

**APLIKASI EKSTRAK CAIR LIMBAH IKAN DENGAN METODE
FOLIAR DAN KOCOR TERHADAP PERTUMBUHAN
BIBIT KAKAO (*Theobroma cacao* L)**

Skripsi

Oleh

RAFAEL PANDIANGAN



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**APLIKASI EKSTRAK CAIR LIMBAH IKAN DENGAN METODE
FOLIAR DAN KOCOR TERHADAP PERTUMBUHAN
BIBIT KAKAO (*Theobroma cacao* L)**

Oleh

Rafael Pandiangan

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

APLIKASI EKSTRAK CAIR LIMBAH IKAN DENGAN METODE *FOLIAR* DAN KOCOR TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT KAKAO (*Theobroma cacao* L)

Oleh

Rafael Pandiangan

Penurunan produktivitas tanaman kakao (*Theobroma cacao* L) di Indonesia menjadi tantangan utama dalam sektor perkebunan. Salah satu upaya peningkatan produktivitas adalah melalui penyediaan bibit berkualitas untuk kegiatan replanting, yang memerlukan pasokan nutrisi yang optimal selama fase pembibitan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh pemberian ekstrak dari limbah ikan dengan metode aplikasi *foliar* dan kocor terhadap pertumbuhan bibit kakao hasil sambung pucuk. Penelitian dilaksanakan di Desa Wiyono, Kabupaten Pesawaran, Lampung, menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial 2x5 dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah metode aplikasi *foliar* (M1) dan kocor(M2). Faktor kedua adalah konsentrasi ekstrak limbah ikan 0%(A1), 1,5%(A2), 3%(A3), 4,5%(A4), dan 6%(A5). Homogenitas ragam diuji dengan Uji Bartlett dan aditivitasnya dengan Uji Tukey. Data yang sudah homogen dan aditif selanjutnya dilakukan analisis ragam (Anova) dan dilakukan analisis lebih lanjut dengan Uji Ortogonal Polinomial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode aplikasi tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan bibit kakao, namun konsentrasi ekstrak limbah ikan dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kakao seperti jumlah daun, panjang daun, kehijauan daun, dan bobot basah tunas. Aplikasi ekstrak limbah ikan dengan konsentrasi memberikan respon linear positif terhadap peningkatan pertumbuhan. Tidak terdapat interaksi antara metode aplikasi dengan konsentrasi ekstrak limbah ikan dalam peningkatan pertumbuhan bibit kakao.

Kata Kunci: Bibit kakao, ekstrak limbah ikan, metode aplikasi *foliar* dan kocor.

ABSTRACT

APPLICATION OF LIQUID FISH WASTE EXTRACT WITH FOLIAR AND KOCOR METHODS ON THE GROWTH OF CACAO SEEDLINGS (*Theobroma cocoa L*)

By

Rafael Pandiangan

*The declining productivity of cacao (*Theobroma cacao L.*) in Indonesia poses a major challenge in the plantation sector. One strategy to improve productivity is through the provision of high-quality seedlings for replanting activities, which requires optimal nutrient supply during the nursery phase. This study aimed to evaluate the effects of fish waste extract application using foliar and drench methods on the growth of grafted cacao seedlings. The research was conducted in Wiyono Village, Pesawaran Regency, Lampung, using a 2×5 factorial Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. The first factor was the application method: foliar (M1) and drench (M2). The second factor was the concentration of fish waste extract: 0% (A1), 1.5% (A2), 3% (A3), 4.5% (A4), and 6% (A5). Homogeneity of variance was tested using Bartlett's Test, and additivity was tested using Tukey's Test. Data that met the assumptions of homogeneity and additivity were then analyzed using analysis of variance (ANOVA), followed by Orthogonal Polynomial analysis. The results showed that the application method had no significant effect on the growth of cacao seedlings. However, the concentration of fish waste extract significantly enhanced seedling growth parameters such as leaf number, leaf length, leaf greenness, and shoot fresh weight. The application of fish waste extract showed a positive linear response to growth improvement. No interaction was observed between application methods and fish waste extract concentrations in promoting seedling growth.*

Keywords: Cacao seedlings, fish waste extract, foliar and drench application methods.

Judul Skripsi : Aplikasi Ekstrak Cair Limbah Ikan
dengan Metode *Foliar* dan Kocor
terhadap Pertumbuhan Bibit
Kakao (*Theobroma cacao* L)

Nama Mahasiswa : Rafael Pandiangan

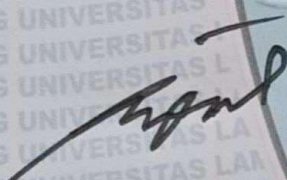
Nomor Pokok Mahasiswa : 2114121022

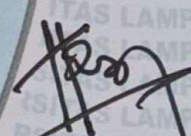
Jurusan : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

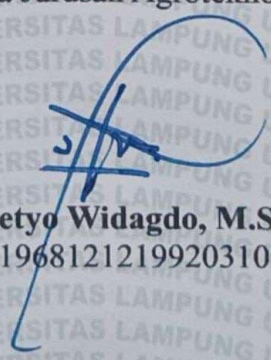
MENYETUJUI:

1. Komisi Pembimbing,


Prof. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S.
NIP 196108261986031001


Ir. Herry Susanto, M.P.
NIP 196301151987031001

2. Ketua Jurusan Agroteknologi,


Ir. Setyo Widagdo, M.Si.
NIP 196812121992031004

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji,

Ketua

: Prof. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S.

Sekretaris

: Ir. Herry Susanto, M.P.

Penguji

Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.

2. Dekan Fakultas Pertanian,



Dr. H. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 19 Juni 2025

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Aplikasi Ekstrak Cair Limbah Ikan dengan Metode *Foliar* dan Kocor terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L)” merupakan hasil karya saya sendiri bukan karya orang lain. Adapun bagian-bagian tertentu pada skripsi ini, saya kutip dari karya orang lain dan telah saya tuliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan kaidah, norma, dan etika penulisan karya tulis ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terdapat temuan bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan sanksi akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 09 Juli 2025
Penulis,



Rafael Pandiangan
NPM 2114121022

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lae Tanggiang, Desa Pegagan Julu VI, Kecamatan Sumbul, Kabupaten Dairi, Provinsi Sumatera Utara pada 18 September 2002. Penulis merupakan anak ke-6 dari pasangan Bapak Martinus Pandiangan dan Ibu Riama Sitanggang. Pada 2014, penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri 030349 Parbuahan dan menyelesaikan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 1 Sumbul pada 2017. Pada 2020, penulis menyelesaikan pendidikan menengah atas di SMAN 1 Sumbul dan melanjutkan studi pendidikan Strata 1 di Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) serta mendapatkan beasiswa Kartu Indonesia Pintar Kuliah (KIPK) pada 2021.

Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tanjung Bulan, Kecamatan Kasui, Kabupaten Way Kanan, pada 2024. Selain itu, penulis juga mengikuti kegiatan Magang dan Studi Independen Bersertifikat (MSIB) Batch 5 dalam Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) di Yayasan Edufarmers Internasional, Sulawesi Tengah, dengan posisi sebagai *Farmer Development Associate* pada periode Agustus hingga Desember 2024. Penulis pernah menjadi asisten dosen untuk mata kuliah: Teknologi Pertanian Organik, Dasar-Dasar Agronomi, Produksi Tanaman Perkebunan, dan Teknologi Pemuliaan Tanaman pada tahun ajaran 2023/2024 dan 2024/2025. Selain aktif dalam kegiatan akademik, penulis juga terlibat dalam organisasi kemahasiswaan, yakni Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (PERMA AGT) Fakultas Pertanian Universitas Lampung sebagai anggota Bidang Pengembangan Masyarakat pada periode 2023, serta Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Katolik Universitas Lampung sebagai Ketua Divisi Eksternal pada periode 2023/2024.

PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Tuhan Yesus Kristus, dengan segala rasa syukur dan kerendahan hati kupersembahkan karya ini kepada:

Kedua orang tua saya: Bapak Martinus Pandiangan dan Ibu Riama Sitanggang dan saudara-saudari saya Remi Cristian Pandiangan, Jepta Juniara Leo Pandiangan, Dina Mariana Pandiangan, Lasmina Pandiangan dan Amon Gelbok Pandiangan yang senantiasa memberikan kasih sayang, cinta, nasihat, motivasi, dan pengorbanan serta doa yang tiada henti.

Seluruh keluarga besar, sahabat, dan teman-teman yang senantiasa memberikan semangat, doa, dan motivasi.

Keluarga besar Agroteknologi 2021 dan
Almamater tercinta, Universitas Lampung.

“Segala perkara dapat kutanggung di dalam Dia yang memberi kekuatan kepadaku”

(Filipi 4:13)

“Apapun juga yang kamu perbuat, perbuatlah dengan segenap hatimu seperti untuk Tuhan dan bukan untuk manusia”

(Kolose 3:23)

“Hidup itu lebih baik ketika anda bahagia, tapi jauh lebih baik ketika orang lain bahagia karna anda”

(Paus Fransiskus)

“Intelligence is the ability to adapt to change.”

(Stephen Hawking)

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas limpahan rahmat dan berkat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung. Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik dalam pelaksanaan penelitian maupun dalam penyusunan skripsi ini, yaitu kepada:

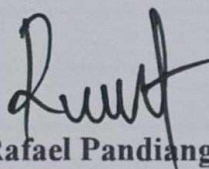
1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Ir. Setyo Widagdo, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Prof. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S., selaku Ketua Bidang Teknologi Produksi Perkebunan Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung, sekaligus Dosen Pembimbing Utama yang senantiasa memberikan arahan, dukungan, bimbingan, dan motivasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
4. Ir. Herry Susanto, M.P. selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing Pembantu yang senantiasa memberikan masukan, nasihat, semangat, bimbingan, dan motivasi kepada penulis selama masa perkuliahan sampai skripsi ini mampu diselesaikan dengan baik;
5. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Dosen Penguji yang senantiasa memberikan masukan dan saran-saran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik;
6. Raka Prakasti S. Tr. P., selaku Petani pemilik pembibitan kakao yang telah menyediakan tempat dan fasilitas selama penulis melakukan penelitian;

7. Seluruh Dosen Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
8. Kedua orang tua dan Saudara-saudari saya, Bapak Martinus Pandiangan, Ibu Riama Sitanggang, Remi Cristian Pandiangan, Jepta Juniara Leo Pandiangan, Dina Mariana Pandiangan, Lasmina Pandiangan dan Amon Gelbok Pandiangan;
9. Rekan penelitian Muhammad Rizky Ramdani dan Sabila Infantriani yang telah membantu dalam penelitian dan memberikan dukungan kepada penulis;
10. Sahabat dan teman-teman penulis Vina Sitanggang, Derby Parningotan Kaloko, Coky Vresly Habeahan, Ronang Tio Rumapea, Yosua Musada Sagala, Yuda Partogi Manik dan Junanta Malau yang telah menemani dan memberikan dukungan kepada penulis;
11. Keluarga Besar Agroteknologi Angkatan 2021 atas kebersamaan dalam melewati suka-duka perkuliahan serta motivasi dan dukungannya.
12. Pengurus Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Katolik Universitas Lampung periode 2023 yang telah menemani penulis dalam proses berorganisasi selama perkuliahan;
13. Mentor dan teman-teman magang di Yayasan Edufarmers Internasional saudari Musdalifa Taharudin, S.Pi., Muhammad Hanan Syukur, Harkat Dinarsyah, Artur Fredlin Sopacua, Adrian Pranata Sitepu, Roby Wandamaulidin, Irfan Ghani, Syafira Regi, Zahrotul Munawwaroh , Febria Dwi Annisa Putri, Risya Mutiara Nabila, Rifana Maulida Ummah, dan Wanda Afrilia Hitami;
14. Orang-tua dan teman-teman Naposo Pungan Katolik Batak Lampung (PKBL) yang sudah menjadi rumah kedua penulis selama proses penelitian berlangsung;
15. Bapak Kepala Desa, Masyarakat Desa Tanjung Bulan dan Teman-teman Mahasiswa yang sudah menyediakan tempat dan memberikan pengalaman untuk mengabdikan kepada masyarakat dalam Kuliah Kerja Nyata (KKN) periode satu 2024;

16. Bapak Kepala Desa, Masyarakat dan Petani dampingan saya di Desa Bulili, Kecamatan Nokilalaki, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah yang telah menerima, membimbing dan memberikan pengalaman berharga bagi penulis dalam pelaksanaan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) di Yayasan Edufarmers Internasional.

Semoga bantuan dan kebaikan yang telah diberikan kepada penulis menjadi berkat dan mendapatkan balasan baik dari Tuhan Yesus Kristus. Semoga skripsi ini dapat menjadi manfaat baik bagi penulis ataupun pembaca.

Bandar Lampung, 09 Juli 2025
Penulis,



Rafael Pandiangan
2114121022

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Kerangka Pemikiran	4
1.5 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Tanaman Kakao (<i>Theobroma cacao</i> L)	8
2.2 Limbah ikan dan Ekstrak Cair Limbah Ikan	10
2.3 Metode Aplikasi <i>Foliar</i> dan Kocor.....	12
2.4 Pembibitan dan Sambung Pucuk Kakao.....	14
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	16
3.1 Waktu dan Tempat	16
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.3 Metode Penelitian	16
3.4 Analisis Data.....	17
3.5 Pelaksanaan Penelitian.....	18
3.5.1 Pembuatan Ekstrak Cair Limbah Ikan.....	19
3.5.2 Persiapan Bibit Hasil Sambung Pucuk	20
3.5.3 Aplikasi Perlakuan.....	20
3.5.4 Pemeliharaan Bibit Kakao	21
3.6 Variabel Pengamatan	21
3.6.1 Variabel Utama	21
3.6.2 Variabel Pendukung.....	23

V. SIMPULAN DAN SARAN.....	24
5.1 Simpulan.....	24
5.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA.....	25

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Koefisien Perbandingan Uji Kontras dan Ortogonal Polinomial	18

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram alir kerangka pemikiran.....	7
2. Tata letak satuan percobaan.....	17
3. Dosis aplikasi metode foliar.	20

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kakao (*Theobroma cacao L*) merupakan komoditas subsektor perkebunan yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Kakao merupakan komoditas subsektor perkebunan yang menghasilkan devisa besar ketiga terhadap perekonomian Indonesia setelah subsektor perkebunan karet dan kelapa sawit. Namun, industri kakao di Indonesia menghadapi berbagai permasalahan, antarlain penurunan produktivitas dan kualitas hasil panen. Rubiyo dan Siswanto (2012) menyatakan bahwa salah satu faktor penurunan produktivitas kakao adalah banyaknya tanaman yang sudah memasuki usia tidak produktif atau tanaman tua. Berdasarkan data Kementan RI (2022) produktivitas kakao sejak tahun 2013-2022 mengalami fluktuasi dengan kecenderungan penurunan produktivitas kakao sebesar -1,04% per tahun. Rata rata produktivitas kakao indonesia pada tahun 2013 mencapai 821 kg/ha kemudian turun pada tahun 2022 menjadi 744 kg/ha.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan kakao yang sudah tua dapat dilakukan dengan cara peremajaan dan *replanting* atau penanaman ulang. Produksi bibit kakao yang berkualitas yang akan digunakan sebagai bahan tanam *replanting* atau sebagai batang bawah dapat dilakukan dengan memperhatikan nutrisi yang diberikan selama fase pembibitan. Pertumbuhan bibit kakao yang baik sangat bergantung pada ketersediaan nutrisi yang memadai. Nutrisi seperti nitrogen, fosfor, kalium, serta mikronutrien lainnya menjadi komponen penting untuk mendukung perkembangan akar, batang, dan daun tanaman kakao. Penggunaan pupuk anorganik tetap menjadi andalan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman. Namun, Herdiyantoro (2015) menerangkan bahwa penggunaan

pupuk anorganik secara berlebihan dapat menyebabkan penurunan kualitas tanah, kerusakan lingkungan, dan penumpukan residu berbahaya yang berdampak negatif terhadap ekosistem.

Alternatif lain untuk memperoleh nutrisi tanaman adalah dengan memanfaatkan sumber nutrisi organik. Salah satu sumber nutrisi organik yang memiliki kandungan nutrisi tinggi adalah limbah ikan. Menurut Hapsari dan Welasih (2013), limbah ikan mengandung nitrogen yang tinggi serta unsur hara makro dan mikro lainnya. Limbah ikan juga kaya akan asam amino dan senyawa nitrogen yang esensial untuk pertumbuhan tanaman. Asam amino merupakan salah satu nutrisi yang diperlukan oleh setiap tanaman khususnya pada masa vegetatif. Asam amino adalah protein yang sudah dipecah melalui proses metabolisme menjadi molekul-molekul kecil sebagai bahan dasar untuk proses biosintesis. Menurut Pertami *et al.* (2024), asam amino adalah unit dasar penyusun protein penyedia sumber nitrogen organik yang mudah diserap oleh tanaman.

Negara Indonesia yang sebagian besar wilayahnya merupakan wilayah kelautan memiliki kekayaan alam laut khususnya hasil ikan laut. Ikan kemudian ditangkap oleh nelayan yang selanjutnya akan dijual di pasar lelang ikan. Tempat pelelangan ikan merupakan tempat dimana penjual atau nelayan bertemu dengan konsumen berupa pedagang ikan. Seringkali, di tempat pelelangan ikan terdapat sisa ikan yang tidak terjual, yang kemudian disebut sebagai limbah ikan. Dalam penelitian Hapsari dan Welasih (2013), 25-30% dari total hasil tangkapan ikan laut, akhirnya akan menjadi ikan sisa atau ikan buangan yang disebabkan oleh kurangnya pengetahuan dan sarana para nelayan dalam mengolah lanjut hasil tangkapannya, misalnya mengolah sisa ikan menjadi olahan terasi, menjadi ikan kering, dan ikan asin. Selain itu, masuknya ikan yang belum memiliki nilai ekonomis atau kurang berharga dalam hasil tangkapan juga menyebabkan adanya ikan sisa atau limbah ikan. Banyaknya limbah ikan atau ikan sisa yang mencapai 25-30% setiap musimnya ternyata bermanfaat dalam dunia pertanian. Ikan sisa atau limbah ikan tersebut dapat dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan nutrisi organik.

Limbah ikan yang akan digunakan sebagai sumber unsur hara makro dan nutrisi asam amino akan diaplikasikan dalam bentuk ekstrak cair. Menurut Nadhira dan Berliana (2017), pengaplikasian pupuk organik cair limbah ikan dapat dilakukan melalui metode *foliar* dan kocor. Metode *foliar* melibatkan penyemprotan larutan pupuk langsung ke daun, yang dapat mempercepat penyerapan nutrisi. Salah satu keuntungan penggunaan ekstrak cair limbah ikan melalui daun adalah unsur hara dapat diserap lebih cepat dibandingkan jika diaplikasikan melalui tanah, sehingga efisiensi penyerapan nutrisi menjadi lebih tinggi (Parawansa dan Hamka, 2014). Sementara itu, metode kocor adalah memberikan nutrisi langsung ke media tanah, yang juga penting untuk mendukung pertumbuhan akar. Menurut Gayatri dan Setiyani (2023), aplikasi pupuk dengan sistem kocor memiliki kelebihan seperti optimalisasi akar dalam penyerapan unsur hara, efisiensi pupuk, dan tanaman akan mudah mengatur penyerapan komposisi yang diperlukan jika terjadi kelebihan unsur hara. Kedua metode aplikasi ini memiliki karakteristik yang berbeda dan dapat memberikan dampak yang beragam terhadap pertumbuhan bibit kakao.

Penelitian terdahulu sudah memberikan arah pemanfaatan limbah ikan sebagai sumber unsur hara makro dan nutrisi asam amino bagi tanaman, umumnya tanaman sayuran. Namun, penelitian terhadap pemanfaatan limbah ikan pada tanaman perkebunan khususnya pada pembibitan tanaman kakao masih terbatas. Penelitian tentang metode aplikasi terbaik diantara *foliar* dan kocor juga harus dilakukan guna memberikan wawasan yang lebih luas khususnya pada pembibitan kakao. Oleh karena itu, dilakukanlah penelitian yang berjudul “Aplikasi Ekstrak Cair Limbah Ikan dengan Metode *Foliar* dan Kocor terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L)”. Penelitian dilakukan menggunakan bibit kakao MCC 02 dengan perlakuan konsentrasi ekstrak cair limbah ikan dengan dua metode aplikasi yang berbeda. Melalui penelitian ini diharapkan memberikan informasi penting terkait pemanfaatan limbah ikan sebagai nutrisi organik dan metode aplikasi terbaik terhadap pertumbuhan bibit kakao hasil sambung pucuk.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- (1) Apakah pemberian ekstrak cair limbah ikan dengan konsentrasi yang berbeda mampu meningkatkan pertumbuhan bibit tanaman kakao?
- (2) Apakah perbedaan metode aplikasi *foliar* dan kocor dapat meningkatkan pertumbuhan bibit tanaman kakao?
- (3) Apakah terdapat interaksi antara konsentrasi ekstrak cair limbah ikan dengan metode aplikasi yang berbeda dalam meningkatkan pertumbuhan bibit tanaman kakao?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah:

- (1) Mengetahui pengaruh pemberian ekstrak cair limbah ikan terhadap peningkatan pertumbuhan bibit kakao;
- (2) Mengetahui pengaruh metode aplikasi yang berbeda terhadap peningkatan pertumbuhan bibit kakao;
- (3) Mengetahui interaksi terbaik diantara konsentrasi ekstrak cair limbah ikan dan metode aplikasi yang berbeda terhadap peningkatan pertumbuhan bibit kakao.

1.4 Kerangka Pemikiran

Produksi kakao di Indonesia mengalami fluktuasi yang didominasi penurunan produksi dari setiap tahunnya. Penurunan produksi kakao dapat disebabkan salah satu faktor budidaya yaitu banyaknya tanaman kakao yang sudah tua dan mengalami penurunan produksi. Hal tersebut harus diatasi dengan cara peremajaan berupa *replanting* atau penanaman ulang. Farid dan Fauzia (2014) menyatakan bahwa tanaman kakao yang sudah memasuki umur 20 tahun dan tidak berproduksi maksimal lagi harus dilakukan penanaman ulang atau *replanting* dengan bibit yang berkualitas sehingga dapat memaksimalkan

produktivitas kakao. Bibit kakao yang berkualitas dapat diperoleh dengan memberikan nutrisi yang cukup pada masa pertumbuhan bibit kakao.

Salah satu nutrisi yang dapat diaplikasikan pada fase pembibitan atau masa vegetatif adalah nutrisi organik ekstrak cair limbah ikan yang mengandung unsur hara makro, mikro, dan nutrisi asam amino. Penggunaan asam amino dapat menjaga tanaman dari stres lingkungan, mengikat ion-ion unsur hara mikro, meningkatkan aktivitas mikroba tanah serta meningkatkan kandungan klorofil dan laju fotosintesis (Martuti *et al.*, 2024). Tanaman dengan kandungan asam amino yang cukup akan membentuk ekstrak pektin di antara dinding sel sehingga lebih keras dan tahan terhadap serangan hama (Labaik *et al.*, 2021).

Asam amino merupakan protein yang sudah dipecah menjadi molekul-molekul kecil sebagai bahan dasar untuk proses biosintesis. Limbah ikan merupakan limbah yang masih memiliki kandungan protein dan dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan asam amino. Dalam penelitian Muhammad *et al.* (2023), salah satu ikan laut yaitu ikan lumuru memiliki kandungan protein omega 3, memiliki harga yang relatif murah dan mudah ditangkap oleh nelayan. Selain ikan lumuru tersebut, ternyata dalam proses penangkapan suatu jenis ikan tertentu masih banyak jenis ikan yang terbawa atau tertangkap secara tidak sengaja dan akan menjadi ikan sisa atau limbah ikan yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan ekstrak cair limbah ikan.

Ekstrak cair limbah ikan dapat diaplikasikan dengan dua metode aplikasi yaitu *foliar* dan kocor. Metode aplikasi *foliar* adalah cara pengaplikasian pupuk cair dengan melarutkan pupuk dan air kemudian disemprot pada daun tanaman. Sedangkan itu, metode aplikasi kocor merupakan cara pengaplikasian pupuk dengan melarutkan pupuk dengan air kemudian disiram atau dikocor langsung ke media tanam ataupun pada perakaran tanaman. Aplikasi ekstrak cair limbah ikan ke dalam tanah dapat memperbaiki kesuburan tanah karena menyediakan bahan makanan pada mikroorganisme sehingga perkembangan perakaran tanaman menjadi lebih optimal untuk menyerap unsur hara dalam tanah (Nadhira dan

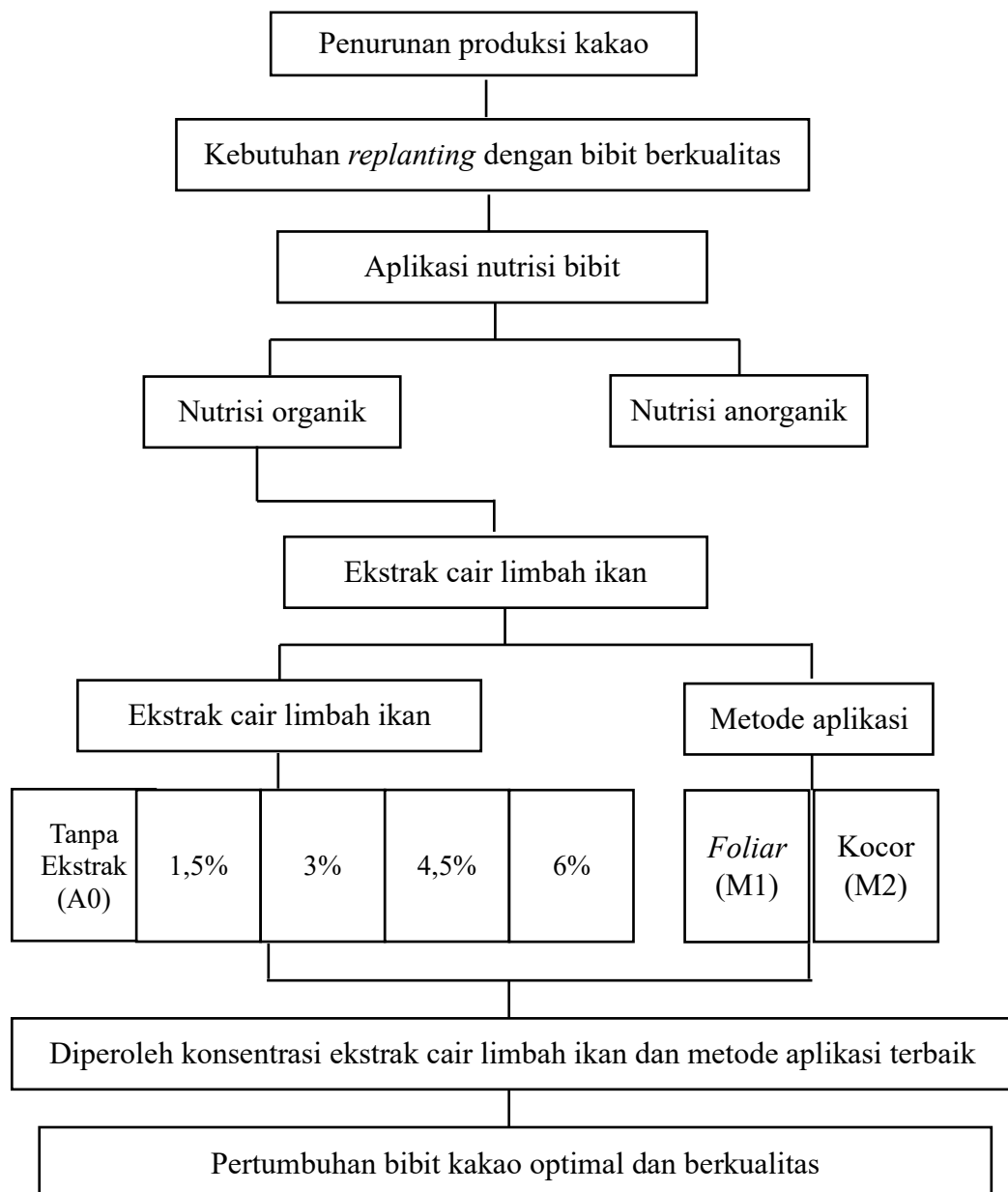
Berliana 2017). Perbedaan metode aplikasi ekstrak cair limbah ikan dapat memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan bibit tanaman kakao dan juga efisiensi penggunaan ekstrak cair limbah ikan.

Aplikasi ekstrak cair limbah ikan dengan konsentrasi 2,5% memberikan pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan tanaman pakchoy (Ali dan Ika, 2020). Penelitian Zahroh *et al.* (2018) juga menghasilkan kesimpulan bahwa konsentrasi 4,5% mampu memberikan pengaruh baik terhadap pertumbuhan tanaman cabai. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan menggunakan ekstrak cair limbah ikan sebagai kontrol tanpa ekstrak cair limbah ikan atau konsentrasi 0 %, konsentrasi 1,5%, konsentrasi 3%, konsentrasi 4,5%, dan konsentrasi 6% serta penerapan metode aplikasi *foliar* dan kocor. Melalui penelitian ini diharapkan memperoleh konsentrasi terbaik dari ekstrak cair limbah ikan dan metode aplikasi terbaik. Skema kerangka pemikiran pada penelitian ini disajikan pada Gambar 1.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

- (1) Terdapat konsentrasi ekstrak cair limbah ikan terbaik dalam memacu pertumbuhan bibit tanaman kakao;
- (2) Terdapat metode aplikasi terbaik dari aplikasi ekstrak cair limbah ikan terhadap peningkatan pertumbuhan bibit tanaman kakao;
- (3) Terdapat pengaruh interaksi antara konsentrasi ekstrak cair dari limbah ikan dengan metode aplikasi paling baik dalam meningkatkan pertumbuhan bibit tanaman kakao.



Gambar 1. Diagram alir kerangka pemikiran.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L)

Kakao merupakan tanaman yang umumnya dibudidayakan pada daerah tropis dan berasal dari Amerika Selatan. Hasil dari tanaman kakao ini merupakan biji kering yang selanjutnya akan diolah menjadi pasta coklat dan olahan coklat lainnya (Arya, 2020). Herdhiansyah *et al.* (2022) menerangkan bahwa senyawa kimia yang terkandung didalam biji kakao seperti kafein, theobromin, dan methyl-xanthine diketahui memiliki efek mengurangi kelelahan dan berpotensi sebagai antideprsesi. Selain itu, kakao juga mengandung protein serta kaya akan asam amino seperti triptofan, fenilalanin, dan tirosin. Banyaknya manfaat dari biji kakao menjadikan komoditi kakao ini bernilai jual tinggi dan termasuk kebutuhan pangan dunia dan menjadikannya sebagai barang ekspor.

Tanaman kakao dengan nama latin *Theobroma cacao* L memiliki klasifikasi botani sebagai berikut: Kingdom: *Plantae*, Divisi: *Spermatophyte*, Sub devisi: *Angiospermae* , Class: *Dicotyledoneae* , Ordo: *Malvales* , Family: *Sterculiaceae*, Genus: *Theobroma*, Spesies: *Thobroma cacao* L (Hamidan dan Sembiring, 2017). Batang dan percabangan tanaman kakao dapat dipengaruhi oleh lingkungan dan iklim yang terdapat pada suatu daerah. Tanaman kakao secara alami tumbuh di hutan tropis dengan naungan pohon-pohon tinggi, curah hujan dan kelembapan yang tinggi, serta suhu yang relatif stabil sepanjang tahun. Dalam kondisi alami tersebut, tanaman kakao cenderung tumbuh tinggi, tetapi hanya menghasilkan sedikit bunga dan buah. Ketika dibudidayakan di kebun, tinggi tanaman kakao pada umur tiga tahun bisa mencapai 1,8 hingga 3 meter, dan pada usia 12 tahun, dapat mencapai tinggi antara 4,5 hingga 7 meter (Farhanandi dan Indah, 2022). Tinggi tanaman ini bervariasi tergantung pada intensitas naungan dan faktor

pertumbuhan lain yang tersedia. Kakao memiliki dimorfisme pada tunas vegetatifnya, yaitu dua bentuk tunas: tunas yang tumbuh vertikal disebut tunas ortotrop atau tunas udara (wiwilan atau chupon), sedangkan tunas yang tumbuh menyamping dikenal sebagai tunas plagiotrop (cabang kipas atau kipas). Pada tanaman kakao yang tumbuh dari biji, setelah mencapai ketinggian 0,9 hingga 1,5 meter, pertumbuhan vertikalnya akan berhenti dan membentuk jorket (jorquette), yaitu titik percabangan dari pola ortotrop ke plagiotrop, yang menjadi ciri khas tanaman kakao. Proses pembentukan jorket ini diawali dengan berhentinya pemanjangan ruas-ruas tunas ortotrop (Afriati *et al.*, 2022).

Daun kakao memiliki sifat dimorfisme seperti percabangannya. Tunas ortotrop memiliki panjang tangkai daun mencapai 7,5-10 cm, sedangkan pada tunas plagiotrop hanya sekitar 2,5 cm. Tangkai daun berbentuk silinder dengan permukaan halus yang bersisik, yang bervariasi tergantung jenisnya (Ismail *et al.* 2017). Salah satu ciri khas daun kakao adalah adanya dua persendian (artikulasi) yang terletak di pangkal dan ujung tangkai daun. Persendian ini memungkinkan daun beradaptasi dengan arah sinar matahari (Riono, 2020). Helai daun berbentuk bulat memanjang (oblongus) dengan ujung yang meruncing (acuminatus) dan pangkal yang runcing (acutus). Tulang daun tersusun menyirip dengan permukaan bawah helai yang menonjol. Tepi daun rata, sementara struktur daunnya tipis tetapi kuat seperti kertas perkamen.

Kakao merupakan tanaman dengan tipe akar permukaan (surface root feeder), yaitu sebagian besar akar lateralnya tumbuh mendatar dekat permukaan tanah pada kedalaman 0-30 cm. Sebanyak 26% akar lateral berada pada kedalaman 0-10 cm, 26% pada kedalaman 11-20 cm, 14% pada kedalaman 21-30 cm, dan hanya 4% yang tumbuh dalam lebih dari 30 cm dari permukaan tanah (Mulyono *et al.*, 2010). Jangkauan akar lateral ini meluas hingga jauh di luar proyeksi tajuk dengan percabangan kecil yang rumit. Kakao memiliki akar tunggang dengan kemampuan tumbuh hingga 8 meter ke samping dan 15 meter ke bawah. Tanaman kakao yang diperbanyak secara vegetatif awalnya tidak membentuk akar tunggang, tetapi menghasilkan akar serabut dalam jumlah banyak. Ketika tanaman

dewasa, akar serabut ini akan berkembang menjadi dua akar utama yang menyerupai akar tunggang (Zakariyya, 2017).

Tanaman kakao memiliki bunga sempurna yang terdiri dari lima helai kelopak (kelopak) dan sepuluh benang sari (androecium). Diameter bunganya sekitar 1,5 cm, dan bunga ini tumbuh berkelompok pada bantalan bunga. Bunga kakao tumbuh dari bantalan pada cabang (disebut ramiflora) atau batang (disebut cauliflora), dengan sifat kauliflori, yang berarti bunga berkembang dari bekas ketiak daun pada batang dan cabang (Siregar *et al.*, 2021). Seiring berjalannya waktu, lokasi pertumbuhan bunga ini akan membesar dan menebal, dikenal sebagai bantalan bunga (bantalan). Bunga kakao umumnya berwarna putih, ungu, atau kemerahan, dengan warna khas untuk setiap kultivar. Tangkai bunganya kecil namun panjang (sekitar 1–1,5 cm), sementara mahkota bunga sepanjang 6–8 mm, terbagi menjadi dua bagian: pangkalnya berbentuk seperti cakar dengan dua garis merah, dan ujungnya berbentuk lembaran tipis, fleksibel, dan fleksibel berwarna putih (Lukito *et al.*, 2004). Penyerbukan bunga kakao terjadi secara persilangan antara tanaman dan biasanya dibantu serangga kecil, terutama lalat kecil (midge) *Forcipomyia*, semut pendukung, kutu afid, serta beberapa jenis lebah, yang umumnya terjadi pada malam hari (Ahmad *et al.*, 2022).

2.2 Limbah ikan dan Ekstrak Cair Limbah Ikan

Limbah ikan merupakan salah satu limbah yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Potensi limbah ikan seperti ikan yang tidak sengaja tertangkap oleh nelayan dan sisa dari pengolahan ikan seperti jeroan dan bagian lainnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan nutrisi organik karena masih memiliki kandungan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman (Zahroh *et al.*, 2018). Abror dan Harjo (2018) juga menerangkan bahwa hasil dari pengolahan limbah ikan mengandung unsur hara makro tinggi, dengan N total (1.460 – 1.540 ppm), kandungan fosfor (63 ppm – 70 ppm P₂O₅) dan kandungan K (2.970 – 3.560 ppm) serta unsur makro dan mikro lainnya. Selain unsur hara makro dan mikro yang terdapat pada limbah ikan, protein yang terkandung didalam ikan

masih dapat dimanfaatkan menjadi nutrisi bagi tanaman. Protein dapat diolah menjadi nutrisi asam amino yang berguna bagi tanaman.

Asam amino adalah protein yang sudah dipecah melalui proses metabolisme menjadi molekul molekul kecil sebagai bahan dasar untuk proses biosintesis. Secara umum ada lebih dari 20 jenis asam amino dalam biosintesis (Umar, 2023). Asam amino merupakan senyawa dasar penyusun protein yang memainkan peran vital dalam pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Sebagai komponen esensial, asam amino terdiri dari gugus amino ($-NH_2$) dan gugus karboksil ($-COOH$) yang dihubungkan oleh rantai samping yang bervariasi (Fatma, 2017). Pada tumbuhan, asam amino dapat dihasilkan melalui jalur biosintesis yang bergantung pada proses fotosintesis dan nitrogenase, di mana nitrogen diubah menjadi amonia dan kemudian dimanfaatkan untuk membentuk asam amino (Suryani dan Taupiqurrahman, 2021). Beberapa asam amino penting yang dihasilkan oleh tumbuhan meliputi glutamat, asparagin, dan serin, yang menjadi prekursor dalam pembentukan protein dan berbagai metabolit penting lainnya (Syakir *et al.*, 2015).

Asam amino berperan sebagai sinyal molekuler dan pengatur metabolisme pada tumbuhan selain peranannya dalam sintesis protein. Misalnya, prolin berperan penting dalam adaptasi tumbuhan terhadap kondisi stres seperti kekeringan dan salinitas, karena kemampuannya dalam menjaga keseimbangan osmotik sel (Soniya *et al.*, 2024). Glutamin dan glutamat, di sisi lain, berperan dalam siklus nitrogen, membantu tumbuhan menyerap dan mendistribusikan nitrogen yang diperlukan untuk sintesis berbagai senyawa organik (Syakir *et al.*, 2015). Fungsi ganda ini menjadikan asam amino esensial tidak hanya sebagai komponen struktural tetapi juga sebagai mediator yang membantu tumbuhan bertahan dalam kondisi lingkungan yang berubah-ubah.

Asam amino esensial juga memiliki peran dalam interaksi simbiotik antara tumbuhan dan mikroorganisme tanah. Misalnya, leguminosae membentuk hubungan simbiotik dengan bakteri pengikat nitrogen, di mana asam amino

seperti glutamin digunakan untuk mengangkut nitrogen terfiksasi ke bagian lain dari tumbuhan (Darmasetiawan, 2024). Pengolahan limbah ikan menjadi nutrisi organik ekstrak cair limbah ikan yang mengandung asam amino dapat dilakukan dengan cara fermentasi anaerob dengan penambahan, molase, mikroorganisme pengurai dan enzim bromalin yang diperoleh dari kulit nenas. Enzim bromalim merupakan enzim yang sering digunakan untuk mempercepat proses fermentasi dengan proses perusakan sistem emulsi limbah ikan yang akan dihidrolisis menjadi asam amino melalui ikatan peptida (Effendi *et al.*, 2013).

Waktu fermentasi dapat dilakukan diatas 10 hari dengan waktu terbaik fermentasi limbah ikan adalah 28 hari (Piri dan Mirwan, 2018). Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa fermentasi di waktu 14 hari mengalami penurunan reaktor karena mikroorganisme mengubah bahan organik menjadi asam organik, sedangkan fermentasi di waktu ke 28 hari mengalami peningkatan. Hal tersebut terjadi karena munculnya mikroorganisme dari jenis lain terutama produksi amonia dari senyawa senyawa yang mengandung nitrogen yang akan mengkonversikan asam organik yang telah terbentuk sehingga bahan yang didekomposisikan memiliki derajat keasaman yang tinggi dan mendekati netral. Derajat keasaman asam amino yang siap digunakan dapat disesuaikan dengan kebutuhan pH mikroorganisme pengurai limbah ikan tersebut. Salah satu mikroorganisme yang dapat merombak protein menjadi asam amino adalah *aspergillus* dengan pH optimum 4 (Palinggi, 2010).

2.3 Metode Aplikasi *Foliar* dan Kocor

Metode aplikasi nutrisi organik ekstrak cair limbah ikan yang berbeda akan memberikan hasil yang berbeda juga. Metode *foliar* adalah pemupukan tanaman melalui daun dengan cara penyemprotan. Metode *foliar* memiliki keunggulan dengan efisiensi penggunaan pupuk yang lebih sedikit dibanding metode pemupukan lainnya (Genesiska *et al.*, 2022). Pemberian pupuk pada daun tanaman pada waktu yang tepat dapat mencegah kehilangan unsur hara seperti melalui pencucian atau penguapan. Suryani *et al.* (2021) juga menjelaskan bahwa

pemupukan melalui daun dapat menyerap 90% dibandingkan dengan melalui akar yang hanya mampu menyerap 10% saja.

Metode aplikasi kocor merupakan salah satu cara pengaplikasian pupuk dengan cara melarutkan pupuk kemudian disiram atau dikocor kepermukaan media tanam atau tanah. Nugroho *et al.* (2019) menjelaskan bahwa metode aplikasi kocor dianggap efisien dan efektif dalam menyediakan unsur hara dalam tanah yang dibutuhkan oleh tanaman. Palupi *et al.* (2017) juga membuktikan bahwa pemupukan dengan metode kocor mampu meningkatkan panjang akar, bobot basah dan kering, serta hasil tanaman stroberi.

Perbandingan efektivitas antara metode *foliar* dan kocor menarik untuk diteliti khususnya pada aplikasi nutrisi organik ekstrak cair dari limbah ikan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kedua metode ini memiliki dampak yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman. Penelitian oleh Nadhira dan Berliana (2017) menunjukkan bahwa aplikasi *foliar* dapat menghasilkan pertumbuhan yang lebih cepat dalam waktu singkat, sementara metode kocor lebih efektif dalam meningkatkan pertumbuhan akar dan ketahanan tanaman dalam jangka panjang. Metode kedua ini juga dapat digunakan secara bersamaan untuk memaksimalkan hasil, tergantung pada jenis tanaman dan fase pertumbuhannya.

Penerapan nutrisi organik, baik melalui metode *foliar* maupun kocor, dapat secara signifikan mempengaruhi kualitas tanaman. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan nutrisi dari limbah ikan dapat meningkatkan kandungan nutrisi dalam tanaman, termasuk kadar asam amino dan senyawa mikro yang esensial untuk pertumbuhan. Menurut Stella dan Saroinsong (2024) peningkatan kadar asam amino dalam tanaman tidak hanya mendukung pertumbuhan vegetatif, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan ketahanan tanaman terhadap stres lingkungan, seperti serangan hama dan penyakit. Hidayat (2024) juga menjelaskan bahwa penambahan asam amino ke dalam tanah berperan dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah dengan meningkatkan daya serap air, berfungsi sebagai granulator media tanam, dan memperbaiki aerasi pada media tanam. Dengan

demikian, aplikasi nutrisi organik berpotensi menghasilkan tanaman yang tidak hanya lebih produktif tetapi juga lebih tahan terhadap kondisi lingkungan ekstrem.

2.4 Pembibitan dan Sambung Pucuk Kakao

Pembibitan kakao merupakan salah satu hal krusial pada tahap awal budidaya kakao (*Theobroma cacao L.*). Bibit kakao dapat diperoleh melalui hasil sambung pucuk antara batang bawah (rootstock) dengan batang atas (*entres*). Menurut Roswanjaya *et al.* (2020) teknik sambung pucuk merupakan teknik penyiapan bibit yang banyak dilakukan oleh petani. Ariani *et al.* (2018) juga menambahkan keterangan bahwa teknik sambung pucuk kakao yang diadopsi sebagai perbanyakan bahan tanam adalah untuk tujuan menghasilkan klon bibit yang seragam.

Bibit tanaman kakao yang berkualitas akan memberikan hasil yang maksimal serta cepat untuk menyesuaikan dengan lingkungan lahan. Penggunaan bahan tanam dari klon-klon unggul adalah salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas biji kakao, di mana klon unggul ini diharapkan memiliki hasil yang tinggi dan stabil, ukuran biji besar, kadar lemak tinggi, citarasa baik, serta ketahanan atau toleransi terhadap hama dan penyakit utama (Sabahannur *et al.*, 2023).

Salah satu klon kakao yang termasuk dalam kriteria klon unggul adalah MCC 02. Karakteristik khas klon MCC 02 menurut Sabahannur *et al.* (2023), memiliki ukuran biji yang sangat besar dibandingkan dengan klon lainnya. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa berat satu biji kakao dapat mencapai 1,61 g atau 53 biji/ 100 g, hal tersebut menjadi suatu keuntungan karena memenuhi standar ekspor biji kakao yang salah satu syaratnya adalah jumlah biji kakao dalam 100 g berada dikisaran 85-100 biji kakao. Dalam memaksimalkan produktivitas kakao, masa pembibitan adalah suatu hal penting yang harus diperhatikan seperti pemilihan bahan tanam dan cara perbanyakan bahan tanam. Selain itu, memperhatikan pemeliharaan seperti penyiraman, penyiangan dan pemberian

nutrisi pada masa pembibitan juga salah satu faktor pendukung dalam menghasilkan bibit kakao yang berkualitas. Nutrisi yang dapat diberikan pada bibit tanaman kakao adalah ekstrak cair limbah ikan berupa pupuk organik. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Khair *et al.* (2012) yang menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik memberikan pengaruh baik terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, luas daun, bobot basah batang, dan volume akar.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari Desember 2024 sampai dengan Maret 2025.

Penelitian dilaksanakan di pembibitan kakao yang berlokasi di Desa Wiyono, Kecamatan Gedong Tataan, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu paranet, gembor, sprayer, penggaris, ember fermentasi, pisau, selang, kamera, alat tulis, oven, dan timbangan. Bahan yang digunakan yaitu limbah ikan, kulit nanas, mikroorganisme komersial EM4, dan lokal berupa ecoenzym, molase, serta bibit kakao hasil sambung pucuk.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah metode aplikasi yang terdiri dari dua metode yaitu *foliar* (M1) dan kocor (M2). Faktor kedua adalah konsentrasi ekstrak cair limbah ikan (A) yang terdiri dari 4 taraf konsentrasi yaitu 0% (0 ml/l air) (A0), 1,5% (15 ml/l air) (A1), 3% (30 ml/l air) (A2), 4,5% (45 ml/l air) (A3), dan 6% (60 ml/l air) (A4). Terdapat 10 kombinasi perlakuan dari dua faktor tersebut yaitu, M1A0, M1A1, M1A2, M1A3, M1A4, M2A0, M2A1, M2A2, M2A3, M2A4 yang diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 30 satuan percobaan. Masing-masing satuan percobaan terdiri dari 3 tanaman sehingga total tanaman adalah 90 tanaman. Selanjutnya sampel diacak berdasarkan panjang tunas dan disusun sesuai dengan tata letak seperti pada Gambar 2.

Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3
M1A1	M1A3	M1A4
M2A0	M2A2	M1A2
M1A0	M2A4	M2A0
M2A1	M2A0	M1A1
M1A3	M1A2	M2A2
M2A2	M2A3	M2A4
M2A4	M1A1	M2A3
M1A4	M1A4	M1A0
M1A2	M1A0	M2A1
M2A3	M2A1	M1A3

Gambar 2. Tata letak satuan percobaan.

Keterangan:

M1 : Metode *foliar*

M2 : Metode kocor

A0 : Tanpa ekstrak cair limbah ikan

A1 : Ekstrak cair limbah ikan konsentrasi 1,5%

A2 : Ekstrak cair limbah ikan konsentrasi 3%

A3 : Ekstrak cair limbah ikan konsentrasi 4,5%

A4 : Ekstrak cair limbah ikan konsentrasi 6%

3.4 Analisis Data

Homogenitas ragam diuji dengan Uji Bartlett dan aditivitasnya dengan Uji Tukey.

Data yang sudah homogen dan aditif selanjutnya dilakukan analisis ragam (Anara)

dan dilakukan analisis lebih lanjut dengan Uji Kontras dan Ortogonal Polinomial.

Koefisien perbandingan Uji kontras dan Ortogonal Polinomial disajikan pada

Tabel 1.

Tabel 1. Koefisien Perbandingan Uji Kontras dan Ortogonal Polinomial

Perbandingan	M1					M2				
	A0	A1	A2	A3	A4	A0	A1	A2	A3	A4
Metode aplikasi										
K1: M1VS M2	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1
Ekstrak cair limbah ikan										
K2: K-Linear	-2	-1	0	1	2	-2	-1	0	1	2
K3:K-Kuadratik	2	-1	-2	-1	2	2	-1	-2	-1	2
Interaksi (MxA)										
K4: K1 x K2	2	1	0	-1	-2	-2	-1	0	1	2
K5: K1 x K3	-2	1	2	1	-2	2	-1	-2	-1	2
Pengaruh konsentrasi ekstrak cair limbah ikan pada metode aplikasi										
A0: M1VS M2	-1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
A1 : M1VS M2	0	-1	0	0	0	0	1	0	0	0
A2 : M1VS M2	0	0	-1	0	0	0	0	1	0	0
A3 : M1VS M2	0	0	0	-1	0	0	0	0	1	0
A4 : M1VS M2	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	1
Pengaruh metode aplikasi pada masing-masing konsentrasi ekstrak cair limbah ikan										
M1 : K - Linier	-2	-1	0	1	2	0	0	0	0	0
M1 : K - Kuadratik	2	-1	-2	-1	2	0	0	0	0	0
M2 : K - Linier	0	0	0	0	0	-2	-1	0	1	2
M2 : K - Kuadratik	0	0	0	0	0	2	-1	-2	-1	2

Keterangan:

M1 : Metode *foliar*

M2 : Metode kocor

A0 : Tanpa ekstrak cair limbah ikan

A1 : Ekstrak cair limbah ikan konsentrasi 1,5%

A2 : Ekstrak cair limbah ikan konsentrasi 3%

A3 : Ekstrak cair limbah ikan konsentrasi 4,5%

A4 : Ekstrak cair limbah ikan konsentrasi 6%

3.5 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian meliputi pembuatan ekstrak cair limbah ikan, persiapan bibit kakao hasil sambung pucuk, aplikasi perlakuan dan pemeliharaan bibit.

3.5.1 Pembuatan Ekstrak Cair Limbah Ikan

Pembuatan ekstrak cair limbah ikan terlebih dahulu mempersiapkan alat dan bahannya. Limbah ikan diperoleh dari pasar pelelangan ikan Teluk. Bahan-bahan terdiri dari limbah ikan yaitu kepala ikan kohada, kulit nanas, molase, mikroorganisme komersial EM4 dan mikroorganisme lokal ecoenzyme. Pertama-tama, limbah ikan yang dalam ukuran besar dihaluskan dengan cara dicacah, begitu juga dengan kulit nanas. Kemudian dimasukkan limbah ikan 7,5 kg dan kulit nanas 1 kg ke dalam ember fermentasi anaerob. Kulit nanas mengandung enzim bromalin yang dapat mensintesis protein menjadi asam amino dan asam organik lainnya.

Mikroorganisme komersial EM 4 sebanyak 240 ml dan ecoenzyme sebanyak 1 L kemudian ditambahkan dan dicampur dengan bahan-bahan yang lain. Komposisi bahan pembuatan nutrisi organik tersebut mengacu pada penelitian Murdaningsih dan Rahayu (2021) bahwa limbah ikan sebanyak 7,5 kg yang terdapat dalam pembuatan POC berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan mentimun.

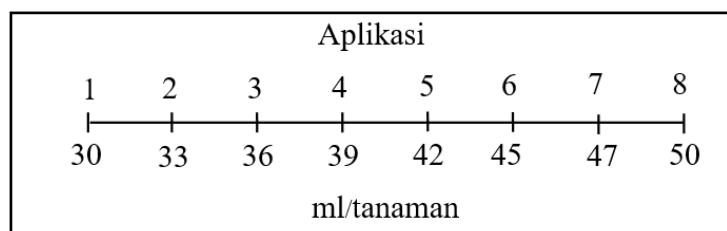
Mikroorganisme komersial EM-4 dan mikroorganisme lokal ecoenzym berperan dalam menyediakan starter mikroorganisme serta unsur mikro dari ecoenzym. Meriatna *et al.* (2019) dalam penelitiannya pada pembuatan pupuk organik cair (POC) menggunakan EM4 dengan perbandingan 60ml untuk bahan total fermentasi 6 L membuktikan hasil terbaik dalam proses fermentasi pupuk organik cair (POC) berbahan dasar buah-buahan. Sebagai sumber energi bagi mikroorganisme, molase yang digunakan sebanyak 1 kg. Bahan-bahan tersebut dicampur dalam ember fermentasi dan ditambahkan air hingga volume penuh dengan total seluruh bahan 18 L. Ember fermentasi dimodifikasi dengan menyambungkan selang sebagai jalur penguapan gas hasil fermentasi ke dalam botol yang berisi air. Setelah 28 hari fermentasi dilakukan, ekstrak cair limbah ikan dapat disaring menggunakan saringan dan disimpan dalam botol.

3.5.2 Persiapan Bibit Hasil Sambung Pucuk

Bibit yang digunakan dalam penelitian adalah bibit dari hasil sambung pucuk yang sudah berumur 20 hari setelah sambung pucuk. Media tanam yang digunakan pada bibit adalah tanah, pupuk kandang, dan sekam padi (2:1:1). Bibit diletakkan sesuai pengacakan kelompok berdasarkan tinggi tunas dan jumlah daun. Tempat pembibitan diberikan atap dengan plastik UV kemudian ditambahkan paranet sebagai penangas yang berfungsi memberikan naungan sebanyak 75%.

3.5.3 Aplikasi Perlakuan

Bibit kakao hasil sambung pucuk yang sudah berumur 20 hari setelah sambung pucuk dipindah ke tempat penelitian dan perlakuan dapat dilaksanakan. Aplikasi ekstrak cair limbah ikan dilakukan dengan terlebih dahulu mengencerkan ekstrak cair limbah ikan dengan air sesuai konsentrasi perlakuan yaitu kontrol atau ekstrak cair limbah ikan 0% (0 ml/l air) (A0), 1,5% (15 ml/l air) (A1), 3% (30 ml/l air) (A2), 4,5% (45 ml/l air) (A3), dan 6% (60 ml/l air) (A4). Aplikasi dengan metode *foliar* dilakukan dengan menyemprotkan larutan ekstrak cair limbah ikan yang sudah diencerkan sebanyak 30 ml/tanaman pada awal aplikasi dan meningkat secara bertahap hingga 50 ml/tanaman (Gambar 3) pada akhir aplikasi menggunakan *spray* secara merata pada permukaan daun.



Gambar 3. Dosis aplikasi metode *foliar*.

Aplikasi metode kocor dilakukan dengan menyiramkan larutan ekstrak cair limbah ikan yang sudah diencerkan berdasarkan konsentrasi sebanyak

100ml/polybag ke media tanam. Jadwal aplikasi perlakuan dilakukan setiap minggu pada saat 30 hari setelah sambung sehingga total aplikasi adalah 8 kali. Aplikasi dilakukan pada pagi hari ketika stomata mencapai pembukaan maksimal, serta tanaman mampu menyerap air secara optimal karena tanaman belum melakukan transpirasi yang dapat menyebabkan kehilangan air.

3.5.4 Pemeliharaan Bibit Kakao

Pemeliharaan bibit kakao meliputi penyiraman, pengendalian gulma dan pengendalian hama serta penyakit. Penyiraman dilakukan satu kali dalam 2 hari hingga media tanam dalam kondisi air yang cukup. Pengendalian gulma dilakukan secara manual dengan mencabut gulma dari media tanam. Pengendalian hama serta penyakit dilakukan secara terpadu dengan memprioritaskan tindakan *preventif* atau pencegahan seperti mengatur kelembaban dan membersihkan lingkungan sekitar pembibitan.

3.6 Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan yang dilaksanakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel utama dan variabel pendukung.

3.6.1 Variabel Utama

Variabel utama dari penelitian adalah tinggi tunas, panjang daun, jumlah daun, lebar daun, tingkat kehijauan daun, bobot segar tunas, dan bobot kering tunas.

3.6.1.1 Tinggi Tunas (cm)

Tinggi tunas diukur dari pangkal tunas hingga titik tumbuh tunas. Pengamatan tinggi tunas dilakukan pada 50, 70, dan 90 hari setelah sambung menggunakan satuan cm.

3.6.1.2 Panjang Daun

Pengamatan panjang daun dilakukan dengan mengukur ujung daun hingga ke pangkal daun paling bawah yang bertemu dengan tangkai daun. Pengukuran panjang daun dilakukan pada daun terpanjang seluruh tanaman sampel diakhir pengamatan.

3.6.1.3 Jumlah Daun

Jumlah daun dihitung pada 50, 70, dan 90 hari setelah sambung berdasarkan daun yang terbentuk sempurna.

3.6.1.4 Lebar Daun

Pengukuran lebar daun dilakukan pada umur 90 hari setelah sambung. Daun yang diukur merupakan daun terlebar disetiap tanaman sampel menggunakan penggaris (cm).

3.6.1.5 Tingkat Kehijauan Daun

Tingkat kehijauan daun diukur dengan menggunakan klorofil SPAD (*Soil Plant Analysis Development*) 520. Bagian daun yang diukur adalah bagian pangkal, tengah, dan ujung daun pada daun ke 3 dan 4 dari daun paling pucuk.

3.6.1.6 Bobot Segar Tunas

Bobot segar tunas ditimbang saat bibit telah berumur 90 hari setelah sambung dengan menimbang seluruh bagian tunas dengan menggunakan timbangan (gram).

3.6.1.7 Bobot Kering Tunas

Bobot kering tunas ditimbang saat bibit telah berumur 90 hari setelah sambung dengan menimbang seluruh bagian tunas dengan menggunakan timbangan digital. Pengeringan dilakukan dengan pengovenan seluruh bagian tunas pada suhu 80 °C selama 2 x 24 jam.

3.6.2 Variabel Pendukung

Variabel pendukung dari penelitian ini adalah analisis ekstrak cair limbah ikan. Analisis dilakukan di laboratorium untuk mengetahui karakteristik kandungan ekstrak cair limbah ikan yaitu nilai C-Organik, N-total, P-total, K-total, dan pH.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan penelitian ini adalah:

- (1) Pemberian ekstrak cair limbah ikan mampu meningkatkan beberapa parameter pertumbuhan bibit kakao secara linear, yaitu jumlah daun, panjang daun, kehijauan daun, dan bobot basah tunas linear. Namun, pada parameter tinggi tunas, lebar daun, dan bobot kering tunas, tidak ditemukan pengaruh yang signifikan;
- (2) Metode aplikasi *foliar* dapat meningkatkan jumlah daun bibit kakao tetapi tidak meningkatkan parameter lainnya. Metode aplikasi kocor, tidak memberikan peningkatan pertumbuhan bibit kakao terhadap seluruh variabel pengamatan;
- (3) Terdapat interaksi antara konsentrasi ekstrak cair limbah ikan dengan metode aplikasi *foliar* terhadap peningkatan jumlah daun. Tetapi, tidak terdapat interaksi antara konsentrasi ekstrak cair limbah ikan dengan metode aplikasi kocor terhadap peningkatan seluruh parameter pertumbuhan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar petani bibit kakao ataupun penelitian selanjutnya dapat menggunakan konsentrasi ekstrak cair limbah ikan yang lebih tinggi dari 6% serta memperpanjang durasi pengamatan untuk mengamati respons pertumbuhan jangka panjang. Analisis lebih lanjut terhadap kandungan asam amino dalam ekstrak cair limbah ikan juga penting dilakukan guna mengetahui senyawa aktif yang berperan dalam merangsang pertumbuhan vegetatif bibit kakao.

DAFTAR PUSTAKA

- Abror, M. dan Harjo, R.P. 2018. Efektifitas ekstrak limbah ikan dan *Trichoderma* sp terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleraceae* sp) pada sistem hidroponik substrat. *Jurnal Agrosains dan Teknologi* 3(1): 1-12
- Afriati, N., Parawansa, A.K. dan Haris, A. 2022. Isolasi dan morfologi cendawan *Phytophthora palmivora* Butl pada batang kakao (*Theobroma cacao* L). *Agrotekmas Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Peranian* 2(2): 16–22.
- Ahmad, S.W., Amirullah, D., Afdaliana, D., dan Sabarwati, S.H. 2022. Keanekaragaman hayati serangga penyerbuk di Perkebunan Kakao. *BioWallacea: Jurnal Penelitian Biologi*, 9(1), 50-58.
- Ali, M., Nisak dan Ika Pratiwi, Y. 2020. Pemanfaatan limbah cair ikan tuna terhadap pertumbuhan tanaman pakchoy dengan wick system hidroponik. *Agro Bali: Agricultural Journal* 3(2): 186–193.
- Ariani, S.B., Sembiring, D.S.P.S. dan Sihalo, N.K. 2018. Keberhasilan pertautan sambung pucuk pada kakao (*Theobroma cacao* L) dengan waktu penyambungan dan panjang entres berbeda. *Jurnal Agroteknosains* 1(2): 87–99.
- Arya Bima Senna 2020. Pengolahan pascapanen pada tanaman kakao untuk meningkatkan mutu biji kakao: review. *Jurnal Triton* 11(2): 51–57.
- Umar, C.B.P. 2023. Penyuluhan tentang pentingnya peranan protein dan asam amino bagi tubuh di desa Negeri Lima. *Jurnal Pengabdian Ilmu Kesehatan* 1(3): 52–56.
- Darmasetiawan, M. 2024. *Kimia Lingkungan*. PT. Kimshafi Alung Cipta dan Penulis. Jakarta. 170 hal.
- Effendi, A.M., Winarni dan Sumarni, W. 2013. Optimalisasi penggunaan enzim bromelin dari sari bonggol nanas dalam pembuatan minyak kelapa. *Indonesian Journal of Chemical Science* 1(1): 1–6.

- Farhanandi, B.W. dan Indah, N.K. 2022. Karakteristik morfologi dan anatomi tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) yang tumbuh pada ketinggian berbeda. *Lenterabio: Berkala Ilmiah Biologi* 11(2): 310–325.
- Farid, N. dan Fauzia, I.L. 2014. Strategi peningkatan produksi kakao di desa Karang Rejo kec. Stabat kab. Langkat. *Journal on* 2(7): 1–19.
- Fatma, R.A. 2017. Processing red devil (*Amphilophus labiatus*) in Sermo reservoir into amino acid as a source of plant nutrition durian (*Durio zibethinus*). *Jurnal Agroekoteknologi FP USU* 6(1): 42–46.
- Gayatri, R.R. dan Setiyani, R. 2023. Pengaruh metode pemupukan terhadap pertumbuhan dan hasil panen bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) di Aspakusa Makmur Boyolali. *Hubisintek* 4(1): 613–617.
- Genesiska, Mulyono dan H.A. 2022. Pengaruh pupuk nano fosfat abu tulang ayam dengan teknik aplikasi *foliar* terhadap produksi tanaman kedelai (*Glycine max* L.). Nano phosphat fertilizer of chicken bone ash effectivity by *foliar* application on yield of soybean (*Glycine max* L.). *Journal of Agricultural Science* 7(1): 81–88.
- Hamidan dan Sembiring, D.S.P.S. 2017. Pengaruh tingkat keberhasilan pemindahan bantalan bunga kakao (*Theobroma cacao* L) melalui pemilihan bantalan bunga kakao aktif dan non aktif dengan teknik okulasi yang berbeda. *Serambi Saintia* 5(1): 12–22.
- Hapsari, N. dan Welasih, T. 2013. Pemanfaatan limbah ikan menjadi pupuk organik. *Jurnal Teknik Lingkungan* 2(1): 1–6.
- Herdhiansyah, D., Reza, R., Sakir, S. dan Asriani, A. 2022. Kajian proses pengolahan tahu: studi kasus industri tahu di Kecamatan Kabangka Kabupaten Muna. *Agritech: Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto* 24(2): 231.
- Herdiyantoro, D. 2015. Upaya peningkatan kualitas tanah di Desa Sukamanah dan Desa Nanggerang Kecamatan Cigalontang Kabupaten Tasikmalaya Jawa Barat melalui sosialisasi pupuk hayati, pupuk organik dan olah tanah konservasi. *Dharmakarya* 4(2): 47–53.
- Hidayat, N. 2024. Tampilan pengaruh sinergitas mikroba terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman tebu (*Saccharum officinarum*. L) di kebun Ramban Wetan 1 PG Pradjekan Bondowoso. *Jurnal Ilmu Pertanian* 1(2): 73–82.
- Ismail, Sembiring, D.S.P.S. dan Desky, R.S. 2017. Pengaruh titik tumbuh entres dan teknik pengikatan terhadap kecepatan tumbuh sambung samping tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.). *Serambi Saintia* 5(2): 1–10.

- Kementerian Pertanian RI. 2022. *Outlook Komoditas Perkebunan Kakao*. Jakarta: Kementan. 80 hal.
- Khair, H., Hasmawi, H. dan Ridho, A. 2012. Pengaruh pemberian pupuk organik terhadap pertumbuhan beberapa benih asal klon kakao (*Theobroma cacao* L.) di pembibitan. *Agrium: Jurnal Ilmu Pertanian* 17(3): 32-45.
- Labaik, A.T., Fatturahman dan Istianingrum, P. 2021. Pengaruh asam amino dan vitamin B1 terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman semangka (*Citrullus lanatus*) varietas Madrid secara hidroponik. *Journal of Sustainable Agriculture and Fisheries (JoSAF)* 1(1): 25–33.
- Lukito, A.M., Mulyono., Yullia, T., dan Iswanto., H. 2004. Panduan Lengkap Budidaya Kakao. Agromedia Pustaka. Jakarta. 328 Hal.
- Martuti, N. K. T., Pratama, F. R., Fina, I. N., dan Ariyani, S. W. 2024. Pelatihan pembuatan Ekstrak (POC) asam amino pada kelompok tani di Kelurahan Tambakrejo. *Jurnal Bina Desa*, 6(2): 210-216.
- Meriatna, M., Suryati dan Fahri, A. 2019. Pengaruh waktu fermentasi dan volume bio aktivator EM4 (effective microorganisme) pada pembuatan ekstrak (POC) dari limbah buah-buahan. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* 7(1): 13-24.
- Muhammad, A., Iskandar, M.J. dan Inayati, S.R. 2023. Pelatihan pembuatan pupuk organik asam amino berbahan baku ikan lemuru di KWT Andar Nyawa Desa Pesanggrahan. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)* 7(6): 5922–5931.
- Mulyono, M. D., Widyanto, A., dan Sutarta, E. S. 2010. Arsitektur Pohon, Distribusi Perakaran, dan Pendugaan Biomassa dalam Sistem Agroforestry. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 7(2): 103–117
- Murdaningsih, M. dan Rahayu, P.S. 2021. Aplikasi ekstrak limbah ikan pada tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.). *Agrica* 14(1): 1–10.
- Nadhira, A. dan Berliana, Y. 2017. Respon cara aplikasi dan frekuensi pemberian ekstrak yang berbeda terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Jurnal Warta* 51: 241–257.
- Nugroho, E. D., Ardian, E., Rusmana, dan Ritawati, S. 2019. Uji konsentrasi dan interval pemupukan npk terhadap pertumbuhan marigold (*Tagetes erecta* L.). *Jurnal Pertanian*, 7(3): 193–201.
- Palinggi, S. 2008. Produksi enzim protease oleh *Aspergillus niger* pada berbagai kondisi pH. *Jurnal Bioteknologi Indonesia*, 5(2): 45-52.

- Palupi, NE, Aji, TG, Sari, DK, dan Sutopo, S. 2017. Efektivitas dosis dan aplikasi pupuk npk majemuk pada fase vegetatif pada tanaman strawberry (*Fragaria x ananassa* Duchesne). *Agrisaintifika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 1 (2): 109–116
- Parawansa, I.N.R. dan Hamka. 2014. Interval waktu pemberian ekstrak urin sapi pada pertumbuhan dan produksi tanaman kangkung darat (*Ipomea reptans* Poir). *Jurnal Agrisistem* 10: 170-178
- Pertami, R.R.D., Prayoga, A.L., Kusparwanti, T.R., Suwardi, S. dan Ermawati, N. 2024. Konsentrasi asam amino sistem kocor terhadap hasil melon (*Cucumis melo* L. *inodorus*) hidroponik di smart green house. *Tabela Jurnal Pertanian Berkelanjutan* 2(2): 60–71.
- Piri, G.A. dan Mirwan, M. 2018. Pembuatan pupuk cair dari limbah pengolahan ikan tradisional. *Jurnal Envirotek* 9(2): 0–4.
- Riono, Y. 2020. Pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L) dengan berbagai pemberian dosis serbuk gergaji pada varietas (Bundo-F1) di tanah gambut. *Selodang Mayang: Jurnal Ilmiah Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Indragiri Hilir* 6(3): 163–171.
- Roswanjaya, Y.P., Maretta dan Pinardi, D. 2020. Penggunaan zat pengatur tumbuh dalam sambung pucuk kakao. *Agroscript* 2(2): 79–90.
- Rubiyo dan Siswanto 2012. Increasing production and development of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in Indonesia. *Ristri Buletin* 3(1): 1-16.
- Sabahannur, S., Syam, N. dan Ervina, E. 2023. Mutu fisik dan kimia biji kakao (*Theobroma cacao* L.) pada beberapa jenis klon. *Agrotek: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 7(2): 99–107.
- Soniya, I.G., Sathina, R., Awwala, S.H., Widayanti, S. dan Sandrina, L. 2024. Penggunaan pupuk asam amino dari leri sebagai alternatif pengendalian biaya usahatani di Desa Sukanagalih. *Karya Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2): 113–117.
- Suryani, Y., dan Taufiqurrahman, O. 2021. Mikrobiologi dasar. Universitas Kanjuruhan Malang (1st ed.). LP2M UIN SGD Bandung Gedung. 75 hal.
- Kaunang, S.T. dan Saroinsong, D.E.I. 2024. *The effect of giving Petrovita to caisim mustard plants (Brassica juncea L.) (At the pilot garden of the Bitung City Agriculture and Food Security Service, North Sulawesi)*. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bestari*, 3(4): 259–272.
- Siregar, T.H.S., Riyadi, S., dan Nuraeni, L. 2021. Panduan Praktis Budidaya Kakao. Penebar Swadaya, Jakarta. 148 hal.

- Suryani, E., Galingging, R.Y., Widodo, W. dan Marlin, M. 2021. Aplikasi pupuk daun untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil bawang dayak (*Eleutherine palmifolia* (L.) Merr). *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 23(1): 66–71.
- Syakir, M., Mastur dan Syafaruddin 2015. Peran dan pengelolaan hara nitrogen pada tanaman tebu untuk peningkatan produktivitas tebu. *Perspektif*, 14(2): 73–86.
- Zahroh, F., Kusrinah, K. dan Setyawati, S.M. 2018. Perbandingan variasi konsentrasi ekstrak dari limbah ikan terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Al-Hayat: Journal of Biology and Applied Biology*, 1(1): 50-67.
- Zakariyya, F. 2017. Karakter morfologi perakaran beberapa semai klon kakao asal biji. In Agroporos National Conference Proceedings of Agriculture. Jurusan Produksi Pertanian. Universitas Jember. 8 hal.