

SKRIPSI

**APLIKASI BERBAGAI JENIS MEDIA TANAM DAN EKOENZIM
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN KALE
(*Brassica oleracea L.*)**

SINAR

105971100121



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
MAKASSAR**

HALAMAN JUDUL

**APLIKASI BERBAGAI JENIS MEDIA TANAM DAN EKOENZIM
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN KALE
(*Brassica oleracea L.*)**

SINAR

105971100121



FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

MAKASSAR

2025

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Aplikasi Berbagai Jenis Media Tanam Dan Ekoenzim
Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kale
(*Brassica oleracea L.*)

Nama : Sinar

NIM : 105971100121

Program Studi : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian



Tanggal Disetujui 30/08/2025

PENGESAHAN KOMISI PENGUJI

Judul : Aplikasi Berbagai Jenis Media Tanam Dan Ekoenzim Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kale (*Brassica oleracea L.*)

Nama : Sinar

NIM : 105971100121

Program Studi : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

Nama Tanda Tangan

1. Dr. Ir. Rosanna, M.P.
Ketua Sidang

1. 

2. Dr. Amanda Patappari Firmansyah, S.P., M.P.
Sekertaris

2. 

3. Dr. Ir. Irwan Mado, M.P.
Anggota

3. 

4. Irma Hakim, S.TP., M.Si.
Anggota

4. 

Tanggal Lulus : 30 Agustus 2025

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **Aplikasi Berbagai Jenis Media Tanam Dan Ekoenzim Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kale (*Brassica oleracea* L.)** adalah benar merupakan hasil karya yang belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Semua sumber data dan informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir skripsi ini.



Makassar, Agustus 2025

Sinar
105971100121

ABSTRAK

SINAR. 105971100121. Aplikasi Berbagai Jenis Media Tanam Dan Ekoenzim Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kale (*Brassica oleracea* L.) yang di bimbing langsung oleh **ROSANNA** dan **AMANDA PATAPPARI FIRMANSYAH**.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan interaksi berbagai jenis media tanam dan pemberian dosis ekoenzim kulit pepaya terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kale (*Brassica oleracea* L.). Penelitian ini dilaksanakan di Tirta Tani Farm di Desa Tetebaru Kecamatan Pallangga Kabupaten Gowa. Penelitian ini berlangsung mulai dari bulan Mei sampai Juli 2025. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan kombinasi perlakuan media tanam (K1 = tanah + cocopeat, K0 = tanah, K3 = tanah + cocopeat + kotoran kambing, K2 = tanah + kotoran kambing) dan ekoenzim (E0 = tanpa ekoenzim, E1 = 5 ml/ 1 liter air, E2 = 10 ml/ 1 liter air, E3 = 15 ml/ 1 liter air). Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang berangkasan, berat berangkasan, dan panjang akar.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa media tanam berpengaruh nyata terhadap semua parameter pertumbuhan. Perlakuan tanah + kotoran kambing (K2) memberikan hasil terbaik pada tinggi tanaman, jumlah daun, dan panjang akar. Pemberian ekoenzim berpengaruh positif terhadap panjang berangkasan dan berat berangkasan tanaman, dengan kombinasi K2E2 (tanah + kotoran kambing dan dosis ekoenzim 10 ml/ 1 liter air) dan K2E3 (tanah + kotoran kambing dan dosis ekoenzim 15 ml/ 1 liter air). Hal ini disebabkan kandungan unsur hara makro (N, P, K) pada pupuk kambing yang mendukung pertumbuhan vegetatif, serta peran ekoenzim dalam mempercepat dekomposisi bahan organik dan meningkatkan ketersediaan hara.

Dengan demikian, penggunaan media tanam tanah + kotoran kambing yang dikombinasikan dengan ekoenzim dosis 10 ml/ 1 liter air dan 15 ml/ 1 liter air dapat direkomendasikan sebagai teknologi budidaya untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kale.

Kata Kunci : Tanaman kale, Media tanam, Ekoenzim, Pertumbuhan dan Produksi.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Rasulullah SAW, yang syafaatnya kami harapkan. Penulisan skripsi yang berjudul “Aplikasi Berbagai Jenis Media Tanam dan Ekoenzim Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kale (*Brassica oleracea L.*) dapat diselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak dan informasi yang diperoleh dari berbagai sumber.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, baik dari segi isi maupun penyajian. Oleh karena itu, penulis sangat mengapresiasi segala saran dan kritik yang konstruktif dari berbagai pihak untuk menyempurnakan skripsi ini. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Ibunda Dr. Ir. Andi Khaeriyah, M.Pd., IPU. Selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibunda Dr. Ir. Rosanna, M.P., Ketua Program Studi Agroteknologi, Ibu Dr. Ir. Rosanna, M.P., yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan, serta dukungan baik secara administratif maupun akademik selama proses penyusunan skripsi ini
3. Kepada yang terhormat Ibunda Dr. Ir. Rosanna, M.P., selaku pembimbing utama penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang mendalam karena telah berkenan meluangkan waktu, tenaga, serta pemikiran dalam memberikan bimbingan, arahan, dan petunjuk yang

sangat berarti, sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

4. Dr. Amanda Patappari Firmansyah. S.P.,M.P., selaku dosen pembimbing pendamping, penulis menyampaikan rasa hormat terima kasih atas masukan serta koreksi yang telah diberikan demi penyempurnaan karya tulis ini.
5. Kepada Bapak/Ibu Dosen serta seluruh Staf Pengajar Jurusan Agroteknologi, penulis menyampaikan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya atas ilmu pengetahuan, arahan, serta pengalaman berharga yang telah diberikan selama masa perkuliahan. Segala ilmu dan bimbingan tersebut menjadi bekal yang sangat berarti bagi penulis dalam menyelesaikan studi serta dalam menyusun karya ilmiah ini.
6. Kepada seluruh staf Tata Usaha Fakultas/Jurusan, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan, pelayanan, serta kemudahan dalam pengurusan berbagai administrasi akademik. Dukungan dan kerjasama yang baik dari staf Tata Usaha telah sangat membantu kelancaran penulis selama menempuh studi hingga penyusunan skripsi ini.
7. Kepada orang yang sangat penting dihidup penulis bapak Agus Dg. Nuru dan Ibu Sugiati Dg. Tongi, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang tiada terhingga atas segala doa, kasih sayang, dukungan moral maupun materiil, serta pengorbanan yang tidak pernah terhitung selama ini. Tanpa restu, bimbingan, dan dorongan yang tulus dari orang tua, penulis tidak akan mampu menempuh pendidikan hingga pada tahap

penyusunan skripsi ini. Segala jerih payah, cinta, dan keikhlasan yang telah diberikan akan senantiasa menjadi motivasi terbesar dalam setiap langkah penulis.

8. Kepada seluruh keluarga tercinta, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam atas doa, kasih sayang, perhatian, serta dukungan yang telah diberikan selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini. Kehadiran keluarga sebagai sumber semangat dan motivasi menjadi kekuatan yang sangat berarti bagi penulis dalam menghadapi berbagai tantangan selama menempuh pendidikan.
9. Kepada rekan-rekan seperjuangan, yaitu Anisa, Widi, Rilian, Amanda, Iis, serta seluruh mahasiswa Agroteknologi khususnya angkatan Flos21, penulis menyampaikan terima kasih atas kebersamaan, semangat, dukungan, serta bantuan yang diberikan baik dalam kegiatan perkuliahan, penelitian di lapangan, maupun dalam proses penyusunan skripsi ini. Kehadiran dan kerja sama tersebut telah menjadi bagian penting yang memberikan warna tersendiri dalam perjalanan akademik penulis.
10. Kepada segenap pihak di Tirta Tani Farm, penulis menyampaikan terima kasih atas izin, dukungan fasilitas, serta segala bentuk bantuan yang telah diberikan sehingga kegiatan penelitian dapat terlaksana dengan baik.

Makassar, April 2025

Sinar

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PENGESAHAN KOMISI PENGUJI.....	iii
PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I. Pendahuluan.....	1
1. I.1 Latar Belakang.....	1
2. I.2 Rumusan Masalah.....	3
3. I.3 Tujuan Penelitian.....	3
I.4 Manfaat Penelitian.....	4
II Tinjauan Pustaka	5
4. 2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
5. 2.2 Tanaman Kale (<i>Brassica oleracea</i> L.).....	9
2.3 Cocopeat.....	11
2.3 Pupuk Kotoran Kambing.....	13
2.4 Ekoenzim Kulit Pepaya.....	14
6. 2.5 Kerangka Berpikir.....	17
2.6 Hipotesis	18
III. Metode Penelitian.....	19
7. 3.1 Tempat dan Waktu	19
8. 3.2 Alat dan Bahan	19
9. 3.3 Desain Penelitian.....	19
10. 3.4 Metode Penelitian.....	20
11. 3.5 Variabel pengamatan.....	23
12. 3.6 Analisis data	24

IV. Hasil dan Pembahasan	25
13. 4.1 Hasil.....	25
14. 4.2 Pembahasan	29
15. V. PENUTUP	38
16. 5.1 Kesimpulan.....	38
17. 5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	44



DAFTAR GAMBAR

<i>Nomor</i>	<i>Teks</i>	<i>Halaman</i>
1.	Gambar 1. Tanaman Kale (<i>Brassica oleracea</i> L.).....	10
2.	Gambar 2. Kerangka Berpikir Penelitian	17
3.	Gambar 3. Diagram alir panjang berangkasan	27
4.	Gambar 4. Diagram alir berat berangkasan	28
5.	Gambar 5. Diagram alir panjang akar	29



DAFTAR LAMPIRAN

<i>Nomor</i>	<i>Teks</i>	<i>Halaman</i>
1.	Lampiran 1. Lokasi Penelitian.....	45
2.	Lampiran 2. Denah Penelitian	46
3.	Lampiran 3. Jadwal Kegiatan Penelitian	47
4.	Lampiran 4. Deskripsi Kale Varietas <i>Green Dwarf Curly</i>	48
5.	Lampiran 5a. Tinggi Tanaman 7 HST	49
6.	Lampiran 5b. Tabel ANOVA Tinggi Tanaman 7 HST	49
7.	Lampiran 6a. Tinggi Tanaman 14 HST.....	50
8.	Lampiran 6b. Tabel ANOVA Tinggi Tanaman 14 HST	50
9.	Lampiran 7a. Tinggi Tanaman 21 HST	51
10.	Lampiran 7b. Tabel ANOVA Tinggi Tanaman 21 HST	51
11.	Lampiran 8a. Tinggi Tanaman 28 HST	52
12.	Lampiran 8b. Tabel ANOVA Tinggi Tanaman 28 HST	52
13.	Lampiran 9a. Tinggi Tanaman 35 HST	53
14.	Lampiran 9b. Tabel ANOVA Tinggi Tanaman 35 HST	53
15.	Lampiran 10a. Tinggi Tanaman 40 HST.....	54
16.	Lampiran 10b. Tabel ANOVA Tinggi Tanaman 40 HST	54
17.	Lampiran 11a. Tabel Jumlah Daun 7 HST	55
18.	Lampiran 11b. Tabel ANOVA Jumlah Daun 7 HST	55
19.	Lampiran 12a. Jumlah Daun 14 HST	56
20.	Lampiran 12b. Tabel ANOVA Jumlah Daun 14 HST	56

21. Lampiran 13a. Jumlah Daun 21 HST	57
22. Lampiran 13b. Tabel ANOVA Jumlah Daun 21 HST	57
23. Lampiran 14a. Jumlah Daun 28 HST.....	58
24. Lampiran 14b. Tabel ANOVA Jumlah Daun 28 HST	58
25. Lampiran 15a. Jumlah Daun 35 HST	59
26. Lampiran 15b. Tabel ANOVA Jumlah Daun 35 HST	59
27. Lampiran 16a. Berat Berangkasan	60
28. Lampiran 16b. Tabel ANOVA Berat Berangkasan	60
29. Lampiran 17a. Panjang Berangkasa	61
30. Lampiran 17b. Tabel ANOVA Panjang Berangkasan.....	61
31. Lampiran 18a. Panjang Akar	62
32. Lampiran 18b. Tabel ANOVA Panjang Akar.....	62
33. Lampiran 19. Dokumentasi Penelitian.....	63
34. Lampiran 20. Hasil Analisis Uji Lab Kotoran Kambing dan Ekoenzim Kulit Pepaya	74
35. Lampiran 21. Hasil Turnitin BAB	75
36. Lampiran 22. Hasil Turnitin BAB II	76
37. Lampiran 23. Hasil Turnitin BAB III	77
38. Lampiran 24. Hasil Turnitin BAB IV	78
39. Lampiran 25. Hasil Turnitin BAB V.....	79

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kale (*Brassica oleracea* L.) merupakan jenis Sayuran ini termasuk dalam kelompok kubis-kubisan dan diduga berasal dari kawasan Mediterania timur atau Asia. Penyebarannya cukup luas di daerah asalnya, bahkan kini dapat dijumpai tumbuh di wilayah pesisir Eropa Utara maupun Inggris. (Putra, 2021). Kale adalah jenis sayuran musiman yang memiliki siklus hidup singkat, yakni 40 hingga 50 hari sejak penanaman benih (Utama *et al.*, 2021). Kale berpotensi besar untuk dibudidayakan di Indonesia karena selain bernilai ekonomi tinggi, sayuran ini juga kaya akan nutrisi yang bermanfaat bagi kesehatan. (Siregar, 2022).

Kandungan vitamin C yang terdapat pada tanaman kale berkisar 77-133 mg/100 g (Natanael, 2021) dan juga memiliki kandungan karbohidrat dan lemak yang lebih rendah dibandingkan bayam hijau (*Amaranthus hybridus*), yakni hanya mengandung 2,36% karbohidrat dan 0,26% lemak, sehingga kerap dimanfaatkan sebagai pilihan dalam program penurunan berat badan atau diet. (Emebu & Anyika, 2011). Kandungan nutrisi serta manfaat kesehatan yang dimiliki kale membuatnya bernilai ekonomi tinggi, dengan harga mencapai Rp. 37.000 per 200 gram, dan umumnya dipasarkan kepada konsumen dari kalangan menengah ke atas. (Setiawan, 2021).

Luas lahan pertanian di Indonesia terus mengalami penurunan akibat alih fungsi lahan. Untuk mengatasi keterbatasan ini, dikembangkan teknologi budidaya tanaman di lahan sempit yang tetap mampu menghasilkan panen sesuai kebutuhan masyarakat, salah satunya melalui penggunaan polybag. Metode tanam

dengan polybag sangat sesuai diterapkan di pekarangan sempit, karena dapat menjadi alternatif bagi mereka yang memiliki keterbatasan lahan atau kondisi tanah yang kurang mendukung (Sri Suwarni, 2024).

Salah satu upaya untuk meningkatkan hasil produksi sayuran, menekan biaya, dan menambah nilai ekonomi adalah dengan menggunakan pupuk yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan optimal tanaman. Penggunaan pupuk organik menjadi pilihan yang efektif dan ekonomis. Selain itu, keberadaan bahan organik memiliki peran yang signifikan dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, sehingga mampu meningkatkan tingkat kesuburan tanah (Febriqa Nurjahratul, 2023).

Sabut kelapa (cocodust) memiliki potensi yang besar untuk dijadikan sebagai media tanam organik. Jika dibandingkan dengan tanah, media tanam berbasis organik umumnya lebih ringan, tidak mengandung patogen, serta lebih higienis. Secara fisik, cocopeat memiliki struktur berpori dan mampu menahan air dalam jumlah besar. Selain itu, cocopeat diketahui mengandung karbon organik yang cukup tinggi, meskipun juga mengandung zat tanin yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. (Kamaluddin *et al.*, 2022).

Ekoenzim merupakan inovasi di bidang pertanian yang berpotensi meningkatkan produktivitas tanaman secara berkelanjutan. Cairan hasil fermentasi limbah organik ini mengandung berbagai mikroorganisme menguntungkan, senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekoenzim berperan dalam mendukung pertumbuhan tanaman. (Ashari *et al.*, 2024). Penggunaan ekoenzim berkontribusi dalam meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki struktur media tanam, serta

memperkuat daya tahan tanaman terhadap serangan penyakit. Selain itu, ekoenzim menjadi solusi alternatif untuk mengurangi penggunaan pupuk dan pestisida kimia yang dapat membahayakan lingkungan. Beragam penelitian menunjukkan bahwa ekoenzim dapat mendorong pertumbuhan vegetatif, mempercepat transisi ke fase generatif, dan meningkatkan jumlah hasil panen (Ariani, 2025).

Berdasarkan gambaran singkat diatas maka akan dilakukan penelitian yang berjudul “Aplikasi Berbagai Jenis Media Tanam dan Ekoenzim Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kale (*Brassica oleracea* L.).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh berbagai jenis media tanam terhadap pertumbuhan dan produksi Tanaman Kale (*Brassica oleracea* L.).
2. Bagaimana pengaruh dosis ekoenzim terhadap pertumbuhan dan produksi Tanaman Kale (*Brassica oleracea* L.).
3. Bagaimana pengaruh interaksi antar jenis media tanam dan Ekoenzim terhadap pertumbuhan dan produksi Tanaman Kale (*Brassica oleracea* L.).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui bagaimana dosis cocopeat dan Ekoenzim terhadap Tanaman Kale (*Brassica oleracea* L.) :

1. Mengetahui pengaruh berbagai jenis media tanam terhadap pertumbuhan dan produksi Tanaman Kale (*Brassica oleracea* L.).
2. Mengetahui pengaruh dosis Ekoenzim terhadap pertumbuhan dan produksi Tanaman Kale (*Brassica oleracea* L.).

3. Mengetahui pengaruh interaksi antar jenis media tanam dan Ekoenzim terhadap pertumbuhan dan produksi Tanaman Kale (*Brassica oleracea* L.).

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi :

1. Manfaat Penelitian bagi peneliti adalah mendapatkan pengalaman baru serta menghasilkan temuan baru yang diharapkan bisa menjadi rujukan dan referensi bagi peneliti lain.
2. Manfaat penelitian bagi masyarakat yaitu diharapkan dapat menjadi solusi dari permasalahan yang terjadi di lapangan yang berkaitan dengan penelitian.
3. Penelitian bermanfaat bagi universitas sebagai pengembangan materi ajar, mendukung pengabdian mahasiswa kepada masyarakat, serta meningkatkan reputasi melalui hasil yang berdampak luas. Sebagai bagian dari tridharma perguruan tinggi, penelitian juga memberi manfaat timbal balik bagi mahasiswa dan universitas.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Hidayah (2023) menyatakan bahwa penggunaan berbagai jenis media tanam memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap parameter pertumbuhan tanaman, meliputi tinggi tanaman, lebar daun, panjang akar, bobot total daun, serta bobot segar tanaman. Media tanam organik M2 (kombinasi tanah, pupuk kandang, cocopeat, dan sekam bakar dengan perbandingan 1:1:1) menunjukkan hasil terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kale.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Parmanoan Harahap (2022) menyatakan bahwa kombinasi media tanam cocopeat 5 kg/pot dengan kotoran kambing 1 kg/pot merupakan perlakuan terbaik dibandingkan dengan media tanam lainnya yang diuji, ditinjau dari jumlah bunga, jumlah cabang produktif, jumlah buah, serta bobot buah tanaman cabai rawit. Oleh karena itu, disarankan penggunaan campuran media tanam cocopeat dan kotoran kambing (perlakuan A1) dengan waktu perendaman cocopeat yang lebih lama dari tiga hari sebagaimana dilakukan pada penelitian tersebut

Penelitian yang dilakukan Anjarwati (2017) hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan media tanam arang sekam yang dikombinasikan dengan pupuk kandang kambing pada perbandingan 1:1 memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman sawi hijau terbaik, ditunjukkan melalui peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot segar, serta bobot kering tanaman.

Pada penelitian Miftah (2023) bertujuan untuk menentukan dosis pupuk trichokompos kotoran kambing yang optimal dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman sawi pahit. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan, yaitu M0 (kontrol), M1 (100 g/tanaman), M2 (120 g/tanaman), dan M3 (140 g/tanaman), yang masing-masing diulang sebanyak empat kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk trichokompos kotoran kambing berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot segar, serta bobot kering tanaman sawi pahit. Dosis terbaik yang mampu meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas sawi pahit adalah 140 g/tanaman (M3).

Muhamat Ikhsan (2023) Aplikasi pupuk organik kotoran kambing memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah daun, keliling tanaman, bobot segar, bobot akar, serta bobot susut pada tanaman sawi pagoda. Perlakuan P3 (30 ton/ha pupuk organik kambing) menghasilkan rata-rata pertumbuhan dan hasil tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Agustina (2022) dalam penelitiannya mengenai kombinasi media tanam pupuk kompos dan pupuk kandang kambing pada pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dengan metode hidroponik menyimpulkan bahwa perlakuan media tanam tersebut berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, bobot basah, serta panjang akar. Namun, pada parameter lebar daun dan bobot kering tanaman tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Perlakuan terbaik ditunjukkan pada P2, yaitu kombinasi pupuk kompos dan pupuk

kandang kambing dengan perbandingan 3:1, yang mampu memberikan pertumbuhan optimal pada tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.).

Penelitian yang dilakukan oleh Nur (2024) Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara pemberian ekoenzim dan pupuk NPK Mutiara berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan sawi pahit, yang tercermin dari parameter tinggi tanaman, luas daun, dan jumlah daun. Perlakuan terbaik diperoleh pada kombinasi 75 g pupuk NPK Mutiara dan 50 ml ekoenzim, yang memberikan hasil optimal terhadap pertumbuhan tanaman sawi pahit.

Pada penelitian Fadilah & Fevria (2022) memanfaatkan ekoenzim berbahan organik kulit jeruk yang diaplikasikan melalui penyemprotan pada tanaman. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh pemberian ekoenzim terhadap pertumbuhan tanaman kailan (*Brassica oleraceae* var. *alboglabra*) yang dibudidayakan secara hidroponik. Penelitian bersifat eksperimental dengan lima perlakuan dan lima ulangan, yakni P1 (AB Mix), P2 (2 ml ekoenzim/1 L air), P3 (3 ml ekoenzim/1 L air), P4 (4 ml ekoenzim/1 L air), dan P5 (5 ml ekoenzim/1 L air). Data dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyemprotan ekoenzim berpengaruh terhadap tinggi tanaman dan luas daun kailan pada sistem hidroponik. Perlakuan P4 menghasilkan rata-rata tinggi tanaman tertinggi sebesar 16,94 cm, sedangkan perlakuan P3 memberikan rata-rata luas daun terbesar yaitu 6,9 cm.

Penelitian yang dilakukan (Novianto dan Samsul Bahri, 2023) bertujuan untuk memperoleh dosis optimal pupuk organik cair (POC) ekoenzim terhadap

pertumbuhan dan hasil tanaman sawi. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak kelompok (RAK) non-faktorial. Perlakuan yang diberikan berupa enam taraf dosis POC ekoenzim, yaitu E1 (1 ml/L air), E2 (1,5 ml/L air), E3 (2 ml/L air), E4 (2,5 ml/L air), E5 (3 ml/L air), dan E6 (3,5 ml/L air). Data dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA), kemudian dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5% dan 1%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi POC ekoenzim dengan dosis 1,5 ml/L air memberikan pengaruh sangat nyata terhadap parameter berat tajuk segar dan berat brangkasan basah tanaman sawi.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis pupuk ekoenzim yang optimal dalam meningkatkan produksi tanaman sawi. Kegiatan penelitian dilaksanakan di lahan milik Dito yang berlokasi di Desa Sungai Rebo 1, Kabupaten Banyuasin, pada bulan Desember 2022 hingga Februari 2023. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri atas delapan kombinasi perlakuan dan tiga ulangan. Faktor perlakuan meliputi dosis pupuk ekoenzim (E1: 5 ml/L, E2: 10 ml/L, dan E3: 15 ml/L) serta varietas tanaman sawi (V1: sawi caisim dan V2: sawi pakcoy). Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), panjang daun (cm), dan bobot segar tanaman (g). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi pupuk ekoenzim dengan dosis 10 ml/L memberikan hasil terbaik dengan produksi rata-rata sebesar 171 g per tanaman (Naufal Ridwan, 2023).

2.2. Tanaman Kale (*Brassica olerace* L.)

Kale berasal dari wilayah Mediterania Timur dan Asia Kecil, dan telah dibudidayakan sejak lebih dari 2000 tahun yang lalu. Tanaman ini populer di Eropa sejak zaman Yunani dan Romawi kuno. Kale menyebar ke berbagai belahan dunia, termasuk ke Amerika dan Asia, karena ketahanannya terhadap cuaca dingin dan nilai gizinya yang tinggi (Cai *et al.*, 2022).

Kale varietas *Green Dwarf Curly* adalah varietas kale dikenal karena daun hijau tua yang sangat keriting dan kompak. Varietas ini termasuk dalam kelompok kale berdaun keriting, yang memiliki daun berbentuk melingkar dengan tepi yang sangat berlekuk dan berombak.

Spesies *Brassica* dikenal sebagai kelompok tanaman yang sangat beragam karena kemampuan penyerbukan silang spontan dan aliran gen di antara kerabat yang kompatibel secara seksual.

Tanaman kale dibedakan menjadi dua tipe, yaitu kale berdaun halus dan kale berdaun keriting (*curly*). Jenis kale berdaun halus umumnya dimanfaatkan sebagai pakan ternak, sedangkan jenis kale berdaun keriting lebih banyak digunakan sebagai bahan konsumsi (Pracaya, 2005). Kale curly dapat dipanen pada umur 40–50 hari setelah pindah tanam (Samadi, 2013). Adapun klasifikasi botani tanaman kale curly adalah sebagai berikut: Kingdom: Plantae, Divisi: Spermatophyta, Subdivisi: Angiospermae, Kelas: Dicotyledonae, Famili: Brassicaceae, Genus: *Brassica*, Spesies: *Brassica oleracea* Var. *acephala* (Pasaribu, 2009)



Gambar 1. Tanaman Kale var. Green Dwarf Curly

Akar Karakteristik pertama yang dibahas pada tanaman kale adalah sistem perakarannya. Tanaman kale memiliki morfologi akar berupa kombinasi akar tunggang dan akar serabut dengan jumlah yang cukup banyak. Panjang akar serabut dapat mencapai ± 25 cm, sedangkan akar tunggang dapat tumbuh hingga ± 40 cm (Budi samadi, 2013).

Batang Batang tanaman kale tergolong batang sejati, bersifat tidak keras, tumbuh tegak, serta memiliki ruas-ruas dengan diameter berkisar antara 3–4 cm dan berwarna hijau muda.

Daun tanaman kale memiliki ciri khas berwarna hijau dengan permukaan berkeriput serta tepi yang keriting sehingga mudah dikenali (Pipan *et al.*, 2024) Daun tersusun membentuk roset, yaitu pola susunan spiral atau melingkar menuju pucuk pada cabang yang tidak berbatang. Selain itu, daun kale berukuran relatif besar dengan bentuk keriting (curly).

Biji berbentuk polong dengan ukuran ramping dan memanjang, di dalamnya terdapat biji berbentuk bulat kecil dengan warna coklat hingga

kehitaman. Biji ini umumnya dimanfaatkan sebagai benih untuk perbanyakan tanaman kale

Tanaman kale memiliki kandungan gizi yang sangat baik, karena mengandung berbagai antioksidan seperti vitamin A, C, E, K, B6, serta mineral seperti kalsium, kalium, magnesium, dan besi. Selain itu, kale juga kaya akan lemak jenuh omega-3, karotenoid, dan antosianin, yang berperan dalam mengurangi risiko penyakit jantung dan kanker (Oktaviani, 2021). Setiap 100 g kale mengandung 2,36% karbohidrat, 0,26% lemak, 11,67% protein kasar, 81,38% air, 3,00% serat kasar, 1,33% abu, dan 58,46% energi (Emebu & Anyika, 2011). Kandungan gizi yang kaya serta manfaat kesehatannya menjadi salah satu alasan mengapa kale memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Harga kale jauh lebih tinggi dibandingkan sayuran lainnya, dengan harga jual mencapai 100 ribu per kilogram (Agustin & Fauzi, 2019).

Tanaman kale green dwarf curly dapat tumbuh optimal pada kondisi iklim cerah dengan kelembaban yang cukup serta tanah yang memiliki drainase baik. Tanaman ini mampu dibudidayakan sepanjang tahun di wilayah beriklim tropis. Suhu ideal untuk perkecambahan biji berkisar antara 25–30 °C, sedangkan suhu rendah sekitar 18–28 °C diperlukan untuk merangsang pembungaan dini sekaligus mendukung perkembangan bunga secara sempurna. Tanaman kale curly umumnya dapat dipanen pada umur 40–50 hari setelah tanam (Setiawan, 2021).

2.3. Cocopeat

Cocopeat merupakan media tanam organik yang dihasilkan dari serat sabut kelapa. Cocopeat memiliki struktur porus dan kemampuan menahan air yang baik, menjadikannya alternatif ramah lingkungan untuk media tanam

Cocopeat memiliki kemampuan yang baik dalam menyerap air dan mempertahankan tingkat keasamannya yang stabil (Susilawati, 2019). Cocopeat juga memiliki sifat penyerap dan desorpsi yang efektif, serta dapat mengurangi evaporasi dengan menjaga kelembaban air. Pori-pori dalam cocopeat memfasilitasi pertukaran udara yang baik dan memungkinkan masuknya sinar matahari (Sekar, 2023). Selain itu, cocopeat mengandung *Trichoderma mold*, yaitu enzim dari jamur yang dapat membantu mengurangi penyakit pada media tanam (Kuntardina *et al.*, 2022). Oleh karena itu, penggunaan cocopeat sebagai media tanam dapat menjaga agar media tetap gembur dan subur. Cocopeat juga memiliki kualitas kegemburan tanah yang tinggi, yang mendukung kesehatan dan kesuburan tanaman serta mempermudah proses pembentukan akar. Dengan pH antara 5,0 hingga 6,8, cocopeat sangat ideal untuk mendukung pertumbuhan berbagai jenis tanaman (Parmanan Harahap, 2022).

Menurut (Alwani *et al.*, 2023) cocopeat memiliki kemampuan mengikat air dan menyimpan air yang sangat kuat. Rosalyne (2019) menambahkan bahwa cocopeat mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman, seperti nitrogen, fosfor dan kalium. Menurut Shafira *et al.*, (2021), cocopeat mengandung berbagai unsur hara seperti fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg), natrium (N), dan kalsium (Ca) (Arohaman *et al.*, 2023).

Cocopeat memiliki sejumlah keunggulan sebagai media tanam, salah satunya adalah kemampuannya dalam menyimpan air yang mengandung unsur hara. Sifat cocopeat yang mampu menahan air di dalam pori-porinya sangat bermanfaat karena dapat menyerap sekaligus menyimpan ekoenzim, sehingga frekuensi pemupukan dapat diminimalkan. Selain itu, cocopeat juga mengandung unsur hara alami yang dibutuhkan tanaman, memiliki daya serap air yang tinggi, mampu memperbaiki struktur tanah dengan pH netral, serta mendukung perkembangan akar secara cepat, sehingga sangat sesuai digunakan sebagai media pembibitan (Risnawati, 2016).

2.4. Pupuk Kotoran Kambing

Pupuk merupakan suatu bahan yang ditambahkan ke dalam media tanam atau langsung pada tanaman dengan tujuan untuk mencukupi kebutuhan unsur hara yang esensial bagi pertumbuhan optimal dan hasil produksi tanaman. Bahan penyusun pupuk dapat berasal dari sumber organik maupun anorganik (mineral). Pupuk mengandung unsur-unsur yang diperlukan untuk mendukung proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dalam aplikasinya, penting untuk memperhatikan kebutuhan spesifik tanaman agar pemberian unsur hara tidak berlebihan, yang dapat berdampak negatif terhadap tanaman maupun lingkungan (Chairinnisa, 2024).

Menurut (Hartati *et al.*, 2022) Pupuk kandang merupakan pupuk organik yang berasal dari limbah peternakan, baik berupa kotoran padat (feses) yang bercampur dengan sisa pakan maupun dalam bentuk cairan seperti urin. Pupuk ini tidak hanya mengandung unsur hara makro, tetapi juga unsur hara mikro yang

diperlukan tanaman, serta berperan penting dalam menjaga keseimbangan unsur hara di dalam tanah. Dalam jangka panjang, penggunaan pupuk kandang dapat meningkatkan kesuburan dan kualitas tanah berfungsi sebagai sumber nutrisi yang berkelanjutan bagi tanaman. Salah satu jenis pupuk kandang yang umum dijumpai di lingkungan masyarakat, khususnya di daerah yang banyak memelihara kambing adalah pupuk kandang kambing. Pupuk ini tergolong mudah diakses dan memiliki kandungan hara yang relatif tinggi.

Kotoran kambing mengandung kadar nitrogen (N) yang lebih tinggi dibandingkan dengan kotoran hewan lainnya, yakni sebesar 2,43%. Kandungan nitrogen yang tinggi tersebut berperan penting dalam mendukung dan mempertahankan tingkat kesuburan tanah (Yusriani N, 2022). Kotoran kambing memberikan sejumlah manfaat sebagai pupuk kandang. Menurut (Zalukhu, 2023) Kotoran kambing diketahui mengandung nitrogen dan kalium dalam jumlah yang lebih tinggi dibandingkan dengan kotoran sapi, yang memiliki kandungan sebesar 0,70% nitrogen (N), 0,83% fosfat (P_2O_5), dan 0,53% kalium (K_2O). Ciri khas dari kotoran kambing terletak pada teksturnya yang padat dan butirannya yang sulit dihancurkan. (Hartati *et al.*, 2022) Pupuk kandang kambing mengandung unsur hara penting, yaitu N sebesar 2,10%, P_2O_5 sebesar 0,66% K_2O , sebesar 1,97%, Ca sebesar 1,64%, Mg sebesar 0,60%, Mn sebesar 2,33 ppm, dan Zn sebesar 90,8 ppm (Samekto, 2006). Kandungan tersebut menjadikan pupuk kandang kambing layak diaplikasikan ke dalam tanah untuk meningkatkan tingkat kesuburan

2.5. Ekoenzim Kulit Pepaya

Ekoenzim merupakan enzim ramah lingkungan yang pertama kali dikembangkan oleh Dr. Rosukon Poompanvong, seorang doktor di bidang pengobatan alternatif sekaligus pendiri Health Farm dan Asosiasi Pertanian Organik Thailand pada tahun 1984. Dr. Rosukon telah menekuni penelitian terkait enzim selama lebih dari 30 tahun (Ijong, 2020). Bersama para petani di Thailand maupun Eropa, beliau berhasil mengembangkan budidaya pertanian yang menghasilkan produk berkualitas tinggi tanpa menggunakan pupuk kimia serta tetap menjaga kelestarian lingkungan.

Pembuatan ekoenzim dengan menggunakan bahan dasar limbah sayur dan buah sangat membantu dalam mengurangi kerusakan lingkungan akibat pembuangan limbah organik (Yuliani *et al.*, 2023). Limbah organik adalah limbah yang berasal dari tumbuhan dan makhluk hidup, salah satu limbah organik yang paling banyak dihasilkan adalah limbah kulit buah (Septinar *et al.*, 2024). Ekoenzim adalah jenis senyawa alami yang umumnya diekstraksi dari kulit atau limbah buah jeruk serta berbagai sumber lainnya (Benny *et al.*, 2023).

Pada proses pembuatan ekoenzim, terjadi pelepasan gas ozon (O_3) yang berperan dalam menurunkan kadar karbondioksida (CO_2) di atmosfer, sehingga dapat membantu mengurangi efek rumah kaca dan pemanasan global. Joen *et al.* (2020) melaporkan bahwa aplikasi ekoenzim dengan dosis 30 ml per 2 liter air mampu meningkatkan kesuburan tanah dan tanaman, mengendalikan hama, serta memperbaiki kualitas dan cita rasa buah maupun sayuran. Selain itu, ekoenzim memiliki keunggulan lain berupa kemampuan mengubah amonia (NH_4) menjadi

nitrat (NO_3) serta mengonversi CO_2 menjadi karbon trioksida (CO_3), yang keduanya bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman. Dengan kandungan unsur hara makro dan mikro yang dimilikinya, ekoenzim berpotensi digunakan sebagai pupuk organik cair (POC). (Merti Suriani, 2024).

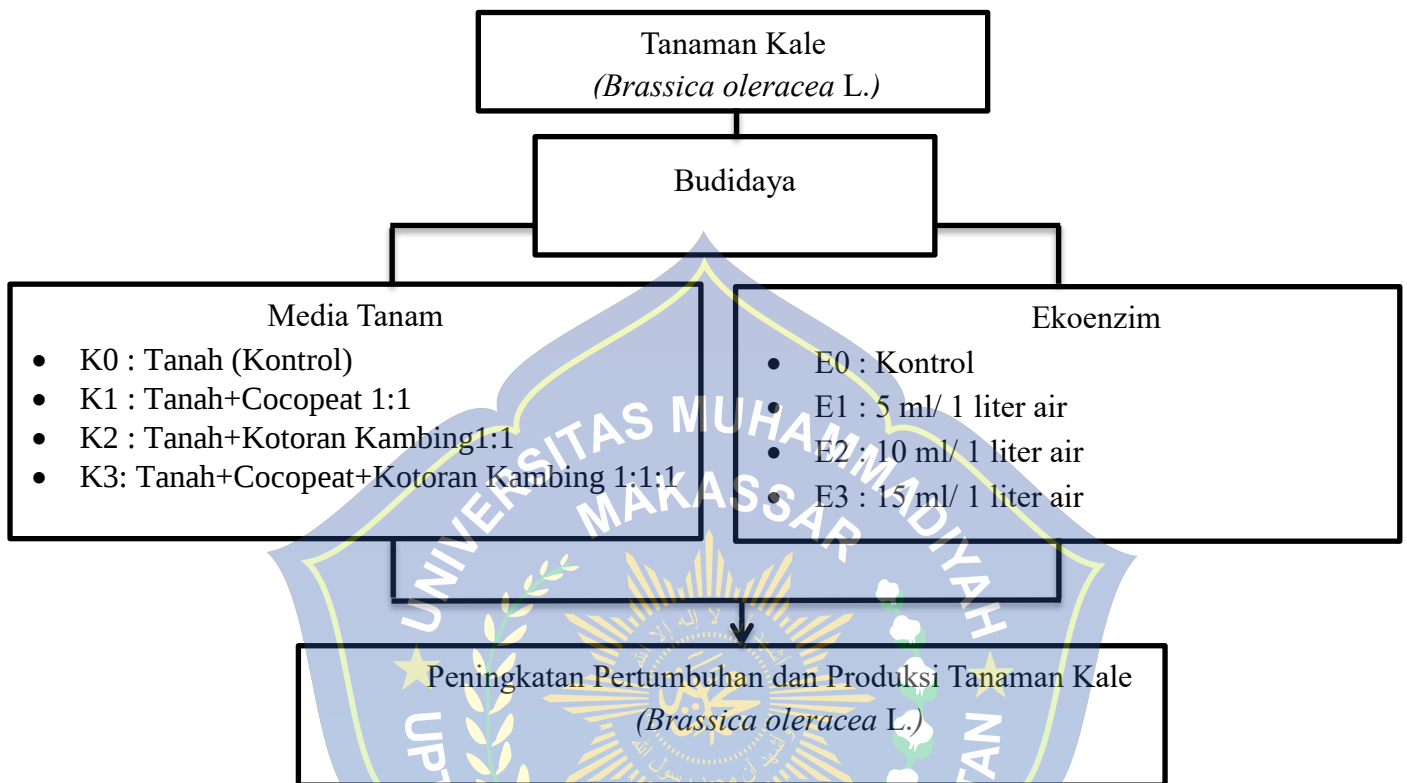
Ekoenzim mengandung nitrat serta berbagai jenis enzim, seperti amilase, protease, lipase, dan enzim yang berfungsi untuk memecah protein (Ajeng, 2022). Dengan demikian, diperlukan penelitian untuk mengkaji kombinasi yang sesuai antara variasi media tanam dan konsentrasi ekoenzim, sehingga mampu memberikan pengaruh optimal terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman (Putri Ariani, 2023).

Kulit pepaya merupakan limbah organik yang belum dimanfaatkan secara optimal. Diketahui bahwa kulit pepaya memiliki kandungan senyawa flavonoid, alkaloid, saponin, dan tanin yang berfungsi sebagai antioksidan terhadap serangan bakteri pada tanaman (Salsabila, 2018).

Nitrogen (N): 0,06 %–0,15 %, Fosfor (P_2O_5): 2,29–11,45 mg/100 g, Kalium (K_2O): 10,83–26,26 mg/100 g. Hal ini menunjukkan ekoenzim kulit pepaya memang bisa menjadi sumber hara mikro. pada penelitian yang dilakukan oleh Pramushinta & Yulian (2020) menggunakan limbah buah pepaya sebagai POC pada tanaman pakcoy. Hasilnya: aplikasi ekoenzim meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas pakcoy (Gustia *et al.*, 2025).

2.6. Kerangka Berfikir

Berdasarkan latar belakang dapat disusun suatu kerangka berfikir dalam bentuk sebagai berikut:



Gambar 2. Kerangka berfikir.

Kerangka pikir yang digunakan pada penelitian ini digunakan sebagai petunjuk dasar menganalisis beberapa faktor yang memengaruhi peningkatan pertumbuhan dan produksi tanaman kale, Faktor yang akan dianalisis adalah berbagai jenis media tanam dan ekoenzim dengan takaran dosis yang berbeda. Kedua faktor ini juga akan dikombinasikan untuk melihat bagaimana interaksinya setelah itu akan dilakukan analisis terhadap setiap faktor ditinjau dari hasil pengamatan yang dilakukan, Kemudian akan disimpulkan faktor mana yang

paling berpengaruh apakah dengan penggunaan cocopeat, kotoran kambing dan ekoenzim atau bahkan interaksi antara ketiganya faktor.

2.7. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini yaitu :

1. Pemberian jenis berbagai media tanam memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi Tanaman Kale (*Brassica oleracea* L.).
2. Pemberian dosis ekoenzim memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi Tanaman Kale (*Brassica oleracea* L.).
3. Terdapat interaksi antara pemberian jenis media tanam dan ekoenzim terhadap pertumbuhan dan produksi Tanaman Kale (*Brassica oleracea* L.).



III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Tirta Tani Farm di Desa Tetebaru Kecamatan Pallangga Kabupaten Gowa. Penelitian ini berlangsung mulai dari bulan Mei sampai Juli 2025. Jarak tempuh dari Universitas Muhammadiyah Makassar ke lokasi penelitian sejauh 7,4 km atau sekitar 30 menit perjalanan.

3.2. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah polibag dengan ukuran 30x30 cm, tray semai, sekop, pinset, gelas ukur, timbangan, meteran, saringan, ember, label, spidol, kamera *smartphone* dan alat tulis. Semua alat yang digunakan pada penelitian ini disesuaikan dengan kondisi dan situasi lapangan saat pelaksanaannya dan tidak menutup kemungkinan alat yang digunakan bertambah disesuaikan dengan kebutuhan pada saat melaksanakan penelitian.

3.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kale varietas *green dwarf curly*, cocopeat, tanah, pupuk kotoran kambing, kompos dan ekoenzim. Semua bahan yang digunakan akan disesuaikan dengan kebutuhan lapangan dan sesuai dengan ketentuan yang telah dibuat baik itu bahan yang habis pakai maupun bahan penunjang lainnya.

3.3. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan sistem Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor, yaitu:

- Faktor Pertama adalah media tanam (K)

K0 : Tanah (Kontrol)

K1 : Tanah + Cocopeat (1:1)

K2 : Tanah + Pupuk Kotoran Kambing (1:1)

K3: Tanah + Cocopeat + Pupuk Kotoran Kambing 1:1:1

- Faktor Kedua adalah pemberian dosis ekoenzim kulit pepaya (E)

E0 : Kontrol

E1 : 5 ml/ 1 liter air

E2 : 10 ml/1 liter air

E3 : 15 ml/1 liter air

Sehingga diperoleh 16 kombinasi perlakuan:

K0E0	K1E0	K2E0	K3E0
K0E1	K1E1	K2E1	K3E1
K0E2	K1E2	K2E2	K3E2
K0E3	K1E3	K2E3	K3E3

Jumlah ulangan : 3 ulangan

Jumlah perlakuan : 16 perlakuan

Jumlah unit percobaan : 48 percobaan

3.4. Metode Penelitian

1. Pembuatan Ekoenzim

Sebagai awal pembuatan ekoenzim, kulit pepaya dipotong kecil-kecil sebanyak 300 gr, lalu dicampur dengan molase 100 ml, 1 liter air serta penambahan EM4. Pemberian EM4 akan membantu mempercepat dekomposisi bahan organik karena mengandung organisme seperti *Lactobacillus*, *Saccharomyces*, dan *Actinomyce*). Keempat bahan tersebut dimasukkan kedalam botol plastik 1,5 liter, kemudian di kocok perlahan agar

semua bahan tercampur. Botol dibuka setiap hari agar gas yang dihasilkan oleh ekoenzim dapat keluar, hal ini dilakukan untuk mengurangi resiko ekoenzim meledak (Yuliani *et al.*, 2023).

2. Pemilihan Benih

Benih yang digunakan dalam penelitian ini adalah varietas *Green Dwarf Curly* yang merupakan salah satu produk benih hibrida andalan di kalangan para petani. Benih ini sudah melalui proses pemuliaan benih kale terbaik menggunakan teknologi pertanian yang ditangani secara profesional.

3. Penyemaian

Media tanam yang digunakan dalam penyemaian adalah campuran tanah dan pupuk kompos dengan perbandingan 1:1 yang ditempatkan dalam tray semai. Sebelum disemai benih kale terlebih dahulu direndam kedalam air hingga seluruh benih terendam dengan waktu perendaman selama 4 jam hal ini bertujuan agar benih dapat diseleksi dengan baik selain itu dapat meningkatkan daya kecambah. Penyemaian dilakukan selama 14 hari hingga muncul 3-4 helai daun sejati.

4. Persiapan Media Tanam

Media tanam dilakukan dengan mencampur tanah, cocopeat dan kotoran Kambing dengan 4 perbandingan yaitu K0 : tanah (kontrol), K1 : Tanah+Cocopeat (1:1), K2 : tanah+Kotoran Kambing (1:1), dan K3 : tanah+cocopeat+Kotoran Kambing (1:1:1) kedalam polybag ukuran 30x30 cm kemudian ditimbang. Selanjutnya padatkan isi polybag agar polybag tidak mudah rebah.

5. Persemaian

Media tanam yang digunakan dalam penyemaian adalah rockwol, ditempatkan dalam nampan. Sebelum disemai benih kale terlebih dahulu direndam kedalam air hingga seluruh benih terendam dengan waktu perendaman selama 4 jam hal ini bertujuan agar benih dapat diseleksi dengan baik selain itu dapat meningkatkan daya kecambah. Penyemaian dilakukan selama 14 hari hingga muncul 3-4 helai daun sejati.

6. Penanaman

Tanaman yang telah berumur 14 hari siap untuk dipindahkan ke media tanam, dengan penanaman pagi atau sore air agar tanaman dapat beradaptasi langsung dengan lingkungan. Setelah dipindahkan dalam polybag selanjutnya tanaman diberikan waktu untuk beradaptasi dengan lingkungan dan selanjutnya akan dilakukan pengamatan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.

7. Penyiraman Tanaman

Penyiraman dilakukan dua kali sehari pada pagi dan sore hari sesuai dengan kondisi di lapangan. Penyiraman ini dilakukan untuk menjaga kelembaban tanah agar tanaman tidak kekurangan air sehingga dapat tumbuh dengan baik agar.

8. Aplikasi Ekoenzim

Pemberian ekoenzim dilakukan mulai 14 HST dan dilakukan secara berkala setiap 7 hari sekali dengan dosis E0 : Kontrol, E1 : 10 ml/1 liter air, E2 : 15 ml/1 liter air.

9. Penyiangan

Penyiangan merupakan pencabutan gulma yang tumbuh di antara tanaman dan disekitarnya. Penyiangan dilakukan secara manual untuk menghindari penggunaan herbisida yang bisa menghambat atau bahkan membunuh tanaman

10. Pemanenan

Tanaman kale yang berumur minimal 40-ari sudah dapat dipanen. Ciri-ciri tanaman yang siap panen adalah daun warna hijau cerah, tekstur yang padat dan serat-serat daun yang nampak tegas.

3.5. Variabel Pengamatan

1. Tinggi tanaman (cm)

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan penggaris mulai dari pangkal batang sampai ke ujung helaian daun tertinggi. Pengukuran dilakukan pada umur 14 HST dengan interval 7 hari sekali hingga tanaman berumur 40 HST.

2. Jumlah daun pertanaman (helai)

Pengamatan dilakukan dengan menghitung daun yang telah membuka sempurna dan dilakukan pada 14 HST di cirikan dengan munculnya 4 daun muda idrngan interval 7 hari sekali hingga tanaman berumur 40 HST.

3. Panjang berangkasan (cm)

Pengukuran panjang berangkasan dilakukan ketika tanaman telah dipanen dengan mengukur panjang dengan menggunakan penggaris.

4. Berat berangkasan tanaman (g),

Pengukuran dilakukan ketika tanaman telah dipanen dengan menimbang seluruh bagian utuh dari tanaman setelah dicabut dari polybag.

5. Panjang akar (cm)

Pengukuran panjang akar dilakukan ketika tanaman telah dipanen dengan mengukur panjang akar dengan menggunakan penggaris.

3.6. Analisis Data

1. Analisis sidik ragam

Analisis data pada penelitian ini yaitu analisis sidik ragam untuk mengetahui apakah ada pengaruh perlakuan terhadap Pertumbuhan tanaman kale, analisis sidik ragam dilakukan dengan membandingkan F hitung dengan F tabel Pada taraf 0,05% dan 0,01%.

2. Uji lanjut penelitian BNT

Untuk menentukan lanjutannya, Apabila terjadi perbedaan nyata diantara perlakuan, maka dilanjutkan dengan dengan Uji Beda Nyata Terkecil 5 % (BNT 5 %)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

1. Tinggi Tanaman

Tabel dibawah menunjukkan faktor perlakuan media tanam Tanah (K0), tanah + cocopeat (K1), tanah + pupuk kotoran kambing (K2) dan tanah + cocopeat+ pupuk kotoran kambing (K3). data di bawah diamati pada 14 HST, 21 HST, 28 HST, 35 HST dan 40 HST dan memberi pengaruh sangat nyata pada parameter tinggi tanaman.

Tabel 1. Hasil uji lanjut tinggi tanaman kale 14 HST, 21 HST, 28 HST, 35 HST dan 40 HST

Perlakuan	Tinggi tanaman				
	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	40 HST
K1	17.48 ^a	19.45 ^a	29.68 ^a	27.68 ^a	27.68 ^a
K0	17.58 ^a	20.33 ^b	30.23 ^{ab}	30.08 ^{ab}	27.68 ^{ab}
K3	23.98 ^b	27.4 ^c	35.93 ^b	35.73 ^b	35.73 ^b
K2	26.33 ^c	31.38 ^d	43.2 ^c	38.03 ^c	38.03 ^c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNT 0.01

Berdasarkan tabel diatas Perlakuan K0 (tanah) dan K1 (tanah + cocopeat) menunjukkan tinggi tanaman yang relatif rendah dan cenderung tidak berbeda nyata pada setiap fase pertumbuhan. Pada umur 14 HST hingga 40 HST, pertumbuhan tanaman keduanya berada di kisaran 17–30 cm. Sedangkan perlakuan K3 memperlihatkan pertumbuhan yang lebih baik dibanding KI dan K0. Tinggi tanaman sudah lebih tinggi sejak awal (23,98 cm pada 14 HST) dan terus meningkat hingga 35,73 cm pada 40 HST.

Perlakuan K2 (tanah + kotoran kambing) merupakan yang paling unggul. Pertumbuhan tanaman lebih cepat dan konsisten lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya, dimulai dari 26,33 cm pada 14 HST, lalu meningkat hingga mencapai 38,03 cm pada 40 HST.

2. Jumlah Daun

Tabel 2. Hasil uji lanjut jumlah daun tanaman kale pada umur 7 HST, 14 HST, dan 21 HST.

Perlakuan	Jumlah Daun		
	7 HST	14 HST	21 HST
KI	9.75 ^a	14.75 ^a	14.75 ^a
K0	9.75 ^a	15 ^a	15.00 ^a
K3	14 ^b	15.75 ^a	18.75 ^b
K2	14.5 ^b	17.5 ^b	22.00 ^c

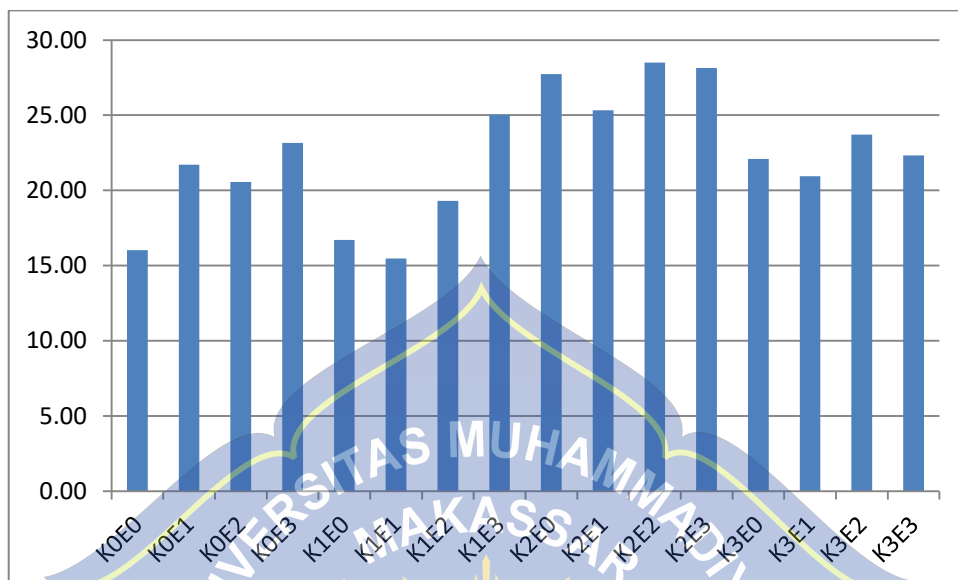
Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNT.

Perlakuan K0 (tanah) dan K1 (tanah + cocopeat) memperlihatkan jumlah daun yang relatif sama dan lebih sedikit dibanding perlakuan lainnya. Pada umur 7 HST jumlah daun hanya 9,75 helai, lalu meningkat sedikit menjadi sekitar 14,75–15 helai pada umur 21 HST. pada perlakuan K3 (tanah + cocopeat + kotoran kambing 1:1) menunjukkan hasil lebih baik, dengan jumlah daun yang lebih tinggi sejak awal (14 helai pada 7 HST), kemudian meningkat hingga 18,75 helai pada 21 HST.

Sedangkan pada perlakuan K2 adalah yang paling unggul. Jumlah daun sejak awal sudah lebih banyak (14,5 helai pada 7 HST), dan terus meningkat signifikan hingga mencapai 22 helai pada 21 HST. Secara umum, perlakuan K2

menghasilkan jumlah daun terbanyak, diikuti oleh K3, sedangkan KI dan K0 memiliki jumlah daun yang lebih rendah serta tidak berbeda nyata satu sama lain.

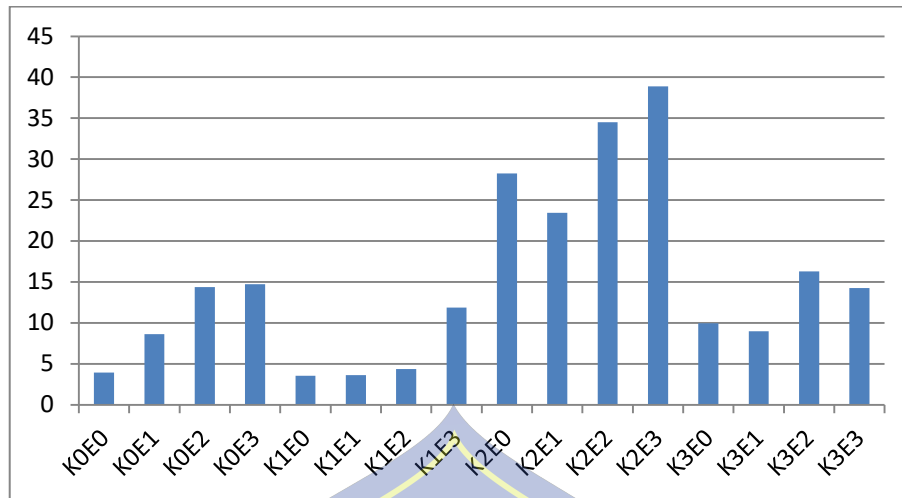
3. Panjang berangkasan (cm)



Gambar 3. Diagram Panjang Brangkasan.

Berdasarkan grafik pada gambar 1 diatas, terlihat bahwa perlakuan memberikan respon yang bervariasi terhadap parameter yang diamati. Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan K2E2 dan K2E3 dengan rata-rata mencapai sekitar 28, disusul oleh perlakuan K2E0 sebesar 27,5 dan K2E1 sebesar 25,5. Sementara itu, nilai terendah ditunjukkan pada perlakuan K1E1 dengan rata-rata sekitar 15,5.

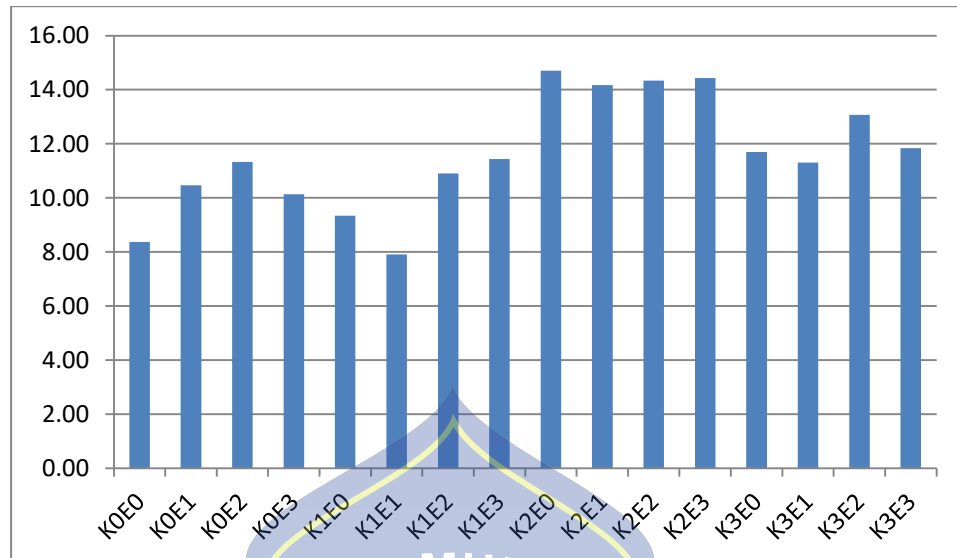
4. Berat berangkasan tanaman (g),



Gambar 4. Diagram Berat berangkasan tanaman

Berdasarkan grafik pada Gambar 2. Diagram Berat berangkasan tanaman, terlihat bahwa perlakuan kombinasi K2E3 menunjukkan nilai tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya, yaitu mendekati 40. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan K2 dengan E3 mampu memberikan respon pertumbuhan/hasil tanaman yang optimal. Secara umum, perlakuan K2 (K2E0, K2E1, K2E2, K2E3) memiliki rata-rata nilai lebih tinggi dibandingkan kelompok K0, K1, dan K3.

5. Panjang akar (cm)



Gambar 5. Diagram Panjang akar

Berdasarkan grafik pada Gambar 3. Diagram panjang akar, terlihat bahwa perlakuan K2E0 (tanah + kotoran kambing tanpa ekoenzim) memberikan nilai tertinggi dibandingkan dengan semua perlakuan lain, yaitu sekitar 14,6. Secara umum, perlakuan K2 (tanah + kotoran kambing) menunjukkan hasil yang konsisten tinggi, berada pada kisaran 14,0–14,6. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan dengan faktor K2 mampu memberikan pengaruh paling baik terhadap parameter pertumbuhan yang diamati.

1.2 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media tanam dengan campuran tanah + kotoran kambing (K2) memberikan hasil terbaik pada semua parameter pertumbuhan kale, baik tinggi tanaman, jumlah daun, panjang dan panjang akar. Hal ini sejalan dengan temuan Hartati *et al.* (2022) yang mengemukakan bahwa pupuk kandang kambing memiliki kandungan nitrogen,

fosfor, dan kalium lebih tinggi dibanding pupuk kandang lainnya. Kandungan N yang tinggi berperan dalam pembentukan klorofil dan jaringan vegetatif, sehingga mendorong pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun secara signifikan.

Zalukhu (2023) juga menegaskan bahwa kotoran kambing mengandung unsur hara makro berupa yang lengkap, termasuk kalsium dan magnesium, yang berperan dalam memperkuat struktur sel tanaman dan meningkatkan proses fotosintesis. Inilah yang menjelaskan mengapa perlakuan K2 (tanah + kotoran kambing) konsisten unggul dibandingkan perlakuan lain. Berdasarkan hasil uji lab kandungan unsur N yang terkandung dalam kotoran kambing sebanyak 1,41 memberikan baik untuk merangsang pertumbuhan vegetatif yang berpengaruh terhadap parameter tinggi tanaman dan jumlah daun. Nitrogen mampu merangsang pertumbuhan vegetatif seperti pembentukan daun, batang dan akar (Miftah, 2023). Tanaman yang cukup mendapat suplai nitrogen (N) akan membentuk daun yang memiliki helaian lebih luas dengan kandungan klorofil yang lebih tinggi, sehingga tanaman mampu menghasilkan asimilat dalam jumlah yang tinggi untuk mendukung pertumbuhan vegetatif (Anjarwati *et al.*, 2017).

Perlakuan dengan K1 (tanah + cocopeat) tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kale dibandingkan tanah biasa (K0). Hal ini diduga karena cocopeat lebih berperan dalam memperbaiki sifat fisik tanah, seperti meningkatkan porositas dan kemampuan menahan air, tetapi tidak menyediakan unsur hara dalam jumlah signifikan (Kamaluddin *et al.*, 2022). Sehingga tanpa tambahan pupuk organik, manfaat cocopeat tidak tampak optimal

terhadap parameter pengamatan. Cocopeat memiliki sifat fisik dan kimia yang bervariasi, seperti pH, kadar garam (salinitas), serta kandungan kalsium (Ca) dan magnesium (Mg). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa cocopeat umumnya mengandung kalsium rendah dan masih menyimpan sisa garam terlarut. Hal ini dapat menghambat penyerapan unsur hara oleh tanaman, sehingga pertumbuhannya menjadi kurang maksimal (Tuckeldoe *et al.*, 2023).

Kombinasi K3 (tanah + cocopeat + kotoran kambing) menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik dibanding kontrol, namun sedikit lebih rendah dari K2. Hal ini dapat terjadi karena sifat cocopeat yang menahan air terlalu tinggi sehingga berpotensi mengurangi aerasi dan memperlambat mineralisasi unsur hara dari kotoran kambing. Cocopeat memiliki kandungan hara makro yang sangat rendah sehingga fungsinya lebih dominan sebagai pembenah fisik media, bukan sebagai penyedia nutrisi utama (Salsabila *et al.*, 2025).

Menurut Setiawan (2021) Pertumbuhan tinggi tanaman merupakan salah satu proses fisiologis yang terjadi melalui aktivitas pembelahan sel. Pada proses tersebut, tanaman membutuhkan ketersediaan unsur hara esensial dalam jumlah yang memadai, yang diserap melalui sistem perakaran. Kotoran kambing berperan sebagai media tanam yang lebih unggul karena mampu mempertahankan ketersediaan air dan nutrisi sehingga tanaman dapat memperoleh unsur hara secara optimal. Sebaliknya, penggunaan cocopeat sebagai media tanam cenderung menghasilkan pertumbuhan tinggi tanaman yang lebih lambat, diduga disebabkan

oleh tingkat porositas bahan tersebut yang lebih rendah dibandingkan media tanam lainnya (Adiwijaya, 2024).

Jumlah daun merupakan salah satu indikator penting setelah tinggi tanaman, karena unsur hara makro seperti nitrogen, fosfor, dan kalium memiliki keterkaitan erat dengan pertumbuhan daun. Menurut Cici (2016), unsur hara tersebut berperan dalam merangsang peningkatan jumlah daun melalui fungsinya dalam pembentukan asam amino, protein, serta penyusun protoplasma sel. Tinggi tanaman dan jumlah daun juga dipengaruhi oleh peran fosfor dalam proses pembelahan sel pada titik pertumbuhan. Selain itu, kalium tidak hanya berperan dalam mendukung pertumbuhan tanaman, tetapi juga berfungsi sebagai aktivator enzim.

Jumlah daun yang terbentuk pada suatu tanaman sangat dipengaruhi oleh sejauh mana kebutuhan unsur hara esensial dapat terpenuhi dengan baik selama fase pertumbuhan. Ketersediaan unsur hara dalam jumlah yang cukup akan menunjang proses fisiologis tanaman, termasuk aktivitas fotosintesis dan pembentukan jaringan baru, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap peningkatan jumlah daun. Pemberian kotoran kambing sebagai salah satu bahan organik pada media tanam memiliki peranan yang sangat penting, karena kotoran kambing mengandung unsur hara makro utama seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang diketahui berperan dominan dalam mendukung fase pertumbuhan vegetatif tanaman. Pada tanaman kale, keberadaan unsur hara tersebut mampu meningkatkan aktivitas metabolisme, merangsang pembelahan serta perpanjangan sel, dan mempercepat pembentukan daun baru, sehingga

penggunaan kotoran kambing sebagai media tanam dapat memberikan kontribusi yang lebih besar terhadap optimalisasi pertumbuhan vegetatif dibandingkan dengan media tanam yang tidak diperkaya oleh unsur hara makro tersebut.

Hasil pengamatan jumlah daun menunjukkan bahwa K2 menghasilkan jumlah daun terbanyak diikuti K3, sedangkan KI dan K0 lebih rendah. Temuan ini didukung oleh penelitian Ikhsan (2023) yang menyatakan bahwa aplikasi pupuk organik kambing meningkatkan jumlah daun, bobot segar, dan luas daun tanaman sawi pagoda. Unsur hara N yang tinggi berperan besar dkotoran kambing merupakan media tanam terbaik karena dapat mempertahankan air dan nutrisi yang terkandung didalamnya sehingga tanaman mendapatkan unsur hara secara optimal, sedangkan media tanam sabut kelapa menunjukkan pertambahan tinggi tanaman yang cenderung lambat, hal ini dikarenakan porositas dari bahan tersebut lebih rendah dari media lainnya dalam pembentukan jaringan daun baru.

Panjang berangkasan merupakan parameter penting dalam menilai respon pertumbuhan tanaman kale terhadap berbagai perlakuan budidaya, termasuk pemupukan dan kondisi lingkungan. Parameter ini mencerminkan kemampuan tanaman melakukan pembelahan dan perpanjangan sel pada jaringan meristematik batang, yang pada gilirannya dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi, terutama unsur hara makro seperti nitrogen (N), serta oleh faktor pendukung seperti kepadatan tanaman, penyediaan cahaya, dan kelembapan.

Hasil penelitian “Impact of Nitrogen Fertilizer Application Rates on Plant Growth and Yield of Organic Kale and Swiss Chard in Vertical Farming System”

menunjukkan bahwa peningkatan dosis nitrogen secara signifikan mempengaruhi pertumbuhan tanaman kale, termasuk peningkatan tinggi tanaman dan biomassa tunas (shoot biomass) pada sistem vertikal. Dalam penelitian ini, tanaman kale organik yang menerima aplikasi nitrogen optimal menunjukkan peningkatan shoot biomass yang cukup besar dibanding kontrol, yang berkorelasi dengan panjang berangkasan yang lebih tinggi dan pertumbuhan vegetatif yang lebih cepat (Andruw Jones, 2025).

Berat berangkasan merupakan salah satu parameter penting yang digunakan untuk menilai pertumbuhan vegetatif tanaman, khususnya pada komoditas sayuran daun seperti kale. Parameter ini menggambarkan akumulasi hasil fotosintesis yang ditranslokasikan ke dalam jaringan vegetatif berupa daun dan batang, sehingga dapat dijadikan indikator produktivitas tanaman (Cahyono, 2007). Secara umum, berat berangkasan terdiri atas berat basah. Berat basah menunjukkan kondisi fisiologis tanaman yang masih segar dengan kandungan air relatif tinggi, sedangkan berat kering mencerminkan akumulasi biomassa aktual yang bersifat lebih stabil karena tidak dipengaruhi oleh kadar air (Sutedjo, 2010).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian bahan organik sebagai media tanam dapat meningkatkan berat berangkasan tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan unsur hara makro dari bahan organik tersebut, khususnya nitrogen, fosfor, dan kalium, berperan penting dalam menunjang pembelahan dan perpanjangan sel yang berdampak pada peningkatan biomassa tanaman.

Berdasarkan dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa peningkatan berat berangkasan tanaman kale erat kaitannya dengan ketersediaan unsur hara, baik yang berasal dari pupuk organik maupun sistem budidaya. Semakin optimal ketersediaan unsur hara, semakin tinggi pula aktivitas fotosintesis dan akumulasi hasil asimilasi yang ditranslokasikan ke bagian vegetatif tanaman, sehingga berdampak pada peningkatan berat berangkasan. Dengan demikian, berat berangkasan dapat dijadikan parameter utama dalam mengevaluasi efektivitas perlakuan yang diberikan dalam penelitian budidaya kale.

Menurut Putra (2021) Unsur nitrogen (N) merupakan salah satu unsur hara makro esensial yang sangat dibutuhkan tanaman, khususnya dalam proses sintesis asam amino dan protein yang berperan penting pada titik-titik tumbuh tanaman. Ketersediaan nitrogen yang cukup akan mendukung percepatan proses pertumbuhan tanaman, karena nitrogen berperan secara langsung dalam pembentukan senyawa penyusun utama protoplasma sel yang menjadi dasar berlangsungnya aktivitas metabolisme. Melalui fungsi tersebut, nitrogen mampu merangsang pembelahan sel serta mempercepat perpanjangan sel pada jaringan meristematik, sehingga secara keseluruhan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, termasuk perkembangan panjang akar yang optimal.

Kombinasi yang tidak seimbang dapat mengganggu aerasi maupun drainase media sehingga aktivitas akar dalam menyerap hara menjadi kurang optimal (Awang *et al.*, 2009). Faktor tersebut menjelaskan mengapa perlakuan campuran cocopeat, pupuk kandang kambing, dan tanah sering kali tidak

menimbulkan perbedaan signifikan terhadap parameter pertumbuhan tanaman jika dibandingkan dengan media kontrol atau perlakuan lain.

Pemberian ekoenzim berbahan dasar kulit pepaya pada dosis tertentu juga terbukti memperkuat hasil pertumbuhan tanaman kale. Menurut Ashari, (2024) ekoenzim mengandung senyawa bioaktif, enzim, serta mikroorganisme fungsional yang mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara di dalam tanah, memperbaiki struktur tanah, serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres biotik maupun abiotik. Peningkatan ketersediaan unsur hara yang bersumber dari ekoenzim secara langsung mendukung pembelahan dan perpanjangan sel pada titik tumbuh, sehingga berpengaruh nyata terhadap panjang berangkasan tanaman kale.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi media tanam K2 dengan dosis ekoenzim yang tepat (misalnya K2E2 atau K2E3) menghasilkan panjang berangkasan dan berat tanaman tertinggi, yaitu mendekati 40 g. Hal ini mengindikasikan adanya sinergi antara media tanam yang sesuai dengan tambahan nutrisi dari ekoenzim, sehingga tanaman dapat mengoptimalkan pertumbuhan vegetatifnya. Mekanisme ini tidak hanya meningkatkan pertambahan panjang batang, tetapi juga memacu akumulasi biomassa pada bagian berangkasan, yang berimplikasi pada peningkatan hasil panen.

Temuan tersebut juga sejalan dengan penelitian Naufal Ridwan (2023) yang melaporkan bahwa aplikasi pupuk ekoenzim pada dosis 10 ml/L air mampu meningkatkan bobot segar tanaman sawi secara signifikan. Dalam penelitian kale,

dosis ekoenzim 10 ml dan 15 ml menunjukkan efek serupa dengan menghasilkan pertumbuhan panjang berangkasan dan berat segar tanaman yang lebih tinggi dibanding kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan ekoenzim dalam dosis tepat tidak hanya berfungsi sebagai sumber nutrisi tambahan, tetapi juga sebagai stimulan pertumbuhan yang mendukung kinerja fisiologis tanaman secara keseluruhan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa panjang berangkasan kale dipengaruhi oleh kombinasi antara kualitas media tanam dan pemberian ekoenzim kulit pepaya. Kombinasi perlakuan yang tepat mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara, memperbaiki lingkungan perakaran, serta mengoptimalkan metabolisme tanaman, sehingga memberikan kontribusi signifikan terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman kale.



V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Media tanam berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan kale. Perlakuan tanah + kotoran kambing (K2) memberikan hasil terbaik pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, dan panjang akar dibanding perlakuan lainnya.
2. Pemberian ekoenzim kulit pepaya dengan dosis tertentu mampu meningkatkan panjang berangkasan dan berat berangkasan tanaman. Kombinasi K2E2 dan K2E3 menghasilkan pertumbuhan dan produksi kale tertinggi.
3. Secara umum, penggunaan pupuk organik kotoran kambing dipadukan dengan ekoenzim dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara, memperbaiki kesuburan tanah, serta mendukung pertumbuhan dan produksi kale secara optimal.

5.2 saran

Untuk budidaya kale secara optimal, disarankan menggunakan media tanam tanah + kotoran kambing (K2) karena terbukti paling efektif dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman. Aplikasi ekoenzim kulit pepaya sebaiknya diberikan pada dosis menengah hingga tinggi (misalnya perlakuan E2 atau E3), karena mampu meningkatkan panjang dan berat berangkasan tanaman. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh kombinasi media tanam dan ekoenzim terhadap fase generatif kale (misalnya pembentukan bunga dan biji), serta uji kualitas hasil panen.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwijaya, H. D., & F, D. N. (2024). Pengaruh Media Tanam Dan Konsentrasi Larutan Ab Mix. 4(2).
- Agung Setiawan, A. (2021). Pengaruh Pola Panen Terhadap Produktivitas Tanaman Kale Curly (*Brassica Oleracea* Var. *Acephala*). In Skripsi.
- Agustina, E. N., Laili, S., Lisminingsih, R. D., Biologi, P. S., & Malang, U. I. (2022). Kombinasi Media Tanam Pupuk Kompos Dan Pupuk Kandang (Kambing) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa* L .) Dengan E-Jbst V8 Edisi Agustus 2022 Pendahuluan E-Jbst V8 Edisi Agustus 2022 Material Dan Metode Bahan Dan Alat. 8, 122–128. <https://doi.org/10.33474/E-Jbst.V8i1.370>
- Alwani, R. Y., Septirosya, T., Oktari, R. D., Hera, N., Wafiqah, N., & Solin, N. M. (2023). Kandungan Sulforaphane Pada Microgreens Kubis Bunga (*Brassica Oleracea* Var . *Botrytis* L .) Yang Ditanam Dalam Berbagai Media Tanam Dengan Tambahan Air Kelapa. 34(2), 179–184.
- Andruw Jones, Sai Prakash Naroju, Dilip Nandwani, Anthony Witcher, S. C. (2025). Impact Of Nitrogen Fertilizer Application Rates On Plant Growth And Yield Of Organic Kale And Swiss Chard In Vertical Farming System. 11(*Horticulturae*), 827.
- Anjarwati, H., Waluyo, S., & Purwanti, S. (2017). Pengaruh Macam Media Dan Takaran Pupuk Kandang Kambing Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Sawi Hijau (*Brassica Rapa* L .) The Effect Of Different Kinds Of Media And Proportion Of Goat Manure Applications On The Growth And Yield Of Green Mustard (*Brassica Rap*. 6(1), 35–45.
- Annisa Nur Hidayah, Mohamad Ihsan, L. W. (2023). Pengaruh Umur Bibit Dan Media Tanam Organik Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kale (*Brassica Oleracea* Var. *Sabellica*). 25(3), 2092–2101.
- Ariani, P., & Zamarudah, Z. (2025). Kajian Peningkatan Hasil Dan Kualitas Okra Melalui Perlakuan Ragam Media Tanam Dan Aplikasi Ecoenzym. 9(1), 38–49.
- Arohaman, D. F., Priyadarshini, R., & Santoso, S. B. (2023). Pengaruh Jenis Cacing Dengan Komposisi Media Bahan Baku Batang Pisang , Kotoran Sapi Dan Cocopeat Terhadap Kandungan Unsur Kimia Vermikompos Effect Of Worms Types And The Raw Materials Media Composition Media On Chemical Content Of Vermicompost. 6(3), 711–723.
- Ashari, A. M., Apindiati, R. K., Amir, A., Dirhana, D., & Amran, A. (2024). Production And Characterization Of Nutrients From Ecoenzymes Based On Fruit Waste And Green Vegetable Waste. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(2), 456–

460. <https://doi.org/10.29303/Jbt.V24i2.6988>

Awang, Y., Shaharom, A. S., Mohamad, R. B., & Selamat, A. (2009). Chemical And Physical Characteristics Of Cocopeat-Based Media Mixtures And Their Effects On The Growth And Development Of *Celosia Cristata*. *American Journal Of Agricultural And Biological Science*, 4(1), 63–71. <https://doi.org/10.3844/Ajab.2009.63.71>

Budi Samadi. (2013). *Budidaya Intensif Kailan Secara Organik Dan Anorganik*.

Cai, C., Bucher, J., Bakker, F. T., & Bonnema, G. (2022). Evidence For Two Domestication Lineages Supporting A Middle-Eastern Origin For Brassica Oleracea Crops From Diversified Kale Populations. *Horticulture Research*, 9(April). <https://doi.org/10.1093/Hr/Uhac033>

Chairinnisa, Eddy Kurniawan, Rizka Mulyawan, J., & Hakim, L. (2024). Pembuatan Pupuk Organik Padat Dari Kotoran Kambing Dan Cocopeat Dengan Bioaktivator Sot (Suplemen Organik Tanaman). 1(April), 36–44.

Cici, D., & Niari, S. (2016). Respon Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kale (*Brassica Oleracea* Var . Achepala) Terhadap Konsentrasi Pupuk Cair Response Of Growth And Yield Of Kale (*Brassica Oleracea* Var . Achepala) To The Concentration Of Liquid Fertilizer. 5, 222–228.

Emebu, P. K., & Anyika, J. U. (2011). Proximate And Mineral Composition Of Kale (*Brassica Oleracea*) Grown In Delta State, Nigeria. *Pakistan Journal Of Nutrition*, 10(2), 190–194. <https://doi.org/10.3923/Pjn.2011.190.194>

Fadilah, N., & Fevria, R. (2022). Effect Of Growth Of Kailan (*Brassica Oleraceae* Var . Alboglabra) On Ecoenzyme Providing Hydroponically Cultivated Pengaruh Pertumbuhan Tanaman Kailan Ecoenzyme Yang Dibudidayakan Secara Abstrak Pendahuluan. 7(3), 270–274.

Febriqa Nurjhratul Hayati, Mahayu Woro Lestari, Dan A. B. (2023). Pengaruh Kombinasi Jenis Dan Dosis Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Tanaman Okra (*Abelmoschus Esculentus* L.

Gustia, H., Wulandari, Y. A., Rosdiana, & Putri, D. (2025). Optimizing Eco-Enzyme Dosage On Kale (*Brassica Oleracea*) Growth And Production. *Jurnal Agronomi Tanaman Tropika* (Juatika), 7(1). <https://doi.org/10.36378/Juatika.V7i1.3985>

Hartati, T. M., Rachman, I. A., & Alkatiri, H. M. (2022). Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Kambing Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Caisim (*Brassica Campestris*) Di Inceptisol (The Effect Of Fertilizer Goat Manure On The Growth And Production Of Caisim (*Brassica Campestris*) In Inceptisol). 5(1), 92–101.

Kamaluddin, N. N., Hindersah, R., Cahyaningrum, D. N., Purba, S. J., Wibawa,

- D. I., & Setiawati, M. R. (2022). Karakterisasi Media Tanam Dari Kombinasi Cocopeat Dan Pupuk Kandang Ayam. 20(1), 16–24.
- M. Naufal Ridwan, R. Iin Siti Aminah, D. T. A. (2023). Aplikasi Eco-Enzyme Untuk Meningkatkan Produksi Beberapa Varietas Tanaman Sawi (*Brassica Sp*) Di Polybag. 15–18.
- Merti Suriani, Sih Winarti, Ferra Murati, Dan A. (2024). Root Adhering Soil Dan Serapan Korbondiodksida Tanaman Okra (*Abelmoschus Esculentus L. Moench*) Yang Diberi Eco Enzyme Dan Vermokompos Pada Histosol. 25(1), 45–51.
- Miftah, Z. R., & Pratiwi, S. H. (2023). Pengaruh Pemberian Pupuk Trichokompos Kotoran Kambing Terhadap Pertumbuhan Sawi Pahit (*Brassica Juncea L. .*). 2(1), 64–73.
- Muhamat Ikhsan, Anis Rosyidah, Dan S. M. (2023). Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk Organik Kotoran Kambing Dan Konsentrasi Poc Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Produksi Tanaman Sawi Pagoda (*Brassicace Narinosa L.*). 11(2), 157–171.
- Natanael, J., & Valentina, R. (2021). Pengaruh Beberapa Campuran Kompos Cair Terhadap Pertumbuhan , Hasil Panen Dan Kandungan Vitamin C Tanaman Kale (*Brassica Oleracea Var . Acephala*) Effect Of Mixed Liquid Compost On Growth , Yield , And Vitamin C Content Of Kale. 21(2), 158–166.
- Novianto Dan Samsul Bahri. (2023). Respon Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*) Terhadap Pemberian Pupuk Organik Cair Eco Enzim Response Of Mustard (*Brassica Juncea L.*) Growth And Production To Application Of Eco Enzyme. 11(1), 1–5.
- Nur, A., Nasution, F., Lestari, W., Hartati, S., Saragih, Y., & Fadillah, L. (2024). Pengaruh Eco-Enzyme Dan Pupuk Npk Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pahit (*Brassica Juncea L. .*) The Influence Of Eco-Enzyme And Npk Fertilizer On The Growth Of Bitter Plants (*Brassica Juncea L. .*). 26(2), 518–523.
- Parmanoan Harahap. (2022). Efektivitas Media Tumbuh Cocopeat Terhadap Produksi Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens L.*) Dalam Pot. 9(2), 239–244.
- Pipan, B., Neji, M., Meglič, V., & Sinkovič, L. (2024). Genetic Diversity Of Kale (*Brassica Oleracea L. Var Acephala*) Using Agro-Morphological And Simple Sequence Repeat (Ssr) Markers. Genetic Resources And Crop Evolution, 71(3), 1221–1239. <https://doi.org/10.1007/S10722-023-01686-6>
- Putra, S. T. H. (2021). Berbagai Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kale (*Brassica Oleraceae*) Secara Hidroponik Nft. In Skripsi.

- Putri Ariani, Siti Asmaniyah Mardiyani., I. M. (2023). Eco-Enzyme Mengandung Nitrat Dan Aktivitas Enzim, Antara Lain: Enzim Amilase, Protase, Dan Lipase, Dan Enzim Pemecah Protein (Ajeng, 2022). Untuk Itu Maka Perlu Dilakukan Penelitian Untuk Mengetahui Kombinasi Antara Pengaruh Berbagai Komposisi Media Tanam. 11(2), 46–56.
- Salsabila, H. S., Suhartini, S., & Nurhamiyah, Y. (2025). Characterization Of Cocopeat Growing Media From Coconut Coir Using Fermentation Process. 1(1), 85–90.
- Sekar Dwi Rizki, Ismadi Raharjo, V. C. P. (2023). Efektifitas Produksi Sawi Caisim Pada Berbagai Media Tanam. 33(2), 416–424.
- Septinar, H., Anggraini, P., Suryani, E., Puspasari, R., & Lingkungan, S. S. (2024). Pemanfaatan Limbah Organik Menjadi Eco Enzyme. 20–26.
- Setiawan, A. A. (2021). Pengaruh Pola Panen Terhadap Produktivitas Tanaman Kale Curly.
- Siregar, M. M. (2022). Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kale (*Brassica Oleracea L. Var. Acephala*) Pada Sistem Hidroponik Deep Flow Technique Dengan Pemberian Pupuk Organik Cair (Vol. 33, Issue 1).
- Sri Suwarni, Odilia Dea Christina, Harum Sitepu, T. T. (2024). Intensifikasi Lahan Pekarangan Menjadi Herbal Smart Garden Di Kelurahan Kalisegoro Gunungpati Semarang. 1(9), 680–686.
- Tuckeldoe, R. B., Maluleke, M. K., & Adriaanse, P. (2023). The Effect Of Coconut Coir Substrate On The Yield And Nutritional Quality Of Sweet Peppers (*Capsicum Annuum*) Varieties. *Scientific Reports*, 13(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/S41598-023-29914-0>
- Utama, A. I., Handayani, E. S., Mulia, Wulandari, R., & Fevria, R. (2021). Pengaruh Nutrient Ab Mix Terhadap Perkembangan Tanaman Kale (*Brassicca Oleraceae Var. Acephala*) Dengan Menggunakan Metode Hidroponik. *Prosiding Semnas Bio*, 977–988.
- Yuliani, F., Murrinie, E. D., & Fairuzia, F. (2023). Tinjauan Eco-Enzyme Dari Sudut Pandang Mikrobiologi. *Prosiding Seminar Nasional Dies Natalis Universitas Muria Kudus*, 2(1), 1208–1225.
- Yusriani N Dan Pardi Tammin T. (2022). Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk Organik Kotoran Kambing Dan Konsentrasi Poc Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Produksi Tanaman Sawi Pagoda (*Brassicaceae Narinosa L.*). 41–45.
- Zalukhu, Faerilina, Berkat Jaya Laia, I. T. N. (2023). Respon Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*) Terhadap Campuran Media Tanam Arang Sekam, Kerikil Dan Pupuk Organik Kotoran Kambing. 7(1), 58–68.



elitian ini dilaksanakan di Tirta Tani Farm di Desa Tetel
abupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Jarak tempuh d
yah Makassar ke lokasi penelitian sejauh 7,4 km atau s

Lampiran 2. Denah Penelitian

Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
K_0E_0	K_2E_2	K_1E_1
K_0E_1	K_3E_0	K_3E_1
K_0E_2	K_2E_0	K_1E_3
K_1E_0	K_1E_1	K_2E_3
K_1E_1	K_0E_1	K_3E_3
K_1E_2	K_0E_2	K_3E_2
K_2E_0	K_3E_3	K_0E_0
K_2E_1	K_1E_2	K_2E_0
K_2E_2	K_3E_2	K_0E_1
K_3E_0	K_2E_3	K_1E_0
K_3E_1	K_2E_1	K_0E_3
K_3E_2	K_0E_3	K_2E_2
K_0E_3	K_0E_0	K_0E_2
K_1E_3	K_1E_3	K_1E_2
K_2E_3	K_2E_2	K_2E_1
K_3E_3	K_3E_1	K_3E_0

Lampiran 3. Jadwal Kegiatan Penelitian

Kegiatan Penelitian	Minggu Ke							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Persiapan benih								
Penyemaian								
Persiapan media tanam								
Penanaman								
Penyiraman								
Penyiangan								
Pemanenan								
Parameter pengamatan								
Tinggi tanaman								
Jumlah daun								
Panjang Brangkasan (cm)								
Berat berangkasan (g)								
Panjang akar (cm)								

Lampiran 4. Deskripsi Kale Varietas *Green Dwarf Curly*



Produsen benih	: Home Garden Seed
Daya perkecambahan	: 80%
Umur panen	: 40-45 HST
Rekomendasi Penanaman	: Dataran rendah-tinggi
Kadar air	: 7%
Tinggi tanaman	: 50-80 cm
Bentuk daun	: keriting tepi bergelombang
Warna daun	: <i>green praire</i>
Diameter tajuk	: $\pm 25-35$ cm
Suhu optimal	: $18-32^{\circ}\text{C}$
Potensi hasil	: 0,8–1,5 kg per tanaman
pH tanah	: 5,5-6,8
Kebutuhan cahaya	: 60–80% intensitas cahaya penuh
Kebutuhan air	: Sedang–tinggi; membutuhkan kelembaban tanah stabil, tidak tergenang
Kandungan gizi	: Tinggi vitamin A, C, K; mineral dominan: Ca, Fe, Mg; kaya antioksidan (β -karoten, flavonoid)

Sumber : Review on Nutritional Composition, Bio-active Compounds, Anti-nutritional Factors, Health Beneficial Properties and Value-Added Products oleh Neela Satheesh & Solomon Workneh Fanta (2020)

Lampiran 5a. Tinggi Tanaman 7 HST

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	II		
K0E0	5.7	5.3	4.8	15.8	5.27
K0E1	6	6.2	5.3	17.5	5.83
K0E2	5.8	8.8	4.3	18.9	6.30
K0E3	5	4.4	5	14.4	4.80
K1E0	4.5	7.6	4.7	16.8	5.60
K1E1	3.8	4.2	4	12	4.00
K1E2	4.3	8.2	4.3	16.8	5.60
K1E3	4.3	8	3.9	16.2	5.40
K2E0	6.3	4.8	7.6	18.7	6.23
K2E1	7.5	6.8	6.5	20.8	6.93
K2E2	7.3	9.5	6.2	23	7.67
K2E3	9.5	8.5	8.7	26.7	8.90
K3E0	5.2	4.7	9	18.9	6.30
K3E1	9.7	6	5.7	21.4	7.13
K3E2	6.5	5.3	9	20.8	6.93
K3E3	6.8	6.2	7.5	20.5	6.83
Total	98.2	104.5	96.5	299.2	99.73

Lampiran 5b. Tabel ANOVA Tinggi Tanaman 7 HST

Tabel ANNOVA

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel		Keterangan
					0.05	0.01	
Kelompok	2	2.22	1.11	0.44	3.32	5.39	TN
Perlakuan	15	62.87	4.19	1.67	2.01	2.70	TN
K	3	41	13.61	5.41	2.92	4.51	**
E	3	5.2	1.72	0.68	2.92	4.51	TN
K * E	9	16.90	1.88	0.75	2.21	3.07	TN
Galat	30	75.45	2.52				
Total	47	141					

Lampiran 6a. Tinggi Tanaman 14 HST

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	II		
K0E0	6.3	6	5.3	17.6	5.87
K0E1	6.8	6.6	6.7	20.1	6.70
K0E2	6.2	9	5.3	20.5	6.83
K0E3	6.3	4,9	5.8	12.1	6.05
K1E0	5.4	8.1	5	18.5	6.17
K1E1	4.5	4.9	5.2	14.6	4.87
K1E2	5	8.9	4.9	18.8	6.27
K1E3	4.8	8.7	4.5	18	6.00
K2E0	9.3	5.4	9.6	24.3	8.10
K2E1	7.6	7.7	11.2	26.5	8.83
K2E2	7.8	10.5	7.2	25.5	8.50
K2E3	9.9	9.5	9.6	29	9.67
K3E0	9.2	5.8	9.7	24.7	8.23
K3E1	10.6	7.3	8.5	26.4	8.80
K3E2	5.2	7.5	9.7	22.4	7.47
K3E3	7.4	6.6	8.4	22.4	7.47
Total	112.3	112.5	116.6	341.4	7.24

Lampiran 6b. Tabel ANOVA Tinggi Tanaman 14 HST

Tabel ANNOVA

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel		Keterangan
					0.05	0.01	
Kelompok	2	0.74	0.37	0.10	3.32	5.39	TN
Perlakuan	15	107.74	7.18	1.94	2.01	2.70	TN
K	3	81	27.07	7.31	2.92	4.51	**
E	3	1.9	0.65	0.18	2.92	4.51	TN
K * E	9	24.58	2.73	0.74	2.21	3.07	TN
Galat	30	111.10	3.70				
Total	47	220					

Lampiran 7a. Tinggi Tanaman 21 HST

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	II		
K0E0	6.8	6.6	6.6	20	6.67
K0E1	5.4	7	7.3	19.7	6.57
K0E2	6.6	9.5	5.9	22	7.33
K0E3	7	5.4	7.2	19.6	6.53
K1E0	6	8.7	5.7	20.4	6.80
K1E1	5.2	5.4	6.2	16.8	5.60
K1E2	5.5	9.3	6	20.8	6.93
K1E3	5.3	9	5.5	19.8	6.60
K2E0	12.8	6.4	12.1	31.3	10.43
K2E1	8	8.2	12.4	28.6	9.53
K2E2	13.5	11.2	8	32.7	10.90
K2E3	10.6	10.6	11.7	32.9	10.97
K3E0	9.9	6.2	10.5	26.6	8.87
K3E1	11.1	8.7	10.7	30.5	10.17
K3E2	6	8.3	11.3	25.6	8.53
K3E3	8.2	9.7	9	26.9	8.97
Total	127.9	130.2	136.1	394.2	8.21

Lampiran 7b. Tabel ANOVA Tinggi Tanaman 21 HST

Tabel ANNOVA

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel		Keterangan
					0.05	0.01	
Kelompok	2	2.24	1.12	0.29	3.32	5.39	TN
Perlakuan	15	144.45	9.63	2.52	2.01	2.70	*
K	3	131	43.79	11.45	2.92	4.51	**
E	3	1.3	0.44	0.11	2.92	4.51	TN
K * E	9	11.77	1.31	0.34	2.21	3.07	TN
Galat	30	114.78	3.83				
Total	47	261					

Lampiran 8a. Tinggi Tanaman 28 HST

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	II		
K0E0	7.5	7.6	7.1	22.2	7.40
K0E1	5.8	8.2	9.8	23.8	7.93
K0E2	7.1	10	6.3	23.4	7.80
K0E3	8.2	6.3	10.5	25	8.33
K1E0	6.8	9.4	5.9	22.1	7.37
K1E1	5.9	6	7	18.9	6.30
K1E2	6.8	10.5	7.6	24.9	8.30
K1E3	7.5	12	6	25.5	8.50
K2E0	13.5	7.4	12.8	33.7	11.23
K2E1	8.6	8.3	12.9	29.8	9.93
K2E2	16.2	12.6	8.8	37.6	12.53
K2E3	11.2	11.2	12.8	35.2	11.73
K3E0	10.9	6.8	11.1	28.8	9.60
K3E1	12.7	10.3	11.4	34.4	11.47
K3E2	6.7	9	12.6	28.3	9.43
K3E3	9.2	12	10.2	31.4	10.47
Total	144.6	147.6	152.8	445	9.27

Lampiran 8b. Tabel ANOVA Tinggi Tanaman 28 HST

Tabel ANNOVA

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel		Keterangan
					0.05	0.01	
Kelompok	2	19.94	9.97	2.91	3.32	5.39	TN
Perlakuan	15	201.92	13.46	3.93	2.01	2.70	**
K	3	159	53.08	15.49	2.92	4.51	**
E	3	18.3	6.09	1.78	2.92	4.51	TN
K * E	9	24.39	2.71	0.79	2.21	3.07	TN
Galat	30	102.81	3.43				
Total	47	325					

Lampiran 9a. Tinggi Tanaman 35 HST

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	II		
K0E0	8.3	7.9	7.8	24	8.00
K0E1	8.7	8.8	12.2	29.7	9.90
K0E2	9.8	10.9	7.5	28.2	9.40
K0E3	11.9	11.5	15	38.4	12.80
K1E0	7.4	10.7	7.2	25.3	8.43
K1E1	7.7	7.8	7.7	23.2	7.73
K1E2	7.5	11.4	9.3	28.2	9.40
K1E3	9.6	12.6	11.8	34	11.33
K2E0	11.8	12.7	14	38.5	12.83
K2E1	9.6	9.5	15.4	34.5	11.50
K2E2	18	11	10.4	39.4	13.13
K2E3	12.5	14	13.2	39.7	13.23
K3E0	12.3	9.2	11.7	33.2	11.07
K3E1	13	16.1	11.3	40.4	13.47
K3E2	7.7	9.7	14.9	32.3	10.77
K3E3	10.4	12.6	14	37	12.33
Total	166.2	176.4	183.4	526	10.96

Lampiran 9b. Tabel ANOVA Tinggi Tanaman 35 HST

Tabel ANNOVA

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel		Keterangan
					0.05	0.01	
Kelompok	2	9.35	4.68	0.96	3.32	5.39	TN
Perlakuan	15	170.95	11.40	2.34	2.01	2.70	*
K	3	93	30.90	6.36	2.92	4.51	**
E	3	37.1	12.37	2.54	2.92	4.51	TN
K * E	9	41.14	4.57	0.94	2.21	3.07	TN
Galat	30	145.84	4.86				

Lampiran 10a. Tinggi Tanaman 40 HST

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rata-rata
	U1	U2	U3		
K0E0	8.3	7.9	7.8	24.0	8.0
K0E1	8.7	8.8	12.2	29.7	9.9
K0E2	9.8	10.9	7.5	28.2	9.4
K0E3	11.9	11.5	15	38.4	12.8
K1E0	7.4	10.7	7.2	25.3	8.4
K1E1	7.7	7.8	7.7	23.2	7.7
K1E2	7.5	11.4	9.3	28.2	9.4
K1E3	9.6	12.6	11.8	34.0	11.3
K2E0	11.8	12.7	14	38.5	12.8
K2E1	9.6	9.5	15.4	34.5	11.5
K2E2	18	11	10.4	39.4	13.1
K2E3	12.5	14	13.2	39.7	13.2
K3E0	12.3	9.2	11.7	33.2	11.1
K3E1	13	16.1	11.3	40.4	13.5
K3E2	7.7	9.7	14.9	32.3	10.8
K3E3	10.4	12.6	14	37.0	12.3
Total	166.2	176.4	183.4	526.00	14.61

Lampiran 10. Tabel ANOVA Tinggi Tanaman 40 HST

Tabel ANNOVA

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel		Keterangan
					0.05	0.01	
Kelompok	2	9.35	4.68	0.96	3.32	5.39	TN
Perlakuan	15	170.95	11.40	2.34	2.01	2.70	*
K	3	93	30.90	6.36	2.92	4.51	**
E	3	37.1	12.37	2.54	2.92	4.51	TN
K * E	9	41.14	4.57	0.94	2.21	3.07	TN
Galat	30	145.84	4.86				
Total	47	326					

Lampiran 11. Tabel Jumlah Daun 7 HST

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	II		
K0E0	4	2	3	9	3.00
K0E1	3	3	2	8	2.67
K0E2	4	6	2	12	4.00
K0E3	4	2	4	10	3.33
K1E0	4	5	3	12	4.00
K1E1	3	3	3	9	3.00
K1E2	2	5	2	9	3.00
K1E3	3	4	2	9	3.00
K2E0	4	2	4	10	3.33
K2E1	4	4	5	13	4.33
K2E2	4	6	5	15	5.00
K2E3	7	6	7	20	6.67
K3E0	4	2	5	11	3.67
K3E1	6	6	5	17	5.67
K3E2	5	4	5	14	4.67
K3E3	5	4	5	14	4.67
Total	66	64	62	192	4.00

Lampiran 11b. Tabel ANOVA Jumlah Daun 7 HST

Tabel ANNOVA

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel		Keterangan
					0.05	0.01	
Kelompok	2	0.50	0.25	0.21	3.32	5.39	TN
Perlakuan	15	56.00	3.73	3.15	2.01	2.70	**
K	3	27	9.06	7.65	2.92	4.51	**
E	3	5.5	1.83	1.55	2.92	4.51	TN
K * E	9	23.33	2.59	2.19	2.21	3.07	TN
Galat	30	35.50	1.18				
Total	47	92					

Lampiran 12a. Jumlah Daun 14 HST

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	II		
K0E0	4	4	7	15	5.00
K0E1	4	4	4	12	4.00
K0E2	4	6	3	13	4.33
K0E3	5	3	5	13	4.33
K1E0	4	5	4	13	4.33
K1E1	7	4	2	13	4.33
K1E2	3	7	4	14	4.67
K1E3	6	6	4	16	5.33
K2E0	4	3	8	15	5.00
K2E1	6	5	6	17	5.67
K2E2	5	7	6	18	6.00
K2E3	10	5	7	22	7.33
K3E0	7	4	5	16	5.33
K3E1	6	6	6	18	6.00
K3E2	6	5	7	18	6.00
K3E3	5	7	7	19	6.33
Total	86	81	85	252	5.25

Lampiran 12b. Tabel ANOVA Jumlah Daun 14 HST

Tabel ANNOVA

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel		Keterangan
					0.05	0.01	
Kelompok	2	0.88	0.44	0.17	3.32	5.39	TN
Perlakuan	15	38.33	2.56	1.01	2.01	2.70	TN
K	3	25	8.17	3.23	2.92	4.51	**
E	3	6.2	2.06	0.81	2.92	4.51	TN
K * E	9	7.67	0.85	0.34	2.21	3.07	TN
Galat	30	75.79	2.53				
Total	47	115					

Lampiran 13.a. Jumlah Daun 21 HST

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	II		
K0E0	5	4	6	15	5.00
K0E1	4	6	5	15	5.00
K0E2	4	5	4	13	4.33
K0E3	6	4	6	16	5.33
K1E0	4	5	4	13	4.33
K1E1	6	5	3	14	4.67
K1E2	5	6	5	16	5.33
K1E3	7	6	4	17	5.67
K2E0	9	4	8	21	7.00
K2E1	7	5	6	18	6.00
K2E2	9	8	7	24	8.00
K2E3	11	6	8	25	8.33
K3E0	7	4	6	17	5.67
K3E1	6	7	7	20	6.67
K3E2	5	6	8	19	6.33
K3E3	5	7	7	19	6.33
Total	100	88	94	282	5.88

Lampiran 13b. Tabel ANOVA Jumlah Daun 21 HST

Tabel ANNOVA

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel		Keterangan
					0.05	0.01	
Kelompok	2	4.50	2.25	1.19	3.32	5.39	TN
Perlakuan	15	63.92	4.26	2.25	2.01	2.70	*
K	3	47	15.81	8.34	2.92	4.51	**
E	3	6.4	2.14	1.13	2.92	4.51	TN
K * E	9	10.08	1.12	0.59	2.21	3.07	TN
Galat	30	56.83	1.89				
Total	47	125					

Lampiran 14a. Jumlah Daun 28 HST

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	II		
K0E0	7	6	4	17	5.67
K0E1	6	9	7	22	7.33
K0E2	6	6	7	19	6.33
K0E3	7	5	9	21	7.00
K1E0	6	5	6	17	5.67
K1E1	7	7	5	19	6.33
K1E2	7	5	6	18	6.00
K1E3	8	6	7	21	7.00
K2E0	8	6	9	23	7.67
K2E1	6	7	7	20	6.67
K2E2	10	8	7	25	8.33
K2E3	11	6	8	25	8.33
K3E0	8	5	6	19	6.33
K3E1	6	8	7	21	7.00
K3E2	5	7	9	21	7.00
K3E3	6	10	7	23	7.67
Total	114	106	111	331	6.90

Lampiran 14b. Tabel ANOVA Jumlah Daun 28 HST

Tabel ANNOVA

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel		Keterangan
					0.05	0.01	
Kelompok	2	2.04	1.02	0.44	3.32	5.39	TN
Perlakuan	15	31.15	2.08	0.90	2.01	2.70	TN
K	3	15	5.02	2.17	2.92	4.51	TN
E	3	8.2	2.74	1.19	2.92	4.51	TN
K * E	9	7.85	0.87	0.38	2.21	3.07	TN
Galat	30	69.29	2.31				
Total	47	102					

Lampiran 15a. Jumlah Daun 35 HST

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	II		
K0E0	8	8	5	21	7.00
K0E1	8	8	10	26	8.67
K0E2	8	8	6	22	7.33
K0E3	11	11	15	37	12.33
K1E0	7	8	10	25	8.33
K1E1	9	10	7	26	8.67
K1E2	7	8	8	23	7.67
K1E3	10	8	7	25	8.33
K2E0	8	11	10	29	9.67
K2E1	9	7	9	25	8.33
K2E2	13	9	10	32	10.67
K2E3	12	11	9	32	10.67
K3E0	7	7	8	22	7.33
K3E1	9	10	10	29	9.67
K3E2	7	5	13	25	8.33
K3E3	7	9	10	26	8.67
Total	140	138	147	425	8.85

Lampiran 15b. Tabel ANOVA Jumlah Daun 35 HST

Tabel ANNOVA

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel		Keterangan
					0.05	0.01	
Kelompok	2	2.04	1.02	0.44	3.32	5.39	TN
Perlakuan	15	31.15	2.08	0.90	2.01	2.70	TN
K	3	15	5.02	2.17	2.92	4.51	TN
E	3	8.2	2.74	1.19	2.92	4.51	TN
K * E	9	7.85	0.87	0.38	2.21	3.07	TN
Galat	30	69.29	2.31				
Total	47	102					

Lampiran 16a. Berat Berangkasan

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	II		
K0E0	4.4	6.4	1	11.8	3.93
K0E1	5	7.7	13.2	25.9	8.63
K0E2	34.8	3.9	4.4	43.1	14.37
K0E3	14.8	12.9	16.5	44.2	14.73
K1E0	3.3	2.5	4.8	10.6	3.53
K1E1	4	5.1	1.8	10.9	3.63
K1E2	4.9	2.2	6	13.1	4.37
K1E3	10.2	20.1	5.3	35.6	11.87
K2E0	15.7	36.9	32.2	84.8	28.27
K2E1	22.3	14.7	33.3	70.3	23.43
K2E2	57.2	24.8	21.5	103.5	34.50
K2E3	50	46.8	19.9	116.7	38.90
K3E0	19	5.4	5.4	29.8	9.93
K3E1	14.8	8.6	3.5	26.9	8.97
K3E2	5.2	31.7	12	48.9	16.30
K3E3	7	15.2	20.5	42.7	14.23
Total	272.6	244.9	201.3	718.8	14.98

Lampiran 16b. Tabel ANOVA Berat Berangkasan

Tabel ANNOVA

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel		Keterangan
					0.05	0.01	
Kelompok	2	161.5	80.75	0.79	3.32	5.39	TN
Perlakuan	15	5429.9	361.99	3.55	2.01	2.70	**
K	3	4519.0	1506.32	14.78	2.92	4.51	**
E	3	690.6	230.20	2.26	2.92	4.51	TN
K * E	9	220.3	24.48	0.24	2.21	3.07	TN
Galat	30	3057.5	101.92				

Lampiran 17a. Panjang Berangkasa

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	II		
K0E0	17.5	21.4	9.2	48.1	16.03
K0E1	21.1	21.8	22.2	65.1	21.70
K0E2	27.5	17.6	16.6	61.7	20.57
K0E3	24	22.5	23	69.5	23.17
K1E0	18.5	18.2	13.4	50.1	16.70
K1E1	16	16.6	13.8	46.4	15.47
K1E2	19.5	17	21.4	57.9	19.30
K1E3	23.3	30.2	21.6	75.1	25.03
K2E0	27.2	28.5	27.5	83.2	27.73
K2E1	21.5	24.2	30.3	76	25.33
K2E2	31.5	27.5	26.5	85.5	28.50
K2E3	30.1	30.3	24	84.4	28.13
K3E0	26	20.9	19.4	66.3	22.10
K3E1	24	20.2	18.6	62.8	20.93
K3E2	19.6	28.3	23.2	71.1	23.70
K3E3	24.3	23.1	19.6	67	22.33
Total	371.6	368.3	330.3	1070.2	22.30

Lampiran 14b. Tabel ANOVA Panjang Berangkasan

**Tabel
ANNOVA**

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel		Keterangan
					0.05	0.01	
Kelompok	2	65.85	32.92	3.00	3.32	5.39	TN
Perlakuan	15	758.91	50.59	4.62	2.01	2.70	**
K	3	481	160.34	14.63	2.92	4.51	**
E	3	131.3	43.77	3.99	2.92	4.51	*
K * E	9	146.57	16.29	1.49	2.21	3.07	TN
Galat	30	328.84	10.96				
Total	47	1,154					

Lampiran 18a. Panjang Akar

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rata-rata
	U1	U2	U3		
K0E0	8.5	10.6	6	25.1	8.4
K0E1	10.3	11.6	9.5	31.4	10.5
K0E2	16.6	9.1	8.3	34.0	11.3
K0E3	11.4	11.2	7.8	30.4	10.1
K1E0	11.2	7	9.8	28.0	9.3
K1E1	9.3	8.5	5.9	23.7	7.9
K1E2	10.5	10.2	12	32.7	10.9
K1E3	13	13	8.3	34.3	11.4
K2E0	15.2	15.5	13.4	44.1	14.7
K2E1	13	15.5	14	42.5	14.2
K2E2	13	14.5	15.5	43.0	14.3
K2E3	15.5	15.3	12.5	43.3	14.4
K3E0	13	11.1	11	35.1	11.7
K3E1	12.5	8.9	12.5	33.9	11.3
K3E2	12.5	12.5	14.2	39.2	13.1
K3E3	12	11.9	11.6	35.5	11.8
Total	197.5	186.4	172.3	556.20	15.45

Lampiran 18b. Tabel ANOVA Panjang Akar

Tabel ANNOVA

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel		Keterangan
					0.05	0.01	
Kelompok	2	19.94	9.97	2.91	3.32	5.39	TN
Perlakuan	15	201.92	13.46	3.93	2.01	2.70	**
K	3	159	53.08	15.49	2.92	4.51	**
E	3	18.3	6.09	1.78	2.92	4.51	*
K * E	9	24.39	2.71	0.79	2.21	3.07	TN
Galat	30	102.81	3.43				
Total	47	325					

Lampiran 19. Dokumentasi Penelitian



Gambar 6. Buah pepaya



Gambar 7. Kulit buah papaya 300 gr



Gambar 8. EM4



Gambar 9. Molase



Gambar 10. Campuran molase dan EM4



Gambar 11. Campuran molase, EM4 dan air



Gambar 12. Pisau



Gambar 13. Ekoenzim kulit pepaya



Gambar 14. Sekop



Gambar 15. Timbangan



Gambar 16. Tanah



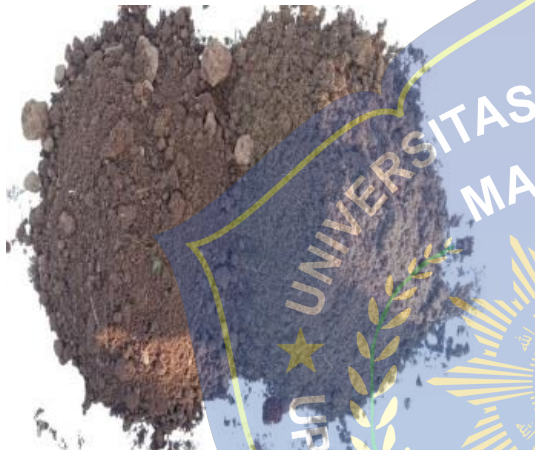
Gambar 17. Cocopeat



Gambar 18. Kotoran kambing



Gambar 19. Campuran cocopeat dan tanah



Gambar 20. Campuran Pupuk kandang kambing dan tanah



Gambar 21. Campuran tanah, cocopeat dan pupuk kandang kambing



Gambar 22. Kemasan benih



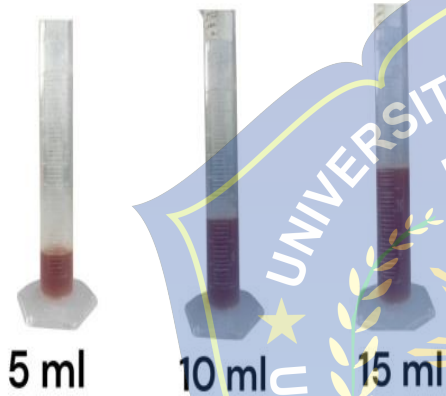
Gambar 23. Perendaman benih selama 4 jam



Gambar 24. Penyemaian



Gambar 25. Bibit tanaman kale



Gambar 26. Penyemaian



Gambar 27. Pindah tanam



Gambar 28. KOE0, KOE1, KOE2, KOE3- Ulangan 1 berusia 14 HST



Gambar 29. K1E0, K1E1, K1E2, K1E3 Ulangan 1 berusia 14 HST



VGambar 30. K2E0, K2E1, K2E2, K2E3
Ulangan 1 berusia 14 HST



Gambar 31. K3E0, K3E1, K3E2, K3E3
Ulangan 1 berusia 14 HST



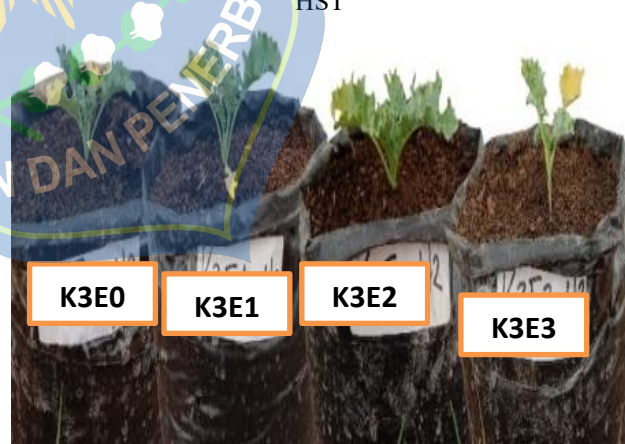
Gambar 32. K0E0, K0E1, K0E2, K0E3- Ulangan 2
berusia 14 HST



Gambar 33. K1E0, K1E1, K1E2, K1E3 Ulangan 2 berusia 14 HST



Gambar 34. K2E0, K2E1, K2E2, K2E3
Ulangan 2 berusia 14 HST



Gambar 35. K3E0, K3E1, K3E2, K3E3
Ulangan 2 berusia 14 HST



Gambar 35. K0E0, K0E1, K0E2, K0E3-
Ulangan 3 berusia 14 HST



Gambar 36. K1E0, K1E1, K1E2, K1E3
Ulangan 3 berusia 14 HST



Gambar 37. K2E0, K2E1, K2E2, K2E3
Ulangan 3 berusia 14 HST



Gambar 38. K3E0, K3E1, K3E2, K3E3
Ulangan 3 berusia 14 HST



Gambar 39. K0E0, K0E1, K0E2, K0E3
Ulangan 1 berusia 21 HST



Gambar 40. K1E0, K1E1, K1E2, K1E3
Ulangan 1 berusia 21 HST



Gambar 41. K2E0, K2E1, K2E2, K2E3
Ulangan 1 berusia 21 HST



Gambar 42. K3E0, K3E1, K3E2, K3E3
Ulangan 1 berusia 21 HST



Gambar 43. K0E0, K0E1, K0E2, K0E3- Ulangan 2
berusia 21 HST

Gambar 44. K1E0, K1E1, K1E2, K1E3
Ulangan 2 berusia 21 HST



Gambar 45. K2E0, K2E1, K2E2, K2E3
Ulangan 2 berusia 21 HST



Gambar 46. K3E0, K3E1, K3E2, K3E3
Ulangan 2 berusia 21 HST



Gambar 47. K0E0, K0E1, K0E2, K0E3
Ulangan 3 berusia 21 HST



Gambar 48. K1E0, K1E1, K1E2, K1E3
Ulangan 3 berusia 21 HST



Gambar 49. K2E0, K2E1, K2E2, K2E3
Ulangan 3 berusia 21 HST

Gambar 50. K3E0, K3E1, K3E2, K3E3
Ulangan 3 berusia 21 HST



Gambar 51. K0E0, K0E1, K0E2, K0E3
Ulangan 1 berusia 28 HST



Gambar 52. K1E0, K1E1, K1E2, K1E3
Ulangan 1 berusia 28 HST



Gambar 53. K2E0, K2E1, K2E2, K2E3
Ulangan 1 berusia 28 HST



Gambar 54. K3E0, K3E1, K3E2, K3E3
Ulangan 1 berusia 28 HST



Gambar 55. K0E0, K0E1, K0E2, K0E3
Ulangan 2 berusia 28 HST



Gambar 56. K1E0, K1E1, K1E2, K1E3
Ulangan 2 berusia 28 HST



Gambar 57. K2E0, K2E1, K2E2, K2E3
Ulangan 2 berusia 28 HST



Gambar 58. K3E0, K3E1, K3E2, K3E3
Ulangan 2 berusia 28 HST



Gambar 59. KOE0, KOE1, KOE2, KOE3
Ulangan 3 berusia 28 HST

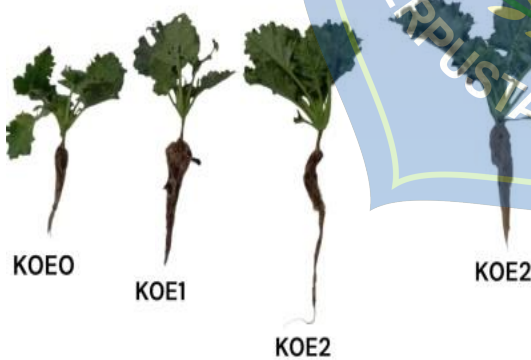


Gambar 60. K1E0, K1E1, K1E2, K1E3
Ulangan 3 berusia 28 HST



Gambar 61. K2E0, K2E1, K2E2, K2E3
Ulangan 3 berusia 28 HST

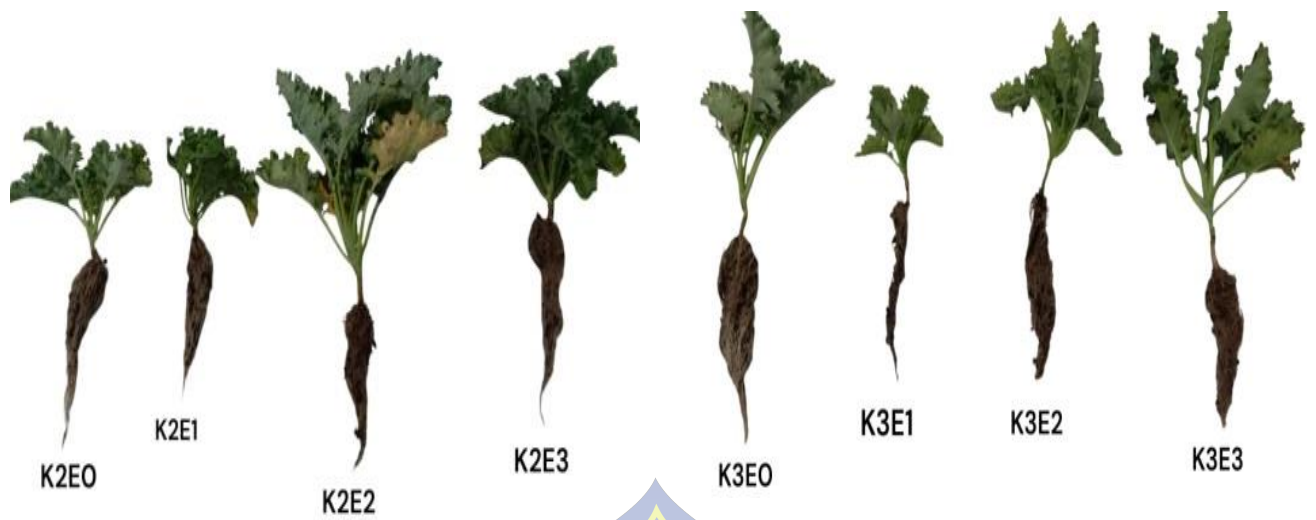
Gambar 62. K3E0, K3E1, K3E2, K3E3
Ulangan 3 berusia 28 HST



Gambar 57. KOE0, KOE1, KOE2 dan KOE3



Gambar 58. K1E0, K1E1, K1E2, dan K1E3



Gambar. 59. K2E0,K2E1,K2Ean K2E3

Gambar 60. K3E0, K3E1, K3E2 dan K3E3



Gambar 61. Panjang Berangkasan

62. Berat berangkasan

Lampiran 20. Hasil Analisis Uji Lab Kotoran Kambing dan Ekoenzim Kulit Pepaya.



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
FAKULTAS PERTANIAN
DEPARTEMEN ILMU TANAH
LABORATORIUM KIMIA DAN KESUBURAN TANAH**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10
Tamalanrea, Makassar 90245
Telepon (0411) 587076
email: lah.kimkes.ilmutanah@gmail.com
Laman: <https://soil.agriculture.unhas.ac.id>

HASIL ANALISIS CONTOH PUPUK ORGANIK

Nomor : 0303.T.LKKT/2025
Permintaan : Sinar
Asal Contoh/Lokasi : Universitas Muhammadiyah Makassar
O b j e k : Penelitian
Tgl.Penerimaan : 7 Agustus 2025
Tgl.Pengujian : 14 Agustus 2025
J u m l a h : 1 Contoh Ekoenzim & 1 Contoh Kompos

Nomor Contoh			Ekstrak 1:2,5		Parameter Terukur			
Urut	Laboratorium	Pengirim	pH H ₂ O	Bahan Organik		C/N	HNO ₃ : HClO ₄	
				Wetley & Black	Kjeldahl		P	K
				C	N			
				----- % -----		----- % -----		
1	EZ	-	-	-	0,14	-	0,14	0,35
2	PPK	-	-	-	1,41	-	0,29	0,85

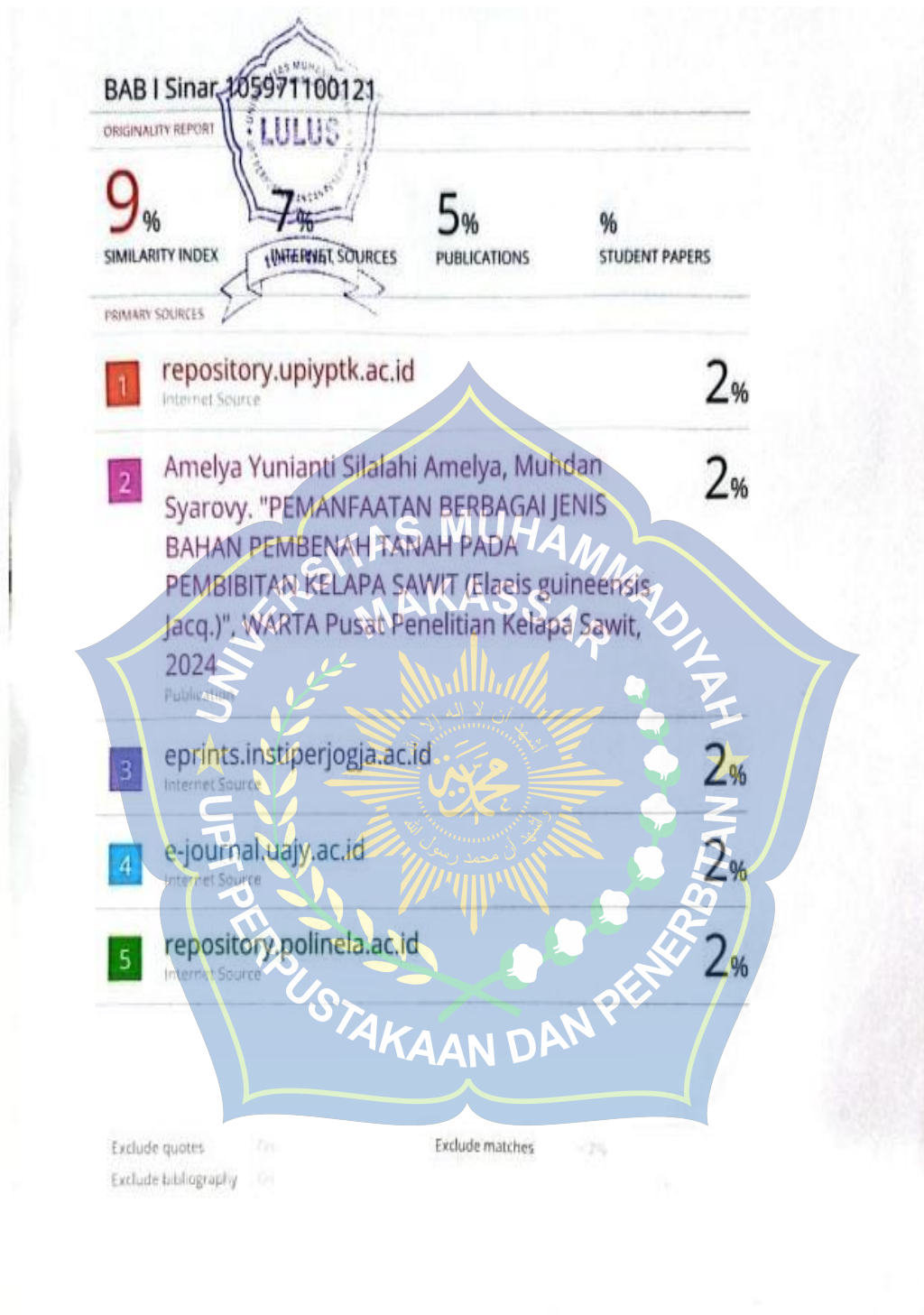
Catatan :

Hasil pengujian ini hanya berlaku bagi contoh yang diuji dan tidak untuk diperbanyak
dimana pengambilan contoh tersebut tidak dilakukan oleh pihak Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah

Makassar, 27 Agustus 2025
Kepala Laboratorium

Prof. Dr. Ir. Muh. Jayadi, MP
Nip. 19590926 198601 1 001

Lampiran 21. Hasil Turnitin BAB I



Lampiran 22. Hasil Turnitin BAB II



Lampiran 23. Hasil Turnitin BAB III



Lampiran 24. Hasil Turnitin BAB IV



Lampiran 25. Hasil Turnitin BAB V



RIWAYAT HIDUP



Sinar, lahir pada tanggal 25 Agustus 2003 di Dusun Panikang Desa Moncongkomba Kecamatan Polongbangkeng Selatan Kabupaten Takalar. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Muh. Agus Dg. Nuru dan Ibu Sugiati Dg Tongi. Pendidikan formal

yang dilalui penulis dimulai dari Taman Kanak-Kanak Takalar Al Hidayah Moncongkomba tamat tahun 2009, Sekolah Dasar No. 124 Inpres Moncongkomba tamat tahun 2015, SMP Negeri 4 Takalar tamat tahun 2018, SMA Negeri 8 Takalar tamat tahun 2021. Pada tahun 2021, Penulis melanjutkan studi dan lulus seleksi Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Makassar..

Penulis bergabung dalam organisasi eksternal yaitu Sanggar Seni Baji Pa'mai pada tahun 2019. Memasuki jenjang Strata 1 Penulis bergabung dalam organisasi internal Kampus yaitu Himpunan Mahasiswa Jurusan (HIMAGRO FP) sebagai Anggota Bidang Pengembangan Potensi Mahasiswa Periode 2023-2024 dan sebagai Ketua Bidang Pengembangan Potensi Mahasiswa Periode 2024-2025.

Penulis pernah mengikuti kegiatan magang di Kantor PT. Sang Hyang Seri di Kabupaten Maros. Penulis juga melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Kelurahan menulis skripsi yang berjudul “Aplikasi Berbagai Jenis Media Tanam Dan Ekoenzim Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kale (*Brassica oleracea L.*)”.