak terikat oleh media. Perpindahan hara dari dalam tanah dan larutan tanah menuju permukaan akar dengan mekanisme intersepsi dan persinggungan, aliran massa, dan difusi. Mekanisme perpindahan hara secara intersepsi dan persinggungan disebabkan oleh terjadinya pertumbuhan akar tanaman dan terbentuknya bulu akar. Mekanisme aliran massa adalah gerakan unsur hara di dalam tanah menuju ke permukaan akar bersama-sama dengan gerakan massa air. Mekanisme perpindahan hara secara difusi adalah perpindahan ion akibat perbedaan konsentrasi (Purba Tioner *et al.*, 2021).

Di pasaran terdapat dua jenis pupuk yaitu pupuk anorganik dan organik. Pupuk anorganik adalah pupuk hasil proses rekayasa secara kimia, fisik dan atau biologis dan merupakan hasil industri atau pabrik pembuat pupuk (Dewanto *et al.*, 2013). Pupuk organik merupakan pupuk yang berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan, dan limbah organik yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair, dapat diperkaya dengan bahan mineral, atau mikroba yang bermanfaat untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah serta memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Kementerian Pertanian, 2011).

Pupuk kimia buatan hanya mampu menyediakan satu (pupuk tunggal) sampai beberapa jenis (pupuk majemuk) hara tanaman, namun tidak menyediakan senyawa karbon yang berfungsi memperbaiki sifat fisik dan biologi tanah. Pupuk organik mempunyai peran penting dalam memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Meskipun kadar hara yang dikandung pupuk organik relatif rendah, namun peranan terhadap sifat kimia tanah, jauh melebihi pupuk kimia buatan. Peranan pupuk organik terhadap sifat kimia tanah adalah sebagai (a) penyedia hara makro (N, P, K, Ca, Mg dan S) dan mikro (Zn, Cu, Mo, Co, B, Mn dan Fe), (b) meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah, (c) dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion logam beracun seperti Al, Fe dan Mn sehingga logam-logam ini tidak meracuni (Hartatik *et al.*, 2015).

Penggunaan pupuk secara efisien sangat penting untuk dilakukan, hal ini disebabkan oleh minimnya dosis pupuk yang diaplikasikan atau pemupukan yang tidak berimbang serta kebiasaan petani membawa seluruh tanaman kedelai (*Glycine max* L.) hasil panen keluar dari lahan, sehingga unsur hara ikut terangkut terutama N. Oleh karena itu peningkatan produksi hanya dapat dicapai jika diberi tambahan hara tanaman untuk pertumbuhan yang optimal, baik itu melalui pengapuran maupun pemupukan (Sianturi *et al.*, 2019).

2.5 Hukum Minimum Liebig

Tanaman yang ditumbuhkan pada tanah sebagai media tanam akan mengalami pertumbuhan atau perkembangan progresif di mana akan sangat dipengaruhi dan dibatasi oleh berbagai faktor yang kemudian dikenal sebagai syarat tumbuh (Sutarman dan Miftakhurrohmat, 2019).

Aturan minimum dari Liebig berlaku bagi unsur hara, sehingga unsur hara dapat bertindak sebagai syarat tumbuh memenuhi hukum Liebig tersebut. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa pertumbuhan tanaman dibatasi oleh keberadaan hara yang paling terbatas jumlahnya, tanpa memperhatikan besarnya sediaan hara yang lainnya (Sutarman dan Miftakhurrohmat, 2019).

Liebig menggunakan sebuah tong (*barrel*) untuk mengilustrasikan hukumnya yang dikenal dengan nama “*Liebig’s barrel*” (Gambar 2). *Liebig’s barrel* mengasumsikan setiap individu papan sebagai unsur hara (misalnya nitrogen atau air) dan tinggi masing-masing papan dapat disamakan sebagai persediaan unsur hara yang diperlukan tanaman. Biomassa tanaman digambarkan oleh level air di dalam tong. Pertumbuhan dibatasi oleh tinggi dari papan yang paling pendek, yaitu ketersediaan sumber daya yang paling sedikit. Tong akan menahan air lebih banyak jika dilakukan peningkatan terhadap tinggi papan (sumber daya yang menjadi pembatas). Apabila papan yang terpendek ditambahkan atau menjadi lebih panjang daripada papan yang lain maka hal ini akan mengubah status sumber daya yang paling sedikit, dan pertumbuhan tanaman tidak akan meningkat

sampai sumber daya yang paling sedikit tersebut ditingkatkan. Artinya, sumber daya yang bukan merupakan sumber daya pembatas akan sia-sia jika status sumber daya lain yang menjadi pembatas tidak diselesaikan terlebih dahulu (Puspita, 2016).



Gambar 2. *Liebig's barrel* (Purnomo, 2016)

2.6 *Bio-slurry* Padat

Bio-slurry merupakan produk akhir pengolahan limbah kotoran hewan, bermanfaat sebagai sumber nutrisi yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan bahan organik dan unsur hara esensial N, P dan K yang lebih tinggi dan tersedia bagi tanaman dibandingkan dengan pupuk kandang dan kompos (Charles *et al.*, 2019). *Bio-slurry* memiliki potensi yang sangat baik untuk dijadikan sebagai pupuk organik padat. Kandungan nutrisi ini sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Kandungan unsur makro yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar antara lain Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), dan Sulfur (S). Serta nutrisi mikro yang diperlukan dalam jumlah sedikit seperti Besi (Fe), Mangan (Mn), Tembaga (Cu), dan Seng (Zn) (Biogas Rumah, 2014).

Komposisi *bio-slurry* umumnya ditentukan dengan menggunakan metode pengeringan oven (*oven dry basis*). Apabila rasio campuran material organik (kotoran hewan) dan air dalam jumlah yang sama, maka komposisi *bio-slurry* terdiri dari air (70-80%) dan material kering (20-30%). Material kering tersebut terdiri dari material organik (18-27%) dan material anorganik (2-3%). Kandungan NPK dalam *bio-slurry* kering (padat) terdiri dari nitrogen (3.6%), fosfor (1.8%), dan kalium (3.6%). Selama proses fermentasi, sekitar 30-40% material organik dikonversi menjadi biogas, yaitu senyawa metan (CH_4) dan senyawa karbondioksida (CO_2). Selain itu, *bio-slurry* juga memiliki kandungan nutrisi lain, yaitu asam amino, asam lemak, asam humat, vitamin B-12, hormon auksin, sitokinin, antibiotik, dan mikronutrien seperti besi (Fe), tembaga (Cu), zinc (Zn), mangan (Mn), dan molibdenum (Mo) (Singgih dan Yusmiati, 2018). Setiap formula pupuk organik atau formula pembenah tanah yang akan diedarkan untuk penggunaan di sektor pertanian, harus memenuhi standar mutu atau persyaratan teknis minimal (Tabel 1). Kemudian didaftarkan oleh pemohon tidak boleh menggunakan nama dagang formula atau merek yang sama, atau hampir sama dengan nama dagang formula lain yang terdaftar (Sudirja, 2007).

Tabel 1. Persyaratan teknis minimal pupuk organik padat

No.	Parameter	Satuan	Standar Mutu	
			Murni	Diperkaya Mikroba
1.	C-organik	%	min 15	min 15
2.	C/N	-	≤ 25	≤ 25
3.	Kadar air	% (w/w)	8-20	10-25
4.	Hara makro (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O)	%	min 2	
5.	Hara mikro			
	Fe total	ppm	maks 15.000	maks 15.000
	Fe tersedia	ppm	maks 500	maks 500
	Zn	ppm	maks 5.000	maks 5.000
6.	pH	-	4-9	4-9
7.	<i>E. coli</i>	cfu/g atau MPN/g	$< 1 \times 10^2$	$< 1 \times 10^2$
	<i>Salmonella sp</i>	cfu/g atau MPN/g	$< 1 \times 10^2$	$< 1 \times 10^2$
8.	Mikroba fungsional**	cfu/g	-	$\geq 1 \times 10^5$
9.	Logam berat:			
	As	ppm	maks 10	maks 10
	Hg	ppm	maks 1	maks 1
	Pb	ppm	maks 50	maks 50
	Cd	ppm	maks 2	maks 2
	Cr	ppm	maks 180	maks 180
	Ni	ppm	maks 50	maks 50
10.	Ukuran butir 2-4, 75 mm***	%	min 75	min 75
11.	Bahan ikutan (plastik, kaca, kerikil)	%	maks 2	maks 2
12.	Unsur/senyawa lain****			
	Na	ppm	maks 2.000	maks 2.000
	Cl	ppm	maks 2.000	maks 2.000

Sumber: Kementerian Pertanian (2019)

2.7 Liquid Organic Biofertilizer (LOB)

Pupuk Organik Hayati Cair (POHC) atau disebut dengan *biofertilizer* merupakan pupuk yang mengandung mikroorganisme fungsional (bakteri, fungi, dan *actomycetes*). Pupuk hayati bisa diartikan sebagai pupuk yang hidup. Pupuk hayati selain mengandung mikroba, terdapat pula unsur nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) serta unsur mikro lainnya. Kandungan pupuk hayati adalah mikroorganisme yang memiliki peranan positif bagi tanaman dan kelompok mikroba yang sering digunakan adalah mikroba-mikroba yang menambat N dari udara, mikroba yang melarutkan hara, mikroba-mikroba yang merangsang pertumbuhan tanaman dan dalam penelitian kali ini jenis pupuk yang digunakan adalah *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB), merupakan pupuk organik hayati cair yang dapat dijadikan solusi alternatif untuk perbaikan lahan pertanian dengan memulihkan sifat fisika, kimia dan biologi tanah agar lebih produktif kembali. Mengandung berbagai jenis mikroba bermanfaat seperti *Bacillus sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Saccharomyces sp.*, *Meyerozyma sp.*, dan bakteri pelarut fosfat serta fitohormon (IAA/Auksin, Giberelin, Kinetin dan Zeatin) yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dan memaksimalkan penyerapan unsur hara makro dan mikro sehingga hasil panen meningkat (Achmad, 2022).

Tabel 2. Kandungan *Liquid Organic Biofertilizer* yang diproduksi oleh PT Great Giant Pineapple

No.	Kandungan	Jumlah
1.	<i>Azotobacter sp.</i>	1,02 x 10 ⁸ CFU/ml
2.	<i>Pseudomonas sp.</i>	1,71 x 10 ⁸ CFU/ml
3.	<i>Bacillus sp.</i>	1,89 x 10 ⁸ CFU/ml
4.	<i>Lactobacillus sp.</i>	3,51 x 10 ⁷ CFU/ml
5.	Bakteri penambat N	9,70 x 10 ⁸ CFU/ml
6.	Bakteri pelarut P	2,80 x 10 ⁸ CFU/ml
7.	C-organik	2,46%
8.	N total	1,66%
9.	Auksin/IAA	96,34 ppm
10.	Giberelin/GA3	136,32 ppm
11.	Sitokinin (Kinetin)	69,98 ppm
12.	Sitokinin (Zeatin)	48,24 ppm

Sumber: PT Great Giant Pineapple

Berdasarkan hasil penelitian Nurita dan Yuliani (2023), menunjukkan bahwa pemberian hormon auksin dan giberelin memiliki pengaruh nyata pada tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, jumlah bunga dan berat basah tanaman terung. Penambahan hormon auksin dan giberelin dapat meningkatkan pertumbuhan akar dikarenakan mekanisme kedua hormon tersebut dalam hal pembelahan dan ekspansi sel sehingga mengakibatkan peningkatan ukuran sel di bagian akar. Menurut Ichwan *et al.* (2020), secara umum pemberian hormon auksin dan giberelin meningkatkan pertumbuhan melalui pembelahan dan pembentangan sel yang mengakibatkan perkembangan sel lebih cepat. Laju pembelahan dan pembentangan sel yang lebih cepat mendorong pembentukan jaringan dan organ seperti daun, batang dan akar yang lebih cepat.

Pupuk organik cair LOB ramah lingkungan. Pupuk organik ramah lingkungan merupakan pupuk yang tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan (Abidin & Rohman, 2020). Pupuk LOB ramah lingkungan karena terbuat dari bahan organik hayati yang terurai di dalam tanah sehingga tanah menjadi subur. Pupuk organik LOB tidak meninggalkan residu berbahaya terhadap lingkungan dan mendukung nilai pertanian berkelanjutan. Penggunaan LOB secara rutin akan berdampak pada pengurangan penggunaan pupuk kimia hingga 25%, sehingga mengurangi biaya operasional pupuk kimia (Kusumawati *et al.*, 2022).

LOB PT GGP adalah suatu perusahaan yang bekerja pada sektor pembuatan pupuk dengan menggunakan mikroba bakteri yang didapatkan pada tanah-tanah tertentu. Kemudian, dikumpulkan dan dikembangkan pada tabung fermentasi. Pengembangbiakan mikroba tersebut dilakukan dengan memberikan beberapa komponen penting diantaranya unsur gula, fishmeal, protein, dan unsur-unsur lain. Hal itu untuk mendukung dalam perkembangbiakan bakteri. Bersamaan dengan hal tersebut, dilakukan pula proses homogenisasi yang dilakukan dengan menggunakan mesin *shaker orbital* (untuk skala kecil) dan mesin *shaker horizontal* (dalam skala besar). Lalu dikumpulkan pada sebuah tabung fermentor dengan mesin agitator yang digunakan sebagai pengaduk pupuk dalam selang waktu 24 jam. Setelah itu, dikumpulkan kembali dan dilakukan proses yang sama

dengan tabung fermentor yang lebih besar. Kemudian semua selesai hasil dari fermentasi pupuk LOB didiamkan selama semalam, baru setelah itu pupuk baru bisa digunakan (PT Great Giant Pineapple, 2022).

Pemanfaatan LOB dengan baik untuk meningkatkan kesuburan tanah akan berpengaruh terhadap produktivitas petani dan produktivitas tanaman akan meningkat karena kesuburan tanah. Kandungan bakteri dalam LOB memperbaiki kondisi tanah dengan cara menguraikan bakteri baik yang ada di dalam tanah sehingga tanah menjadi subur dan terbebas dari bahan kimia yang berbahaya. Semua jenis tanaman bergantung pada kesuburan tanah untuk kehidupannya, diantaranya adalah faktor yang sangat penting bagi kesuburan dan kehidupan tanaman yaitu P dan N (Kusumawati *et al.*, 2022).

Cara pengaplikasian pupuk LOB sangat mudah. Bentuk pemberian pupuk cair juga menjadi faktor yang mempengaruhi kemudahan pengaplikasian pupuk LOB. Pupuk LOB hanya perlu dilarutkan dengan air dengan dosis tertentu sesuai dengan tanaman, kemudian disemprotkan ke tanaman dengan menggunakan *tank sprayer*. Waktu aplikasi pupuk organik cair lebih cepat dibandingkan dengan pupuk padat karena pupuk organik cair hanya perlu disemprotkan pada tanaman (Siboro *et al.*, 2013).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai April 2023 di Labuhan Ratu, Kecamatan Kedaton, Kota Bandar Lampung, Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain tray semai, polybag diameter 20 cm, sekop, penggaris, SPAD, gembor, ember, sprayer, timbangan analitik, oven, paranet, gunting, kertas kopi, kamera, gelas ukur, buku millimeter blok, dan alat tulis. Sedangkan bahan yang digunakan meliputi benih kailan NITA, tanah, *cocopeat*, pupuk *bio-slurry* padat, *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB), pupuk NPK Mutiara 16-16-16, pestisida nabati, dan air.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian Emawati (2023), pada media tanam yang sama. Lahan penelitian ini bekas digunakan penelitian dengan dosis *bio-slurry* padat (A) yaitu 0 ton/ha (A_0), 10 ton/ha (A_1), 20 ton/ha (A_2), dan 30 ton/ha (A_3) dan konsentrasi *Liquid Organic Biofertilizer* (B) yaitu 0 ml/l (B_0), 10 ml/l (B_1), dan 20 ml/l (B_2).

Hasil analisis tanah awal penelitian Emawati (2023), memiliki pH tanah 6,89 dan tergolong netral. Kandungan C-organik (6,61%) dan P (215,75%) tergolong sangat tinggi, sedangkan N (0,57%) dan K (59,72%) tergolong tinggi. Hasil analisis

tanah akhir Emawati atau tanah awal pada penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan Nitrogen (N) tinggi yaitu 0,56%. Kandungan C-organik dan Fosfor (P_2O_5) sangat tinggi yaitu masing-masing sebesar 6,99% dan 223,07%. Nilai kandungan hara Kalium (K_2O) sebesar 28,71% tergolong sedang dan memiliki nilai pH tanah sebesar 5,88 yang tergolong agak masam. Analisis tanah akhir Emawati atau tanah awal penelitian ini dilakukan 1 minggu sebelum penanaman pada penelitian ini dilakukan. Pada akhir penelitian ini memiliki pH tanah sebesar 6,15 dan tergolong agak masam. Kandungan C-organik (6,7%), P (220,38%), dan K (120,38%) tergolong sangat tinggi dan N (0,44%) tergolong sedang. Analisis tanah akhir pada penelitian ini dilakukan setelah 2 bulan pemanenan tanaman kailan.

Pada penggunaan media tanah sebelumnya, lahan diolah dengan menggunakan media campuran tanah dan pupuk kandang sapi (1:1) untuk penanaman. Kemudian media dimasukkan ke dalam polybag yang memiliki diameter 20 cm. Masing-masing polybag diisi dengan media tanam dengan berat 3 kg. Penelitian ini dilakukan 8 minggu setelah panen pertama. Sebelum melaksanakan penelitian ini dilakukan pengolahan tanah minimal dengan membersihkan gulma dan meletakkan kembali polybag sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dua faktorial dalam tiga kelompok. Perlakuan disusun secara faktorial 4x3 yang mana faktor pertama adalah dosis pupuk *bio-slurry* padat (A) terdiri dari 4 taraf yaitu 0 ton/ha (A_0), 5 ton/ha (A_1), 10 ton/ha (A_2), dan 15 ton/ha (A_3). Faktor kedua adalah konsentrasi LOB (B) terdiri dari 3 taraf yaitu 0 ml/l (B_0), 5 ml/l (B_1), dan 10 ml/l (B_2).

Aplikasi pupuk *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB) dengan konsentrasi 5 ml dan 10 ml dicampur dengan 1 liter air dengan volume siram 200 ml/tanaman. Pupuk *Liquid Organic Biofertilizer* konsentrasi 0 ml/l dengan volume siram 200 ml air mendapatkan dosis LOB 0 l/ha. Tanaman perlakuan konsentrasi 5 ml/l mendapatkan 1 ml pupuk LOB dengan volume siram 200 ml air dan dosis LOB sebesar 318,47 l/ha. Tanaman perlakuan konsentrasi 10 ml/l mendapatkan 2 ml

pupuk LOB dengan volume siram 200 ml air dan dosis LOB sebesar 636,94 l/ha. Pada penelitian ini menggunakan dosis pupuk *bio-slurry* dan *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB) setengah dari penelitian sebelumnya dikarenakan pupuk yang telah diberikan sebelumnya masih terdapat residu. Kombinasi perlakuan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kombinasi perlakuan dalam penelitian

<i>Liquid Organic Biofertilizer</i> (LOB) (B)	<i>Bio-slurry</i> Padat (A)			
	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃
B ₀	A ₀ B ₀	A ₁ B ₀	A ₂ B ₀	A ₃ B ₀
B ₁	A ₀ B ₁	A ₁ B ₁	A ₂ B ₁	A ₃ B ₁
B ₂	A ₀ B ₂	A ₁ B ₂	A ₂ B ₂	A ₃ B ₂

Keterangan :

A₀, A₁, A₂, A₃ : *Bio-slurry* padat dengan dosis berturut-turut 0, 5, 10 dan 15 ton/ha
 B₀, B₁, B₂ : *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB) dengan konsentrasi berturut-turut 0, 5, dan 10 ml/l

Setelah data diperoleh, dilakukan uji homogenitas ragam dengan uji Bartlett dan uji aditivitas data dengan uji Tukey. Apabila asumsi terpenuhi, dilakukan analisis ragam. Apabila pada analisis ragam menunjukkan adanya variasi perlakuan, maka untuk mengetahui perbedaan nilai tengah antarperlakuan dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Penyemaian benih kailan

Media semai yang digunakan pada penyemaian benih kailan adalah campuran tanah dan *cocopeat* dengan perbandingan 1:1. Media tanam yang sudah dimasukkan ke dalam tray semai disiram terlebih dahulu hingga lembab sebelum digunakan untuk menyemai benih kailan. Setelah itu, benih kailan disemai dengan cara dimasukkan satu persatu benihnya (Gambar 3). Semaian kailan siap dipindah tanam setelah terbentuk 3-4 daun.



Gambar 3. Penyemaian benih kailan

3.4.2 Persiapan media tanam dan aplikasi pupuk

Langkah awal yang dilakukan dalam persiapan media tanam yaitu mencampurkan tanah dengan pupuk *bio-slurry* padat sesuai perlakuan dan dimasukkan ke dalam polybag (Gambar 4a). LOB diaplikasikan dengan cara menyiramkan larutan LOB sesuai taraf konsentrasi masing-masing perlakuan (Gambar 4b) di atas media tanam dengan volume siram 200 ml/tanaman. Persiapan media tanam dan aplikasi pupuk dilakukan pada saat satu minggu sebelum tanam.



(a)



(b)

Gambar 4. (a) Aplikasi pupuk *bio-slurry* padat dan (b) aplikasi LOB pada media tanam kailan

3.4.3 Pembuatan petak percobaan

Berikut ini denah petak percobaan berdasarkan pengacakan menggunakan Excel:

Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3
A ₁ B ₀	A ₁ B ₂	A ₀ B ₀
A ₁ B ₂	A ₁ B ₁	A ₀ B ₁
A ₀ B ₀	A ₃ B ₂	A ₂ B ₀
A ₂ B ₂	A ₀ B ₁	A ₃ B ₂
A ₃ B ₂	A ₃ B ₀	A ₁ B ₀
A ₀ B ₁	A ₁ B ₀	A ₃ B ₀
A ₃ B ₁	A ₀ B ₀	A ₁ B ₁
A ₁ B ₁	A ₂ B ₂	A ₂ B ₁
A ₀ B ₂	A ₂ B ₁	A ₀ B ₂
A ₂ B ₀	A ₂ B ₀	A ₁ B ₂
A ₂ B ₁	A ₃ B ₁	A ₂ B ₂
A ₃ B ₀	A ₀ B ₂	A ₃ B ₁

Gambar 5. Denah petak penelitian

Keterangan :

A₀B₀ : Pupuk *bio-slurry* padat 0 ton/ha + LOB 0 ml/l

A₁B₀ : Pupuk *bio-slurry* padat 5 ton/ha + LOB 0 ml/l

A₂B₀ : Pupuk *bio-slurry* padat 10 ton/ha + LOB 0 ml/l

A₃B₀ : Pupuk *bio-slurry* padat 15 ton/ha + LOB 0 ml/l

A₀B₁ : Pupuk *bio-slurry* padat 0 ton/ha + LOB 5 ml/l

A₁B₁ : Pupuk *bio-slurry* padat 5 ton/ha + LOB 5 ml/l

A₂B₁ : Pupuk *bio-slurry* padat 10 ton/ha + LOB 5 ml/l

A₃B₁ : Pupuk *bio-slurry* padat 15 ton/ha + LOB 5 ml/l

A₀B₂ : Pupuk *bio-slurry* padat 0 ton/ha + LOB 10 ml/l

A₁B₂ : Pupuk *bio-slurry* padat 5 ton/ha + LOB 10 ml/l

A₂B₂ : Pupuk *bio-slurry* padat 10 ton/ha + LOB 10 ml/l

A₃B₂ : Pupuk *bio-slurry* padat 15 ton/ha + LOB 10 ml/l

Lahan yang digunakan untuk pembuatan tata letak petak percobaan yaitu berukuran 3,5 m x 3,5 m. Pada penelitian ini terdapat 12 perlakuan yang digunakan dengan masing-masing memiliki ulangan sebanyak 3 kali.

Setiap perlakuan atau satuan percobaan menggunakan 3 tanaman dengan satu tanaman per polybag jadi jumlah tanaman yang digunakan sebanyak 108 tanaman. Masing-masing polybag diberi label sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan dan disusun seperti denah petak penelitian hasil pengacakan dengan metode Excel yang disajikan pada (Gambar 5).

3.4.4 Penanaman

Penanaman dilakukan setelah bibit kailan terbentuk 3-4 helai daun. Pada setiap polybag diisi satu tanaman kailan (Gambar 6) yang dipindahkan dari tray semai. Selanjutnya polybag disusun dengan jarak antar polybag 10 cm dan jarak antar kelompok 30 cm.



Gambar 6. Penanaman bibit kailan

3.4.5 Pemeliharaan tanaman

Pemeliharaan tanaman kailan yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari:

1. Penyiraman

Penyiraman dilakukan dua hari sekali pada sore hari dengan alat penyiram gembor (Gambar 7).



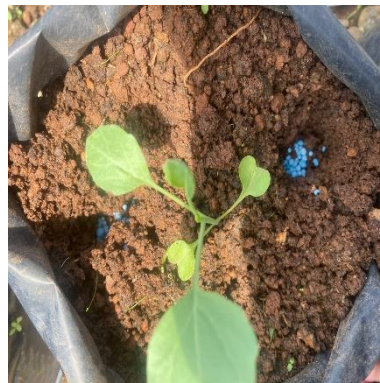
Gambar 7. Penyiraman tanaman kailan

2. Penyulaman

Penyulaman dilakukan apabila tanaman kailan yang ditanam tumbuh tidak sempurna atau tanaman mati. Umur maksimal untuk penyulaman adalah satu minggu.

3. Pemupukan

Pemupukan tanaman kailan dilakukan sesuai dengan dosis yang telah ditentukan. Selain diberi pupuk sesuai perlakuan, seluruh tanaman kailan juga diberi pupuk NPK Mutiara 16-16-16 dengan dosis 1,5 gram/polybag. Pemberian dosis pupuk NPK Mutiara 16-16-16 merupakan setengah dari dosis penelitian Emawati (2023), yaitu 3 gram/polybag. Pengaplikasian pupuk dilakukan pada satu minggu setelah tanam dengan cara ditugal disamping tanaman agak jauh dari akar (Gambar 8).



Gambar 8. Aplikasi pupuk NPK mutiara 16-16-16 pada tanaman kailan umur 1 MST

4. Penyiangan gulma

Penyiangan gulma di polybag dan sekitar polybag dilakukan dengan cara manual menggunakan tangan (Gambar 9).



Gambar 9. Penyiangan gulma pada tanaman kailan secara manual

5. Pembumbunan

Pembumbunan dilakukan dengan menggemburkan tanah di sekitar batang dan menimbunnya pada pangkal batang (Gambar 10) untuk menjaga agar tanaman kailan tumbuh tegak tidak mudah roboh dan agar tanamannya menjadi kokoh.



Gambar 10. Pembumbunan tanaman kailan

6. Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama dan penyakit diawali dengan pemilihan benih yang tahan terhadap hama dan penyakit. Apabila tanaman terserang hama ulat (Gambar 11a) maka dilakukan pengendalian secara mekanik dengan memungut hama secara manual menggunakan tangan dan menggunakan pestisida nabati (Gambar 11b).



(a)



(b)

Gambar 11. (a) Hama dan penyakit yang terdapat di daun kailan dan (b) pengendalian hama dan penyakit menggunakan pestisida nabati

3.4.6 Pemanenan

Panen dilakukan saat tanaman kailan berumur 6 MST. Kailan dapat dipanen ketika daun-daunnya telah tumbuh dengan baik dan masih dalam kondisi segar. Biasanya, waktu terbaik untuk memanen kailan adalah ketika daun-daunnya telah mencapai ukuran yang cukup besar, sebelum mereka mulai menguning atau layu. Seluruh bagian tanaman dipanen termasuk akar dengan cara membongkar polybag secara perlahan (Gambar 12). Akar dibersihkan dengan cara mencucinya menggunakan air.

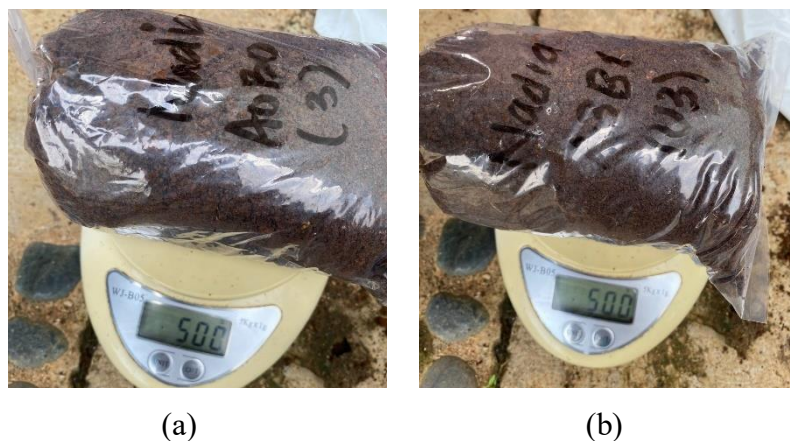


Gambar 12. Pemanenan tanaman kailan

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Analisis tanah dan *bio-slurry* padat

Analisis tanah dan *bio-slurry* padat dilakukan sebelum dan sesudah penanaman tanaman kailan. Sampel tanah yang diambil adalah tanaman yang memiliki bobot segar tajuk tertinggi dan terendah sebanyak 100 g (Gambar 13). Kegiatan ini dilakukan untuk mengukur kandungan unsur hara yang terkandung dalam tanah yang digunakan terutama unsur hara makro N, P, dan K serta kandungan C-organik.



Gambar 13. (a) sampel tanah terendah A_0B_0 dan (b) sampel tanah tertinggi A_3B_1

3.5.2 Tinggi tanaman (cm)

Pengukuran dilakukan pada setiap minggu setelah pindah tanam dengan cara mengukur tanaman kailan dari kotiledon hingga titik tumbuh (Gambar 14).

Ukuran tinggi yang digunakan adalah *centimeter* (cm).



Gambar 14. Pengukuran tinggi tanaman kailan

3.5.3 Jumlah daun (helai)

Pengamatan jumlah daun (Gambar 15) dilakukan setiap minggu setelah tanam dimulai dari daun pertama muncul hingga panen.



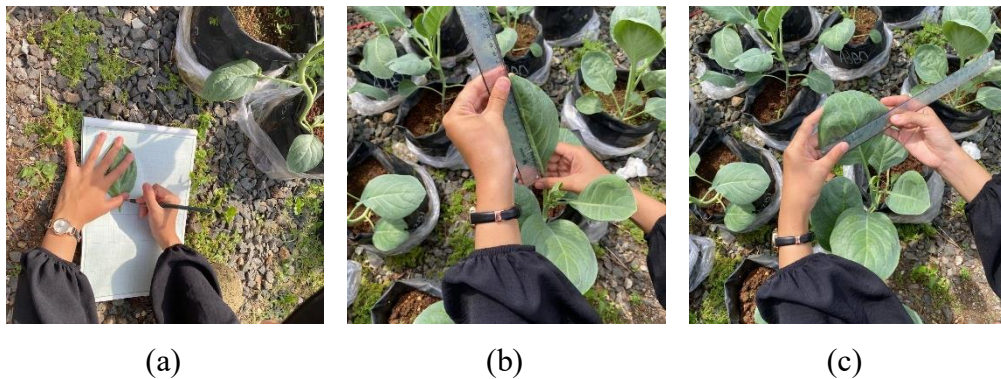
Gambar 15. Pengamatan jumlah daun tanaman kailan

3.5.4 Luas daun (cm²)

Luas daun diukur dengan cara menggambar 6 sampel daun pada kertas milimeter block untuk mendapatkan nilai konstanta (Gambar 16a). Sampel daun yang diukur adalah daun terlebar yang diambil dari tiap kelompok sebanyak 2 sampel. Setelah

diperoleh nilai konstanta kemudian diukur panjang daun (Gambar 16b) dan lebar daun terlebar (Gambar 16c) semua tanaman untuk mendapatkan nilai luas daun masing-masing tanaman. Rumus menghitung luas daun berdasarkan konstanta yaitu:

$$\text{Luas daun} = \text{Panjang daun} \times \text{Lebar daun} \times \text{Konstanta}$$



Gambar 16. (a) Pemilihan sampel daun, (b) pengukuran panjang daun, dan (c) pengukuran lebar daun tanaman kailan umur 6 MST

3.5.5 Panjang petiole daun (cm)

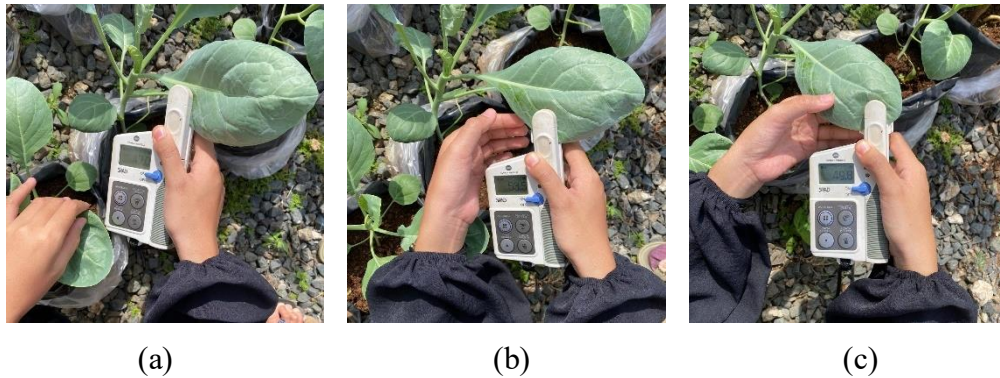
Petiole daun yang diukur (Gambar 17) adalah petiole daun terlebar pada semua populasi tanaman yang dilakukan sebelum pemanenan menggunakan penggaris dengan satuan *centimeter* (cm).



Gambar 17. Pengukuran panjang petiole daun kailan umur 6 MST

3.5.6 Tingkat kehijauan daun

Pengukuran tingkat kehijauan daun menggunakan SPAD (*Soil Plant Analysis Development*). Terdapat tiga titik yang diukur mulai dari pangkal daun (Gambar 18a), tengah daun (Gambar 18b), dan ujung daun (Gambar 18c). Daun yang diukur tingkat kehijauannya adalah daun terlebar.



Gambar 18. (a) Pengukuran tingkat kehijauan daun pada pangkal daun, (b) tengah daun, (c) ujung daun tanaman kailan umur 6 MST

3.5.7 Diameter batang (mm)

Diameter batang yang diukur (Gambar 19) adalah bagian batang yang terbesar pada semua populasi tanaman menggunakan jangka sorong dengan satuan millimeter (mm) yang dilakukan sebelum pemanenan.



Gambar 19. Pengukuran diameter batang tanaman kailan umur 6 MST

3.5.8 Bobot segar tajuk (gram) per tanaman

Bobot segar tajuk per tanaman diukur dengan cara menimbang bagian batang dan daun tanpa akar tanaman waktu panen pada saat tanaman berumur 6 MST (Gambar 20).



Gambar 20. Penimbangan hasil panen tanaman kailan tanpa akar umur 6 MST

3.5.9 Bobot segar akar (gram)

Pengukuran dilakukan dengan cara menimbang bagian akar tanaman sampel yang telah dipotong dan dibersihkan menggunakan timbangan analitik (Gambar 21).



Gambar 21. Penimbangan akar tanaman kailan umur 6 MST

3.5.10 Bobot kering tajuk (gram)

Bobot kering tajuk didapatkan setelah proses pengovenan pada suhu 80°C selama 4x24 jam yang kemudian brangkasan ditimbang menggunakan timbangan analitik (Gambar 22).



Gambar 22. Penimbangan brangkasan kering batang dan daun kailan umur 6 MST

3.5.11 Bobot kering akar (mg)

Bobot kering akar diperoleh dengan menimbang hasil akar yang telah dioven selama 4x24 jam pada suhu 80°C menggunakan timbangan analitik (Gambar 23).



Gambar 23. Penimbangan brangkasan kering akar tanaman kailan umur 6 MST

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pupuk *bio-slurry* padat dengan dosis 5-15 ton/ha memberikan pengaruh terhadap variabel tinggi tanaman, luas daun, panjang petiole, diameter batang, bobot segar tajuk, bobot segar akar, bobot kering tajuk, dan bobot kering tanaman kailan. Perlakuan *bio-slurry* padat dosis 5 ton/ha menghasilkan bobot segar tajuk sebesar 31,42 g/tanaman, sedangkan kontrol sebesar 18,68 g/tanaman dengan selisih 13,24 g/tanaman atau peningkatan sebanyak 70,8%.
2. Pemberian *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB) konsentrasi 5-10 ml/l berpengaruh terhadap variabel tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, bobot segar tajuk, dan bobot kering tajuk. Pada variabel bobot segar tajuk, pemberian LOB konsentrasi 5 ml/l menghasilkan 35,21 g/tanaman sedangkan kontrol (23,05 g/tanaman) dengan selisih sebesar 12,16 g/tanaman atau menghasilkan peningkatan sebesar 52,7%.
3. Pemberian perlakuan *bio-slurry* padat berinteraksi dengan pupuk LOB. Perlakuan *bio-slurry* padat dosis 5 ton/ha dan LOB 5 ml/l menghasilkan tinggi tanaman sebesar 18 cm, sedangkan kontrol sebesar 10,67 cm dengan selisih 7,33 cm atau peningkatan sebanyak 68,6%.

5.1 Saran

Penulis menyarankan agar pemberian LOB dapat diberikan beberapa kali untuk memastikan unsur hara tersedia bagi tanaman kailan serta menyarankan penanaman langsung di lahan untuk membandingkan hasil produksi tanaman kailan dengan yang ditanam di polybag.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., & Rohman, M. 2020. Pemberdayaan kelompok tani dalam pembuatan pupuk organik berbahan baku limbah rumah tangga. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 1(2): 89–94.
- Achmad, F. 2022. *PT. Great Giant Pineapple Uji Coba Pupuk Organik Hayati Cair di Polinela*. Diakses pada 01 Oktober 2023 dari <https://polinela.ac.id/pt-great-giant-pineapple-uji-coba-pupuk-organik-hayati-cair-di-polinela/>
- Adiwijaya, H. 2019. Pengaruh kombinasi takaran pupuk nitrogen dan pupuk fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) kultivar zatavy fl. *Agroektan*. 6(2): 2-21.
- Agustiyan, D., Agandi, R., Arinafril, Nugroho, A.A., & Antonius, S. 2021. The effect of application of compost and frass from black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) on growth of Pakchoi (*Brassica rapa* L.). In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 762(1): 1.
- Ali, K. F., Sumampow., & J. M. Paulus. 2021. Respons tanaman kailan (*Brassica oleracea* var. Alboglabra) pada berbagai konsentrasi AB mix dengan sistem hidroponik sumbu. *Jurnal Agrisioekonomi*. 17(3): 1023-1030.
- Andhika, F., & Sari, N. P. 2018. Analisis kandungan nutrisi pada bio-slurry padat hasil samping/limbah biogas di Desa Palaan Kecamatan Ngajum Kabupaten Malang. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*. 1(2): 70-74.
- Arnoldi, A., Karim, H.A., & Aulia, M.R. 2021. Pengaruh pemberian dosis pupuk kalium dan fosfor 34-52 pada jarak tanam berbeda terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (*Glycine Max* L.). *Journal Pegguruang*. 3(1): 39-45.
- Asroh, A., & Novriani, N. 2020. Pemanfaatan keong mas sebagai pupuk organik cair yang dikombinasikan dengan pupuk nitrogen dalam mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman selada (*Lactuca sativa* L). *Klorofil: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Pertanian*. 14(2): 83-89.
- Atmaja, I. S. W. 2017. Pengaruh uji minus one test pada pertumbuhan vegetative tanaman mentimun. *Jurnal Logika*. 19(1): 63-68.

- Azri. 2018. Respon pupuk organik dan pupuk anorganik terhadap pertumbuhan dan produktivitas buah naga. *Jurnal Pertanian Agros*. 20(1): 1-9.
- Badan Pusat Statistik. 2023. Produksi Tanaman Sayuran. Diakses pada 10 Januari 2024 dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjEjMg==/produksi-tanaman-sayuran.html>
- Balai Penelitian Tanah. 2012. Petunjuk Teknis: Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. Bogor.
- Banurea, A. J. 2021. Respon pertumbuhan dan produksi tanaman kailan (*Brassica oleraceae* L.) terhadap pemberian pupuk kandang sapi dan NPK 16:16:16. *Jimtani: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 1(4): 1-14.
- Birnadi, S., & Hendrian, A. 2017. Effect of different electrical conductivity value and chamfer slope on the growth and results of kailan (*Brassica oleracea*) Acephala variety in hydroponic nutrient film technique Asian. *Jurnal Agricultural*. 7(2): 28–39.
- Charles, K., Fashaho, A., & Uwihirwe, J. 2019. Comparison of bioslurry to common nitrogen sources on potato (*Solanum tuberosum* L.) yield and yield components in andisols and oxisols of Northern Rwanda. *African Journal of Agricultural Research*. 14(6): 335–344.
- Dharmayanti, N., Supadma, A., & Arthagama, I. 2013. Pengaruh pemberian biourine dan dosis pupuk anorganik (N,P,K) terhadap beberapa sifat kimia tanah pegok dan hasil tanaman bayam (*Amaranthus sp.*). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 2(3):165-174.
- Darmawan. 2009. *Budidaya Tanaman Kailan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Dewanto, F. G., Londok, J. J. M. R., & Tuturoong, R. A.V., & Kaunang, W. B. 2013. Pengaruh pemupukan anorganik dan organik terhadap produksi tanaman jagung sebagai sumber pakan. *Jurnal Zootek*. 32(5): 1–8.
- Emawati. 2023. *Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (Brassica oleraceae L.) Terhadap Aplikasi Pupuk Bio-Shurry Padat dan Liquid Organik Biofertilizer (LOB)*. Universitas Lampung. Lampung.
- Fadilla, U., Nusantara, R.W. & Manurung, R. 2024. Analisis beberapa sifat kimia tanah pada dua macam penggunaan lahan di Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 11(1):247-252.

- Fajeriana M, N. & Wijaya, R. 2020. Analisis kemampuan lahan dan kesuburan tanah pada lahan perencanaan kebun percobaan Universitas Muhammadiyah Sorong di Kelurahan Sawagumu Kecamatan Malaimsimsa. *Jurnal Ilmu Ilmu Eksakta*. 12(3):122-130.
- Gustriana, F., Rugayah, Yafizham, & Hendarto, K. 2015. Pengaruh pemberian pupuk organik bio-slurry padat dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*. 3(1): 64-70.
- Hadi, P., Rahayu, T., & Fatonah, F. A. 2022. Pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleraceae* var acephala) pada konsentrasi PGPR dan media tanaman sebagai pemberdayaan petani. *Jurnal Viabel Pertanian*. 16(1): 60-73.
- Hadiyati, A.F., Slamet, W., & Purbajanti, E.D. 2020. Pertumbuhan dan produksi tanaman pakchoy (*Brassica chinensis* L.) pada dosis pupuk bio-slurry dan jarak tanam yang berbeda. *J. Agro Complex*. 4(1): 32-39.
- Hartatik, W., Husnain, & Widowati, L. R. 2015. Peranan pupuk organik dalam peningkatan produktivitas tanah dan tanaman. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 9(2): 107-120.
- Haryadi, D., Yetti, H., & Yoseva, S. 2015. Pengaruh pemberian beberapa jenis pupuk terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kailan (*Brassica alboglabra* L.). *Jom Faperta*. 2(2): 99-102.
- Hilmi, A., S. Laili, & Rahayu, T. 2018. Pengaruh pemberian limbah biogas cair dan padat sebagai pupuk organik terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau. *Ilmu Sains Alami*. 1(1): 390-402.
- Ichwan, Syakur, W., & Lasmini S., A. 2020. Pengaruh pemberian berbagai macam pupuk kandang terhadap pertumbuhan stek tanaman anggur (*Vitis vinifera* L.). *Jurnal Agrotekbisnis*. 8(3): 588-596.
- Irianto. 2012. *Pertumbuhan Dan Hasil Kailan (Brassica oleraceae) Pada Berbagai Dosis Limbah Cair Sayuran*. Skripsi. Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jambi. Jambi.
- Kalay, A. M., Hindersah, R., Ngabalin, I. A., & Jamlean, M. 2020. Pemanfaatan pupuk hayati dan bahan organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata*). *Agric Jurnal Ilmu Pertanian*. 33(2): 129-138.
- Kementerian Pertanian. 2011. Peraturan Menteri Pertanian No. 40/Permentan/OT.140/4/2007. Tentang Rekomendasi Pemupukan N, P, K pada Padi Sawah Spesifik Lokasi.

- Kementerian Pertanian. 2019. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019. Tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah.
- Klinton, A., Sutikno, A., & Yoseva, S. 2017. Pemberian pupuk organik bio-slurry padat pada tanaman pakchoy (*Brassica chinensis* L.). *JOM Faperta*. 4(2): 1-11.
- Kumar, R., Kumawat, N., & Sahu, Y. K. 2017. Role of biofertilizers in agriculture. *Popular Kheti*. 5(4): 63-66.
- Kurnia, N., Sasli, I., & Wasian. 2021. Pengaruh pemupukan fosfat dan kalium terhadap pertumbuhan dan hasil gabah padi hitam di sawah tadah hujan. *Teknologi Pangan dan Agroindustri Perkebunan*. 1(1): 1-9.
- Kusumawati, W., Baroh, I., & Windiana, L. 2022. Analysis of fertilizer marketing strategy (LOB) Liquid Organic Biofertilizer at PT. Inbio Tani Nusantara. *Agricultural Socio-Economic Journal*. 22(4): 273-281.
- Maghfiroh, L., Alamsyah, F.M., Ramadhani, A.R.T., Ulumi, M.A., & Rofik, M. 2023. Optimalisasi pupuk bio-slurry padat pada pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.). *Journal Science Innovation and Technology (SINTECH)*. 3(2): 43-49.
- Mustaqim, W. A. 2018. Hukum minimum Liebig - sebuah ulasan dan aplikasi dalam biologi kontemporer. *Jurnal Bumi Lestari*. 18(1): 28-32.
- Neonbeni, E.Y., & Hoar, A. 2020. Kajian pengaruh residu kompos biochar dan aplikasi teh kompos terhadap pembentukan bawang putih (*Allium sativum* L.) siung tunggal menggunakan bibit asal bagian luar siung majemuk pada penanaman tahun kedua. *Savana Cendana*. 5(3): 52-58.
- Novitasari, D., Andalasari, T. D., Widagdo, S., & Rugayah. 2018. Respons pertumbuhan dan produksi selada (*Lactuca sativa* L.) terhadap perbedaan komposisi media tanam dan interval waktu aplikasi pupuk organik cair. *Jurnal Agrotek Tropika*. 7(3): 335-342.
- Nurita, F. D., & Yuliani. 2023. Pengaruh kombinasi auksin dan giberelin terhadap pertumbuhan dan partenokarpi pada tanaman terung (*Solanum melongena* var. Gelatik). *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*. 12(3): 457-465.
- Pinatih, I. D. A. S. P., Kusmiyarti, T. B., & Susila, K. D. 2015. Evaluasi status kesuburan tanah pada lahan pertanian di Kecamatan Denpasar Selatan. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 4(4): 282-292.
- Prabowo, R., & Subantoro, R. 2018. Analisis tanah sebagai indikator tingkat kesuburan lahan budidaya pertanian di Kota Semarang. *Cendekia Eksakta*. 2(2): 59-64.

- PT Great Giant Pineapple. 2022. *Corporate Social Responsibility (CSR) Report*. Diakses pada 25 Maret 2024 dari <https://www.greatgiantfoods.com/wp-content/uploads/2023/10/CSR-REPORT-PT-GGP-2022.pdf>
- Purba, R., Purba, J., & Tampubolon, A. J. H. 2021. Respon pertumbuhan dan produksi tanaman kailan (*Brassica oleracea* var Achejala) terhadap konsentrasi pupuk organik cair dan media tanam pada pertaman hidroponik. *Menara Ilmu*. 15(1): 113-119.
- Purba, T., Ningsih, H., Junaedi, P.A.S., Junairiah, B.G., Firgianto, R., & Arsi. 2021. *Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Yayasan Kita Menulis. Medan.
- Purnomo, N. H. 2016. *Geografi Tanah*. Unesa University Press. Surabaya.
- Puspita, G. R. 2014. *Interaksi Jenis Biomulsa dan Jarak Tanam Kailan Terhadap Produksi Tanaman Kailan (Brassica oleracea L. cv. grup Kailan)*. Skripsi. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Puspita, T. A. 2016. *Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk NPK dan Pupuk Pelengkap Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sedap Malam (Polianthes tuberosa L.)*. Universitas Lampung. Lampung.
- Rahhutami, R., Kartina, R., Taisa, R., Darma, W. A., & Ferziana, F. 2023. Aplikasi pupuk kalsium dan liquid organik biofertilizer terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat. *Jurnal Pertanian Agros*. 25(3): 2115-2120.
- Rukmana, A., Susilawati, H., & Galang, G. 2019. Pencatat pH tanah otomatis. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Teknik Elektro Telekomunikasi Indonesia*. 10(1): 25-32.
- Saidi, B. 2017. Status hara lahan sawah dan rekomendasi pemupukan padi sawah pasang surut di Kecamatan Rantau Rasau Kabupaten Tanjung Jabung Timur Jambi. *Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*. 1(2):121-129.
- Samadi, B. 2013. *Budidaya Intensif Kailan Secara Organik dan Anorganik*. Pustaka Mina. Jakarta.
- Sari, R., & Yusmah, R. A. 2023. Penentuan C-organik pada tanah untuk meningkatkan produktivitas tanaman dan keberlanjutan umur tanaman dengan metoda spektrofotometri uv vis. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 12(1): 11-19.
- Septya, F., Rosnita, R., Yulida, R., & Andriani, Y. 2022. Urban farming sebagai upaya ketahanan pangan keluarga di Kelurahan Labuh Baru Timur Kota Pekanbaru. *RESWARA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 3(1): 105-114.

- Sianturi, M.G., Harahap, E.M., & Hanum, H. 2019. Peningkatan produksi tanaman kedelai (*Glycine max* L.) berdasarkan target hasil dan indeks hara. *Jurnal Pertanian Tropik*. 6(2): 319-327.
- Siboro, E., S., Surya, E., & Herlina, N. 2013. Pembuatan pupuk cair dan biogas dari campuran limbah sayuran. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2(3): 40-43.
- Simanungkalit, R.D.M. 2007. Aplikasi pupuk hayati dan pupuk kimia: suatu pendekatan terpadu. *Buletin Agro Bio*. 4(2): 56-61.
- Singgih, B., & Yusmiati. 2018. Utilization of residu/ampas biogas production from bio-slurry as organic fertilizer resources. *Inovasi Pembangunan: Jurnal Kelitbangan*. 6(2): 139-148.
- Sudirja, R. 2007. *Standar Mutu Pupuk Organik dan Pembenah Tanah*. Balai Besar Pengembangan dan Perluasan Kerja. Lembang.
- Sutarman, S., & Miftakhurrohmat, A. 2019. *Kesuburan Tanah*. Umsida Press. Jawa Timur.
- Taisa, R., Priyadi, Kartina, R., & Jumawati, R. 2022. Aplikasi biofertilizer untuk meningkatkan produksi tiga kultivar bunga kol berbasis organik. *Jurnal Agrotek Tropika*. 10(2): 255-260.
- Wahono, E., Izzati, M., & Parman, S. 2018. Interaksi antara tingkat ketersediaan air dan varietas terhadap kandungan prolin serta pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 3(1): 11-19.
- Wahyudi. 2010. *Petunjuk Praktis Bertanam Sayuran*. Agro Media. Jakarta.
- Wicaksono R. 2018. *Pengaruh Pupuk Bio-Slurry Padat Dengan Kombinasi Dosis Pupuk Npk Pada Pertumbuhan Dan Produksi Jagung Manis (Zea Mays Saccharata Sturt)*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Witariadi, N. M., & Candraasih, K. 2018. Produktivitas rumput *Panicum maximum* yang dipupuk dengan jenis dan dosis bio-slurry berbeda. *Pastura*. 7(2): 98-102.
- Yustiningsih, M. 2019. Intensitas cahaya dan efisiensi fotosintesis pada tanaman naungan dan tanaman terpapar cahaya langsung. *Bio-Edu: Jurnal Pendidikan Biologi*. 4(2): 44-49.