

**APLIKASI DOSIS PUPUK ORGANIK *BIO-SLURRY* CAIR DAN
BIOCHAR TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI
TANAMAN KAILAN (*Brassica oleracea* L.) PADA MEDIA
TANAM PERTANAMAN KEDUA**

(SKRIPSI)

Oleh

**NYOMAN AYU ANITA
2054161012**



**JURUSAN AGRONOMI DAN HORTIKULTURA
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

APLIKASI DOSIS PUPUK ORGANIK *BIO-SLURRY* CAIR DAN *BIOCHAR* TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN KAILAN (*Brassica oleracea* L.) PADA MEDIA TANAM PERTANAMAN KEDUA

Oleh

NYOMAN AYU ANITA

Tanaman kailan (*Brassica oleracea* L.) membutuhkan unsur hara untuk mendukung pertumbuhan dan produksinya. Pupuk organik *bio-slurry* cair dengan *biochar* arang sekam padi dapat digunakan sebagai bahan penambah unsur hara, merupakan alternatif pengganti pupuk anorganik yang baik dalam budidaya tanaman kailan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis pupuk organik *bio-slurry* cair dan *biochar* terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kailan, serta mengetahui interaksi dosis pupuk organik *bio-slurry* cair dan *biochar* terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kailan. Penelitian dilaksanakan di Labuhan Ratu, Kecamatan Kedaton, Kota Bandar Lampung dari bulan Februari sampai dengan April 2023. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan disusun secara faktorial 4 x 3 dan diulang sebanyak tiga kali, terdapat 36 satuan percobaan, tiap perlakuan terdiri dari 3 tanaman. Faktor pertama adalah aplikasi dosis pupuk organik *bio-slurry* cair (A) yang terdiri dari 4 taraf yaitu dosis 0, 12, 25, dan 37,5 l/ha. Faktor kedua adalah dosis *biochar* (B) yang terdiri dari 3 taraf yaitu 0, 2,5, dan 5 ton/ha. Homogenitas ragam diuji dengan Uji Bartlett, dan aditivitas data diuji dengan uji Tukey, jika asumsi terpenuhi data dianalisis dengan analisis ragam. Perbedaan nilai tengah perlakuan akan diuji dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis pupuk organik *bio-slurry* cair 37,5 l/ha menunjukkan diameter batang dan bobot segar tajuk lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa *bio-slurry* cair, 12,5 l/ha dan 25 l/ha. Pengaruh dosis pupuk organik *bio-slurry* cair 37,5 l/ha menunjukkan bobot segar tajuk sebesar 84,62 g sedangkan tanpa *bio-slurry* cair (67,52 g), 12,5 l/ha (79,40 g), dan 25 l/ha (75,89 g). Pemberian dosis *biochar* 5 ton/ha menunjukkan tinggi tanaman tertinggi yaitu 22,55 cm dibandingkan dosis 0 ton/ha (17,82 cm) dan 2,5 ton/ha (20,91 cm). Selain itu, dosis *biochar* 5 ton/ha menunjukkan pertumbuhan dan produksi tanaman kailan yaitu tinggi tanaman, diameter batang, dan bobot segar akar lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa *biochar* dan 2,5 ton/ha. Pemberian *biochar* 5 ton/ha meningkatkan tinggi tanaman 22,55 cm lebih tinggi dibandingkan tanpa *biochar* (17,82 cm) dan 2,5 ton/ha (20,91 cm). Terdapat interaksi antara perlakuan dosis pupuk organik *bio-slurry* cair 12,5 l/ha dengan tanpa *biochar* menunjukkan bobot segar akar (3,71 g) dan bobot kering akar (1,09 g) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan pada kontrol (tanpa *bio-slurry* dan *biochar*) sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kailan.

Kata kunci: *biochar*, *bio-slurry* cair, dosis, kailan (*Brassica oleracea* L.)

**APLIKASI DOSIS PUPUK ORGANIK *BIO-SLURRY* CAIR DAN
BIOCHAR TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN
KAILAN (*Brassica oleracea* L.) PADA MEDIA TANAM PERTANAMAN
KEDUA**

Oleh

NYOMAN AYU ANITA

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 : APLIKASI DOSIS PUPUK ORGANIK *BIO-SLURRY* CAIR DAN *BIOCHAR* TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN KAILAN (*Brassica oleracea* L.) PADA MEDIA TANAM PERTANAMAN KEDUA

Nama Mahasiswa : Nyoman Ayu Anita

Nomor Pokok Mahasiswa : 2054161012

Jurusan : Agronomi dan Hortikultura

Fakultas : Pertanian



1. Komisi Pembimbing


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

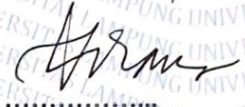

Akari Edy, S. P., M. Si.
NIP 197107012003121001

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

Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Hidayat Pujisiswanto, S. P., M.P. 

2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Hidayat Pujisiswanto, M. P.

NIP. 19641111989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 23 April 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "**Aplikasi Dosis Pupuk Organik *Bio-Slurry Cair dan Biochar Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kailan (*Brassica oleracea L.*) Pada Media Tanam Pertanian Kedua***" merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian 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, 20 April 2024

Penulis



Nyoman Ayu Anita
NPM 2054161012

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Oku Timur pada tanggal 12 Februari 2001. Penulis merupakan anak dari pasangan Bapak Nengah Nuasa dan Ibu Nyoman Nuase sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal di SDN Karang Jadi pada tahun 2008-2014 kemudian melanjutkan pendidikan di SMPN 1 Belitang III pada tahun 2014-2017. Pendidikan menengah atas ditempuh di SMAN 1 Belitang III 2017-2020.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2020 melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri di Wilayah Barat (SMMPTN Barat). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam kegiatan akademik dan organisasi. Kegiatan akademik yang pernah dilakukan penulis yaitu menjadi asisten praktikum mata kuliah Pengenalan Praktik Pertanian (P3), Genetika Tumbuhan, dan Teknik Budidaya Tanaman. Untuk kegiatan organisasi, penulis pernah terdaftar sebagai anggota bidang Media Komunikasi dan Informasi (2021-2022) dan (2022-2023) Himpunan Mahasiswa Agronomi dan Hortikultura (HIMAGRHO), Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis pernah melaksanakan program Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode I pada bulan Januari - Februari 2023 Universitas Lampung di Pekon Pekon Mon, Kecamatan Ngambur, Kabupaten Pesisir Barat. Selain itu, penulis juga pernah melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) pada bulan Juni - Agustus 2023 di UPT Sekolah Kopi, Lampung Barat dengan topik “Panen Dan Pasca Panen Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Di Upt Kebun Induk Kopi (Sekolah Kopi Lampung Barat)”.

PERSEMBAHAN

Om Swastyastu

Dengan tulus dan penuh rasa syukur kupersembahkan karya ini kepada:

Kedua orangtuaku Bapak Nengah Nuase dan Ibu Nyoman Latri

Kakakku Wayan Mudike dan Made Suparke

Seluruh keluarga dan teman yang tak dapat kusebutkan satu persatu

Sebagai wujud rasa terima kasihku atas doa yang selalu terucap untuk kebaikan dan kesuksesanku serta semua kasih sayang, pengorbanan, motivasi, dukungan yang telah diberikan.

Serta Almamater tercinta

Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian,

Universitas Lampung

MOTTO

“I believe i miracles, with GOD all things are possible”

(Matthew 19 : 26)

“Kerjakan bagianmu dan biarkan Tuhan mengerjakan bagianNya. Yakin dan percaya bahwa semua akan indah pada waktuNya”

“Persembahan berupa Ilmu Pengetahuan, wahai Arjuna, lebih mulia daripada persembahan materi; dalam keseluruhan kerja ini akan mendapatkan apa yang diinginkan dalam Ilmu Pengetahuan wahai Partha”

(Bhagavad Gita, Bab IV Sloka 33)

“Berusaha dan diiringi dengan Do'a merupakan kendaraan untuk menuju kesuksesan”

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Ida Sang Hyang Widhi Wasa, karena atas berkat asungkertawara-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Aplikasi Dosis Pupuk Organik *Bio-Slurry Cair dan Biochar Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kailan (*Brassica oleracea L.*) Pada Media Tanam Pertanaman Kedua***” dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi prasyarat sebagai Sarjana (S1) Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Selama melaksanakan penelitian dan penulisan skripsi ini penulis mendapatkan bimbingan, dukungan, bantuan, dan saran dari berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang tak terhingga 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. Sri Ramadiana, S.P., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama yang senantiasa membimbing, meluangkan waktu, memberikan arahan, kritik, dan saran serta motivasi kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
4. Bapak Akari Edy, S.P., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Kedua dan Pembimbing Akademik yang telah membimbing, meluangkan waktu, memberikan arahan, kritik, dan saran serta motivasi kepada penulis selama penulisan skripsi ini;

5. Bapak Dr. Hidayat Pujiswanto, S. P., M.P., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan arahan, saran, kritik, dan saran serta motivasi kepada penulis;
6. Bapak dan Ibu dosen pengampu pada Program Studi Agronomi yang telah berjasa dalam memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis;
7. Teristimewa untuk Kedua Orang Tua dan Kakak yang senantiasa memanjatkan doa, memberikan nasihat, dukungan, serta kasih sayang yang tak terhingga kepada penulis;
8. Tim penelitian kailan 2024: Sifa Maharani Ayu Dita, Salsabilla Ramadhani, dan Nadia Karoline Andarini yang telah membantu dan menemani selama pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi;
9. Tim penelitian kailan 2023: Diky Adisaputra, Nurhidayah, Emawati, dan Dian Tika Roisnahadi yang telah membantu dan membimbing dalam pelaksanaan penelitian serta penulisan skripsi;
10. I Nyoman Artane, terimakasih dukungan dan menjadi tempat berkeluh kesah dari awal penelitian sampai menyusun penulisan skripsi.
11. Sahabat-sahabatku Iluh Mila Tantri, Komang Ayu Widiandari dan Nining Iswati yang telah membersamai penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
12. Seluruh teman-teman Jurusan Agronomi dan Hortikultura 2020 yang telah berbagi pengalaman, kerja sama, dan dukungan semasa perkuliahan;

Semoga Ida Sang Hyang Widhi Wasa membalas segala kebaikan atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun rekan-rekan yang membaca.

Bandar Lampung, 20 April 2024

Penulis,

Nyoman Ayu Anita

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Landasan Teori	4
1.5 Kerangka Pemikiran	7
1.6 Hipotesis.....	10
II. TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Kailan (<i>Brassica oleracea</i> L.)	11
2.2 Budidaya Tanaman Kailan	12
2.2.1 Penyiapan benih dan pembibitan	12
2.2.2 Penanaman	12
2.2.3 Pemeliharaan.....	12
2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Kailan (<i>Brassica oleracea</i> L.).....	13
2.4 Kandungan Gizi Tanaman Kailan (<i>Brassica oleracea</i> L.)	14
2.5 Pupuk Organik <i>Bio-slurry</i> Cair	15
2.6 Pupuk Organik <i>Biochar</i>	16
2.7 Pupuk Anorganik.....	19

2.8 Sejarah Media Tanah Pertanaman Pertama.....	19
2.9 Kebutuhan Hara Tanaman.....	20
2.10 Pengeringan Tanaman Sayur pada Oven.....	22
III. BAHAN DAN METODE	23
3.1 Waktu dan Tempat.....	23
3.2 Alat dan Bahan.....	23
3.3 Metode Penelitian.....	23
3.4 Pelaksanaan Penelitian	24
3.4.1 Penyemaian Benih Kailan.....	24
3.4.2 Perlakuan Penelitian Sebelumnya.....	25
3.4.3 Persiapan Media Tanam dan Aplikasi Pupuk	25
3.4.4 Pembuatan Petak Percobaan	27
3.4.4 Penanaman	28
3.4.5 Pemeliharaan Tanaman	28
3.4.6 Pengaplikasian Pupuk Anorganik	29
3.4.7 Pemanenan	30
3.5 Variabel Pengamatan.....	31
3.5.1 Analisis Tanah.....	31
3.5.2 Tinggi Tanaman (cm).....	31
3.5.3 Jumlah Daun (helai).....	31
3.5.4 Luas Daun (cm ²).....	32
3.5.5 Tingkat Kehijauan Daun.....	32
3.5.6 Diameter Batang (mm).....	33
3.5.7 Panjang Petiole Daun (cm).....	33
3.5.8 Bobot Segar Tajuk (gram).....	34
3.5.9 Bobot Akar Tanaman (gram).....	34
3.5.10 Bobot kering Tajuk (gram).....	35
3.5.11 Bobot Kering Akar (gram).....	35

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1 Hasil Penelitian.....	37
4.1.1 Analisis Tanah dan Pupuk Organik <i>Bio-slurry</i> Cair.....	37
4.1.2 Rekapitulasi Hasil Analisa Ragam.....	39
4.1.3 Pengaruh Dosis Pupuk Organik <i>Bio-slurry</i> Cair dan <i>Biochar</i> terhadap Pertumbuhan Tanaman Kailan.....	40
4.1.4 Pengaruh Dosis Pupuk Organik <i>Bio-slurry</i> Cair dan <i>Biochar</i> terhadap Produksi Tanaman Kailan.....	44
4.2 Pembahasan.....	47
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema kerangka pemikiran.....	9
2. Ilustrasi hukum minimum Liebig.....	21
3. Penyemaian benih kailan pada tray semai	24
4. Aplikasi pupuk organik a) penakaran dosis pupuk <i>bio-slurry</i> cair b) pelarutan pupuk <i>bio-slurry</i> cair dalam air c) pengaplikasian pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair d) pengaplikasian <i>biochar</i>	26
5. Denah tata letak petak penelitian.....	27
6. Penanaman a) bibit kailan membentuk 3-4 helai daun setelah semai siap pindah tanam b) penanaman bibit kailan	28
7. Pemeliharaan tanaman kailan a) pengendalian hama ulat b) mencabut gulma c) penyiraman d) aplikasi pestisida nabati.....	29
8. Aplikasi pupuk anorganik a)penimbangan pupuk NPK sebanyak 1,5 g b) pengaplikasian pupuk NPK umur 1 MST	30
9. Pemanenan a) perobekan polybag b) pencucian akar tanaman kailan.....	30
10. Pengukuran tinggi tanaman kailan.....	31
11. Perhitungan jumlah daun tanaman kailan.....	32
12. Pengukuran luas daun tanaman kailan menggunakan kertas millimeter blok.....	32
13. Pengukuran tingkat kehijauan daun.....	33

14.	Pengukuran diameter batang tanaman kailan	33
15.	Pengukuran panjang <i>petiole</i> tanaman kailan	34
16.	Penimbangan bobot segar tajuk tanaman kailan.....	34
17.	Penimbangan bobot segar akar tanaman kailan.....	35
18.	Pengeringan tanaman kailan a) pengovenan tanaman kailan b) pengaturan suhu oven c) penimbangan bobot kering tajuk tanamana d) penimbangan bobot kering akar tanaman	36
19.	Kemasan benih kailan kultivar Nita (PT. East West Seed)	82
20.	Proses pembuatan <i>bio-slurry</i> cair	83
21.	Tanaman kailan umur 4 MST	83
22.	Tiga metode pembakaran sekam menjadi <i>biochar</i> : a) menggunakan kawat ram; b) menggunakan tiang pembakaran permanen; dan c) menggunakan drum retort kiln	84

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan gizi per 100 gram tanaman kailan segar.....	14
2. Karakteristik sifat fisik-kimia <i>biochar</i> sekam padi	18
3. Kombinasi perlakuan dalam penelitian	24
4. Hasil analisis tanah awal dan <i>bio-slurry</i> cair	26
5. Hasil analisis tanah sebelum penelitian	37
6. Hasil analisis tanah setelah penelitian	38
7. Hasil analisis pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair.....	39
8. Rekapitulasi hasil analisis ragam untuk pengaruh dosis pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair dan <i>biochar</i> terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kailan.	40
9. Pengaruh dosis <i>biochar</i> terhadap tinggi tanaman kailan 6 MST	41
10. Rerata pengaruh dosis pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair dan <i>biochar</i> terhadap jumlah daun dan diameter batang tanaman kailan 6 MST..	41
11. Rerata pengaruh dosis pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair dan <i>biochar</i> terhadap luas daun, panjang petiole, dan tingkat kehijauan daun tanaman kailan 6 MST.....	43
12. Pengaruh dosis pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair dan terhadap bobot segar tajuk tanaman kailan 6 MST	44
13. Interaksi dosis pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair dan <i>biochar</i> terhadap bobot segar akar tanaman kailan 6 MST (gram/tanaman).....	45
14. Interaksi dosis pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair dan <i>biochar</i> terhadap bobot kering akar tanaman kailan 6 MST(gram/tanaman).....	46
15. Rerata pengaruh dosis pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair dan <i>biochar</i> terhadap bobot kering tajuk tanaman kailan 6 MST.....	47
16. Produktivitas tanaman kailan.....	47

18.	Pengaruh dosis pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair dan <i>biochar</i> terhadap tinggi tanaman kailan 6 MST.	63
19.	Uji homogenitas tinggi tanaman kailan 6 MST.....	63
20.	Analisis ragam tinggi tanaman kailan 6 MST	64
21.	Pengaruh dosis pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair dan <i>biochar</i> terhadap tinggi tanaman kailan 6 MST	64
22.	Uji homogenitas jumlah daun tanaman kailan 6 MST	65
23.	Analisis ragam jumlah daun tanaman kailan 6 MST.....	65
24.	Pengaruh dosis pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair dan <i>biochar</i> terhadap diameter batang tanaman kailan 6 MST.	66
25.	Uji homogenitas diameter batang tanaman kailan 6 MST.....	66
26.	Analisis ragam diameter batang tanaman kailan 6 MST	67
27.	Uji beda nyata terkecil (BNT) pengaruh pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair terhadap diameter batang tanaman kailan 6 MST	67
28.	Pengaruh dosis pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair dan <i>biochar</i> terhadap luas daun tanaman kailan 6 MST	68
29.	Uji homogenitas luas daun tanaman kailan 6 MST	68
30.	Analisis ragam luas daun tanaman kailan 6 MST	69
31.	Pengaruh dosis pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair dan <i>biochar</i> terhadap panjang petiole tanaman kailan 6 MST	69
32.	Uji homogenitas panjang petiole tanaman kailan 6 MST.....	70
33.	Analisis ragam panjang petiole tanaman kailan 6 MST	70
34.	Pengaruh dosis pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair dan <i>biochar</i> terhadap tingkat kehijauan daun tanaman kailan 6 MST	71
35.	Uji homogenitas tingkat kehijauan daun tanaman kailan 6 MST.....	71
36.	Analisis ragam tingkat kehijauan daun tanaman kailan 6 MST	72
37.	Pengaruh dosis pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair dan <i>biochar</i> terhadap bobot segar tajuk tanaman kailan (gram) 6 MST	72
38.	Uji homogenitas bobot segar tajuk tanaman kailan 6 MST.....	73
39.	Analisis ragam bobot segar tajuk tanaman kailan 6 MST	73
40.	Uji beda nyata terkecil (BNT) pengaruh pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair terhadap bobot segar tajuk tanaman kailan 6 MST	74
41.	Pengaruh dosis pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair dan <i>biochar</i> terhadap bobot segar akar tanaman kailan (gram) 6 MST	74
42.	Uji homogenitas bobot segar akar tanaman kailan 6 MST.....	75
43.	Analisis ragam bobot segar akar tanaman kailan 6 MST	75

44.	Interaksi BNT dua arah pengaruh dosis pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair dan <i>biochar</i> terhadap bobot segar akar tanaman kailan 6 MST	76
45.	Pengaruh dosis pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair dan <i>biochar</i> terhadap bobot kering akar tanaman kailan (gram) 6 MST.....	76
46.	Uji homogenitas bobot kering akar tanaman kailan 6 MST.....	77
47.	Analisis ragam bobot kering akar tanaman kailan 6 MST	77
48.	Interaksi BNT dua arah pengaruh dosis pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair dan <i>biochar</i> terhadap bobot kering akar tanaman kailan 6 MST..	78
49.	Pengaruh dosis pupuk organik <i>bio-slurry</i> cair dan <i>biochar</i> terhadap bobot kering tajuk tanaman kailan (gram) 6 MST.....	78
50.	Uji homogenitas bobot kering tajuk tanaman kailan 6 MST.....	79
51.	Analisis ragam bobot kering tajuk tanaman kailan 6 MST	79
52.	Rerata bobot segar tajuk tanaman kailan 6 MST.....	81

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kailan (*Brassica oleraceae* L.) atau kale merupakan sayuran satu famili *Brassicaceae*. Kailan mengandung nilai gizi yang baik dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi sehingga mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan di Indonesia. Dalam setiap 100 gram bahan mentah kailan mengandung vitamin A, vitamin C, vitamin E dan vitamin K (Oktaviani dan Sholihah, 2018). Nilai ekonomi kailan yang tinggi disebabkan karena pemasaran untuk kalangan menengah ke atas, terutama banyak tersaji di restoran bertaraf internasional seperti restoran China, Jepang, Amerika dan Eropa, serta hotel dan restoran berbintang (Krisnawati *et al.*, 2014).

Pertanian merupakan salah satu sektor penting bagi masyarakat Indonesia. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) pada bulan Februari 2022 menyatakan bahwa sebagian penduduk Indonesia bermata pencaharian petani sebanyak 40,64 juta bekerja di sektor pertanian. Sektor pertanian terdapat 5 bagian yaitu subsektor tanaman pangan dan hortikultura, sektor peternakan, sektor perkebunan, sektor perikanan dan sektor kehutanan. Data dari Badan Pusat Statistik (2021), menunjukkan bahwa produktivitas tanaman famili *Brassicaceae* mengalami penurunan selama periode 2018 hingga 2021. Tercatat pada tahun 2018 produktivitas sebesar 15,75 ton/ha, pada tahun 2019 naik menjadi 16,02 ton/ha, tahun 2020 turun menjadi 15,76 ton/ha, kemudian turun lagi pada tahun 2021 sebesar 15,70 ton/ha. Menurunnya produksi kailan terjadi karena rendahnya kualitas tanah baik sifat fisik, kimia dan biologi tanah yang disebabkan hilangnya

unsur hara di dalam tanah. Untuk meningkatkan produksi tanaman kailan dapat dilakukan dengan cara penambahan unsur hara di dalam tanah contohnya pemberian pupuk. Seperti *bio-slurry* dan *biochar* dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Pemberian pupuk organik dapat menjaga agroekosistem terutama mencegah terjadinya degradasi lahan dan dapat memperbaiki kesuburan tanah sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Haryadi *et al.*, 2015).

Bio-slurry maupun kompos *bio-slurry* mempunyai kandungan bahan organik yang cukup tinggi yang bermanfaat untuk memperbaiki struktur tanah. *Bio-slurry* atau ampas biogas merupakan produk dari hasil pengolahan biogas berbahan kotoran ternak dan air melalui proses tanpa oksigen (anaerobik) didalam ruang tertutup. Setelah keluar dari lubang outlet, *bio-slurry* berwujud cair cenderung padat, berwarna coklat terang atau hijau dan cenderung gelap, sedikit atau tidak mengeluarkan gelembung gas, tidak berbau dan tidak mengandung serangga (Tim Biru, 2013). *Bio-slurry* maupun kompos *bio-slurry* mempunyai kandungan bahan organik yang cukup tinggi yang bermanfaat untuk memperbaiki struktur tanah. Berdasarkan hasil penelitian Zulaehah (2018), pemberian kombinasi pupuk *bio-slurry* dengan pupuk anorganik dengan dosis berbeda memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman bunga kol seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan luas daun.

Penelitian Gustriana (2014), menyatakan bahwa pemberian pupuk *bio-slurry* memberikan pengaruh terhadap bobot kering brankasan bawang merah. Pupuk organik *bio-slurry* cair mampu memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Dosis pupuk *bio-slurry* cair pada dosis 50 dan 75 l/ha lebih banyak mengandung mikroba pro-biotik. Mikroba pro-biotik membantu menyuburkan tanah, sehingga tanah akan lebih gembur dan perakaran dapat lebih mudah menembus tanah untuk menyerap unsur hara (Tim Biru, 2013). Aktivitas mikroba tersebut akan mempercepat proses dekomposisi bahan organik tanah dan efisiensi pupuk sehingga unsur hara yang dikandung terlepas dan tersedia bagi tanaman.

Biochar merupakan arang dari biomassa pertanian yang mengandung karbon dan dapat digunakan sebagai pembenah tanah. Salah satu *biochar* yang dapat digunakan sebagai bahan pembenah tanah berasal dari arang sekam padi. *Biochar* berfungsi menjaga kelembaban tanah sehingga kapasitas menahan air tinggi (Endriani *et al.*, 2013) dan meremediasi tanah yang tercemar logam berat seperti (Pb, Cu, Cd dan Ni) (Ippolitoet, 2012). Pemberian *biochar* pada tanah juga mampu meningkatkan pertumbuhan serta serapan hara pada tanaman, kadar C-tanah dan retensi air (Satriawan dan Handyanto, 2015). Salah satu tanaman yang sering digunakan percobaan dalam penelitian *biochar* yaitu tanaman pakcoy. Aplikasi kombinasi *biochar* dan kompos secara bersamaan memberikan efek terbaik dalam meningkatkan sifat tanah dan pertumbuhan *Amaranthus* sp. pada sistem pertanian perkotaan (Japakumar *et al.*, 2021). Hasil penelitian Lanna (2015), menyatakan bahwa pemberian *biochar* terhadap tanaman pakcoy dengan dosis 1 kg/plot memberikan pengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun.

Penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus dapat berdampak buruk terhadap kesuburan tanah. Pengaplikasian pupuk anorganik yang diimbangi dengan pupuk organik dapat dijadikan alternatif yang baik dalam budidaya kailan. Tanaman kailan merupakan tanaman yang masa panennya singkat sehingga unsur hara yang diberikan sebelumnya tidak seluruhnya terserap oleh tanaman kailan atau dapat meninggalkan efek residu di dalam tanah. Dengan demikian, perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh aplikasi dosis pupuk organik *bio-slurry* cair dan *biochar* terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kailan (*Brassica oleracea* L.) pada media tanah pertanaman pertama.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian ini dilakukan untuk menjawab permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah terdapat pengaruh dosis pupuk organik *bio-slurry* cair terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kailan (*Brassica oleracea* L.) pada media tanam pertanaman kedua?

2. Apakah terdapat pengaruh dosis *biochar* terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kailan (*Brassica oleracea* L.) pada media tanam pertanaman kedua?
3. Apakah terdapat interaksi antara dosis pupuk organik *bio-slurry* cair dan *biochar* terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kailan (*Brassica oleracea* L.) pada media tanam pertanaman kedua?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh dosis pupuk organik *bio-slurry* cair terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kailan (*Brassica oleracea* L.) pada media tanam pertanaman kedua.
2. Mengetahui pengaruh dosis *biochar* terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kailan (*Brassica oleracea* L.) pada media tanam pertanaman kedua.
3. Mengetahui interaksi antara pupuk organik *bio-slurry* cair dan *biochar* terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kailan (*Brassica oleracea* L.) pada media tanam pertanaman kedua.

1.4 Landasan Teori

Sayuran merupakan merupakan sumber esensial vitamin dan mineral, di dalam sayuran mengandung vitamin A, B, C, zat kapur, dan zat besi yang diperlukan untuk pertumbuhan tulang, gigi dan memperlancar peredaran darah serta alat pencernaan. Dewasa ini kesadaran masyarakat akan pentingnya sayuran organik semakin meningkat, untuk itu peningkatan produksi sayuran organik perlu dilakukan. Sayuran organik adalah sayuran yang cukup aman bila dikonsumsi, mengingat dalam budidayanya lebih mengandalkan bahan-bahan alami, seperti menggunakan pupuk organik dan tidak menggunakan pestisida kimia. Salah satu sayuran yang umum dibudidayakan organik adalah kailan. Hampir semua bagian tanaman kailan dapat dikonsumsi yaitu batang dan daunnya. Dalam 100gr bagian kailan yang dikonsumsi mengandung 7540 IU vitamin A, 115 mg vitamin C, 62 mg Ca dan 2,2 mg Fe (Irianto, 2012).

Faktor penting yang mempengaruhi peningkatan produktivitas sayuran adalah pemupukan. Penggunaan pupuk anorganik sintetis dalam waktu yang lama dapat mengakibatkan pengurangan hara S, Ca, Mg, Zn dan Cu (Las *et al.*, 2006). Dengan demikian, diperlukan penggunaan pupuk organik sebagai bahan pembenah tanah. Dilihat dari dampak negatif penggunaan pupuk anorganik maka pemupukan lebih baik menggunakan pupuk organik. Pupuk organik dapat memperbaiki struktur tanah, menaikkan bahan serap tanah terhadap air, menaikkan kondisi kehidupan mikroorganisme di dalam tanah, dan sebagai sumber unsur hara bagi tanaman. Budidaya tanaman yang berkelanjutan sangat penting menggunakan pupuk organik karena dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah (Dewanto, 2013).

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari Nurhidayah (2023), dengan menggunakan media tanam yang sama. Dalam proses budidaya tanaman dengan pemberian pupuk organik dapat meninggalkan efek residu di dalam tanah. Residu bahan organik merupakan bahan yang ditinggalkan di dalam tanah sesudah perlakuan tertentu seperti pemberian pupuk organik dan anorganik. Subowo, (2010), menyatakan bila semakin tinggi jumlah bahan organik dalam tanah, maka membutuhkan waktu yang lama dalam proses dekomposisi oleh mikroorganisme tanah sehingga masih meninggalkan residu bahan organik untuk penanaman selanjutnya. Penelitian Marian *et al.* (2018), menyatakan bahwa residu pupuk organik berpengaruh sangat nyata terhadap panjang tanaman sawi sampai umur 5 MST, jumlah daun pada umur 5 MST, bobot basah tanaman sawi, bobot basah akar, bobot kering tanaman sawi serta bobot kering akar.

Pupuk *bio-slurry* diproses dalam reaktor biogas yang berasal dari sisa kotoran sapi. Terdapat dua macam pupuk *bio-slurry*, yaitu *bio-slurry* cair dan *bio-slurry* padat. *Bio-slurry* masih mengandung berbagai nutrisi yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Nutrisi makro seperti Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Sulfur (S), dan nutrisi mikro seperti Besi (Fe), Mangan (Mn), Tembaga (Cu), dan Seng (Zn). Selain unsur hara, pupuk *bio-slurry* cair mengandung asam amino, hormon auksin dan sitokinin (Singgih dan

Yusmiati, 2018). Menurut penelitian Gomies (2012), menyatakan bahwa pemberian pupuk organik cair dengan konsentrasi 2 ml/l yang diaplikasikan sebanyak 3 kali pada saat tanaman berumur 2, 4 dan 6 minggu setelah tanam dapat memberikan pengaruh nyata pada jumlah daun dan luas daun kubis bunga setelah tanam.

Menurut penelitian Muliandini (2022), menyatakan bahwa unsur N yang disuplai dari *bio-slurry* cair tidak terpenuhi, sehingga tanaman cabai rawit tidak dapat tumbuh dengan baik dan menghasilkan berat basah yang rendah. Sesuai dengan pendapat Sarif *et al.*, (2015), menyatakan bahwa apabila unsur N yang disuplai oleh pupuk tersedia dengan baik maka tumbuhan tersebut akan mengalami pertumbuhan yang baik. Menurut penelitian Nurhidayah (2023), menyatakan bahwa perlakuan dosis pupuk organik *bio-slurry* cair 75 l/ha dengan *biochar* 10 ton/ha menghasilkan produktivitas tanaman kailan. Menurut penelitian Edy (2021), menyatakan bahwa dosis pupuk *bio-slurry* cair pada taraf dosis pupuk 50 dan 75 l/ha menghasilkan bobot kering brangkasan tanaman jagung yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol 0 l/ha. Menurut penelitian Zulaehah (2018), menyatakan bahwa penggunaan 250 ml *bio-slurry* cair+pupuk kimia ½ dosis memberikan hasil tanaman bunga kol tertinggi dibanding perlakuan yang lain.

Biochar merupakan bahan organik padat yang diproduksi melalui proses termokimia biomassa tanpa adanya atau di bawah lingkungan oksigen tereduksi yang terbatas (Gonzaga *et al.*, 2017). *Biochar* memiliki kandungan karbon yang tinggi dan komponen anorganik mineral, seperti Ca, Mg, dan K (Rajaphaksa *et al.*, 2016). Arang sekam padi adalah salah satu *biochar* yang digunakan sebagai bahanpembenah tanah. Pemberian *biochar* sekam padi dosis tinggi ini juga dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah seiring penambahan perlakuan dosis *biochar* sekam padi (Widyantika dan Prijono, 2019). Pada penelitian Suharyatun (2021), menyatakan bahwa pemberian *biochar* berpengaruh terhadap peningkatan tinggi tanaman. Hal ini diduga karena *biochar* mampu mengikat kation-kation di dalam tanah sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

Hasil Penelitian Nisa (2010), menyatakan bahwa pemberian *biochar* jauh lebih efektif meningkatkan retensi hara bagi tanaman dibandingkan kompos dan pupuk kandang. Menurut penelitian Widowati (2010), menyatakan bahwa penambahan *biochar* 200 g/polybag dalam tanah dapat meningkatkan total panjang akar tanaman pakcoy. Hasil penelitian Adi *et al.*, (2017), menyatakan bahwa pemberian *biochar* terhadap pakcoy hingga dosis 1kg/plot (10 ton/ha) berpengaruh nyata untuk parameter tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat tanaman sampel, berat tanaman per plot. Menurut Musnoi *et al.*, (2017), pemberian *biochar* sekam padi dengan dosis 4 ton/ha dan 8 ton/ha berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman pakcoy, jumlah daun, luas daun, dan berat tanaman pakcoy. Pemberian *biochar* dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman pakcoy.

1.5 Kerangka Pemikiran

Kailan dapat dibudidayakan pada berbagai media, baik penanaman langsung di lahan, polybag, maupun secara hidroponik. Media tanam yang digunakan pada penelitian ini adalah polybag. Dengan demikian, diperlukan perlakuan khusus agar tanaman dapat tumbuh optimal. Perlakuan yang dapat dilakukan yaitu dengan pemupukan yang tepat. Penanaman sayuran di dataran rendah membutuhkan cara yang benar seperti teknik pemupukan yang benar. Penggunaan pupuk organik dapat menyediakan unsur hara makro dan mikro bagi tanaman, memperbaiki unsur tekstur dan struktur tanah.

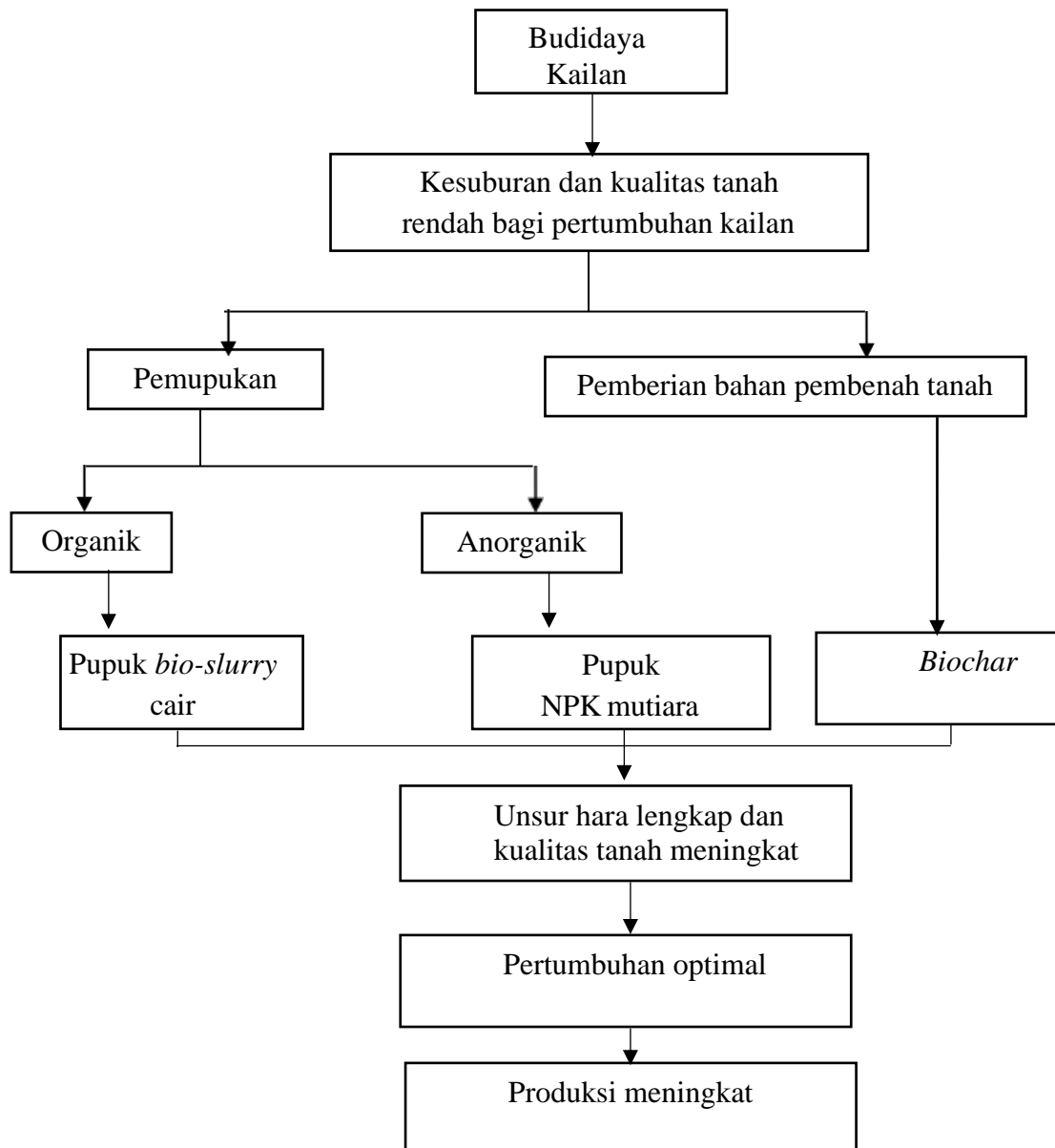
Budidaya tanaman kailan di Indonesia masih sangat jarang dilakukan, terlebih di Lampung. Kailan biasanya ditanam pada tanah yang subur dengan kandungan bahan organik yang tinggi dan kelembaban yang cukup. Penggunaan lahan kali ini merupakan lahan pada penelitian sebelumnya yang telah diberikan pupuk organik berupa *bio-slurry* cair dan *biochar* arang sekam padi serta pupuk anorganik yaitu pupuk NPK sebagai campuran media tanam. Penambahan pupuk organik dan anorganik tersebut diharapkan mampu membuat tanah menjadi remah dan tidak memadat. Tanah yang remah akan memudahkan penetrasi akar, sehingga akar akan berkembang sempurna yang akhirnya banyak menyerap unsur hara yang tersedia di dalamnya.

Bio-slurry merupakan pupuk cair organik yang dibuat dengan bahan dasar limbah biogas dengan material kotoran ternak sapi. *Bio-slurry* dibedakan menjadi dua jenis yaitu, *bio-slurry* cair dan *bio-slurry* padat. *Bio-slurry* cair yang baru diambil dari outlite biogas memiliki warna kuning kecoklatan. Untuk *bio-slurry* padat berwarna lebih coklat kehitaman. Kandungan rata-rata nitrogen *bio-slurry* dalam bentuk padat lebih tinggi dibandingkan dalam bentuk cair. Penggunaan pupuk *bio-slurry* diketahui dapat membuat tanah menjadi lebih gembur, menambah kesuburan tanah, dan meningkatkan aktifitas organisme dan mikroorganisme tanah yang berguna bagi tanaman. Kandungan unsur hara makro pupuk *bio-slurry* masih rendah sehingga belum dapat mencukupi kebutuhan tanaman kailan. Dengan demikian, perlunya penambahan pupuk anorganik seperti NPK mutiara. Pupuk NPK majemuk umumnya mengandung lebih dari satu macam unsur hara makro.

Alternatif lain yang dapat digunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah yaitu seperti *biochar*. *Biochar* merupakan produk karbon yang berasal dari limbah organik yaitu sekam padi. Manfaat *biochar* pada lahan pertanian dapat meningkatkan ketersediaan hara, meningkatkan pH, meningkatkan produksi tanaman, dan memperbaiki kualitas tekstur serta struktur tanah. Aplikasi *biochar* pada tanah pertanian dapat dilakukan dengan cara disebar, dilarik (jalur tanaman) secara merata, maupun ditanam ke lubang tanam. Apabila diaplikasikan dengan cara disebar, *biochar* ditanam bersamaan dengan pengolahan tanah terakhir. Apabila diaplikasikan secara dilarik, *biochar* ditutup dengan tanah terlebih dahulu sebelum dilakukan penanaman.

Penambahan pupuk organik *bio-slurry* cair, bahan pembenah tanah (*biochar*) dan penambahan pupuk NPK mutiara diharapkan dapat memperbaiki kesuburan tanah dan menciptakan lingkungan yang optimal. Apabila kesuburan tanah baik maka pertumbuhan dan produksi tanaman kailan akan meningkat.

Skema kerangka pemikiran sebagai berikut:



Gambar 1. Skema kerangka pemikira

1.6 Hipotesis

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

1. Dosis pupuk organik *bio-slurry* cair 37,5 l/ha memberikan hasil tertinggi pada pertumbuhan dan produksi tanaman kailan (*Brassica oleracea* L.) pada media tanam pertanaman kedua.
2. Dosis *biochar* 5 ton/ha memberikan hasil tertinggi pada pertumbuhan dan produksi tanaman kailan (*Brassica oleracea* L.) pada media tanam pertanaman kedua.
3. Terdapat interaksi antara dosis pupuk organik *bio-slurry* cair dan *biochar* terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kailan (*Brassica oleracea* L.) pada media tanam pertanaman kedua.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kailan (*Brassica oleracea* L.)

Klasifikasi tanaman kailan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Famili	: <i>Brassicaceae</i>
Genus	: <i>Brassica</i>
Spesies	: <i>Brassica oleracea</i> L. (Samadi, 2013).

Kailan (*Brassica oleracea* L.) adalah sayuran yang banyak diminati masyarakat dan mempunyai prospek tinggi untuk dikembangkan di Indonesia. Tanaman kailan merupakan tanaman yang berumur pendek dan dapat ditanam pada dataran rendah hingga dataran tinggi (Purba, 2016). Kailan memiliki batang tegak dan renyah 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). Kepala bunga berukuran kecil seperti bunga pada brokoli. Bunga kailan terdapat dalam tandan yang muncul dari ujung batang. Kailan berbunga sempurna dengan enam benang sari yang terdapat dalam dua lingkaran (Sinaga dkk., 2014). Sistem perakaran relatif dangkal, yakni menembus ke dalam tanah antara 20 - 30 cm (Amaliah, 2012).

2.2 Budidaya Tanaman Kailan

Secara umum budidaya tanaman kailan dapat dilakukan dengan berbagai tahap yaitu mulai dari penyiapan benih, penanaman, pemeliharaan sampai panen baik untuk pertanaman secara konvensional maupun secara hidroponik, tetapi dalam pelaksanaannya terdapat perbedaan cara budidaya.

2.2.1 Penyiapan benih dan pembibitan

Kebutuhan benih kailan diperhitungkan dengan mengetahui kebutuhan benih per polybag. Benih diperoleh dari toko pertanian. Benih kailan terlebih dahulu disemaikan selama tiga sampai 4 minggu (berdaun 2-3 helai). Keuntungan cara menyemai ini antara lain dapat menghemat benih dan mengurangi kematian bibit muda sewaktu awal fase pertumbuhan maupun pada saat pindah tanam (transplanting).

2.2.2 Penanaman

Penanaman secara aeroponik cara penanaman satu bibit per polybag. Penanaman dilakukan dengan mengangkat bibit yang berada di persemaian dengan hati-hati, kemudian ditanam pada polybag yang telah disiapkan. Setiap polybag ditanam satu bibit tanaman kailan.

2.2.3 Pemeliharaan

a. Pemupukan

Pemupukan dilakukan 1 minggu sebelum pindah tanam. Menggunakan pupuk organik *bio-slurry* dan *biochar* sesuai dosis yang digunakan. Setelah umur tanaman kailan 1 MST tanaman kailan di pupuk kembali menggunakan pupuk NPK mutiara. Pemupukan dilakukan dengan cara di tugal.

b. Penyiraman

Penyiraman dilakukan pada pagi dan sore hari menggunakan gembor.

c. Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman.

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara manual atau selain itu,

penggunaan pestisida nabati hanya pada saat diperlukan saja misalnya ketika tanaman kailan diserang ulat atau terkena penyakit. Pestisida disemprotkan didekat tanaman kailan secara merata. Waktu penyemprotan dilakukan sesuai dengan tingkat perkembangan hama, dimana penyemprotan hanya dilakukan jika gejala serangan hama sudah cukup banyak yang dapat dilihat dari bekas-bekas gigitan hama pada daun tanaman

d. Pemanenan

Pemanenan dapat dilakukan berdasarkan umur panen dan ciri-ciri fisik tanaman. Panen dilakukan setelah tanaman berumur 30 hari setelah pindah tanam atau 50 hari sejak dari pembibitan. Ciri-ciri fisik tanaman siap panen adalah berdasarkan warna, bentuk dan ukuran daun. Apabila daun terbawah sudah mulai menguning maka tanaman harus secepatnya dipanen. Hal tersebut menandakan tanaman mulai memasuki fase generatif atau segera akan berbunga. Selain itu, dapat dilihat dari daun-daun mudanya berukuran besar. Pemanenan kailan dilakukan dengan cara mencabut tanaman hingga bagian akarnya, kemudian dibersihkan dengan cara merendamnya dalam air.

2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* L.)

Daerah yang memiliki curah hujan 1000-1500 mm/tahun, cocok untuk ditanami kailan. Keadaan curah hujan berhubungan dengan ketersediaan air. Tanaman kailan dapat tumbuh di dataran tinggi hingga dataran rendah. Keadaan tanah yang baik untuk tanaman kailan adalah tanah yang gembur, banyak mengandung humus, dan memiliki drainase yang baik. pH yang sesuai untuk tanaman kailan antara 6-7 (Samadi, 2013). Apabila pH tanah di bawah 6 maka pertumbuhan tanaman kailan akan terhambat bahkan sampai mati, sedangkan apabila pH tanah di atas 7 maka akan terjadi klorosis atau daun berwarna putih kekuningan terutama daun yang masih muda.

Kailan cocok ditanam pada tanah dataran medium hingga dataran tinggi dengan ketinggian 300 – 1.900 mdpl. Suhu yang optimal untuk tanaman kailan berkisar antara 15 °C-25 °C. Tanaman kailan pada suhu yang lebih rendah maka

pertumbuhan vegetatif tanaman akan terhambat atau gejala nekrosa pada jaringan daun dan akhirnya tanaman tersebut mati, sedangkan apabila tanaman kailan ditanam pada suhu terlalu tinggi akan mengalami kelayuan akibat proses transpirasi yang terlalu besar. Tingkat kelembaban udara yang sesuai untuk tanaman kailan adalah 60-90% (Samadi, 2013).

2.3 Kandungan Gizi Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* L.)

Menurut Irianto (2012) kailan dapat dijadikan menjadi bahan makanan yang sangat menyehatkan. Kandungan gizi dalam 100 gr kailan yang dikonsumsi sehari – hari mengandung serat, vitamin A, vitamin B, vitamin C, serta Fe yang dibutuhkan oleh tubuh. Tanaman ini memiliki tekstur yang renyah dan rasa yang enak serta memiliki kandungan gizi yang baik bagi tubuh manusia. Secara garis besar, membudidayakan dan memproduksi tanaman kailan dapat meningkatkan produktivitas kerja masyarakat untuk meningkatkan potensi alam disekitar, serta dapat memenuhi sumber makanan (gizi) untuk para konsumen yang membutuhkan.

Tabel 1. Kandungan gizi per 100 gram tanaman kailan segar

Zat Gizi	Kadar	AKG (%)
Energi (kkal)	22	1
Karbohidrat (g)	3,8	1
Serat pangan (g)	2,5	10
Protein (g)	1,1	1,8
Lemak (g)	0,7	1
Vitamin A (IU)	1.638	33
Vitamin C (mg)	38,2	31
Vitamin E (mg)	0,5	2
Vitamin K (mg)	84,8	141
Asam folat (mg)	99	25
Kalsium (mg)	100	10
Mangan (mg)	0,3	13
Lutein-zeaksantin (mg)	912	
Fosfor (mg)	56	
Air (mg)	78	

Sumber: Samadi, 2013

2.4 Pupuk Organik *Bio-slurry* Cair

Bio-slurry merupakan pupuk organik yang pemanfaatannya bertujuan untuk meningkatkan kandungan organik dalam tanah, menurunkan biaya produksi pertanian dan perkebunan. *Bio-slurry* ada dua bentuk yaitu berwujud cair dan padat. *Bio-slurry* maupun kompos *bio-slurry* sebagai pupuk organik mempunyai kandungan bahan organik yang cukup tinggi yang bermanfaat untuk memperbaiki struktur tanah. Tanah yang diberi *bio-slurry* menjadi lebih gembur serta mudah mengikat nutrisi dan air serta. *Bio-slurry* juga meningkatkan populasi dan aktivitas mikro organisme tanah. Pupuk *bio-slurry* berasal dari kotoran sapi yang diproses dalam reaktor biogas. *Bio-slurry* mengandung berbagai nutrisi yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman (Singgih dan Yusmiati, 2018).

Cara pembuatan *bioslurry* cair adalah memasukkan bahan baku berupa kotoran hewan (kohe) dan air dengan jumlah yang sesuai dengan kapasitas reaktor setiap hari. Campuran kedua bahan ini akan mengalami proses pengolahan anaerobik (tanpa udara/oksigen) atau berfermentasi. Selama proses fermentasi, 30-40% zat organik pada kohe diubah menjadi biogas (yaitu metana dan karbon dioksida). Biogas ini mengalir melalui pipa menuju ke rumah pengguna dan digunakan sebagai bahan bakar memasak dan lampu. Campuran bahan baku yang sudah terfermentasi atau hilang gas metannya mengalir keluar dari reaktor melalui outlet dan overflow berwujud lumpur yang disebut "*bio-slurry*". *Bio-slurry* ini adalah bagian dari pupuk organik yang baik untuk pertanian dan aneka kegunaan lain seperti pupuk kolam ikan, campuran pakan ikan, belut, bebek, ayam dan budidaya cacing (Tim Biogas Rumah, 2014)

Kandungan rata-rata nitrogen *bio-slurry* dalam bentuk padat (kering) lebih tinggi dibandingkan dalam bentuk cair (basah) (Singgih dan Yusmiati, 2018). *Bio-slurry* mengandung unsur-unsur yang penting bagi pertumbuhan tanaman, seperti unsur makro (N, P, K, Ca, Mg, dan S) dan unsur mikro (Fe, Mn, Cu, dan Zn) yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit oleh tanaman. Selain unsur hara makro dan mikro, terdapat beberapa unsur lainnya yang terkandung dalam *bio-slurry* yaitu, asam amino, asam lemak, asam organik, asam humat, vitamin B-1, zat pengatur tumbuh auksin, sitokinin, dan antibiotik (Masi, 2015). Menurut penelitian

Abdullah (2022), menyatakan hasil bahwa *bio-slurry* 0 ton ha⁻¹ +NPK 125 kg ha⁻¹ yang diaplikasikan dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara N dalam tanah dalam jumlah yang cukup sehingga dapat mengoptimalkan pertumbuhan tanaman sawi terutama penambahan jumlah daun.

Manfaat *bio-slurry* juga dapat meningkatkan kapasitas menahan air, kapasitas tukar kation, dan mengurangi erosi tanah. Selain itu, *bio-slurry* dapat menghambat serangan hama misalnya serangan nematoda pada tanaman tomat, serta dapat menghambat pertumbuhan benih gulma. Pupuk organik *bio-slurry* sangat ramah lingkungan, tidak beracun atau tidak berbahaya dan dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik hingga 50% (Sarker, 2012).

Warnars dan Oppenoorth (2014), menyatakan bahwa *bio-slurry* memiliki pengaruh yang beragam pada tanaman tergantung dengan jenis dan kondisi tanah, iklim, dan faktor-faktor lain. Namun pemakaian *bio-slurry* akan memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Memperbaiki struktur fisik tanah sehingga tanah menjadi lebih gembur.
- b. Meningkatkan kemampuan tanah mengikat atau menahan air lebih lama yang bermanfaat saat musim kemarau.
- c. Meningkatkan kesuburan tanah.
- d. Meningkatkan aktivitas cacing dan mikro organisme “probiotik” tanah yang bermanfaat untuk tanah dan tanaman.
- e. Dapat menekan pertumbuhan gulma dan serangan hama tanaman budidaya.
- f. Dapat mempercepat proses perkecambahan.
- g. Dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas seperti peningkatan warna pada buah atau sayuran dan meningkatkan kekebalan terhadap penyakit.

2.4 Pupuk Organik *Biochar*

Pembuatan *biochar* dapat menggunakan berbagai bahan baku seperti kulit kopi (Hanisah *et al.*, 2020), kulit kakao, dan sekam padi. Sekam padi adalah salah satu limbah organik yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan pupuk *biochar*. Kelebihan sekam padi antara lain: memiliki kandungan nitrogen sebesar 1% dan kalium 2%, mampu mengikat air dan dapat dijadikan sebagai pengganti

humus untuk media tanaman. Pemberian arang sekam padi mampu meningkatkan laju pertumbuhan tinggi tanaman tomat serta menekan serangan hama penyakit.

Adapun proses pembuatan arang sekam dapat dilakukan dengan menggunakan *retort kiln* atau dengan sistem terbuka. Langkah- langkah pembuatan arang sekam dengan meng- gunakan *retort kiln* adalah sebagai berikut (Djaenudin 2007):

1. Sekam dimasukkan ke dalam drum setengah bagian sambil dipadatkan dan beri sedikit minyak tanah lalu bakar dengan memasukkan api kedalam pipa yang berada di dalam drum.
2. Masukkan kembali sekam sampai drum terisi penuh.
3. Kemudian sekam dibakar melalui lubang silindris dengan menggunakan pematik seperti koran bekas/ranting daun, pembakaran dapat dengan mudah berlangsung karena sekam dalam keadaan kering, di samping itu udara yang masuk ke dalam drum melalui mulut tungku naik ke atas sehingga proses pembakaran menjadi cepat.
4. Sekam yang terbakar sedikit demi sedikit akan jatuh ke bawah sambil dibalik- balik sehingga menjadi arang sekam.
5. Arang sekam yang telah berwarna hitam dikeluarkan menggunakan sekop.
6. Arang sekam tersebut disiram dengan air bersih, supaya arang sekam tadi tidak menjadi abu.
7. Jemur arang sekam supaya kering, kemudian masukkan ke dalam karung/plastik dan siap digunakan. Setelah arang terbentuk merata, harus dilakukan penyiraman dengan air supaya pembakaran tidak berlangsung terus yang dapat berpotensi menjadi abu.

Tabel 2. Karakteristik sifat fisik-kimia *biochar* sekam padi

Karakteristik	Nilai	Satuan
Ph	8,3	-
C-total	30,76	%
N	0,05	%
P	0,23	%
K	0,06	%
Kapasitas memegang air	40	%
Suhu pembakaran	250-350	°C

Sumber: Nurida (2014) dalam Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2015)

Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh keadaan sifat fisik tanah. Sifat fisik tanah mempengaruhi pertumbuhan akar tanaman untuk mencari air dan unsur hara. Perkembangan akar tanaman membutuhkan kondisi tanah yang gembur. Akar tanaman tidak dapat berkembang dengan baik apabila tanah mengalami pemadatan, sehingga tanaman akan terganggu dalam menyerap air dan unsur hara. Pemberian bahan organik seperti *biochar* perlu dilakukan agar dapat mengoptimalkan kualitas fisik tanah sehingga tanaman bisa tumbuh optimal (Widodo dan Kusuma, 2018). Menurut Nurida *et al.*, (2013), *biochar* sekam padi mempunyai kandungan C-organik 30.76%, sehingga *biochar* mempunyai waktu tinggal dalam tanah cukup lama dan penggunaannya sebagai pembenah tanah akan mampu mengubah sifat fisika, kimia, dan biologi tanah.

Biochar merupakan bahan padat kaya karbon hasil konservasi dari limbah organik atau biomassa pertanian melalui pembakaran tidak sempurna atau suplai oksigen terbatas (*pyrolysis*). Pembakaran tidak sempurna dapat dilakukan dengan alat pembakaran atau pirolisator dengan suhu 250-350 °C selama 1-3,5 jam, bergantung pada jenis biomassa dan alat pembakaran yang digunakan. Pembakaran juga dapat dilakukan tanpa pirolisator, tergantung pada jenis bahan baku. Kedua jenis pembakaran tersebut menghasilkan *biochar* yang mengandung karbon untuk diaplikasikan sebagai pembenah tanah. *Biochar* bukan pupuk tetapi

berfungsi sebagai pembenah tanah. Berdasarkan kandungan C-organik maka dosis pemberian *biochar* untuk setiap tanaman akan di tentukan oleh besarnya kandungan C-organik tanah (Nurida *et al.*, 2015).

2.5 Pupuk Anorganik

Pupuk yang sering digunakan oleh petani umumnya adalah pupuk kimia seperti NPK atau urea, namun pupuk organik juga masih digunakan oleh petani dengan takaran penggunaan yang relatif kecil karena bahannya mudah didapat seperti pupuk organik *bio-slurry* dan *biochar*. Pupuk anorganik merupakan pupuk sintesis yang umumnya kerap dilakukan karena dapat menyuplai tiga unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium dengan perbandingan tertentu. Fungsi N untuk tanaman sayuran yaitu sebagai penyusun protein, untuk pertumbuhan pucuk tanaman dan menyuburkan tanaman vegetatif. Fungsi P sebagai salah satu penyusun protein, dibutuhkan untuk pembentukan bunga, buah, dan biji, merangsang pertumbuhan akar menjadi memanjang dan tumbuh kuat. Unsur K berperan dalam proses metabolisme seperti fotosintesis dan respirasi (Wirayuda dan Koesriharti, 2020). Aspek ekologi dari penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus dikhawatirkan berdampak buruk bagi lingkungan dan kualitas tanah. Kholidin (2015), menyatakan bahwa dosis pupuk NPK 200 kg/ha menunjukkan pertumbuhan dan hasil yang terbaik pada sawi hijau dengan produksi sebesar 294,97 g/ton.

2.6 Sejarah Media Tanah Pertanaman Pertama

Lahan yang digunakan pada penelitian ini merupakan lahan bekas penelitian Nurhidayah (2023) dengan perlakuan dosis pupuk *bio-slurry* cair 0,25, 50, dan 75 l/ha, dan perlakuan dosis *biochar* 0 ton/ha, 5 ton/ha, dan 10 ton/ha. Penggunaan lahan sebelumnya, lahan diolah dengan media yang digunakan untuk penanaman yaitu campuran tanah dengan pupuk kandang (1:1) 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. Penelitian menggunakan pupuk anorganik dengan dosis yang digunakan adalah 3 g/tanaman. Beberapa penelitian memperlihatkan bahwa apli-

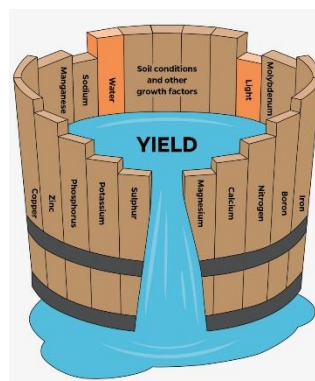
kasi pupuk organik maupun anorganik dapat menyisakan residu pada tanah. Residu pupuk kandang kambing dapat meningkatkan produksi daun kacang tunggak yang berarti akan meningkatkan penerimaan cahaya matahari serta akan meningkatkan fotoasimilat yang dapat meningkatkan hasil biji kacang tunggak (Imthiyas dan Seran, 2017). Residu pupuk NPK dapat memberikan pengaruh positif pada kandungan unsur hara dan pertumbuhan tanaman serta aktivitas mikrob di dalam tanah jika diberikan dalam dosis yang sesuai. Dengan demikian, dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan setengah dosis dari perlakuan sebelumnya yaitu perlakuan dosis pupuk *bio-slurry* cair 0 l/ha, 12,5 l/ha, 25 l/ha dan 37,5 l/ha. Sedangkan, perlakuan dosis *biochar* 0 ton/ha, 2,5 ton/ha, dan 5 ton/ha. Pupuk anorganik yang digunakan pada penelitian ini adalah $\frac{1}{5}$ g/tanaman. Hasil penelitian Teixeira *et al.* (2016) menyatakan bahwa efek residu perlakuan pupuk NK + kapur dan residu pupuk NK menunjukkan hasil yang lebih baik pada hasil biji, jumlah polong isi per tanaman, jumlah biji per polong, dan bobot kering tanaman kacang tunggak.

2.9 Kebutuhan Hara Tanaman

Pemupukan merupakan suatu kegiatan menambahkan unsur hara ke dalam tanah yang diharapkan dapat menyuburkan tanah. Tujuan dari pemupukan adalah memberikan unsur makro dan mikro yang tidak terdapat di dalam tanah sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Selain itu, pemberian pupuk dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Penggunaan pupuk organik yang dikombinasikan dengan pupuk kimia akan mengoptimalkan pertumbuhan. Menurut hukum minimum Liebig bahwa pertumbuhan tanaman akan optimal jika semua unsur hara yang diperlukan tersedia, sedangkan ketersediaan unsur hara secara keseluruhan dan optimum selanjutnya ditentukan oleh salah satu unsur yang keberadaannya minimum atau terbatas (Yunas, 2018). Pada dasarnya konsep hukum minimum dikembangkan untuk tanaman pertanian guna meningkatkan hasil panen. Liebig merumuskan hukum ini hanya terhadap nutrisi tanaman yang diantaranya:

1. Pertumbuhan dibatasi oleh unsur hara yang disediakan, setidaknya cukup bagi yang dibutuhkan oleh tanaman.
2. Pertumbuhan sebanding dengan ketersediaan unsur hara yang terbatas.
3. Pertumbuhan tidak dapat ditingkatkan melalui penambahan unsur hara lain yang bukan merupakan faktor pembatas.

Pada intinya, hukum tersebut menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman dibatasi oleh satu dan hanya satu unsur hara pada satu waktu tertentu. Hal ini terjadi setelah tanaman memerlukan satu unsur hara pembatas tersebut dan di sisi lain unsur hara lain kemungkinan menjadi terbatas. Liebig menggunakan sebuah tong (*barrel*) untuk mengilustrasikan hukumnya. Kini ilustrasi ini dikenal dengan nama “*Liebig’s barrel*” (Farrior *et al.* 2013). 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. Kemudian biomasa tanaman digambarkan oleh level air di dalam tong. Pertumbuhan dibatasi oleh tinggi dari papan yang paling pendek yaitu ketersediaan unsur hara yang paling sedikit. Tong akan menahan air lebih banyak jika dilakukan peningkatan terhadap tinggi papan (unsur hara yang menjadi pembatas). Apabila papan yang terpendek ditambahkan atau menjadi lebih panjang daripada papan yang lain maka hal ini akan mengubah status unsur hara yang paling sedikit, dan pertumbuhan tanaman tidak akan meningkat sampai unsur hara yang paling sedikit tersebut ditingkatkan (Gambar 2).



Gambar 2. Ilustrasi hukum minimum Liebig (Farrior *et al.* 2013)

1.10 Pengeringan Tanaman Sayur pada Oven

Pengeringan mempunyai pengertian yaitu aplikasi pemanasan melalui kondisi yang teratur, sehingga dapat menghilangkan sebagian besar air dalam suatu bahan dengan cara diuapkan (Muarif, 2013). Dalam menggunakan pengeringan secara mekanis, tinggi rendahnya suhu harus mendapat perhatian karena penggunaan suhu yang terlalu rendah ataupun terlalu tinggi dapat menyebabkan kandungan bahan organik yang terdapat dalam sayuran menjadi berkurang. Pengeringan bahan hasil pertanian menggunakan aliran udara pengering yang baik adalah antara 45° C sampai 80° C. Hasil penelitian Winangsih, *et. al* (2013), menyatakan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan berpengaruh pula pada lama pengeringan. Semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin cepat proses transpirasi, hal ini ditunjukkan pada pengeringan oven di mana suhu yang digunakan lebih tinggi sehingga mempengaruhi air dalam bahan dan semakin singkat pula waktu yang dibutuhkan untuk menjadikan kadar air lebih rendah.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Waktu pelaksanaan penelitian ini dimulai dari bulan Februari sampai dengan April 2023. Penelitian dilaksanakan di Labuhan Ratu, Kecamatan Kedaton, Bandar Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Peralatan 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 dari PT. East West Seed, tanah, sekam, pupuk *bio-slurry* cair, *biochar*, pupuk NPK 16-16-16, pestisida nabati, dan air.

3.3 Metode Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan rancangan faktorial (4 x 3) dengan tiga kali ulangan, terdapat 36 satuan percobaan dan tiap petakan terdiri dari 3 tanaman. Pertama adalah dosis pupuk organik *bio-slurry* cair yang terdiri dari 4 taraf yaitu: 0 (A₀), 12,5 (A₁), 25 l/ha (A₂), dan 37,5 l/ha (A₃). Faktor kedua adalah dosis *biochar* (B) yang terdiri dari 3 taraf yaitu 0 (B₀), 2,5 (B₁), dan 5 ton/ha (B₂). Berikut ini merupakan tabel kombinasi perlakuan dalam penelitian yang akan dilakukan

Tabel 3. Kombinasi perlakuan dalam penelitian

Dosis <i>Biochar</i> (B)	<i>Bio-slurry</i> Cair (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* cair dengan dosis berturut-turut 0 l/ha, 12,5 l/ha, 25 l/ha, dan 37,5 l/ha

B₀, B₁, B₂ : *Biochar* dengan dosis berturut-turut 0 ton/ha, 2,5 ton/ha, dan 5 ton/ha

Homogenitas ragam diuji dengan Uji *Bartlett*, dan aditifitas data diuji dengan uji *Tukey*, apabila asumsi terpenuhi, data kemudian dianalisis dengan sidik ragam. Perbedaan nilai tengah perlakuan akan diuji dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Penyemaian Benih Kailan

Media semai yang digunakan pada penyemaian adalah campuran tanah dan cocopeat dengan perbandingan volume 1:1. Media tanam yang sudah tercampur dimasukkan ke dalam tray semai. Setelah itu, benih kailan disemai dengan cara dimasukkan satu persatu benihnya ditempat penyemaian. Benih semaian kailan siap dipindah tanam setelah terbentuk 3-4 helai daun. Berikut merupakan persemaian benih pada tray semai (Gambar 3)



Gambar 3. Penyemaian benih kailan pada tray semai

3.4.2 Perlakuan Penelitian Sebelumnya

Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian Nurhidayah (2023) dengan menggunakan setengah dosis, pada penelitian sebelumnya menggunakan dosis *bio-slurry* cair yang diaplikasikan untuk setiap polybag pada taraf dosis yaitu 0, 25, 50, dan 75 l/ton. *Biochar* yang diaplikasikan untuk setiap polybag pada taraf masing-masing yaitu 0, 5, dan 10 ton/ha.

3.4.3 Persiapan Media Tanam dan Aplikasi Pupuk

Langkah awal yang dilakukan dalam persiapan media tanam yaitu mengemburkan tanah dan mencampurkan tanah dengan *biochar* sesuai perlakuan yaitu 0 ton/ha yaitu 0 gram/polybag, 2,5 ton/ha yaitu 7,85 gram/polybag, dan 5 ton/ha yaitu 15,71 gram/polybag dan dimasukkan ke dalam polybag. *Bio-slurry* cair diaplikasikan dengan cara dikocor sesuai taraf konsentrasi masing-masing yaitu 0 ml/l yaitu 0 ml/polybag, 12,5 ml/l yaitu 3 ml/polybag, 25 ml/l yaitu 6 ml/polybag, dan 37,5 ml/l yaitu 9 ml/polybag. Persiapan media tanam dan aplikasi pupuk dilakukan pada 1 minggu sebelum tanam (Gambar 4). Dosis pupuk organik *bio-slurry* cair dan *biochar* untuk setiap polybag dihitung menggunakan cara sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan Pupuk} = \frac{\text{Luas Polybag}(\text{m}^2) \times \text{Dosis Pupuk}}{\text{Luas 1 hektar} (\text{m}^2)}$$



Gambar 4. Aplikasi pupuk organik a) penakaran dosis pupuk *bio-slurry* cair b) pelarutan pupuk *bio-slurry* cair dalam air c) pengaplikasian pupuk organik *bio-slurry* cair d). pengaplikasian *biochar*

Tabel 4. Hasil analisis tanah awal dan *bio-slurry* cair

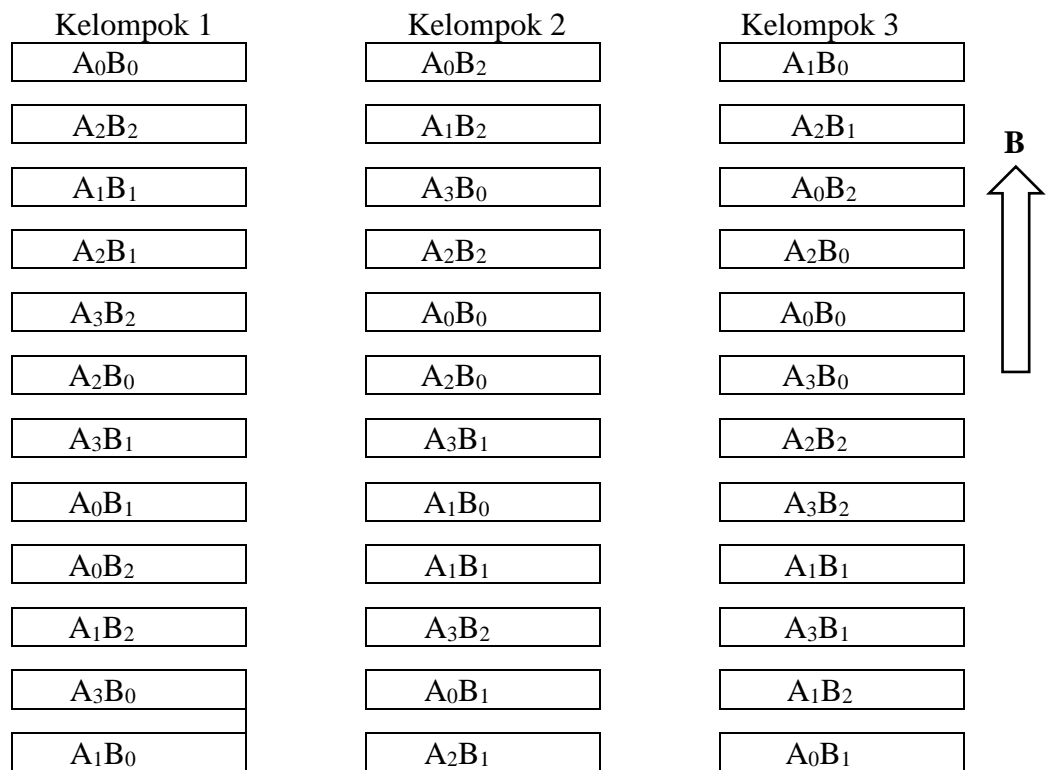
No	Parameter	Kandungan Hara	
		Tanah Awal	<i>Bio-slurry</i> cair
1	pH H ₂ O	6,35	6,41
2	pH KCL	5,63	
3	% C-organik	6,78	0,12
4	% Nitrogen	0,51	0,09
5	P potensial (mg P ₂ O ₅ /100 g)	227,82	0,06
6	K Potensial (mg K ₂ O/100 g)	64,67	0,12

Sumber: Nurhidayah (2023)

Keterangan: Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Penguji Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung, menggunakan metode Elektrometri/pH Meter (pH); Walkley&Black, Spektrofotometri (C Organik); Kjeldahl, Titrasiometri (Nitrogen); Spektrofotometri (P Potensial); AAS (K Potensial).

3.4.4 Pembuatan Petak Percobaan

Tata letak petak percobaan dibuat menjadi 3 kelompok. Setiap kelompok terdapat 12 perlakuan, setiap perlakuan menggunakan 3 polybag dengan setiap perlakuan terdapat satu tanaman. Jadi, seluruh tanaman yang digunakan berjumlah 108 tanaman. Masing-masing polybag diberi label menggunakan spidol sesuai dengan perlakuan yang telah ditetapkan dan disusun secara acak. Susunan tata letak percobaan dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Denah tata letak petak penelitian

Keterangan:

A₀B₀ = Dosis *bio-slurry* cair dosis 0 l/ha + *biochar* konsentrasi 0 ml/l

A₁B₀ = Dosis *bio-slurry* cair dosis 12,5 l/ha + *biochar* konsentras 0 ml/l

A₂B₀ = Dosis *bio-slurry* cair dosis 25 ml/ha *biochar* konsentrasi 0 ml/l

A₃B₀ = Dosis *bio-slurry* cair dosis 37,5 l/ha *biochar* konsentrasi 0 ml/l

A₀B₁ = Dosis *bio-slurry* cair dosis 0 l/ha + *biochar* konsentrasi 2,5 ml/l

A₁B₁ = Dosis *bio-slurry* cair dosis 12,5 l/ha + *biochar* konsentrasi 2,5ml/l

A₂B₁ = Dosis *bio-slurry* cair dosis 25 l/ha + *biochar* konsentrasi 2,5ml/l

A₃B₁ = Dosis *bio-slurry* cair dosis 37,5 l/ha + *biochar* konsentrasi 2,5ml/l

A₀B₂ = Dosis *bio-slurry* cair dosis 0 l/ha + *biochar* konsentrasi 5 ml/l

A₁B₂ = Dosis *bio-slurry* cair dosis 12,5 l/ha + *biochar* konsentrasi 5 ml/l

A₂B₂ = Dosis *bio-slurry* cair dosis 25 l/ha + *biochar* konsentrasi 5 ml/l

A₃B₂ = Dosis *bio-slurry* cair dosis 37,5 l/ha + *biochar* konsentrasi 5 ml/l

3.4.4 Penanaman

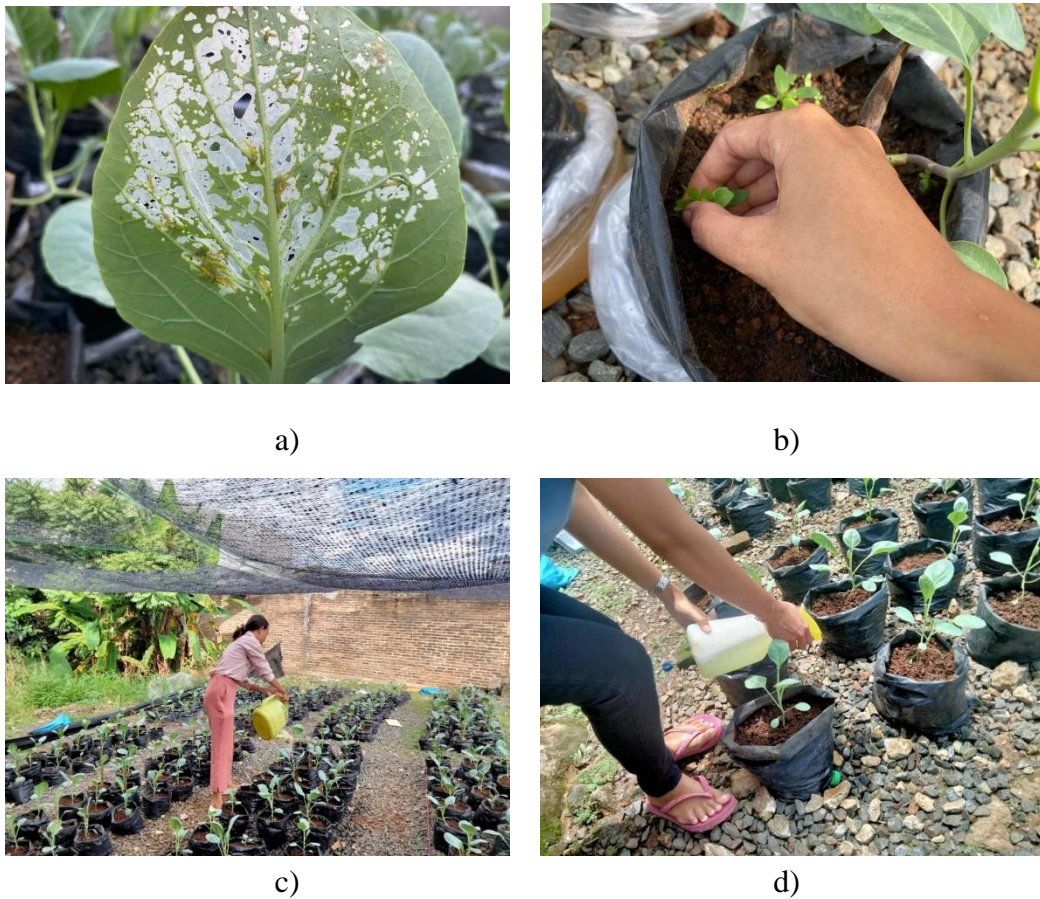
Penanaman dilakukan setelah bibit kailan membentuk 3-4 helai daun (Gambar 6). Setiap semaian dipindahkan ke dalam polybag dengan satu tanaman per polybag. Selanjutnya, polybag disusun dengan jarak antar polybag 10 cm dan jarak antar kelompok 30 cm.



Gambar 6. Penanaman a) bibit kailan membentuk 3-4 helai daun setelah semai siap pindah tanam b) penanaman bibit kailan

3.4.5 Pemeliharaan Tanaman

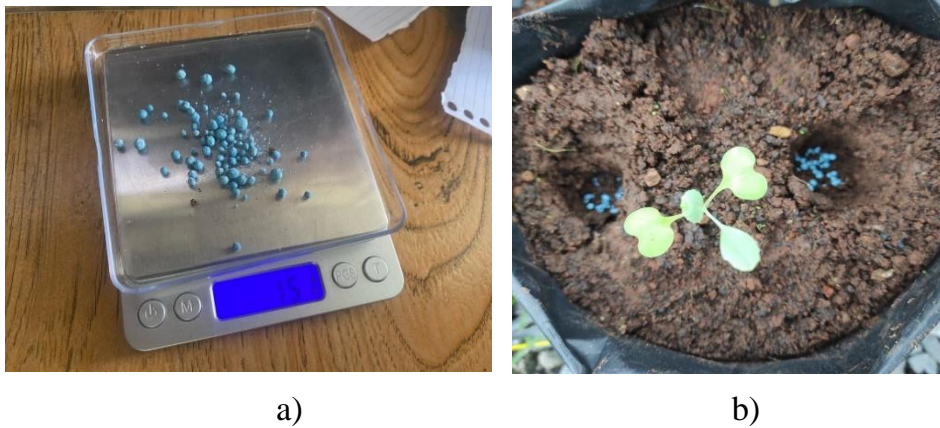
Pemeliharaan tanaman kailan meliputi penyiraman, penyulaman, penyiangan gulma, pembumbunan, dan pengendalian hama serta penyakit. Penyiraman dilakukan pada pagi dan sore hari dengan alat penyiram (gembor). Penyulaman dilakukan apabila tanaman kailan yang ditanam tumbuh tidak sempurna atau tanaman mati. Umur maksimal untuk penyulaman adalah satu minggu. Penyiangan gulma dilakukan dengan cara pengendalian manual yaitu mencabut gulma yang tumbuh menggunakan tangan. Pembumbunan bertujuan untuk menjaga tanaman agar tumbuh tegak dan kokoh. Pembumbunan dilakukan dengan cara menggemburkan tanah di sekitar batang dan menimbunnya pada pangkal batang. Pengendalian hama dan penyakit, diawali dengan pemilihan benih yang resisten terhadap hama dan penyakit. Apabila tanaman terserang hama maka dilakukan pengendalian secara mekanis dengan memungut hama secara manual menggunakan tangan dan mengaplikasikan pestisida nabati (Gambar 7).



Gambar 7. Pemeliharaan tanaman kailan a) pengendalian hama ulat b) mencabut gulma c) penyiraman d) aplikasi pestisida nabati

3.4.6 Pengaplikasian Pupuk Anorganik

Pupuk anorganik yang digunakan adalah pupuk NPK majemuk 16:16:16 yang diaplikasikan 1 minggu setelah pindah tanam dengan dosis yang digunakan adalah 1,5 g/tanaman. Pupuk NPK majemuk diaplikasikan dengan cara ditugal pada bagian sisi kiri dan kanan tanaman sedalam 3 cm dengan jarak 5 cm (Gambar 8).



Gambar 8. Aplikasi pupuk anorganik a) penimbangan pupuk NPK sebanyak 1,5 g
b) pengaplikasian pupuk NPK umur 1 MST

3.4.7 Pemanenan

Panen dilakukan saat tanaman kailan berumur 6 MST (Minggu Setelah Tanam), dengan kriteria daun masih berwarna hijau dan tanaman masih dalam kondisi baik. Seluruh bagian tanaman kailan dipanen termasuk akarnya. Panen dilakukan dengan cara merobek polybag dengan gunting, kemudian tanahnya digemburkan dan akar tanaman dibersihkan menggunakan air (Gambar 9).



Gambar 9. Pemanenan a) perobekan polybag b) pencucian akar tanaman kailan

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Analisis Tanah

Analisis tanah dilakukan sebelum dan sesudah penanaman tanaman kailan. 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.

3.5.2 Tinggi Tanaman (cm)

Pengukuran dilakukan pada setiap minggu setelah pindah tanam dengan cara mengukur tanaman kailan dari daun pertama yang muncul hingga titik tumbuh menggunakan penggaris (Gambar 10). Tanaman yang diukur adalah seluruh tanaman yang digunakan. Ukuran tinggi yang digunakan adalah centimeter (cm).



Gambar 10. Pengukuran tinggi tanaman kailan

3.5.3 Jumlah Daun (helai)

Pengamatan jumlah daun dilakukan setiap minggu setelah tanam dimulai dari daun pertama muncul hingga panen (Gambar 11). Pengamatan jumlah daun dilakukan pada seluruh tanaman.



Gambar 11. Perhitungan jumlah daun tanaman kailan

3.5.4 Luas Daun (cm^2)

Luas daun diukur dengan cara konstanta dengan menggambar daun pada kertas millimeter blok dengan panjang dan lebar daun pada sampel (Gambar 12).

Sampel yang digunakan sebanyak 6 tanaman kailan. Luas daun yang diukur yaitu daun terlebar. Pengamatan luas daun dilakukan pada tanaman sampel dan diukur saat tanaman kailan berumur 6 MST. Rumus luas daun sebagai berikut:

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



Gambar12. Pengukuran luas daun tanaman kailan menggunakan kertas millimeter blok

3.5.5 Tingkat Kehijauan Daun

Pengukuran tingkat kehijauan daun menggunakan SPAD (*Soil Plant Analysis Development*) (Gambar 13). Penggunaan SPAD dapat memudahkan dalam pengukuran tingkat kehijauan daun yang disebabkan oleh kandungan klorofil

daun. Terdapat tiga titik yang diukur mulai dari pangkal daun, tengah daun, dan ujung daun. Daun yang diukur tingkat kehijauannya adalah daun terlebar.



Gambar 13. Pengukuran tingkat kehijauan daun tanaman kailan

3.5.6 Diameter Batang (mm)

Diameter batang yang diukur adalah bagian batang yang terbesar pada semua populasi tanaman menggunakan jangka sorong dengan satuan millimeter (mm) yang dilakukan sebelum pemanenan (Gambar 14).



Gambar 14. Pengukuran diameter batang tanaman kailan

3.5.7 Panjang Petiole Daun (cm)

Petiole daun yang diukur adalah petiole daun terlebar pada semua populasi tanaman yang dilakukan sebelum pemanenan menggunakan penggaris dengan satuan centimeter (cm) (Gambar 15).



Gambar 15. Pengukuran panjang *petiole* tanaman kailan

3.5.8 *Bobot Segar Tajuk (gram)*

Bobot segar tajuk tanaman (sampel) diukur dengan cara menimbang bagian batang dan daun tanpa akar tanaman waktu panen pada saat tanaman berumur 6 MST (Gambar 16).



Gambar 16. Penimbangan bobot segar tajuk tanaman kailan

3.5.9 *Bobot Segar Akar Tanaman (gram)*

Pengukuran dilakukan dengan cara menimbang bagian akar tanaman sampel yang telah dipotong dan dibersihkan menggunakan timbangan analitik (Gambar 17).



Gambar 17. Penimbangan bobot kering akar tanaman kailan

3.5.10 Bobot kering Tajuk (gram)

Bobot kering tajuk tanaman (sampel) didapatkan setelah proses pengovenan pada suhu 80° selama 4x24 jam yang kemudian brangkasan ditimbang menggunakan timbangan analitik (Gambar 18).

3.5.11 Bobot Kering Akar (gram)

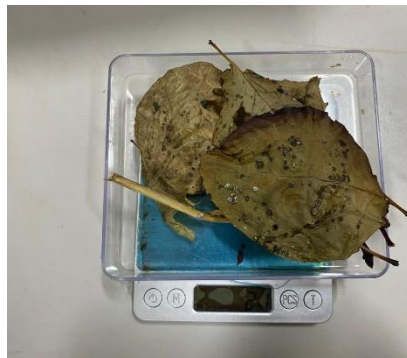
Bobot kering akar diperoleh dengan menimbang hasil akar yang telah dioven selama 4x24 jam pada suhu 80°C menggunakan timbangan analitik (Gambar 18)



a)



b)



c)



d)

Gambar 18. Pengeringan tanaman kailan a) pengovenan tanaman kailan b) pengaturan suhu oven c) penimbangan bobot kering tajuk tanamana d) penimbangan bobot kering akar tanaman

V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dosis pupuk organik *bio-slurry* cair 37,5 l/ha meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kailan yaitu diameter batang dan bobot segar tajuk lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa *bio-slurry* cair, 12,5 l/ha dan 25 l/ha. Pengaruh dosis pupuk organik *bio-slurry* cair 37,5 l/ha menghasilkan bobot segar tajuk sebesar 84,62 g sedangkan tanpa *bio-slurry* cair (67,52 g), 12,5 l/ha (79,40 g), dan 25 l/ha (75,89 g).
2. Dosis *biochar* 5 ton/ha menunjukkan pertumbuhan dan produksi tanaman kailan yaitu tinggi tanaman, diameter batang, dan bobot segar akar lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa *biochar* dan 2,5 ton/ha. Pemberian *biochar* 5 ton/ha meningkatkan tinggi tanaman 22, 55 cm lebih tinggi dibandingkan tanpa *biochar* (17,82 cm) dan 2,5 ton/ha (20,91 cm).
3. Pengaruh dosis pupuk organik *bio-slurry* cair 12,5 l/ha dengan tanpa *biochar* menunjukkan bobot segar akar (3,71 g) dan bobot kering akar (1,09 g) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan pada kontrol (tanpa *bio-slurry* dan *biochar*) sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kailan.

5.2 Saran

Penulis menyarankan dalam pengaplikasian pupuk organik *bio-slurry* cair diberikan beberapa kali, sehingga penyerapan unsur hara dari pupuk oleh tanaman kailan lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Y., Rosna, M. O dan Adjan. 2022. Respon tanaman sawi akibat pemberian pupuk organik *bio-slurry* dengan penambahan NPK. *Jurnal Partner*. 2(4): 487-495.
- Bahri, S., Juanda, R. B., dan Maulida, H. 2018. Pengaruh jenis *biochar* dan pupuk ZA terhadap pertumbuhan dan produksi tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Jurnal Penelitian*. 5(2): 46-60.
- Adi, M. Sumiar, H. dan Rizal, A. 2017. Pengaruh pemberian *biochar* dan pupuk bregadium terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L.). *J. Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*. 1 (2) :10-20
- Amaliah, S. 2012. Penggunaan berbagai media tanaman terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman brokoli (*Brassica oleracea* varitalica) dan baby kailan (*Brassica oleracea*). *Jurnal Wahana*. 2(1): 10-16.
- Andhika, R., dan Sugiono, D. 2017. Karakteristik agronomis tanaman tailan (*Brassica oleraceae* L. var. *acephala*) kultivar full white 921 akibat jenis media tanam organik dan nilai EC (*Electrical Conductivity*) pada hidroponik sistem wick. *Jurnal Agrotek*. 2(1): 25–33.
- Annisava, A. R. 2013. Optimalisasi pertumbuhan dan kandungan vitamin C kailan (*Brassica alboglabra* L.) menggunakan bokashi dan ekstrak tanaman terfermentasi. *Jurnal Tropika*. 3(2): 1–10.
- Badan Pusat Statistik. 2021. *Statistical Yearbook of Indonesia*. BPS-Statistic Indonesia. Jakarta.
- Banurea, A. J. 2021. Respon pertumbuhan dan produksi tanaman kailan (*Brassica oleraceae* L.) terhadap pemberian pupuk kandang sapi dan NPK 16:16:16. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 1(4): 1-4.
- Bahri, S., Juanda, B. R., dan Maulida, H. 2018. Pengaruh jenis *biochar* dan pupuk Za terhadap pertumbuhan dan produksi tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Jurnal Penelitian Agrosamudra*. 5(2): 46-60.

- Dewi, A. F., Widyasunu, P., dan Maryanto, J. 2021. Distribusi unsur hara kalium tanah dan kadarnya pada tanaman padi sawah di Wilayah SubDas Serayu Hilir Kecamatan Sampang Kabupaten Cilacap. *Jurnal Proceedings Series on Physical dan Formal Sciences*. 2(4): 117-123.
- Dewanto, F., Londok, J., Tuturoong, R dan Kaunang, W. 2017. Pengaruh pemupukan organik terhadap produksi tanaman jagung sebagai sumber pakan. *Jurnal Zootek*. 32(5): 1-8.
- Edy, A., Sari, K.P.R., dan Pujisiswanto, H. 2021. Pengaruh dosis pupuk organik *bio-slurry* cair dan waktu aplikasi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Agrotropika*. 20(1): 17-27.
- Endriani, Sunarti dan Ajidirman. 2013. Pemanfaatan *biochar* cangkang kelapa sawit sebagai soil amandement ultisol Sungai Bahar Jambi. *J. Penelitian Univeritas Jambi Seri Sains*. 15(1):39-46.
- Fahmi, A., Syamsudin., S. Utami dan Radjaguguk. 2010. Pengaruh interaksi hara nitrogen dan fosfor terhadap pertumbuhan jagung (*Zea mays* L.) pada tanah regosol dan latosol. *Jurnal Berita Biologi*. 10 (3): 297 – 304.
- Falaq, A. F., Juanda, R. B dan Siregar, S.D. 2020. Respon pertumbuhan dan hasil tanaman terung (*Solanum melongena* L.) terhadap dosis pupuk organik cair GDM dan pupuk organik padat. *Jurnal Penelitian*. 7(2): 1-13.
- Farrior CE, Tilman D, Dybzyński R, Reich PB, Levin SA, Pacala SW. 2013. *Resource Limitation in a Competitive Context Determines Complex Plant Responses to Experimental Resource Additions*. Ecological Society of America (in press). America.
- Gani, A. 2009. Potensi arang hayati *biochar* sebagai komponen teknologi perbaikan produktivitas lahan pertanian. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan*. 4(1): 33-48.
- Gomies, L., Rehatta, H., dan Nandisa, J., 2012. Pengaruh pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kubis bunga (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.). *Agrologia*. (1) 1: 13-20.
- Gonzaga, M. I. S., Mackowiak, C. L., Comerford, N. B., Moline, E. F. da V., Shirley, J. P., dan Guimaraes, D. V. 2017. Pyrolysis methods impact biosolids- derived biochar composition, maize growth and nutrition. *Soil & Tillage Research*. 165(167). 59–65.
- Gustriana, F., Rugayah, Yafizham, dan 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

- Hanisah, Evizal, R., Yelli, F. dan Sugiatno. 2020. Pengaruh formulasi *biochar* dan limbah kulit kopi terhadap pertumbuhan bibit kopi. *Jurnal Agrotropika*. 19(2): 102-109.
- Hadiyati, A. F., Slamet, W., dan 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.
- Haryadi, D., Yetti, H., dan Yoseva, S. 2015. Pengaruh pemberian beberapa Jenis pupuk terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kailan (*Brassica alboglabra* L.). *Jom Faperta*. 2(2):147-157.
- Imthiyas, M.S.M dan Seran, T. H. 2017. Residual effect of goat manure and expert fertilizer treated with proceeding crop of radish (*Raphanus sativus* L.) on succeeding crop of vegetable cowpea (*Vigna unguiculata* L.). *Annals of Agricultural and Environmental Sciences*. 2(2): 1-5.
- Ippolito, J. A., D. A. Laird dan W. J. Busscher. 2012. Environmental benefits of *biochar*. *J. Environ Qual*. (41): 967 – 972.
- Irianto, 2012. Pertumbuhan Dan Hasil Kailan (*Brassica oleraceae*) Pada Berbagai Dosis Limbah Cair Sayuran. *Skripsi*. Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jambi. Jambi.
- Japakumar, J., Abdullah, R., dan Rosli, N. S. M. 2021. Effects of *biochar* and compost applications on soil properties and growth performance of *Amaranthus* sp. grown at the urban community garden. *AGRIVITA. Journal of Agricultural Science*. 43(3): 441– 453.
- Kementerian Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019. 2019. *Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah*. Menteri Pertanian Republik Indonesia. Jakarta
- Kholidin. 2015. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) terhadap Kombinasi Pupuk Organik, Anorganik dan Mulsa di Lembah Palu. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Tadulako.
- Krisnawati, D., Sugeng, T., dan Kadir, M.Z. 2014. Pengaruh aerasi terhadap pertumbuhan tanaman kailan (*Brassica oleraceae*) pada teknologi hidroponik sistem terapung di dalam dan di luar green house. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 3(3): 213-222.
- Lanna, R.G. Syafrizal, H. dan Darmansyah. 2015. *Pengaruh Pupuk Solid dan Biochar terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy (Brassica rapa L.)*. Fakultas Pertanian. Universitas Asahan.

- Las, I., Subagyo, K., dan Setiawan, A.P. 2006. Isu dan pengelolaan lingkungan dalam revitalisasi pertanian. *Jurnal Litbang Pertanian*. 25(3): 106-114.
- Marian, P., Widowati, W., dan Sumiati, A. 2018. Residu pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) periode tanam kedua. *Fakultas Pertanian*. 6(2): 10-19.
- Masi, R., Dungga, N.E., dan Yanti, C.W.B. 2015. Peningkatan kualitas produksi stroberi melalui pemanfaatan *bio-slurry* cair. *J. Agrotan*. 1(1): 45-56.
- Muarif. 2013. *Rancang Bangun Alat Pengering*. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.
- Muliandini, Y dan Rahmayanti, R. 2018. Pengaruh pemberian dosis pupuk *bio-slurry* cair terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens*). *Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*. 2(1): 34-42.
- Musnoi, A., Hutapea, S. dan Aziz, R. 2017. Pengaruh pemberian *biochar* dan pupuk bregadium terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L.). *Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*. 1(2): 160–174.
- Naiborhu, S. A. A., Barus, W. A., dan Lubis, E. 2021. Pertumbuhan dan hasil tanaman kailan dengan pemberian beberapa kombinasi jenis dan dosis pupuk bokashi. *Jurnal Ilmiah Rhizobia*. 3(1): 58-66.
- Nisa, K. 2010. *Pengaruh Pemupukan NPK Dan Biochar Terhadap Sifat Kimia Tanah, Serapan Hara, Dan Hasil Tanaman Padi sawah*. Universita Syah Kuala. Aceh.
- Nuraeni, A., Khairani, L., dan Susilawati, L. 2018. Pengaruh tingkat pemberian pupuk nitrogen terhadap kandungan air dan serat kasar *Corchorus aestuans*. *Jurnal Pasutra*. 9(1); 32-35
- Nurida, N. L., Dariah, A., dan Rachman, A. 2013. Peningkatan kualitas tanah dengan pembenah tanah *biochar* limbah pertanian. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 37(2): 69-78.
- Nurhidayah. 2023. Pengaruh Aplikasi Dosis Pupuk Organik *Bio-slurry* Cair dan *Biochar* terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* L.). *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung.
- Oktaviani, E., dan Sholihah, S. M. 2018. Pengaruh Pemberian Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleraceae* var. *Acephala*) sistem vertikultur. *Jurnal Akrib Juara*. 3(1): 63-70.

- Panataria, R. L., Sihombing, P., dan Sianturi, B. 2020. Pengaruh pemberian *biochar* dan POC terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada tanah ultisol. *Jurnal Ilmiah Rhizobia*. 2(1): 1-14.
- Purba. 2016. *Klasifikasi Tanaman Kailan*. Fakultas Pertanian USU. Medan
- Rajapaksa, A. U., Mohan, D., Igalavithana, A. D., Lee, S. S., dan Okta, Y. S. 2016. *Definitions and Fundamentals of Biochar. In Biochar Production, Characterization, and Applications*. CRC Press.
- Samadi, B. 2013. *Budidaya Intensif Kailan Secara Organik dan Anorganik*. Pustaka Mina. Jakarta.
- Sarker, A. 2012. Effect of Bio-slurry on Planted Tomato. Department of Soil Science. *Skripsi Faculty of Agriculture*. Bangladesh Agricultural University. Bangladesh.
- Sarif, P., Hadid, A., dan Wahyudi, I. 2015. Pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) akibat pemberian berbagai dosis pupuk urea. *J. Agrotekbis*. 3(5): 585-591.
- Satriawan, B. D dan Handayanto, E. 2015. Effects of *biochar* and crop residues application on chemical properties of a degraded soil of south Malang, and uptake by Maize. *Journal of Degraded Andmining Lands*. 2 (2): 271 – 281.
- Sinaga, P., Meiriani, dan Hasanah, Y. 2014. Respons pertumbuhan dan produksi kailan (*Brassica oleraceae* L.) pada pemberian berbagai dosis pupuk organik cair paitan (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray). *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 2(4): 1584-1588.
- Singgih, B. dan Yusmiati. 2018. Pemanfaatan residu ampas produksi biogas dari limbah ternak (*bio-slurry*) sebagai sumber pupuk organik. *Inovasi Pembangunan Jurnal Kelitbangan*. 6(2): 139- 148.
- Subowo, G. 2010. Strategi efisiensi penggunaan bahan organik untuk kesuburan dan produktivitas tanah melalui pemberdayaan sumberdaya hayati tanah. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 4(1): 13–25.
- Suharyatun, S., Warji., Haryanto, A., dan Anam, K. 2021. Pengaruh kombinasi *biochar* sekam padi dan pupuk organik berbasis mikroba terhadap pertumbuhan dan produksi sayuran. *Jurnal Teknotan*. 15(1): 21-26.
- Sumarni, N., Rosliani, R., Basuki, R. S., dan Hilman, Y. 2012. Respons tanaman bawang merah terhadap pemupukan fosfat pada beberapa tingkat kesuburan lahan (status P- tanah). *Jurnal Hortikultura*. 22(2): 130-138.

- Teixeira, P. E. G., Fernandes, A. R., Galvao, J. R., Pereira, W.V.S., Casanova, S. R. A., dan Filho P.P.C.A. 2016. Cowpea yield on soils with residues of NPK and natural phosphate fertilizers in succession the area of degraded pasture. *Rev. Ceres*. 63(4): 553-567.
- Tim Biogas Rumah. 2013. *Pedoman Penggunaan dan Pengawasan Pengelolaan dan Pemanfaatan Bio – Slurry*. Yayasan Rumah Energi. Jakarta. 31 hlm.
- Tim Biru. 2013. *Pedoman dan Pengguna Pengawas*. Pengelolaan dan Pemanfaatan *Bio-slurry*. Jakarta.
- Warnars, L. dan H. Oppenoorth. 2014. *Bioslurry a Supreme Fertiliser*. Deltahage.
- Widiya, D. M. M dan Lantang, B. 2017. Pelatihan pembuatan *biochar* dari limbah sekam padi menggunakan metode retort kiln. *Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*. 2(3): 129-135.
- Widodo, K. dan Kusuma, Z. 2018. Pengaruh kompos terhadap sifat fisik tanah dan pertumbuhan tanaman jagung di inceptisol. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*. 5(2): 959–967.
- Widyantika, S. D., dan Prijono, S. 2019. Pengaruh *biochar* sekam padi dosis tinggi terhadap sifat fisik tanah dan pertumbuhan tanaman jagung pada pypic kanhapludult. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*. 6(1): 1157–1163.
- Widowati. 2010. Laporan desertasi doktor: produksi dan aplikasi *biochar*/arang dalam mempengaruhi tanah dan tanaman. *Jurnal Ilmu Hayati*. 22(9): 58-68.
- Winangsih., Prishastanti, E., dan Parman, S. 2013. Pengaruh metode pengeringan terhadap kualitas simplisia lempuyang wangi (*Zingiber aromaticum* L.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 21(1): 150-160.
- Wirayuda, B. dan Koesriharti. 2020. Pengaruh pemberian pupuk organik dan pupuk anorganik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays* L. var Saccharate). *Jurnal Tanaman*. 8(2): 201-209.
- Yani, A. P. 2016. Pengaruh Limbah Cair Darah Sapi dan Pupuk Urea terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.). *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau. Pekanbaru.
- Yunus, A., Wardati., dan Ariani, E. 2018. Pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dan serapan NPK yang diberi kotoran larva kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros*) dan NPK di pembibitan utama. *Jurnal JOM*. 5(2) :7-10.

Zulaehah, I dan Suprptomo, E. 2018. Pengaruh aplikasi *bio-slurry* cair terhadap pertumbuhan bunga kol (*Brassica oleracea* var.botrytis L.) varietas dataran rendah. *Jurnal P. Bio UMS*. 161- 166

