

**POTENSI EKOENZIM DARI BEBERAPA TANAMAN DALAM
MENEKAN PERKEMBANGAN JAMUR *Fusarium fujikuroi*
Nerenberg PENYEBAB PENYAKIT BAKANAE DAN
PENINGKATAN PERTUMBUHAN BIBIT PADI**

SKRIPSI

Oleh



AISHA FADILLA SETIADI

NIM. 2010252035

PEMBIMBING

- 1. Dr. Jumsu Trisno, SP, M.Si**
- 2. Ir. Yenny Liswarni, MP**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

2025

**POTENSI EKOENZIM DARI BEBERAPA TANAMAN DALAM
MENEKAN PERKEMBANGAN JAMUR *Fusarium fujikuroi*
Nerenberg PENYEBAB PENYAKIT BAKANAE DAN
PENINGKATAN PERTUMBUHAN BIBIT PADI**

Oleh

AISHA FADILLA SETIADI

NIM. 2010252035

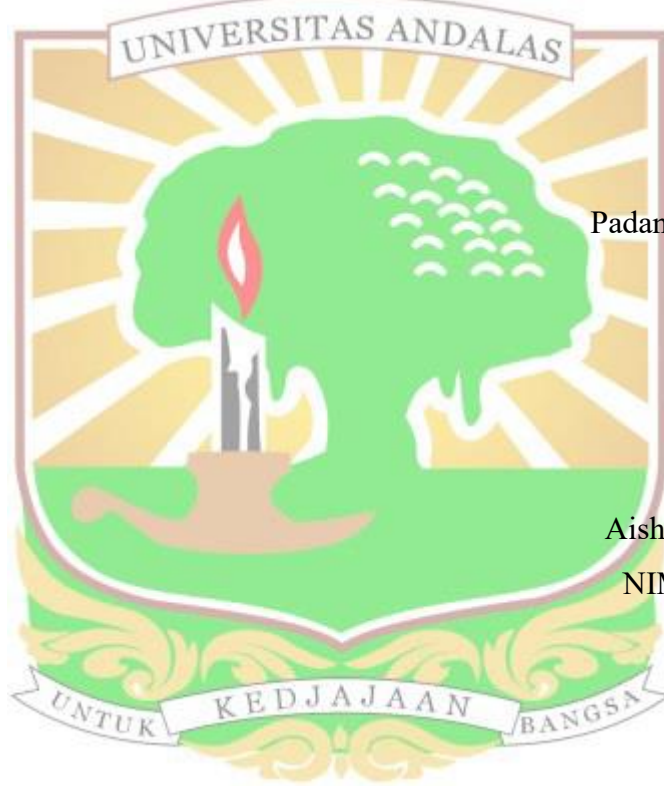


**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

2025

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Dengan ini dinyatakan bahwa skripsi dengan judul “Potensi Ekoenzim dari Beberapa Tanaman dalam Menekan Perkembangan Jamur *Fusarium fujikuroi* Nerenberg Penyebab Penyakit Bakanae dan Peningkatan Pertumbuhan Bibit Padi” adalah benar karya saya dengan arahan dosen pembimbing dan belum diajukan kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal dan dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah dituliskan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi.



Padang, Maret 2025

Aisha Fadilla Setiadi
NIM. 2010252035

**POTENSI EKOENZIM DARI BEBERAPA TANAMAN DALAM
MENEKAN PERKEMBANGAN JAMUR *Fusarium fujikuroi*
Nerenberg PENYEBAB PENYAKIT BAKANAE DAN
PENINGKATAN PERTUMBUHAN BIBIT PADI**

Oleh

**AISHA FADILLA SETIADI
NIM. 2010252035**

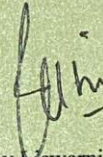
MENYETUJUI:

Dosen Pembimbing I



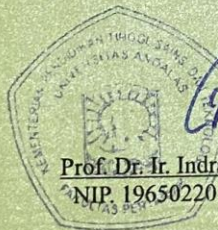
Dr. Jumsu Trisno, SP, M.Si
NIP. 196911211995121001

Dosen Pembimbing II



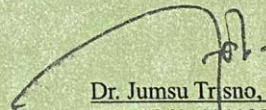
Ir. Yenny Mswarni, MP
NIP. 196301241987022001

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Andalas

Prof. Dr. Ir. Indra Dwipa, MS
NIP. 196502201989031003

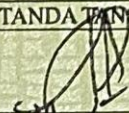
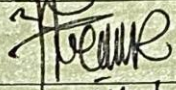
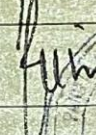
Koordinator Program Studi
Proteksi Tanaman



Dr. Jumsu Trisno, SP, M.Si
NIP. 196911211995121001

Tanggal disahkan:

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan Sidang Panitia Ujian Sarjana
Fakultas Pertanian Universitas Andalas, pada tanggal 10 Maret 2025.

No.	NAMA	TANDA TANGAN	JABATAN
1.	Prof. Dr. Ir. Dametty, MSc		Ketua
2.	Dr. Haliatur Rahma, S.Si, MP		Sekretaris
3.	Ir. Yunisman, MP		Anggota
4.	Dr. Jumsu Trisno, SP, M.Si		Anggota
5.	Ir. Yenny Liswarni, MP		Anggota

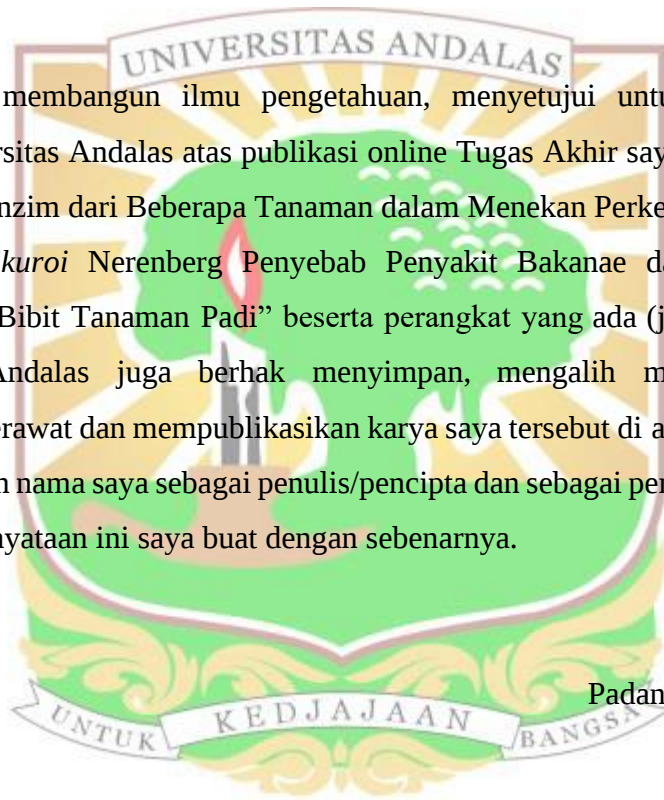


HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Saya mahasiswa Universitas Andalas yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Aisha Fadilla Setiadi
No. BP/NIM : 2010252035
Program Studi : Proteksi Tanaman
Fakultas : Pertanian
Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Demi membangun ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Andalas atas publikasi online Tugas Akhir saya yang berjudul “Potensi Ekoenzim dari Beberapa Tanaman dalam Menekan Perkembangan Jamur *Fusarium fujikuroi* Nerenberg Penyebab Penyakit Bakanae dan Peningkatan Pertumbuhan Bibit Tanaman Padi” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), Universitas Andalas juga berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola, merawat dan mempublikasikan karya saya tersebut di atas selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Padang, Maret 2025

Aisha Fadilla Setiadi
2010252035



“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”
(Q.S Al-Baqarah, 2:286)

Alhamdulillah rabbi'l'alamin puji syukur selalu penulis ucapkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas kenikmatan, kemudahan, kesempatan, rahmat, dan kesabaran yang Allah berikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan proses yang panjang untuk meraih gelar sarjana ini. Shalawat dan salam untuk nabi Muhammad Shallahu Alaihi Wassalam sebagai suri tauladan kehidupan umat manusia yang berjuang dalam mengubah zaman kebodohan menuju zaman berpengetahuan.

Atas segala kemudahan dan ridho-Mu yaa Allah, *Alhamdulillah* skripsi ini dapat diselesaikan berkat do'a dari kedua orang tua dan dukungan orang-orang tercinta. Skripsi ini Aisha persembahkan untuk cinta pertama dan panutanku Ayahanda Syofriadi dan pintu surgaku Bunda Yanti. Terima kasih atas segala pengorbanan dan tulus kasih yang diberikan. Orang tua yang sangat berjasa dalam hidupku yang tiada hentinya mengirimkan do'a, selalu mencurahkan kasih sayang, tempat mengadukan keluh kesah, selalu mendidik, mendukung, dan terima kasih untuk segala usaha dan perhatian yang Ayah dan Bunda lakukan Aisha bisa merasa cukup dan tidak kekurangan dalam hal apapun. Terima kasih sekali lagi karena sudah selalu mengapresiasi segala pencapaian Aisha hingga bisa sampai ke titik ini. Mohon maaf sampai saat ini belum ada yang bisa Aisha berikan untuk bisa membuat Ayah dan Bunda bangga. *Insyallah* di masa yang akan datang do'akan Aisha bisa secepatnya mewujudkan hal tersebut. Semoga Allah Subhanahu wata'ala selalu memberikan kesehatan kepada Ayah dan Bunda agar bisa kebersamaan perjalanan hidup Aisha sampai tua nanti, *Aamiin*. Ucapan terakhir untuk kedua orang tuaku, sungguh gelar Sarjana ini Aisha persembahkan untuk Ayah dan Bunda tercinta.

Terima kasih juga penulis ucapkan kepada Uda Ilham Setiadi, Amd.T dan Adek Farid Setiadi yang selalu memberikan do'a dan memberikan semangat tanpa henti sepanjang perjalanan Aisha menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas segala bantuan, nasehat dan motivasi yang telah Uda dan Aid berikan, baik dalam hal materi, moral, maupun do'a yang tulus. Kalian selalu ada di saat Aisha membutuhkan dan kehadiranmu memberikan kekuatan luar biasa bagi Aisha untuk terus melangkah maju. Semoga kebaikan dan perhatian yang Uda dan Aid berikan dibalas dengan keberkahan yang berlimpah, *Aamiin*.

Rasa hormat dan terima kasih yang luar biasa juga Aisha ucapkan teruntuk kedua dosen pembimbing Bapak Dr. Jumsu Trisno, SP, M.Si dan Ibu Ir. Yenny Liswarni, MP yang selalu memberikan bimbingan, nasehat, motivasi, dan dukungan kepada penulis baik dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Darnetty, MSc, Ibu Dr. Haliatur Rahma, S.Si. MP

dan Bapak Ir. Yunisman, MP sebagai dosen penguji sejak saya seminar proposal hingga saat ini yang telah banyak memberikan saran, masukan, dan nasehat sehingga karya ini dapat terselesaikan. Terima kasih atas semua perhatian, pengertian serta jasa ibu dan bapak sekalian, semoga Allah membalas semua kebaikan atas ilmu yang telah diberikan. *Aamiin*.

Terima kasih Aisha ucapkan kepada teman-teman Proteksi Tanaman Angkatan 2020 yang telah mewarnai masa-masa perkuliahan dari awal perkuliahan hingga menuju sarjana, semoga kita dapat menggapai semua cita-cita kita. Terima kasih juga Aisha ucapkan kepada Keluarga UKS FP UNAND, teman-teman HMPT FP UNAND, terima kasih telah menjadi wadah untuk Aisha mengenal dunia organisasi. Terima kasih untuk setiap momen yang kita lalui bersama, dari tantangan yang menguji hingga keberhasilan yang kita rayakan. Kalian bukan hanya rekan, tetapi keluarga yang membuat perjalanan ini bermakna. Tidak lupa, kepada rekan-rekan perjuangan FITO SQUAD, terima kasih banyak atas uluran tangan dan limpahan ilmu serta arahnya selama di Laboratorium hingga Aisha dapat menyelesaikan skripsi ini. *"Keluh hanyalah batu kecil di jalan kita. Terima kasih telah terus bertumbuh dan menunjukkan bahwa kekuatan ada dalam kebersamaan"*.

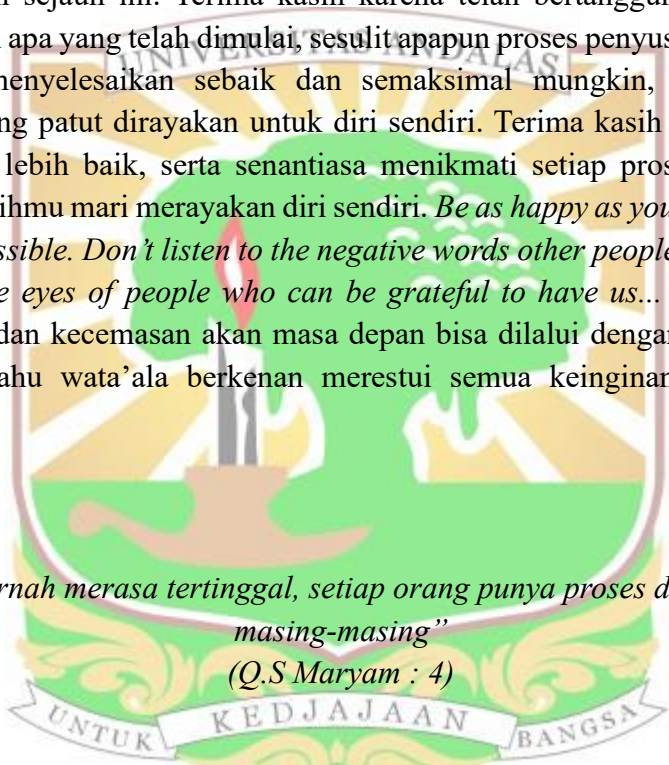
Terima kasih Aisha ucapkan kepada sahabat *till jannah* ku Salma Salsabhila, Jihan Rofifah, Sri Maharani. Sahabat dari zaman SMA yang sudah ku anggap sebagai saudara sendiri. Terima kasih atas semangat dan perhatiannya yang selalu bertanya perkembangan aku selama di perkuliahan ini. Walaupun semenjak kuliah kita sudah sibuk dengan kehidupan masing-masing, tapi selalu nyempatin ngumpul untuk berbagi cerita hidup, ngerayain ulang tahun dan skripsian bareng-bareng sampai subuh. *Best chapter of my life was meeting the right friends I have right now, I don't think my friends will ever know how much they mean to me, like thank you for making my life worth living, I found people who will never stop making memories together. I love u sooo...*

Teruntuk Puti, Aca, Hayu, Atikah, Dea, Ija, Nanad, Cindy, Annisa, dan Afifah serta GENG ELIT. Dari sekian banyaknya orang, terima kasih telah memilih aku sebagai sahabat kalian di dunia perkuliahan ini. Bersama kalian dunia kuliah yang melelahkan ini bisa terselesaikan juga. Terima kasih sudah berbagi tawa dan menjadi salah satu alasanku tetap waras, sudah mau bersama-sama berlari dalam perjuangan hidup kita, yang saling menguatkan walaupun hidup masing-masing sudah berat. Terima kasih Puti dan Aca sudah banyak membantu aku dalam penelitian ini. Walaupun kisah kita tidak banyak, kalian selalu menjadi tim sukses aku dimanapun dan kapanpun. Terima kasih yang tulus untuk dukungan dan persahabatan yang kalian berikan selama ini. Setiap momen bersama, setiap kata semangat dan setiap bantuan yang kalian berikan sangat berarti bagiku. Tanpa kalian, perjalananku tidak akan indah ini. Semoga kita terus saling mendukung dan menginspirasi satu sama lain dalam setiap langkah ke depan. Teruslah tumbuh, teruslah melangkah dan berbahagialah, aku akan selalu bangga atas setiap proses

yang kalian lalui. Selamat berkelana, *Live well, I always pray for u, I will always support u from afar...*

Kepada teman hidup, Alfin Kurnia Febriyansyah, S.Hum yang selalu kebersamai sepanjang sedih dan bahagia. Terima kasih telah menjadi bagian dalam proses penyelesaian skripsi ini. Berkontribusi baik tenaga, waktu, menemani, mendukung serta menghibur dalam keadaan sedih, mendengarkan keluh kesah dan memberikan *support* yang sangat luar biasa, meyakinkanku untuk tidak pantang menyerah hingga penyusunan skripsi ini terselesaikan. *Thank you for every appreciation. Thank you for always being there for me. I don't know how to thank you, but I am so glad you came into my life because you made it so much better...*

Dan terakhir, kepada diriku sendiri. Aisha Fadilla Setiadi, terima kasih sudah bertahan sejauh ini. Terima kasih karena telah bertanggung jawab untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai, sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini kamu telah menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin, ini merupakan pencapaian yang patut dirayakan untuk diri sendiri. Terima kasih sudah berjuang menjadi yang lebih baik, serta senantiasa menikmati setiap prosesnya. Apapun kurang dan lebihmu mari merayakan diri sendiri. *Be as happy as you like, and laugh as freely as possible. Don't listen to the negative words other people say. We are all valuable in the eyes of people who can be grateful to have us...* Semoga segala kekhawatiran dan kecemasan akan masa depan bisa dilalui dengan baik. Semoga Allah Subhanahu wata'ala berkenan merestui semua keinginan dalam hidup. *Aamiin.*



*“Jangan pernah merasa tertinggal, setiap orang punya proses dan rezekinya masing-masing”
(Q.S Maryam : 4)*

*“Yakinlah bahwa **setiap langkah menuju kebaikan** yang sedang kita usahakan ini **tidak akan sia-sia**. Jika hal itu digariskan untukmu, **Allah pasti kasih jalan.**”
(Ust Hanan Attaki)*

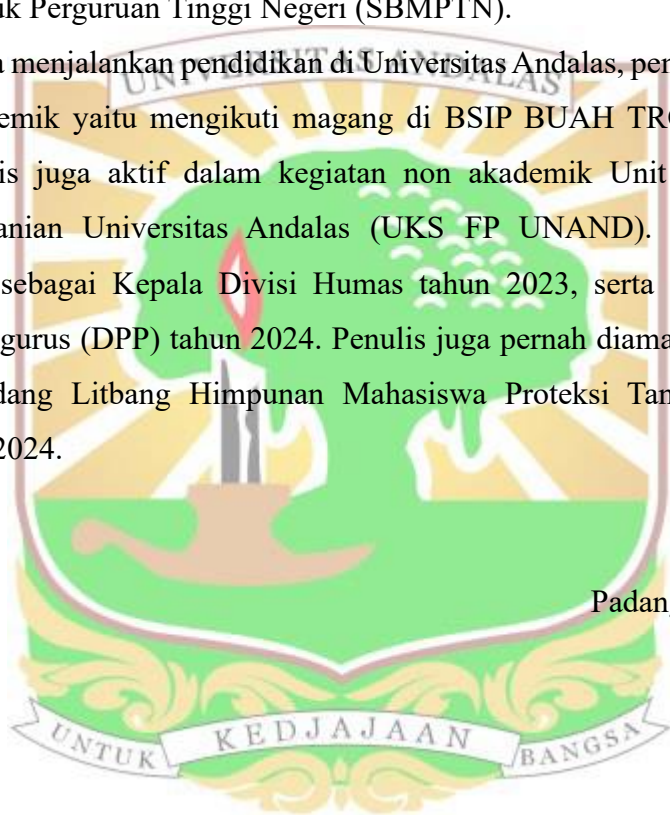
BIODATA

Penulis lahir di Padang pada tanggal 03 Januari 2002. Penulis merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Syofriadi dan Ibu Yanti. Pendidikan Sekolah Dasar (SD) ditempuh di SD Negeri No. 22 Andalas. Sekolah Menengah Pertama (SMP) ditempuh di SMP Negeri 30 Padang. Sekolah Menengah Atas (SMA) ditempuh di SMA Negeri 9 Padang. Pada tahun 2020 penulis diterima di Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Program Studi Proteksi Tanaman melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjalankan pendidikan di Universitas Andalas, penulis aktif dalam kegiatan akademik yaitu mengikuti magang di BSIP BUAH TROPIKA, Arian (2022). Penulis juga aktif dalam kegiatan non akademik Unit Kegiatan Seni Fakultas Pertanian Universitas Andalas (UKS FP UNAND). Penulis pernah diamanahkan sebagai Kepala Divisi Humas tahun 2023, serta sebagai Dewan Penasehat Pengurus (DPP) tahun 2024. Penulis juga pernah diamanahkan sebagai Sekretaris Bidang Litbang Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HMPT) periode 2023/2024.

Padang, Maret 2025

A.F.S

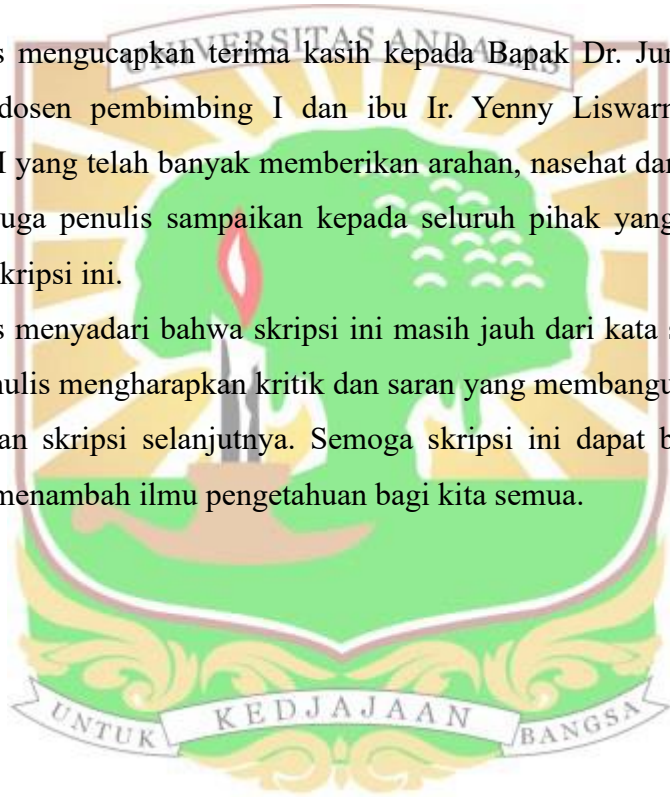


KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala, karena atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian ini dengan judul “Potensi Ekoenzim dari Beberapa Tanaman dalam Menekan Perkembangan Jamur *Fusarium fujikuroi* Nerenberg Penyebab Penyakit Bakanae dan Peningkatan Pertumbuhan Bibit Tanaman Padi”, disusun sebagai salah satu syarat untuk melakukan penelitian tingkat sarjana di Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Jumsu Trisno, SP, M.Si selaku dosen pembimbing I dan ibu Ir. Yenny Liswarni, MP., selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan, nasehat dan saran. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang terlibat dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk perbaikan skripsi selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menambah ilmu pengetahuan bagi kita semua.



Padang, Maret 2025

A.F.S

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	3
C. Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Tanaman Padi	5
B. Jamur <i>Fusarium fujikuroi</i> Nerenberg	6
C. Ekoenzim	7
BAB III. METODE PENELITIAN	10
A. Waktu dan Tempat	10
B. Peralatan Penelitian	10
C. Bahan Penelitian	10
D. Rancangan Penelitian	10
E. Pelaksanaan Penelitian	11
F. Pengamatan	16
G. Analisis data	20
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
A. Hasil	21
B. Pembahasan	32
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	36
A. Kesimpulan	36
B. Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	42

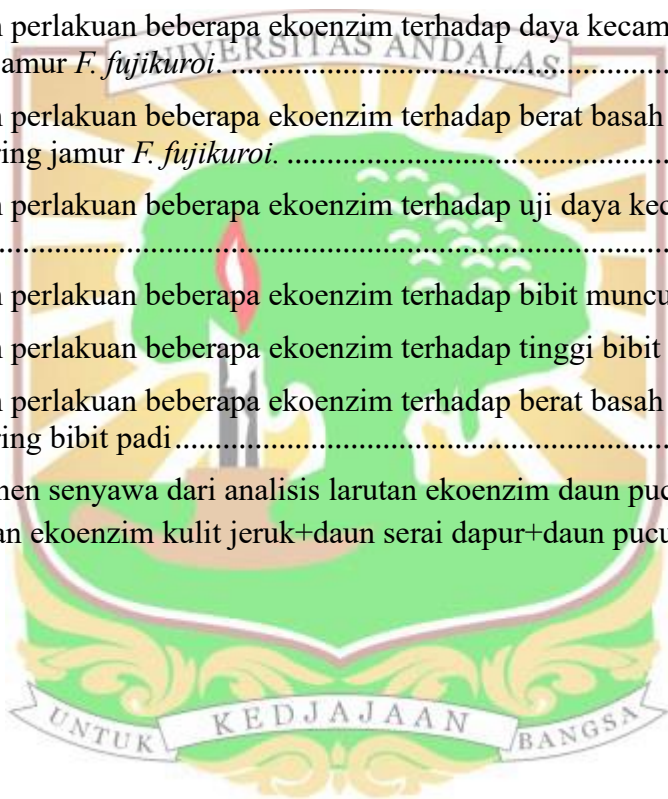
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ekoenzim setelah masa fermentasi selama 3 bulan.....	12
2. Tanaman padi bergejala penyakit bakanae dengan tinggi abnormal dan daun menguning di Kelurahan Kuranji, Kecamatan Kuranji Kota Padang.....	12
3. Karakteristik makroskopis dan mikroskopis jamur <i>F. fujikuroi</i>	13
4. Hasil uji patogenesitas jamur <i>F. fujikuroi</i> pada tanaman padi	14
5. Perkecambahan benih padi (umur 14 hari).....	19
6. Laju pertumbuhan luas koloni jamur <i>Fusarium fujikuroi</i>	22
7. Perkecambahan konidia jamur <i>F. fujikuroi</i> pada perbesaran 400x	25



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pengaruh perlakuan beberapa ekoenzim terhadap pertumbuhan jamur <i>F. fujikuroi</i> (10 hsi).	21
2. Perubahan karakteristik makroskopis jamur <i>F. fujikuroi</i> dengan perlakuan ekoenzim dari beberapa tanaman (10 hsi).	23
3. Pengaruh perlakuan beberapa ekoenzim terhadap kerapatan konidia jamur <i>F. fujikuroi</i>	24
4. Pengaruh perlakuan beberapa ekoenzim terhadap daya kecambah konidia jamur <i>F. fujikuroi</i>	25
5. Pengaruh perlakuan beberapa ekoenzim terhadap berat basah dan berat kering jamur <i>F. fujikuroi</i>	26
6. Pengaruh perlakuan beberapa ekoenzim terhadap uji daya kecambah benih.	27
7. Pengaruh perlakuan beberapa ekoenzim terhadap bibit muncul lapang.	27
8. Pengaruh perlakuan beberapa ekoenzim terhadap tinggi bibit padi... ..	28
9. Pengaruh perlakuan beberapa ekoenzim terhadap berat basah dan berat kering bibit padi.....	29
10. Komponen senyawa dari analisis larutan ekoenzim daun pucuk merah dan ekoenzim kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah.	29



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Jadwal Kegiatan Penelitian Tahun 2024.....	42
2. Deskripsi padi Varietas IR-42	43
3. Denah penelitian di laboratorium menurut RAL.....	44
4. Denah penelitian di rumah kaca menurut RAL	45
5. Analisis sidik ragam	46
6. Dokumentasi daya kecambah normal.....	49
7. Dokumentasi pengamatan di rumah kaca.....	50



**POTENSI EKOENZIM DARI BEBERAPA TANAMAN DALAM
MENEKAN PERKEMBANGAN JAMUR *Fusarium fujikuroi* Nerenberg
PENYEBAB PENYAKIT BAKANAE DAN PENINGKATAN
PERTUMBUHAN BIBIT PADI**

ABSTRAK

Jamur *Fusarium fujikuroi* Nerenberg merupakan penyakit yang menyebabkan gejala pemanjangan berlebihan pada tanaman padi dikenal dengan istilah bakanae. Salah satu pengendalian penyakit bakanae dengan menggunakan ekoenzim. Penelitian ini bertujuan untuk melihat dan menentukan potensi ekoenzim dalam menekan perkembangan jamur *F. fujikuroi* serta meningkatkan pertumbuhan bibit padi. Penelitian ini terdiri dari 7 perlakuan dan 4 ulangan yang terdiri atas ekoenzim kulit jeruk, ekoenzim daun serai dapur, ekoenzim daun pucuk merah, ekoenzim kulit jeruk+daun serai dapur, ekoenzim kulit jeruk+daun pucuk merah, ekoenzim kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah, dan kontrol. Semua perlakuan di uji secara *in vitro* dan *in planta*. Pengaruh ekoenzim terhadap pertumbuhan jamur *F. fujikuroi* dengan parameter yang diamati yaitu uji perubahan karakter morfologi, daya hambat, kerapatan konidia, persentase daya kecambah konidia, berat basah dan berat kering koloni, dan daya kecambah benih normal. Pengaruh ekoenzim terhadap pertumbuhan bibit padi dengan parameter yang diamati yaitu uji persentase bibit muncul lapang, tinggi bibit, berat basah dan berat kering bibit. Hasil penelitian menunjukkan semua perlakuan ekoenzim memiliki potensi dalam menghambat perkembangan jamur *F. fujikuroi* penyebab penyakit bakanae dengan daya hambat 81,36-100% dan persentase daya kecambah konidia 12,50-100%, serta dapat meningkatkan pertumbuhan bibit padi dengan tinggi bibit 6,09-15,27%. Perlakuan ekoenzim yang memberikan hasil terbaik dalam menekan perkembangan jamur *F. fujikuroi* dan meningkatkan pertumbuhan bibit padi yaitu ekoenzim daun pucuk merah dan ekoenzim campuran kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah.

Kata kunci : Aktivitas enzim, daya hambat, ekoenzim, *Fusarium fujikuroi*, metabolit sekunder.

ECOENZYME POTENTIAL OF SOME PLANTS IN SUPPRESSING THE DEVELOPMENT OF *Fusarium fujikuroi* Nerenberg FUNGUS CAUSING BAKANAE DISEASE AND IMPROVING THE GROWTH OF RICE SEEDLINGS

ABSTRACT

Fusarium fujikuroi Nerenberg is a disease that causes symptoms of excessive elongation in rice plants known as bakanae. One of the ways to control bakanae disease is by using ecoenzymes. This study aims to see and determine the potential of ecoenzymes in suppressing the development of the fungus *F. fujikuroi* and increasing the growth of rice seedlings. This study consisted of 7 treatments and 4 replicates consisting of orange peel ecoenzyme, kitchen lemongrass leaf ecoenzyme, red shoot leaf ecoenzyme, orange peel + kitchen lemongrass leaf ecoenzyme, orange peel + red shoot leaf ecoenzyme, orange peel + kitchen lemongrass leaf + red shoot leaf ecoenzyme, and control. All treatments were tested *in vitro* and *in planta*. The effect of ecoenzyme on the growth of fungus *F. fujikuroi* with the parameters observed were the test of changes in morphological characters, inhibition, conidia density, percentage of conidia germination, wet weight and dry weight of colonies, and normal seed germination. The effect of ecoenzyme on the growth of rice seedlings with the parameters observed were the percentage of seedlings appearing in the field, seedling height, wet weight and dry weight of seedlings. The results showed that all ecoenzyme treatments had the potential to inhibit the development of the fungus *F. fujikuroi* that causes bakanae disease with 81.36-100% inhibition power and the percentage of conidia germination power of 12.50-100%, and could increase the growth of rice seedlings with seedling height of 6.09-15.27%. The ecoenzyme treatments that gave the best results in suppressing the development of the fungus *F. fujikuroi* and increasing the growth of rice seedlings were red shoot leaves ecoenzyme and a mixture of orange peel + kitchen lemongrass leaves + red shoot leaves ecoenzyme.

Keywords: Enzyme activity, inhibition, ecoenzyme, *Fusarium fujikuroi*, secondary metabolites.

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan salah satu tanaman pangan yang sangat penting karena menghasilkan beras sebagai sumber karbohidrat (Suyanto *et al.*, 2023). Produktivitas padi di Indonesia dari tahun 2020-2024 mengalami fluktuasi yaitu 5,12 ton/ha; 5,22 ton/ha; 5,28 ton/ha; dan 5,24 ton/ha (BPS, 2024). Produktivitas tersebut masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan produktivitas optimum yang mampu mencapai 6-8 ton/ha (Aditya *et al.*, 2021).

Salah satu penyebab produktivitas padi di Indonesia belum optimum dikarenakan oleh serangan jamur patogen. Jamur patogen pada pertanaman padi dapat menyebabkan penurunan hasil produksi (Ramadhan *et al.*, 2023). Beberapa jamur patogen yang menyerang tanaman padi antara lain: *Drechslera oryzae* penyebab penyakit bercak coklat, *Pyricularia oryzae* Cav. penyebab blast, *Cercospora oryzae* Miyake. penyebab bercak coklat sempit, *Rhizoctonia solani* Kuhn. penyebab hawar upih daun dan busuk batang, *Sclerotium oryzae* penyebab busuk batang, *Tilletia barclayana* penyebab gosong keras, dan *Fusarium fujikuroi* Nirenberg penyebab penyakit bakanae (Semangun, 2008).

Penyakit bakanae ditemukan di Jepang dan diidentifikasi sebagai jamur *Fusarium moniliforme* Sheldon, lalu diidentifikasi sebagai *Fusarium fujikuroi* Nirenberg dengan bentuk sempurna *Gibberella fujikuroi* Sawada (Gupta *et al.*, 2015). Gejala penyakit bakanae yaitu pemanjangan berlebihan pada tanaman atau dikenal dengan istilah bakanae (Ou, 1985). Munculnya beragam gejala tersebut karena jamur *F. fujikuroi* menghasilkan senyawa gibberalin dan asam fusarik (Darnetty & Sulyanti, 2018). Senyawa gibberalin tersebut menyebabkan tanaman padi tumbuh lebih tinggi dari normal (bakanae) dan asam fusarik menyebabkan tanaman menjadi menguning, mati dan stunting (Gupta *et al.*, 2015).

Penyakit bakanae pada tanaman padi dapat mengurangi hasil panen karena menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Selain itu, petani juga akan merasakan dampak negatifnya berupa penurunan pendapatan akibat hasil panen yang tidak maksimal. Penyakit bakanae di Sumatera Barat sudah menyebar dengan

tingkat serangan cukup bervariasi hingga mencapai 20% (Darnetty & Sulyanti, 2014). Pada tanaman padi varietas IR-42 tingkat infeksi jamur *F. fujikuroi* mencapai 52,5% (Darnetty & Sulyanti, 2018).

Beberapa upaya pengendalian yang telah dilakukan yaitu, perlakuan pemilihan varietas tahan, sanitasi lahan, perendaman benih dengan air panas (*hot water treatment*) dan menggunakan fungisida sintetik berbahan aktif Derosal pada tanaman padi varietas Basmiati-386 (Bhalli *et al.*, 2001). Penggunaan pestisida yang tidak terkontrol dan dilakukan secara terus-menerus mengakibatkan terjadinya resistensi serta terjadinya pencemaran lingkungan (Fajarfika, 2021). Oleh karena itu, perlu dicari alternatif pengendalian, salah satunya adalah pengendalian hayati yang berasal dari bagian tanaman yang relatif ramah lingkungan, tidak menimbulkan dampak buruk bagi budidaya tanaman dan kesehatan konsumen. Salah satu pengendalian hayati yang belum banyak dilakukan adalah penggunaan ekoenzim.

Ekoenzim merupakan larutan zat organik kompleks yang dihasilkan dari fermentasi limbah organik, gula, dan air yang berwarna cokelat yang memiliki aroma asam atau fermentasi yang kuat (Maulana & Khumaeroh, 2021). Proses pembuatan ekoenzim biasanya membutuhkan waktu fermentasi selama 3 bulan. Bulan pertama ekoenzim akan menghasilkan alkohol, bulan kedua menghasilkan cuka dan di bulan ketiga menghasilkan enzim (Rusdianasari *et al.*, 2021).

Pengaplikasiannya ekoenzim salah satunya sebagai pupuk cair yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, memiliki sifat antijamur dan antibakteri (Neupane & Khadka, 2019). Penelitian yang dilakukan oleh Noris (2023), menunjukkan bahwa ekoenzim dari campuran kulit jeruk dan kulit nenas berpotensi dalam menekan pertumbuhan jamur *Colletotrichum capsici* penyebab penyakit antraknosa pada tanaman cabai dengan rata-rata efektivitas daya hambat pertumbuhan jamur yaitu 45,42%. Selanjutnya, dalam penelitian yang dilakukan oleh Zulfahmi (2022), juga menunjukkan bahwa ekoenzim dari kulit buah-buahan dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* penyebab penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi dengan diameter zona hambat 15,5-21,8 mm. Ekoenzim dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman padi dalam kondisi

salinitas tinggi atau faktor abiotik yang dapat mengurangi hasil dan produktivitas tanaman padi terutama terhadap panjang akar.

Larutan ekoenzim dari sampah kulit jeruk, pisang, pepaya, naga, nenas dan campuran jeruk+daun kelor serta campuran dari kulit jeruk+pisang+pepaya mempunyai kandungan anti mikroba, karena mempunyai kemampuan daya hambat yang baik terhadap bakteri *Ralstonia solanacearum*. Larutan ekoenzim kulit jeruk dan naga memiliki kemampuan daya hambat yang paling tinggi dibandingkan dengan kulit buah lainnya dan antibiotik serta pestisida nabati komersial (Serai wangi dan CEES) (Trisno *et al.*, 2021).

Senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada daun serai dapur seperti flavonoid, alkaloid, saponin, tannin dan minyak atsiri merupakan metabolit sekunder yang memiliki sifat antibakteri dan antijamur. Dalam penelitian Rohma & Wahyuni (2022), daun pucuk merah memiliki senyawa flavonoid dan mampu menghambat keparahan penyakit layu *Fusarium oxysporum* f.sp *cepae* pada tanaman bawang merah dengan konsentrasi 10%

Senyawa metabolit sekunder berupa flavanoid, terpenoid, alkaloid, steroid, saponin, dan fenolik pada daun pucuk merah memiliki peran sebagai agen antijamur (Haryati *et al.*, 2015; Fitri, 2021). Sari (2022), juga melaporkan bahwa aktifitas antijamur pada pucuk merah dengan perlakuan konsentrasi 40% menunjukkan kriteria antijamur yang sangat kuat dalam menghambat pertumbuhan dari jamur *Sclerotium rolfsii*.

Informasi tentang pemanfaatan ekoenzim dalam menekan perkembangan jamur *Fusarium fujikuroi* Nerenberg dan peningkatan pertumbuhan bibit pada tanaman padi belum banyak diketahui, oleh karena itu diperlukan penelitian yang berjudul “Potensi ekoenzim dari beberapa tanaman dalam menekan perkembangan jamur *Fusarium fujikuroi* Nerenberg penyebab penyakit bakanae dan peningkatan pertumbuhan bibit pada tanaman padi”.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan ekoenzim dari beberapa tanaman yang berpotensi tinggi untuk menekan perkembangan jamur *Fusarium fujikuroi* Nerenberg penyebab penyakit bakanae dan peningkatan pertumbuhan bibit pada tanaman padi.

C. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi perlakuan ekoenzim dari beberapa tanaman yang efektif untuk menekan perkembangan jamur *Fusarium fujikuroi* Nerenberg penyebab penyakit bakanae dan kemampuannya dalam meningkatkan pertumbuhan bibit padi.



BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Padi

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) adalah tanaman pangan berumpun-rumpun. Taksonomi tanaman padi diklasifikasikan kedalam kingdom plantae, divisi Magnoliophyta, kelas Liliopsida, ordo Oryzae, family Graminae, genus *Oryza* (Siregar & Sulardi, 2018). Padi merupakan tanaman yang membutuhkan kondisi tanah yang baik untuk tumbuh dengan optimal. Salah satu faktor penting adalah struktur tanah yang ringan dan memiliki drainase yang baik. Selain itu, tanah juga harus memiliki kandungan unsur hara yang cukup untuk mendukung pertumbuhan tanaman padi (Ningsih, 2014).

Mayoritas petani di Indonesia menerapkan sistem pertanian konvensional untuk beberapa komoditas tanaman pangan dan perkebunan. Teknik penanaman padi secara konvensional, dimana bibit yang siap ditanam memiliki umur antara 18-25 hari setelah proses penyemaian (Atmayadi *et al.*, 2021). Produksi padi sangat dipengaruhi oleh kualitas bibit. Langkah awal dalam pertumbuhan padi dimulai dengan memilih bibit yang berkualitas karena bibit merupakan faktor utama yang akan memengaruhi hasil panen selanjutnya. Bibit menentukan karakteristik tanaman yang akan tumbuh karena membawa gen dari tanaman induknya (Hutapea *et al.*, 2024).

Petani di Indonesia umumnya menggunakan pestisida dalam mengendalikan dan mengurangi intensitas penyakit. Penggunaan pestisida pada tanaman padi sawah dalam upaya pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) sangat tinggi (Ramadhan *et al.*, 2023). OPT adalah segala organisme yang dapat mengganggu dan merusak tanaman atau menyebabkan gagal panen. Bagian tanaman yang diserang oleh OPT biasanya seperti daun, bunga atau buah. Serangan OPT dapat menjadi ancaman serius bagi produksi padi jika tidak dikelola dengan baik dari awal tanam hingga panen. Serangan OPT pada berbagai fase pertumbuhan tanaman dapat menyebabkan penurunan produksi hingga 70%. Bahkan, ada petani yang mengalami kerugian besar karena intensitas serangan OPT yang tinggi (Dianawati & Sujitno, 2015).

Salah satu jenis patogen yang sering ditemukan pada tanaman padi adalah kelompok jamur patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman tersebut. Seperti penyakit yang sering ditemukan pada pertanaman padi adalah penyakit bakanae yang disebabkan oleh jamur patogen *Fusarium fujikuroi*. Tanaman padi yang terserang penyakit bakanae telah ditemukan hampir disemua negara yang menanam padi untuk dijadikan sebagai tanaman pangan, terutama di negara Asia termasuk Indonesia dan Malaysia (Zainudin *et al.*, 2008).

B. Jamur *Fusarium fujikuroi* Nerenberg

Penyakit bakanae pertama kali diidentifikasi di Jepang pada tahun 1828 (Gupta *et al.*, 2015) dan di Indonesia pada tahun 1938 (Semangun, 2008). Shotaro Hori (1898) adalah orang pertama yang menyatakan jamur *Fusarium heterosporium* Nees yang menginduksi gejala bakanae pada tanaman padi (Gupta *et al.*, 2015). Diidentifikasi kembali sebagai jamur *Fusarium fujikuroi* Nerenberg (Leslie & Summerell, 2006), kemudian dimasukkan ke dalam genus *Gibberella* dengan nama *Gibberella fujikuroi* (Sawada) (Ito & Kimura, 1931; Gupta *et al.*, 2015).

Jamur *F. fujikuroi* ini bersifat tular benih dan tular tanah (Darnetty & Sulyanti, 2018). Bibit padi yang terinfeksi *F. fujikuroi* di lapangan tampak lebih tinggi dari bibit normal dengan daun yang kekuningan dan ada beberapa mati sebelum dipindahkan ke lapangan. Bibit yang terinfeksi bertahan sampai dilapangan akan memanjang dan membentuk bulir lebih awal tetapi hampa (Ou, 1985 ; Darnetty & Sulyanti, 2018). Benih yang terinfeksi berat akan mati sebelum ditempatkan di lapangan, sedangkan benih yang dapat bertahan hidup bisa mati setelah pindah ke lapangan (Darnetty & Sulyanti, 2018).

Klasifikasi jamur *F. fujikuroi* yaitu termasuk dalam kingdom Fungi, filum Ascomycota, class Pyrenomycetes, ordo Hypocreales, family Nectriaceae, dan genus *Gibberella* dengan nama aseksualnya *Fusarium* (Alexopoulos *et al.*, 1996). Jamur *F. fujikuroi* memiliki kemampuan untuk bereproduksi secara seksual maupun aseksual. Dalam kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan, jamur ini dapat bertahan dalam bentuk *perithecia* dan askocarp, yang merupakan tubuh buah berbentuk kantong. Pada askocarp tersebut terdapat 6-8 askospora yang berperan dalam proses reproduksi jamur ini. Jamur *F. fujikuroi* memiliki hifa hialin, miselium berwarna putih yang menjadi keabu-abuan hingga keunguan seiring bertambahnya

usia. Hifa dan konidia bersekat. Makrokonidia panjang, ramping seperti perahu yang terdiri dari 3-5 septa dan berdinding tipis. Mikrokonidia berbentuk oval, hialin terdiri dari 0-1 septa, terbentuk dalam jumlah yang banyak dalam *false head* (kepala palsu) atau tersusun dalam bentuk rantai konidia, namun jamur ini tidak membentuk klamidospora (Leslie & Summerell, 2006).

Penyakit bakanae adalah penyakit monosiklik, mekanisme infeksi jamur *F. fujikuroi* terjadi melalui konidia yang terbawa oleh angin dan air pada saat pembungaan maupun panen (Zainudin *et al.*, 2008). Oleh karena itu, infeksi benih dapat terjadi melalui askospora di udara selama tahap pembungaan tanaman atau konidia yang mencemari benih selama panen. Askospora dan konidia yang menempel pada benih bertindak sebagai sumber utama inokulum, berkecambah dan menginfeksi bibit melalui akar (Gupta *et al.*, 2015). Infeksi juga dapat terjadi pada saat perendaman benih dengan air yang terkontaminasi konidia jamur *F. fujikuroi* (Naeem *et al.*, 2016). Benih yang terinfeksi merupakan sumber inokulum utama dan merupakan sarana utama penyebaran penyakit dari lahan ke lahan (Gupta *et al.*, 2015), karena inokulum yang ditularkan melalui tanah dapat berkembang dengan cepat, sedangkan inokulum pada tanah dapat bertahan hingga 4 bulan.

Bakanae berasal dari bahasa Jepang yang berarti "*foolish seeding*" yang memperlihatkan adanya perpanjangan abnormal yang sering terjadi pada tanaman padi yang terinfeksi sehingga merupakan ciri khas dari gejala jamur *F. fujikuroi* (Darnetty & Sulyanti, 2018). Tanaman yang terinfeksi dapat mati selama periode pertumbuhan tanaman, namun beberapa tanaman dapat bertahan hingga matang dan mereka memiliki beberapa anakan tinggi dan kurus dengan malai sekam putih kosong (Gupta *et al.*, 2015). Untuk mencegah kerugian yang disebabkan oleh penyakit bakanae, diperlukan pengendalian alternatif yang ramah lingkungan seperti pengaplikasian ekoenzim.

C. Ekoenzim

Ekoenzim atau biasa dikenal dengan enzim ramah lingkungan ini ditemukan oleh Dr. Rosukon Poompanvong dari Thailand. Kemudian proses pengolahan ini dikenalkan secara luas oleh Dr. Joean Oon, peneliti dari Penang, Malaysia (Yulistia & Chimayati, 2021). Ekoenzim merupakan cairan berwarna coklat yang dihasilkan

dari fermentasi sisa sayuran atau buah-buahan oleh mikroba yang kaya dengan substrat gula.

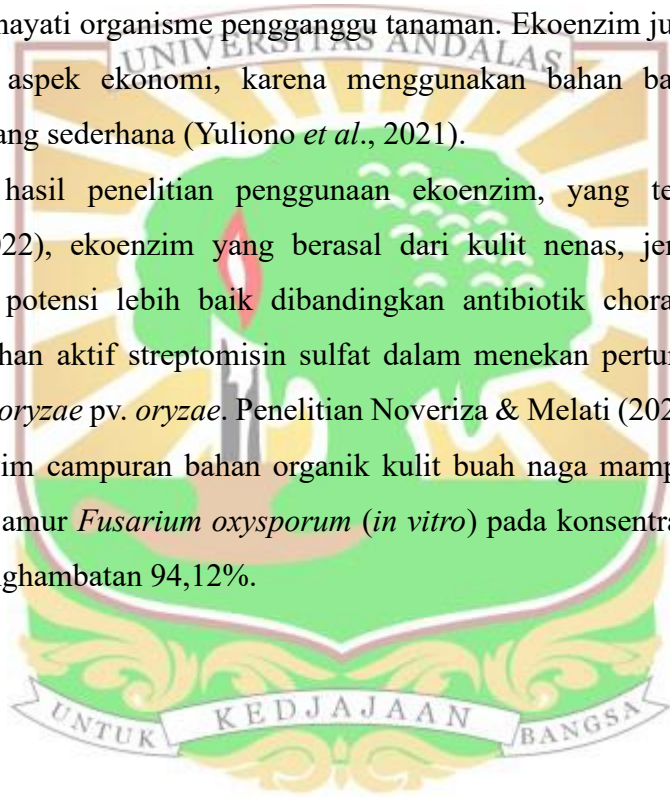
Dalam proses untuk menghasilkan ekoenzim yang berguna dibantu oleh gula untuk mempercepat proses biokimia dalam penguraiannya. Limbah organik seperti kulit buah mengandung makronutrien karbohidrat, protein, lipid, dan serat yang berfungsi sebagai media pertumbuhan mikroba (Hanifah *et al.*, 2022). Fermentasi ekoenzim biasanya dilakukan selama tiga bulan, tetapi enzim tidak akan kadaluwarsa. Semakin lama disimpan, kekuatan enzimnya akan meningkat (Rusdianasari *et al.*, 2021).

Dalam proses fermentasi ekoenzim yang mengikuti pertumbuhan mikroba terdiri dari 4 fase yang dinamakan dengan pertumbuhan sigmoid (kurva sigmoid). Pertama fase lag/fase adaptasi, yang ditandai dengan peningkatan komponen makromolekul dan aktivitas metabolik, fase ini belum ditandai dengan adanya penambahan massa atau jumlah sel (Haque *et al.*, 2017 ; Mahjani & Putri, 2020). Kedua fase logaritmik/fase pertumbuhan, fase ini berlangsung selama 1 bulan pertama proses fermentasi, pada fase ini sel akan membelah diri dengan laju konstan, massa akan bertambah dua kali lipat dengan laju yang sama. Kecepatan pada fase ini sangat dipengaruhi oleh pH, kandungan nutrisi dan kondisi lingkungan (Setyati, 2015 ; Mahjani & Putri, 2020). Ketiga fase stasioner, pada fase ini jumlah pertumbuhan sel sama banyaknya dengan jumlah kematian sel, metabolit sekunder banyak diproduksi karena bakteri saling mempertahankan diri untuk bertahan hidup dengan cara mengeluarkan metabolit sekundernya dan sebagian akan teracuni oleh lingkungan yang kondisinya berubah akibat metabolit yang dihasilkan (Brooks *et al.*, 2013 ; Mahjani & Putri, 2020). Terakhir, fase kematian yang terjadi pada bulan ke-3 ketika proses fermentasi akan selesai. Pada fase ini jumlah sel yang mati lebih banyak daripada sel yang hidup dan media akan kehabisan nutrisi, sehingga menurunkan populasi mikroba. Sisa dari fase ini yang akan digunakan sebagai ekoenzim yang mengandung antimikroba, sehingga dapat menghambat pertumbuhan patogen (Mahjani & Putri, 2020).

Fermentasi ekoenzim yang berhasil dapat dilihat dari larutan yang berwarna coklat keruh, berbau asam, dan memiliki pH <4. Aroma asam ekoenzim berhubungan dengan nilai pH-nya (Yuliono *et al.*, 2021). Tingkat keasaman larutan

ekoenzim dipengaruhi oleh kandungan asam organik seperti asam laktat, asam sitrat, dan asam asetat di dalamnya. Artinya semakin tinggi kandungan asam organik, maka akan semakin rendah nilai pH larutannya (Rasit *et al.*, 2019). Salah satu potensi limbah buah-buahan sebagai ekoenzim yaitu memiliki metabolit sekunder yang dapat membantu perbaikan unsur hara dalam tanah, sehingga dapat menambah ketersediaan unsur hara seperti Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Vitamin, Kalsium (Ca), Zat Besi (Fe), Natrium (Na), Magnesium (Mg) dan lain sebagainya (Lubis *et al.*, 2022). Dalam bidang pertanian, ekoenzim dapat digunakan sebagai pupuk organik cair, meningkatkan kesuburan tanah, dan pengendalian hayati organisme pengganggu tanaman. Ekoenzim juga memberikan manfaat dari aspek ekonomi, karena menggunakan bahan baku dan teknik pengelolaan yang sederhana (Yuliono *et al.*, 2021).

Beberapa hasil penelitian penggunaan ekoenzim, yang telah dilaporkan (Zulfahmi, 2022), ekoenzim yang berasal dari kulit nenas, jeruk dan pisang menunjukkan potensi lebih baik dibandingkan antibiotik chloramphenicol dan bakterisida bahan aktif streptomisin sulfat dalam menekan pertumbuhan bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. Penelitian Noveriza & Melati (2022), menyatakan bahwa ekoenzim campuran bahan organik kulit buah naga mampu menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* (*in vitro*) pada konsentrasi 50% dengan persentase penghambatan 94,12%.



BAB III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan Juli sampai November 2024, di Laboratorium Fitopatologi Departemen Proteksi Tanaman, Laboratorium Teknologi Benih Departemen Budidaya Pertanian, dan Rumah kaca, Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang. (Lampiran 1).

B. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *laminar air flow cabinet*, *oven*, *autoclave*, *microwave*, *vortex*, *hot plate*, kulkas, mikroskop, kaca objek, kaca penutup, pipet tetes, *cork borer* diameter 5 mm, *haemocytometer (Improved Neubauer)*, timbangan analitik, mortal alu, gelas beaker, botol scott 250 ml, cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, spatula, sentrifus, tabung sentrifus, pisau, gunting, bunsen, korek api, jarum ose, pinset, kuas, suntik, saringan, pH meter, botol bekas air mineral 1500 ml, alat tulis, dandang, kompor, penggaris, dan kamera.

C. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan adalah tanaman padi yang bergejala penyakit bakanae, media PDA (*Potato Dextrose Agar*), media WA (*Water Agar*), larutan HCL 2,5%, larutan NaOCl 2%, akuades, alkohol 70%, kertas label, air, gula merah, *tissue*, *plastic wrap*, kertas saring *whatman* No. 41, *syringae filter* ukuran 0,22 μ m, kertas stensil, plastik mika, *aluminium foil*, kertas *milimeter plotting*, spritus, tusuk gigi, benih padi varietas IR-42 (Lampiran 2), tanah, pupuk kandang dan beberapa tanaman (kulit jeruk, daun serai dapur, dan daun pucuk merah).

D. Rancangan Penelitian

Penelitian bersifat eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Terdiri 2 tahap, yaitu pengujian di Laboratorium dan pengujian di Rumah kaca.

a. Laboratorium

Penelitian ini terdiri dari 7 perlakuan dan 4 ulangan, metode pengujian yaitu peracunan media dengan ekoenzim. Perlakuan yang digunakan adalah larutan ekoenzim dari beberapa tanaman yaitu :

1. Kulit jeruk
2. Daun serai dapur
3. Daun pucuk merah
4. Kulit jeruk + daun serai dapur
5. Kulit jeruk + daun pucuk merah
6. Kulit jeruk + daun serai dapur + daun pucuk merah
7. Kontrol

Denah penelitian dapat dilihat di Lampiran 3.

b. Rumah Kaca

Penelitian ini terdiri dari 7 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan sama dengan percobaan di laboratorium dan satuan percobaan berupa plastik mika yang berisi 25 benih padi. Denah penelitian dapat dilihat di Lampiran 4.

E. Pelaksanaan Penelitian

1. Laboratorium

a. Penyiapan larutan ekoenzim

Bahan yang diperlukan dalam pembuatan ekoenzim ini adalah sampah kulit buah jeruk yang diperoleh dari tempat penjualan jus, serta daun serai dapur dan daun pucuk merah diperoleh dari pekarangan rumah. Kulit buah jeruk, daun serai dapur dan daun pucuk merah dibersihkan dengan air, lalu dipotong ukuran 1 cm x 1 cm. Kemudian gula merah dipotong dan dihaluskan menggunakan mortal alu. Setelah itu, dicampurkan semua bahan ke dalam botol mineral 1500 ml yang berisi air dengan menyisakan ruang dalam botol untuk gas hasil fermentasi, dengan perbandingan gula merah : bahan organik tanaman : air (1:3:10) dan diaduk hingga homogen. Kemudian botol ditutup rapat dan disimpan pada suhu kamar. Dalam 10 hari pertama tutup botol ekoenzim dibuka setiap hari untuk mengeluarkan gas yang dihasilkan. Untuk mendapatkan enzim dari larutan ekoenzim, proses fermentasi dilakukan selama 3 bulan (Rusdianasari *et al.*, 2021). Hasil fermentasi dapat dilihat pada Gambar 1.

Larutan ekoenzim hasil difermentasi sebelum digunakan, disaring dan disentrifus pada kecepatan 5000 rpm selama 10 menit untuk memisahkan antara partikel kasar dan supernatan (Neupane & Khadka, 2019). Supernatan disaring menggunakan *syringe filter* berukuran 0,22 μm supaya bebas dari kontaminasi mikroba dan larutan ekoenzim siap untuk diaplikasikan.



Gambar 1. Ekoenzim setelah masa fermentasi selama 3 bulan, A) kulit jeruk; B) daun serai dapur; C) daun pucuk merah; D) campuran kulit jeruk dan daun serai dapur; E) campuran kulit jeruk dan daun pucuk merah; F) campuran kulit jeruk, daun serai dapur dan daun pucuk merah.

b. Sumber inokulum jamur *Fusarium fujikuroi* Nerenberg

Sampel padi diperoleh di Bukit Napa, Kelurahan Kuranji, Kecamatan Kuranji, Kota Padang. Pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 2. Sampel yang diambil adalah tanaman padi yang memiliki gejala penyakit bakanae yang disebabkan oleh jamur patogen *F. fujikuroi* seperti menunjukkan adanya perpanjangan tanaman yang abnormal dan daun yang menguning.



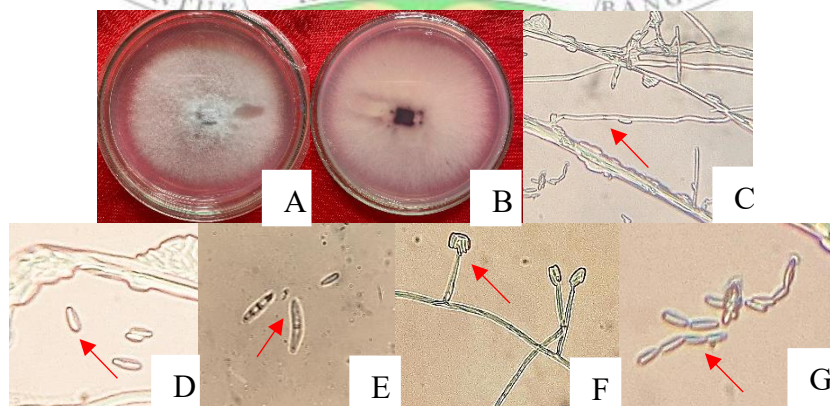
Gambar 2. Tanaman padi bergejala penyakit bakanae dengan tinggi abnormal dan daun menguning di Kelurahan Kuranji, Kecamatan Kuranji Kota Padang

c. Isolasi Jamur

Jamur *F. fujikuroi* diisolasi dari akar tanaman padi yang menunjukkan gejala bakanae. Akar tanaman padi dicuci, kemudian dipotong dengan ukuran ± 1 cm dan disterilisasi permukaan dengan akuades steril 30 detik, lalu alkohol 1 menit dan akuades 1 menit. Potongan akar ditumbuhkan pada media PDA dan diinkubasi selama 4 hari. Jamur yang tumbuh dipindahkan ke media WA dengan menggosokkan suspensi konidia (10-20 konidia/bidang pandang) lalu diinkubasi selama 2 hari. Spora tunggal yang sudah berkecambah pada media WA dipindahkan ke media PDA untuk mendapatkan biakan murni dari spora tunggal (Darnetty & Sulyanti, 2018).

d. Identifikasi Jamur

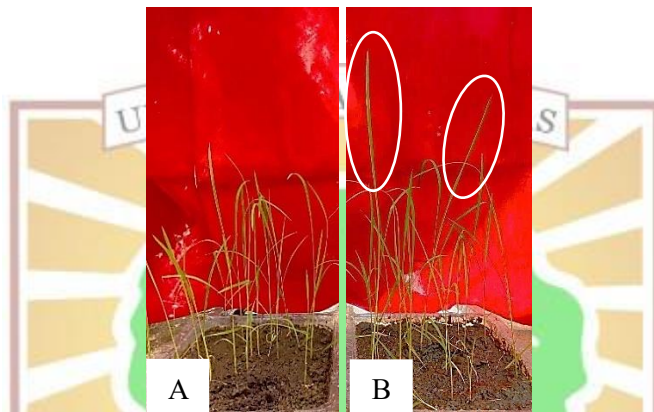
Biakan murni jamur yang didapatkan, diidentifikasi berdasarkan karakter makroskopis dan mikroskopis. Hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis jamur *F. fujikuroi* dapat dilihat pada Gambar 3. Koloni jamur *F. fujikuroi* pada media PDA berwarna putih dan ungu dibagian tengah. Pengamatan mikroskopis dengan biakan *slide culture*, dengan cara menumbuhkan jamur pada sepotong agar yang kemudian diletakkan pada kaca objek di dalam cawan petri yang dijaga kelembapannya. Secara mikroskopis jamur *F. fujikuroi* mempunyai hifa bersekat, mikrokonidia ber sel satu berbentuk oval, makrokonidia berbentuk seperti perahu dengan kedua ujungnya runcing, mikrokonidia berkumpul membentuk kepala, dan mikrokonidia dalam bentuk rantai. Hasil pengamatan dibandingkan dengan yang dilaporkan oleh (Leslie & Summerell, 2006).



Gambar 3. Karakteristik makroskopis dan mikroskopis jamur *F. fujikuroi* berumur 10 hari setelah inkubasi (hsi). A) koloni tampak atas; B) koloni tampak bawah; C) hifa bersekat (perbesaran 400x); D) mikrokonidia; E) makrokonidia; F) *false head*; G) rantai konidia.

e. Uji Patogenesitas Jamur

Uji patogenesitas dilakukan untuk memastikan bahwa jamur *F. fujikuroi* yang diisolasi merupakan patogen penyebab penyakit bakanae pada tanaman padi yang dilakukan dengan cara merendam benih padi varietas IR-42 (Lampiran 2) dengan suspensi konidia jamur ($10^6/\text{ml}$) selama 15 menit, lalu dikering anginkan. Selanjutnya benih disemai dalam plastik mika berisi media tanah 1/2 kg. Pengamatan dilakukan pada umur 30 hari setelah semai (Darnetty & Sulyanti, 2018).



Gambar 4. Hasil uji patogenesitas jamur *F. fujikuroi* pada tanaman padi; A). Tanaman padi tanpa perlakuan; B). Tanaman padi diberi perlakuan jamur *F. fujikuroi* yang menimbulkan gejala penyakit bakanae

f. Uji daya hambat ekoenzim terhadap jamur *F. fujikuroi*

Pada peracunan media, larutan ekoenzim yang sudah disaring dengan *syringe filter* ukuran 0,22 μm dimasukkan sebanyak 1 ml ke dalam 9 ml PDA cair (suhu 40°C). Kemudian dihomogenkan dengan *vortex* dan dituangkan ke dalam cawan petri. Isolat jamur *F. fujikuroi* dipotong menggunakan *cork borer* 5 mm lalu diletakkan di tengah media. Cawan petri diberi label sesuai dengan perlakuan dan diinkubasi selama perlakuan kontrol penuh pada suhu ruang.

g. Perlakuan benih

Benih padi varietas IR-42 (Lampiran 2) disterilisasi permukaan dengan direndam dalam akuades steril selama 1 menit, selanjutnya direndam dalam NaOCl 2% selama 1 menit. Kemudian dibilas menggunakan akuades steril selama 1 menit. Jumlah benih yang digunakan sebanyak 100 benih per perlakuan. Larutan ekoenzim

diaplikasikan dengan cara perendaman benih selama 12 jam dengan konsentrasi ekoenzim 20 ml/L di dalam gelas piala (Zirrazaq *et al.*, 2022).

h. Uji daya kecambah

Benih padi yang sudah direndam dengan ekoenzim pada masing-masing perlakuan, diuji daya kecambahnya dengan metode kertas gulung dengan menggunakan kertas stensil. Dua puluh lima benih padi disusun di atas 2 lapis kertas stensil yang telah dilembabkan dengan akuades steril. Kemudian ditutup dengan 1 lembar kertas stensil yang telah dilembabkan akuades. Setelah itu diinkubasi dalam germinator selama 14 hari atau sampai tidak ada lagi benih yang berkecambah (Kamil, 1979).

2. Rumah Kaca

a. Penyiapan media semai

Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1 (v/v). Tanah dan pupuk kandang dimasukkan ke dalam plastik berukuran 5 kg dan disterilisasi dengan metode *tyndalisasi* yaitu memanaskan tanah yang sudah tercampur pupuk pada suhu 100°C selama 1 jam, lalu didiamkan selama 1 hari dan dilanjutkan dengan cara yang sama selama 3 kali. Media tanah yang telah steril ditempatkan pada plastik mika untuk penyemaian.

b. Penyemaian

Setelah dilakukan perendaman dengan ekoenzim, benih padi dikering anginkan selama 10-15 menit, kemudian padi disemai dalam plastik mika yang telah berisi media tanah steril, penyemaian dilakukan selama 21 hari. Pemeliharaan dilakukan dengan penyiraman benih padi pada pagi dan sore hari.

3. Uji Senyawa Antimikroba pada Ekoenzim

Senyawa yang dikandung oleh larutan ekoenzim terbaik dianalisis di Laboratorium Sentral Universitas Andalas, Padang. Kandungan senyawa metabolit sekunder dalam ekstrak tanaman yang difermentasi diidentifikasi menggunakan metode GCMS-Headspace, kolom HP-5MS 30m x 250µm x 0,25µm, suhu oven (0°C-325°C), antarmuka (250°C), mode kontrol (split), tekanan (10.523 psi), total

aliran (140 mL/menit), *split ratio* (100:1), *split flow* (100 mL/menit), gas (He) dan detektor (MSD) (Suhaili *et al.*, 2020).

F. Pengamatan

1. Laboratorium

a. Luas koloni jamur *F. fujikuroi*

Pengukuran luas koloni jamur *F. fujikuroi* pada setiap perlakuan dilakukan setiap hari sampai kontrol penuh setelah inkubasi. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan kertas *milimeter plotting*. Selanjutnya perhitungan efektivitas dapat dilakukan dengan menggunakan rumus (Muthukumar *et al.*, 2011) :

$$E = \frac{lk - lp}{lk} \times 100 \% \dots\dots\dots \text{(Rumus 1)}$$

Keterangan :

E : Efektivitas

lk : Luas koloni jamur pada kontrol

lp : Luas koloni jamur pada perlakuan

b. Perubahan karakter morfologi jamur *F. fujikuroi*

Pengamatan yang dilakukan dengan cara melihat perubahan yang terjadi pada karakter makroskopis jamur *F. fujikuroi* yang diberi perlakuan dan dibandingkan dengan jamur *F. fujikuroi* kontrol. Perubahan yang diamati adalah penyebaran koloni, warna koloni, arah pertumbuhan dan ketebalan koloni.

c. Kerapatan konidia jamur *F. fujikuroi*

Perhitungan kerapatan konidia dilakukan setelah cawan petri kontrol dipenuhi oleh jamur atau 14 hari setelah inkubasi. Kultur *F. fujikuroi* dalam cawan petri ditambahkan 10 ml akuades dan digerus menggunakan kuas steril untuk melepaskan konidia. Kemudian dilakukan pengenceran hingga 10^{-3} , kemudian diambil 1 ml dari pengenceran 10^{-3} diambil dan ditetaskan di atas *haemocytometer* (Herlinda *et al.*, 2006).

Kerapatan konidia jamur dihitung menggunakan rumus (Priyono, 2004 ; Kurniasari, 2017), yaitu:

$$S = R \times K \times F \dots\dots\dots \text{(Rumus 2)}$$

Keterangan :

- S : Jumlah konidia/ml suspensi
 R : Jumlah rata-rata konidia pada setiap kotak terkecil (80 kotak)
 K : Konstanta koefisien alat (4×10^6)
 F : Faktor pengenceran yang digunakan

d. Persentase daya kecambah konidia jamur *F. fujikuroi*

Daya kecambah konidia diuji dengan menggunakan metode *slide culture* yaitu dengan menambahkan 1 ml ekoenzim masing-masing perlakuan ke dalam 9 ml PDA di dalam tabung reaksi, kemudian dihomogenkan menggunakan *vortex* dan dituang sebanyak 5 ml ke dalam cawan petri. Setelah memadat, media PDA yang sudah dicampur dengan ekoenzim tersebut dipotong dengan luas 1 cm². Potongan media PDA diletakkan di atas kaca objek lalu ditetesi dengan suspensi konidia kerapatan 5×10^4 konidia/ml sebanyak 0,05 ml. Kaca objek diletakkan di dalam cawan petri steril yang telah dilapisi tisu lembab. Kemudian diinkubasi selama 1×24 jam dan diamati di bawah mikroskop. Persentase daya kecambah dihitung dengan rumus berikut (Priyono, 2004) :

$$\text{Daya kecambah konidia} = \frac{\text{konidia yang berkecambah}}{\text{konidia yang diamati}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{(Rumus 4)}$$

Untuk menghitung efektivitas masing-masing perlakuan terhadap daya kecambah konidia dapat menggunakan rumus (Priyono, 2004) :

$$E = \frac{dk - dp}{dp} \times 100\% \dots\dots\dots \text{(Rumus 5)}$$

Keterangan :

- E : Efektivitas
 dk : Daya kecambah konidia kontrol
 dp : Daya kecambah konidia perlakuan

e. Berat basah dan berat kering koloni jamur *F. fujikuroi*

Berat basah koloni jamur ditimbang pada hari ke-14. Untuk menimbang berat basah koloni jamur diperlukan 8 ml HCL 2,5% yang telah dipanaskan selama 1-2 menit pada suhu 50-70°C untuk melarutkan media. Kertas saring ditimbang terlebih dahulu, kemudian jamur *F. fujikuroi* disaring menggunakan kertas saring *Whattman* No. 41 sampai tidak ada lagi air yang menetes. Berat jamur dan kertas saring

ditimbang menggunakan timbangan analitik. Lalu dikurangi dengan berat kertas saring yang telah ditimbang. Untuk menimbang berat kering jamur, koloni jamur dikeringkan di dalam oven dengan suhu 64°C selama 48 jam (berat kering konstan). Selanjutnya ditimbang menggunakan timbangan analitik.

Efektivitas masing-masing perlakuan terhadap berat basah koloni jamur dihitung dengan rumus:

$$E = \frac{BSK - BSP}{BSK} \times 100\% \dots\dots\dots \text{(Rumus 6)}$$

Keterangan :

E : Efektivitas

BSK : Berat Basah Kontrol

BSP : Berat Basah Perlakuan

Efektivitas masing-masing perlakuan terhadap berat kering koloni jamur dihitung dengan rumus :

$$E = \frac{BKK - BKP}{BKK} \times 100\% \dots\dots\dots \text{(Rumus 7)}$$

Keterangan :

E : Efektivitas

BKK : Berat Kering Kontrol

BKP : Berat Kering Perlakuan

f. Persentase daya kecambah benih

Persentase daya kecambah benih padi dihitung berdasarkan jumlah kecambah normal pada pengamatan pada hari ke-14. Kriteria kecambah normal yaitu, akar primer tumbuh baik dengan akar serabut, hipokotil panjang, masih tersisa kotiledon yang masih melekat pada bibit, dan epikotil utuh. Perkecambahan abnormal ditandai dengan tidak adanya akar primer, hanya ada akar sekunder yang lemah, hipokotil cacat, kedua kotiledon menghilang dan epikotil hilang (Gambar 5) (Kamil, 1979). Daya berkecambah dihitung dengan rumus :

$$P = \frac{\text{Benih kecambah normal}}{\text{Jumlah benih keseluruhan}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{(Rumus 8)}$$

Keterangan :

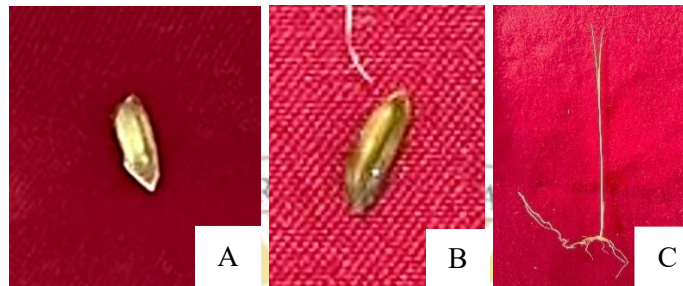
P : Persentase benih kecambahan normal

Untuk menghitung efektivitas masing-masing perlakuan terhadap persentase daya kecambah normal dengan rumus :

$$E = \frac{\text{Perlakuan} - \text{Kontrol}}{\text{Kontrol}} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{Rumus 9})$$

Keterangan :

E : Efektivitas (%)



Gambar 5. Perkecambahan benih padi (umur 14 hari) A. Benih yang tidak berkecambah; B. Kecambah abnormal; C. Kecambah normal.

2. Rumah Kaca

a. Persentase bibit muncul lapang (%)

Pengamatan daya muncul lapang dilakukan dengan mengamati bibit yang muncul pada permukaan tanah. Pengamatan dilakukan setiap hari sampai 21 hari dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan benih muncul dan tumbuh pada permukaan tanah. Perhitungan daya muncul lapang dihitung dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{\text{Jumlah bibit muncul}}{\text{Jumlah benih disemai}} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{Rumus 10})$$

Efektivitas persentase bibit yang muncul dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$E = \frac{P - K}{K} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{Rumus 11})$$

Keterangan :

E : Efektivitas

P : Perlakuan

K : Kontrol

b. Tinggi bibit

Pengamatan tinggi bibit dilakukan dengan mengukur tinggi tanaman dari pangkal batang sampai ujung daun tertinggi. Pengukuran menggunakan penggaris dan dilakukan sekali seminggu selama 3 minggu dimulai dari 7 hss.

c. Berat basah dan berat kering bibit

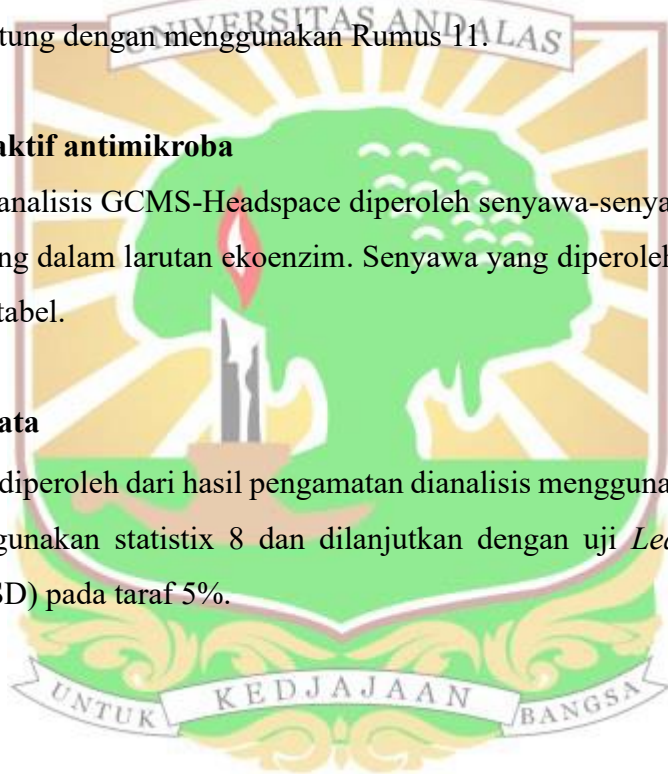
Bibit berumur 21 hss dicabut dan dibersihkan kemudian dikering anginkan. Berat segar ditimbang menggunakan timbangan analitik. Untuk mengukur berat kering bibit dibungkus dengan kertas stensil dan dikeringkan di oven pada suhu 60°C selama 5 jam (sampai beratnya konstan) lalu bibit ditimbang. Efektivitas perlakuan dihitung dengan menggunakan Rumus 11.

3. Senyawa aktif antimikroba

Dari hasil analisis GCMS-Headspace diperoleh senyawa-senyawa antimikroba yang terkandung dalam larutan ekoenzim. Senyawa yang diperoleh dideskripsikan dalam bentuk tabel.

G. Analisis data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisis menggunakan sidik ragam dengan menggunakan statistix 8 dan dilanjutkan dengan uji *Least Significance Difference* (LSD) pada taraf 5%.



BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Potensi Ekoenzim dari Beberapa Tanaman dalam Menekan Perkembangan Jamur *F. fujikuroi*

a. Daya hambat *F. fujikuroi* pada masing-masing perlakuan

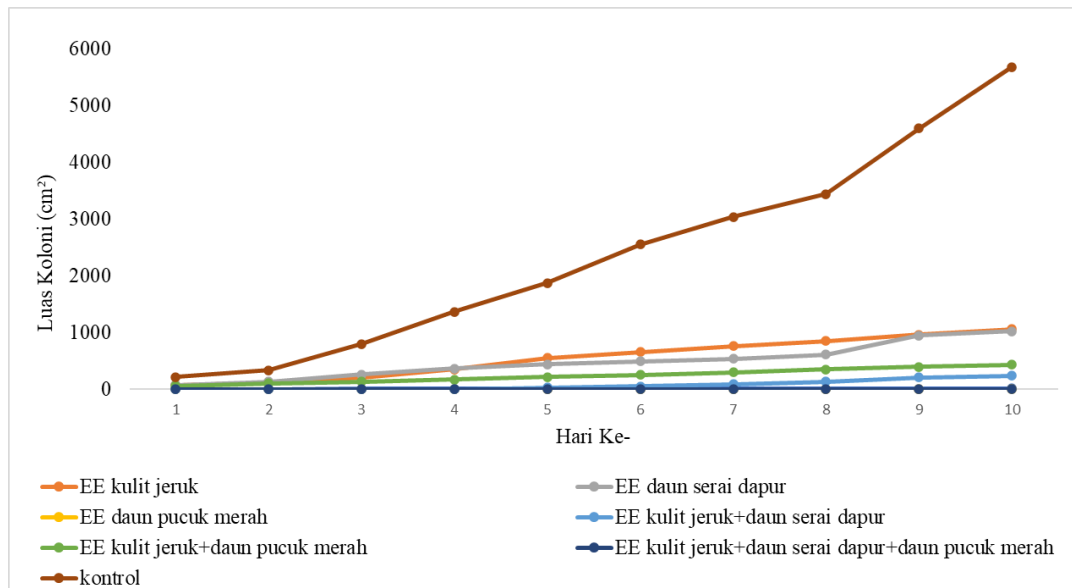
Hasil analisis sidik ragam luas koloni jamur *F. fujikuroi* menunjukkan bahwa perlakuan ekoenzim dari beberapa tanaman memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap penekanan pertumbuhan jamur *F. fujikuroi* (Lampiran 5a). Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh perlakuan beberapa ekoenzim terhadap pertumbuhan jamur *F. fujikuroi* (10 hsi).

Perlakuan Ekoenzim (EE)	Luas Koloni (cm ²)	Efektivitas (%)
EE Kulit jeruk+daun serai dapur +daun pucuk merah	0,00 a	100,00
EE Daun pucuk merah	0,00 a	100,00
EE Kulit jeruk+daun serai dapur	2,62 b	95,39
EE Kulit jeruk+daun pucuk merah	4,34 c	92,37
EE Daun serai dapur	10,22 d	82,02
EE Kulit jeruk	10,59 d	81,36
Kontrol	56,88 e	0,00

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang sama dan diikuti huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD taraf nyata 5%.

Pada Tabel 1. dapat dilihat bahwa luas koloni jamur *F. fujikuroi* pada perlakuan berbeda nyata dengan kontrol. Perlakuan yang tertinggi yaitu ekoenzim dari daun pucuk merah dan campuran kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah mampu menghambat pertumbuhan koloni jamur *F. fujikuroi* dengan efektivitas mencapai 100%. Perlakuan yang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan koloni jamur yang paling rendah yaitu ekoenzim dari kulit jeruk dengan efektivitas 81,36%. Laju pertumbuhan luas koloni jamur *F. fujikuroi* pada perlakuan beberapa ekoenzim dapat dilihat pada Gambar 6.



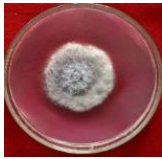
Gambar 6. Laju pertumbuhan luas koloni jamur *Fusarium fujikuroi* pada perlakuan beberapa ekoenzim dari kulit jeruk, daun pucuk merah, daun serai dapur, kulit jeruk+daun serai dapur, kulit jeruk+daun pucuk merah, dan kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah.

Pada Gambar 6. menunjukkan bahwa pemberian ekoenzim dari beberapa tanaman dapat menghambat laju pertumbuhan jamur *F. fujikuroi*. Perlakuan ekoenzim dari kulit jeruk dan ekoenzim daun serai dapur mampu menghambat pertumbuhan koloni jamur *F. fujikuroi* sejak hari ke-2 setelah inkubasi dan berlanjut hingga hari ke-9. Perlakuan ekoenzim campuran kulit jeruk+daun serai dapur dan ekoenzim campuran kulit jeruk+daun pucuk merah mampu menghambat pertumbuhan koloni jamur *F. fujikuroi* dari hari ke-2 setelah inkubasi dan berlanjut hingga hari ke-7. Perlakuan ekoenzim daun pucuk merah dan ekoenzim campuran kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah menyebabkan koloni jamur *F. fujikuroi* tidak tumbuh sama sekali.

b. Pengaruh ekoenzim terhadap morfologi jamur *F. fujikuroi*

Hasil pengamatan ekoenzim dari beberapa tanaman dapat mempengaruhi karakter morfologi koloni jamur *F. fujikuroi* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perubahan karakteristik makroskopis jamur *F. fujikuroi* dengan perlakuan ekoenzim dari beberapa tanaman (10 hsi).

Perlakuan	Penyebaran koloni	Warna koloni	Arah pertumbuhan	Ketebalan koloni	Dokumentasi
Kulit jeruk	Melingkar konsentris	Putih	Ke atas dan merata	Tebal dan rapat	
Daun serai dapur	Melingkar konsentris	Putih keabuan	Ke atas, ke samping dan merapat di tengah	Tebal dan merapat di bagian tengah	
Daun pucuk merah	Tidak tumbuh	Tidak tumbuh	Tidak tumbuh	Tidak tumbuh	
Kulit jeruk+daun serai dapur	Melingkar konsentris	Putih	Ke atas dan merata kesamping	Tebal dan rapat	
Kulit jeruk+daun pucuk merah	Melingkar konsentris	Putih	Ke atas dan merapat di bagian tengah	Tebal dan merapat di bagian tengah	
Kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah	Tidak tumbuh	Tidak tumbuh	Tidak tumbuh	Tidak tumbuh	
Kontrol	Melingkar konsentris	Putih dan dibagian tengah keunguan	Ke atas dan merata ke samping	Tebal	

Pada Tabel 2. dapat dilihat jamur *F. fujikuroi* pada perlakuan beberapa ekoenzim, seperti ekoenzim kulit jeruk, ekoenzim daun serai dapur, ekoenzim campuran kulit jeruk+daun serai dapur dan ekoenzim campuran kulit jeruk+daun

pucuk merah menyebabkan pertumbuhan koloni jamur terhambat, adanya perubahan warna, arah pertumbuhan dan ketebalan koloni. Pada perlakuan ekoenzim daun pucuk merah dan ekoenzim campuran kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah menyebabkan jamur tidak tumbuh.

c. Kerapatan konidia jamur *F. fujikuroi* pada masing-masing perlakuan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan ekoenzim dari beberapa tanaman memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kerapatan konidia jamur *F. fujikuroi* (Lampiran 5b). Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh perlakuan beberapa ekoenzim terhadap kerapatan konidia jamur *F. fujikuroi*.

Perlakuan Ekoenzim (EE)	Jumlah konidia x 10 ⁴ / ml suspensi	Efektivitas (%)
EE Kulit jeruk+daun serai dapur +daun pucuk merah	0,00 a	100,00
EE Daun pucuk merah	0,00 a	100,00
EE Kulit jeruk+daun serai dapur	11,20 b	79,10
EE Kulit jeruk+daun pucuk merah	19,20 c	64,15
EE Daun serai dapur	27,20 d	49,26
EE Kulit jeruk	32,00 e	40,31
Kontrol	53,60 f	0,00

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang sama dan diikuti huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD taraf nyata 5%.

Pada Tabel 3. dapat dilihat bahwa kerapatan konidia jamur *F. fujikuroi* pada semua perlakuan berbeda nyata dengan kontrol. Perlakuan yang memiliki efektivitas paling tinggi terhadap kerapatan konidia jamur *F. fujikuroi* adalah ekoenzim daun pucuk merah dan ekoenzim campuran kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah dengan efektivitas 100%. Ekoenzim kulit jeruk memiliki kerapatan konidia jamur *F. fujikuroi* paling rendah dengan efektivitas 40,31%.

d. Persentase daya kecambah konidia jamur *F. fujikuroi*

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan ekoenzim dari beberapa tanaman memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap persentase daya kecambah konidia jamur *F. fujikuroi* (Lampiran 5c). Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh perlakuan beberapa ekoenzim terhadap daya kecambah konidia jamur *F. fujikuroi*.

Perlakuan Ekoenzim (EE)	Daya kecambah konidia (%)	Efektivitas (%)
EE Kulit jeruk+daun serai dapur +daun pucuk merah	0,00 a	100,00
EE Daun pucuk merah	0,00 a	100,00
EE Kulit jeruk+daun serai dapur	49,50 b	50,50
EE Kulit jeruk+daun pucuk merah	54,00 b	46,00
EE Daun serai dapur	84,50 c	15,50
EE Kulit jeruk	87,50 c	12,50
Kontrol	100,00 d	0,00

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang sama dan diikuti huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD taraf nyata 5%.

Pada Tabel 4. dapat dilihat bahwa daya kecambah konidia jamur *F. fujikuroi* pada semua perlakuan berbeda nyata dengan kontrol. Perlakuan yang memiliki efektivitas tertinggi terhadap daya kecambah konidia jamur *F. fujikuroi* yaitu ekoenzim daun pucuk merah dan campuran kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah yaitu 100%, sedangkan ekoenzim kulit jeruk hanya mencapai efektivitas 12,50%. Pengaruh ekoenzim terhadap daya kecambah konidia jamur *F. fujikuroi* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Perkecambahan konidia jamur *F. fujikuroi* pada perbesaran 400x.
(a) konidia yang berkecambah; (b) konidia yang tidak berkecambah.

e. Berat basah dan berat kering koloni jamur *F. fujikuroi*

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan ekoenzim dari beberapa tanaman memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap berat basah dan berat kering koloni jamur *F. fujikuroi* (Lampiran 5d dan 5e). Hasil uji lanjut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh perlakuan beberapa ekoenzim terhadap berat basah dan berat kering jamur *F. fujikuroi*.

Perlakuan Ekoenzim (EE)	Berat basah (g)	Efektivitas (%)	Berat kering (g)	Efektivitas (%)
EE Kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah	0,00 a	100,00	0,00 a	100,00
EE Daun pucuk merah	0,00 a	100,00	0,00 a	100,00
EE Kulit jeruk+daun serai dapur	0,08 ab	86,67	0,03 b	69,51
EE Kulit jeruk+daun pucuk merah	0,15 bc	75,51	0,04 b	56,32
EE Daun serai dapur	0,29 cd	51,67	0,06 c	38,54
EE Kulit jeruk	0,39 d	35,06	0,06 c	33,89
Kontrol	0,60 e	0,00	0,10 d	0,00

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang sama dan diikuti huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD taraf nyata 5%

Pada Tabel 5. dapat dilihat bahwa berat basah dan berat kering jamur *F. fujikuroi* pada semua perlakuan berbeda nyata dengan kontrol. Perlakuan yang berpotensi tinggi terhadap berat basah jamur *F. fujikuroi* yaitu ekoenzim daun pucuk merah dan ekoenzim campuran kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah dengan efektivitas 100%. Sedangkan ekoenzim dengan potensi yang rendah yaitu ekoenzim kulit jeruk dengan efektivitas 35,06%. Pada berat kering jamur *F. fujikuroi* perlakuan ekoenzim pucuk merah dan ekoenzim campuran kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah berpotensi tinggi dengan efektivitas 100%. Sementara itu, perlakuan ekoenzim kulit jeruk berpotensi rendah dengan efektivitas 33,89%.

2. Potensi Ekoenzim Terhadap Pertumbuhan Bibit Padi

a. Persentase daya kecambah benih

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan ekoenzim dari beberapa tanaman memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap uji daya kecambah benih padi (Lampiran 5f). Hasil uji dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh perlakuan beberapa ekoenzim terhadap uji daya kecambah benih.

Perlakuan Ekoenzim (EE)	Daya kecambah normal (%)	Efektivitas (%)
EE Kulit jeruk+daun serai dapur +daun pucuk merah	97,00 a	10,44
EE Daun pucuk merah	96,00 a	9,10
EE Kulit jeruk+daun serai dapur	95,00 ab	8,01
EE Kulit jeruk+daun pucuk merah	94,00 ab	6,88
EE Daun serai dapur	93,00 abc	5,74
EE Kulit jeruk	90,00 bc	2,48
Kontrol	88,00 c	0,00

Keterangan: Angka–angka pada lajur yang sama dan diikuti huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD taraf nyata 5%.

Pada Tabel 6. dapat dilihat bahwa persentase daya kecambah benih padi tertinggi yaitu perlakuan ekoenzim campuran kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah dengan efektivitas 10,44%. Perlakuan ekoenzim kulit jeruk dan ekoenzim daun serai dapur terhadap persentase daya kecambah benih tidak berbeda nyata dengan kontrol. Namun, perlakuan ekoenzim campuran kulit jeruk+daun pucuk merah, ekoenzim campuran kulit jeruk+daun serai dapur, ekoenzim daun pucuk merah dan ekoenzim campuran kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk b.

b. Persentase bibit muncul lapang

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan ekoenzim dari beberapa tanaman memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap persentase bibit muncul lapang dibandingkan dengan kontrol (Lampiran 5g). Hasil uji dapat dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengaruh perlakuan beberapa ekoenzim terhadap bibit muncul lapang.

Perlakuan Ekoenzim (EE)	Bibit muncul lapang (%)	Efektivitas (%)
EE Kulit jeruk+daun serai dapur +daun pucuk merah	93,00 a	19,60
EE Daun pucuk merah	93,00 a	19,38
EE Kulit jeruk+daun serai dapur	86,00 ab	10,48
EE Kulit jeruk+daun pucuk merah	84,00 b	7,91
EE Daun serai dapur	82,00 b	5,40
EE Kulit jeruk	81,00 b	4,21
Kontrol	78,00 b	0,00

Keterangan: Angka–angka pada lajur yang sama dan diikuti huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD taraf nyata 5%.

Pada tabel 7. dapat dilihat bahwa ekoenzim mampu meningkatkan persentase muncul lapang. Persentase muncul lapang tertinggi pada perlakuan ekoenzim daun pucuk merah dengan efektivitas 19,38% dan ekoenzim campuran kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah dengan efektivitas 19,60%.

c. Tinggi bibit

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan ekoenzim dari beberapa tanaman memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap tinggi bibit padi (Lampiran 5h). Hasil dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengaruh perlakuan beberapa ekoenzim terhadap tinggi bibit padi.

Perlakuan Ekoenzim (EE)	Tinggi bibit (cm)	Efektivitas (%)
EE Kulit jeruk+daun serai dapur +daun pucuk merah	36,98 a	15,27
EE Daun pucuk merah	36,75 a	14,58
EE Kulit jeruk+daun serai dapur	34,78 b	8,42
EE Kulit jeruk+daun pucuk merah	34,18 b	6,55
EE Daun serai dapur	34,08 b	6,26
EE Kulit jeruk	34,03 b	6,09
Kontrol	32,08 c	0,00

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang sama dan diikuti huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD taraf nyata 5%.

Pada Tabel 8. dapat dilihat bahwa pertumbuhan tinggi bibit padi pada semua perlakuan berbeda nyata dengan kontrol. Perlakuan dengan pertumbuhan tinggi bibit tanaman padi terbaik yaitu ekoenzim daun pucuk merah dengan tinggi 36,75 cm dan efektivitas 14,58% serta ekoenzim campuran kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah dengan tinggi 36,98 cm dan efektivitas 15,27%.

d. Berat basah dan berat kering bibit

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan ekoenzim dari beberapa tanaman memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap berat basah dan berat kering bibit tanaman padi dibandingkan dengan kontrol (Lampiran 5i dan 5j). Hasil dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Pengaruh perlakuan beberapa ekoenzim terhadap berat basah dan berat kering bibit padi.

Perlakuan Ekoenzim (EE)	Berat basah (g)	Efektivitas (%)	Berat kering (g)	Efektivitas (%)
EE Kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah	0,43 a	47,90	0,10 a	91,79
EE Daun pucuk merah	0,42 a	46,27	0,10 a	89,64
EE Kulit jeruk+daun serai dapur	0,39 ab	35,27	0,08 b	51,43
EE Kulit jeruk+daun pucuk merah	0,38 ab	28,39	0,07 bc	40,00
EE Daun serai dapur	0,35 bc	18,08	0,07 bc	37,68
EE Kulit jeruk	0,34 bc	14,42	0,07 bc	35,89
Kontrol	0,30 c	0,00	0,05 c	0,00

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang sama dan diikuti huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD taraf nyata 5%.

Pada Tabel 9. dapat dilihat bahwa perlakuan yang berpotensi tinggi terhadap berat basah pada bibit padi yaitu ekoenzim campuran kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah sebesar 0,43 g dan efektivitas 47,90%. Perlakuan yang berpotensi tinggi terhadap berat kering bibit padi yaitu ekoenzim campuran kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah dengan 0,10 g dan efektivitas 91,79%.

3. Analisis senyawa aktif antimikroba

Dari ekoenzim terbaik yaitu ekoenzim daun pucuk merah dan ekoenzim campuran kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah, dilakukan analisis senyawa aktif antimikroba dengan menggunakan uji analisis GCMS-Headspace. Hasil analisis GCMS-Headspace menunjukkan adanya beberapa senyawa penting yang ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Komponen senyawa dari analisis larutan ekoenzim daun pucuk merah dan ekoenzim kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah.

No	Senyawa	Kandungan (%)
Ekoenzim Daun pucuk merah		
1.	L-alpha, Terpineol	53,22
2.	Eucalyptol	8,28
3.	(+)-4-Carene	8,18
4.	Benzene, 1-Methyl-3, 1-Methylethenyl	6,35
5.	Terpinyl fermate	3,19
6.	Cyclobutane, 1,2-bis(1- Methylethenyl)	3,08

Tabel 10. (Lanjutan)

No	Senyawa	Kandungan (%)
7.	4-(4,4,8-Trimethyl-3-Oxabicyclo[3.3.1]	2,97
8.	Fenchol	1,97
9.	Cyclohexanol, 1-Methyl-4-(1-Methyl	1,83
10.	3-Cyclohexen-1-ol, 4-Methyl-1-(1-Methyl	1,83
11.	7-Oxabicyclo[2.2.1]heptane, 1-Methyl-4-	1,58
12.	2,3-Butanediol, [R-(R*,R*)]-	1,04
13.	2,3-Butanediol, [R-(R*,R*)]-	0,79
14.	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-Trimethyl	0,71
15.	Diethyl Phthalate	0,65
16.	.gamma.-Terpinene	0,58
17.	Cyclohexanemethanol, 4-Hydroxy-.alpha.	0,49
18.	3-Methyl-4-Cyclohexene-1,2-Dicarboxylic	0,45
19.	D-Carvone	0,40
20.	Hexadecanoic acid, Ethyl ester	0,39
21.	Benzenemethanol,.alpha.,.alpha.,4-trimeth	0,31
22.	4-Chlorobutyric acid, Pentadecyl ester	0,28
23.	.beta.-Phellandrene	0,27
24.	Bicyclo[4.1.0]heptan-3-ol, 4,7,7-trimethyl-	0,27
25.	3-Cyclohexen-1-ol, 1-methyl-4-(1-methyl	0,24
26.	1,3,6-Heptatriene, 2,5,6-trimethyl-	0,24
27.	Eicosanoic acid	0,22
28.	2-Furanmethanol, 5-ethenyltetrahydro-.alp	0,19
Ekoenzim Kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah		
1.	L-.alpha.-Terpineol	17,56
2.	Fenchol	9,24
3.	Diethyl Phthalate	5,12
4.	3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methyle	4,83
5.	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-	4,51
6.	Methyl salicylate	3,92
7.	2,3-Butanediol, [R-(R*,R*)]-	3,67
8.	7-Oxabicyclo[2.2.1]heptane, 1-methyl-4-	3,39
9.	Caryophyllane, 4,8-.beta.-epoxy	2,90
10.	(+)-4-Carene	2,82
11.	Benzenepropanoic acid, ethyl ester	2,67
12.	2,3-Butanediol, [R-(R*,R*)]-	2,50
13.	Eucalyptol	2,34
14.	Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	2,16
15.	3,4,8,8-Tetramethyl-4,5,6,7,8,8a-hexahydr	2,12
16.	1-Butanol, 3-methyl-, acetate	2,02
17.	Eicosanoic acid	1,99

Tabel 10. (Lanjutan)

No	Senyawa	Kandungan (%)
18.	Isoborneol	1,58
19.	Benzoic acid, ethyl ester	1,54
20.	Propanoic acid, 2-hydroxy-, ethyl ester	1,51
21.	Benzeneacetic acid, ethyl ester	1,47
22.	2-Propenoic acid, 3-phenyl-, ethyl ester, (E)	1,43
23.	Butanoic acid, 3-methyl-, ethyl ester	1,35
24.	Hexadecanoic acid, ethyl ester	1,35
25.	Cyclopentasiloxane, decamethyl-	1,32
26.	.gamma.-Terpinene	1,26
27.	2H-Pyran, 2-ethenyltetrahydro-2,6,6-trimet	1,22
28.	5-Amino-1-methyl-1H-pyrazole-4-carboxam	1,14
29.	Phenylethyl Alcohol	1,03
30.	Terpinyl formate	1,03
31.	L-Lactic acid	0,98
32.	Benzoic acid, 2-hydroxy-, ethyl ester	0,87
33.	D-Limonene	0,84
34.	Benzoic acid, 2-phenylethyl ester	0,70
35.	Cyclohexanol, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-	0,69
36.	Dichloroacetic acid, tridec-2-ynyl ester	0,62
37.	trans-Ocimenol	0,60
38.	5-[3-(4-Methoxyphenyl)oxaziridin-2-yl]pentan-1-ol	0,60
39.	Oxime-, methoxy-phenyl-	0,53
40.	5-Methylsalicylic acid, 2TMS derivative	0,48
41.	2-((2R,4aR,8aS)-4a-Methyl-8-methylenedecahydronaphth	0,47
42.	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester	0,37
43.	3-Cyclohexen-1-ol, 1-methyl-4-(1-methylethy	0,32
44.	2-Naphthalenol, 1,2-dihydro-, acetate	0,32
45.	Tricyclo[3.1.0.0(2,4)]hexane,3,3,6,6-tetraethyl	0,32
46.	Cyclohexanemethanol,4-hydroxy-.alpha.,alpha.,4-	0,32

Pada Tabel 10. uji analisis GCMS-Headspace dari ekoenzim daun pucuk merah dan ekoenzim campuran kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah yang mengalami proses fermentasi mengandung cukup banyak senyawa aktif. Senyawa-senyawa tersebut memiliki efek penghambatan terhadap mikroba.

B. Pembahasan

Fermentasi ekoenzim dapat dikatakan berhasil apabila memiliki aroma asam dan berwarna kecoklatan yang menandakan adanya aktivitas mikroorganisme selama proses fermentasi berlangsung. Saat fermentasi terjadi, mikroorganisme akan berperan dalam proses fermentasi yang menghasilkan energi melalui senyawa organik yang terurai. Energi yang terkandung dalam bahan pembuat ekoenzim sangat diperlukan oleh mikroorganisme sebagai sumber nutrisi untuk melakukan proses fermentasi.

Pada pengamatan daya hambat koloni jamur *F. fujikuroi* menunjukkan bahwa semua perlakuan ekoenzim yang diuji berpotensi dalam menekan perkembangan koloni jamur. Dari semua perlakuan ekoenzim, yang terbaik dalam menekan perkembangan koloni jamur *F. fujikuroi* adalah ekoenzim daun pucuk merah dan ekoenzim campuran kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah yang tidak mampu tumbuh hingga hari ke-10 (Tabel 1). Kemampuan ekoenzim dalam menghambat perkembangan jamur *F. fujikuroi* diduga karena adanya beberapa kandungan senyawa metabolit sekunder dalam bahan ekoenzim yang digunakan, serta mikroba yang berperan dalam proses fermentasi ekoenzim. Senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam kulit buah jeruk diduga memiliki senyawa flavonoid dan minyak atsiri, daun serai dapur memiliki kandungan tannin, saponin dan minyak atsiri, daun pucuk merah memiliki kandungan flavonoid, terpenoid, alkaloid, steroid dan fenolik. Senyawa-senyawa yang terdapat pada bahan ekoenzim ini mampu bersifat sebagai antimikroba. Hal ini sesuai pada penelitian Sathyanarayana *et al.* (2014), menyatakan bahwa kulit jeruk mengandung senyawa fenolik dalam jumlah tinggi termasuk beberapa senyawa flavonoid yang mampu menunjukkan aktivitas sebagai antimikroba dan antioksidan. Aisiyah (2023), menyatakan bahwa ekoenzim dari kulit buah mengandung enzim protoase dan amilase. Enzim ini terbentuk karena hasil dari fermentasi ekoenzim kulit buah yang mengandung karbohidrat yang memperlihatkan kemampuan dalam menghidrolisis protein dan mendegradasi pati. Pada penelitian Wardani (2017), menyatakan bahwa daun serai dapur memiliki senyawa saponin, tannin, dan flavonoid yang memiliki mekanisme sebagai antimikroba.

Dari proses fermentasi ekoenzim pucuk merah tidak hanya metabolit sekunder yang dihasilkan, tetapi juga terdapat senyawa ekstraksi seperti senyawa eukaliptol. Senyawa eukaliptol memiliki manfaat sebagai antimikroba dan antivirus melalui mekanisme penghambatannya dengan pemecahan protein sel (Choir, 2021). Sari (2022), menyatakan bahwa metabolit dari daun pucuk merah mengandung senyawa antijamur, salah satunya senyawa terpenoid yang merupakan senyawa bioaktif dalam menghambat pertumbuhan jamur dengan memasuki membran sitoplasma sehingga dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan jamur.

Perlakuan ekoenzim yang terbaik memiliki senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam hasil fermentasi, diantaranya yaitu senyawa terpineol. Senyawa terpineol memiliki potensi sebagai antimikroba dengan mekanisme merusak membran sel. Pernyataan ini sesuai dengan pendapat Oyedemi *et al.* (2009), yang menyatakan bahwa mekanisme antimikroba dari komponen senyawa terpineol disebabkan karena adanya perubahan permeabilitas membran sel. Rusaknya membran sel mengakibatkan fungsi permeabilitas membran juga akan mengalami kerusakan, sehingga menyebabkan sel menjadi terhambat dan mati.

Hasil pengamatan perubahan karakter morfologi jamur *F. fujikuroi* menunjukkan bahwa pemberian ekoenzim dari beberapa tanaman memberikan pengaruh terhadap penyebaran koloni, warna koloni, arah pertumbuhan koloni dan ketebalan koloni. Jamur *F. fujikuroi* pada kontrol memiliki ciri-ciri koloni menyebar melingkar secara konsentris, warna koloni putih dan keunguan dibagian tengah, arah pertumbuhan koloni ke atas dan merata ke samping, koloni tampak tebal dan rapat. Pada Tabel 2. semua perlakuan ekoenzim menunjukkan adanya perbedaan karakter morfologi jamur *F. fujikuroi*. Pemberian ekoenzim terhadap jamur *F. fujikuroi* mengakibatkan adanya perubahan warna koloni putih, arah pertumbuhan jamur menjadi terhambat, ketebalan koloni tebal dan merapat pada bagian tengah. Perubahan yang terjadi pada karakter morfologi jamur *F. fujikuroi* yang diberi perlakuan ekoenzim diduga karena kemampuan ekoenzim dalam menghambat pertumbuhan jamur. Hal ini terjadi karena adanya beberapa senyawa metabolit sekunder dalam bahan ekoenzim yang digunakan, seperti senyawa flavonoid dan tannin. Menurut penelitian Siahaan (2012), senyawa flavonoid dapat menembus dinding sel jamur karena flavonoid memiliki sifat antijamur. Senyawa tannin dapat

menurunkan permeabilitas membran sel jamur, yang mengakibatkan gangguan keseimbangan di dalam sel akibat masuknya ion-ion yang tidak sesuai dengan kebutuhan sel.

Pada pengamatan kerapatan konidia jamur *F. fujikuroi* setelah perlakuan dengan ekoenzim menunjukkan penurunan jika dibandingkan dengan kontrol. Penurunan kerapatan konidia jamur *F. fujikuroi* membuktikan bahwa ekoenzim efektif dalam menghambat pertumbuhan jamur *F. fujikuroi*, karena adanya senyawa antimikroba dalam proses fermentasi ekoenzim yang mempengaruhi pertumbuhan koloni jamur *F. fujikuroi* setelah perlakuan. Semakin luas dan tebalnya koloni jamur, semakin banyak jumlah konidia yang dihasilkan, dan sebaliknya. Luas koloni jamur yang kecil serta ketebalannya tipis disebabkan karena terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan jamur akibat pemberian ekoenzim. Hal ini sesuai dengan penelitian Agustina (2020), bahwa kerapatan konidia dipengaruhi oleh pertumbuhan koloni jamur.

Hasil pengamatan daya kecambah konidia jamur *F. fujikuroi* yang dilakukan selama 1x24 jam menunjukkan bahwa perlakuan ekoenzim mempunyai pengaruh terhadap daya kecambah konidia. Hal ini diduga terjadi karena ekoenzim memiliki senyawa terpineol dan terpinen dalam hasil fermentasinya. Pernyataan ini sesuai dengan pendapat An *et al.* (2019), yang menyatakan bahwa senyawa terpineol dan terpinen diidentifikasi sebagai senyawa antijamur, senyawa ini menunjukkan efektivitas terbesar dalam menghambat pertumbuhan miselium dan perkecambahan konidia. Terhambatnya daya kecambah konidia jamur *F. fujikuroi* juga disebabkan adanya asam asetat yang terkandung di dalam ekoenzim. Hal ini sesuai dengan penelitian Saramanda & Kaparapu (2017), yang menyatakan bahwa asam asetat berperan menahan laju transpirasi pada jamur. Asam asetat dengan pH rendah dan pH tinggi di dalam sel konidia menyebabkan pemisahan serta pengasaman sitoplasma. Hal ini mengakibatkan gangguan aktivitas sel, yang pada akhirnya menghambat pertumbuhan konidia jamur.

Pengamatan terhadap berat basah dan berat kering jamur *F. fujikuroi* memberikan pengaruh berbeda nyata antara kontrol dengan yang diberi perlakuan ekoenzim. Hal ini diduga karena adanya pengaruh luas koloni jamur *F. fujikuroi* yang diberi perlakuan ekoenzim. Semakin kecil luas koloni, semakin rendah berat

basah dan berat kering dari jamur. Hal ini sesuai dengan pendapat Syahrul (2023), yang menyatakan bahwa rendahnya berat koloni jamur menunjukkan bahwa pertumbuhan jamur tersebut terhambat oleh senyawa kimia yang dihasilkan oleh ekoenzim.

Hasil pengamatan daya kecambah normal menunjukkan bahwa perlakuan menggunakan ekoenzim dari beberapa tanaman dapat meningkatkan daya kecambah normal pada benih padi. Hal ini diduga karena adanya pengaruh pemberian konsentrasi dan lama perendaman benih dengan perlakuan ekoenzim, yaitu konsentrasi 20 ml/L selama 12 jam. Hal ini sesuai dengan penelitian Zirrazaq *et al.* (2022), yang menyatakan bahwa konsentrasi ekoenzim 20 ml/L dan lama perendaman 12 jam dapat meningkatkan persentase daya kecambah normal benih padi, karena ekoenzim memiliki senyawa nitrogen yang berperan penting dalam merangsang pertumbuhan tanaman.

Selain dapat menekan perkembangan jamur *F. fujikuroi*, ekoenzim dari beberapa tanaman juga dapat meningkatkan pertumbuhan bibit padi. Tanaman padi yang diberi perlakuan ekoenzim memiliki kebutuhan hara yang cukup bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi, serta ketersediaan hara dalam tanaman yang optimal sebelum proses penanaman dilakukan. Ekoenzim memiliki unsur hara seperti Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Vitamin, Kalsium (Ca), Zat Besi (Fe), Natrium (Na), dan Magnesium (Mg) (Lubis *et al.*, 2022). Hal ini juga didukung oleh penelitian Wandira *et al.* (2024), yang menyatakan bahwa ekoenzim mengandung nitrogen (N) dalam jumlah yang cukup tinggi, sehingga dapat memenuhi kebutuhan hara tanaman padi dengan baik dan meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman padi.

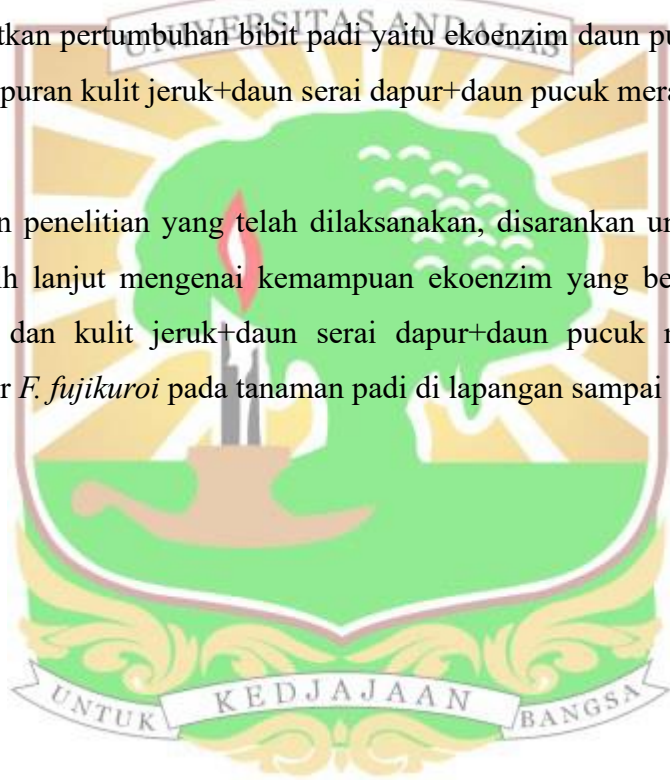
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa semua perlakuan ekoenzim dari beberapa tanaman memiliki potensi dalam menghambat perkembangan jamur *F. fujikuroi* penyebab bakanae dengan daya hambat 81,36-100%. Perlakuan ekoenzim juga dapat meningkatkan pertumbuhan dan efektivitas bibit padi dengan tinggi bibit 6,09-15,27%. Perlakuan ekoenzim yang memberikan hasil terbaik dalam menekan perkembangan jamur *F. fujikuroi* dan meningkatkan pertumbuhan bibit padi yaitu ekoenzim daun pucuk merah dan ekoenzim campuran kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai kemampuan ekoenzim yang berasal dari daun pucuk merah dan kulit jeruk+daun serai dapur+daun pucuk merah terhadap serangan jamur *F. fujikuroi* pada tanaman padi di lapangan sampai tanaman panen.



DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistika. (2024). *Luas Panen, Produksi dan Produktivitas Padi Menurut Provinsi, 2024*. <https://www.bps.go.id>. (diakses 5 Desember 2024).
- Aditya, F., Gusmayanti, E., & Sudrajat, J. (2021). Pengaruh Perubahan Curah Hujan terhadap Produktivitas Padi Sawah di Kalimantan Barat. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(2), 237–246.
- Alexopoulos, C.Y. & Mims, C.W. (1996). *Introductory Mycology*. Fourth Edition John Wiley and Sons. New York.
- Agustina, N. (2020). Kemampuan Antagonis Isolat *Beauveria bassiana* Endofit Terhadap *Colletotrichum capsici* (syd.) Bulter dan bisby Penyebab Antraknosa Pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) secara *in vitro*. [Skripsi]. Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang.
- An, P., Yang, X., Yu, J., Qi, J., Ren, X., & Kong, Q. (2019). α -Terpineol and Terpene-4-ol, The Critical Components Of Tea Tree Oil, Exert Antifungal Activities *in vitro* and *in vivo* Against *Aspergillus niger* in Grapes by Inducing Morphous Damage and Metabolic Changes of Fungus. *Food Control*, 98, 42–53.
- Aisiyah, A. (2023). Potensi Ekoenzim Sampah Kulit Buah-buahan untuk Menekan Pertumbuhan Bakteri *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* Penyebab Layu Stewart pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.).[Skripsi]. Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang.
- Atmayadi, M., Dulur, N., Farida, N., Kusnarta, I., & Wangiyana, W. (2021). Pengaruh Limbah Padi terhadap Komponen Hasil Padi Beras Merah Teknik Konvensional dan Sistem Irigasi Aerobik. *Prosiding SAINTEK*, 3(2010), 632–638.
- Bhalli, J. A., Aurangzeb, M., & Ilyas, M. . (2001). Chemical Control of Bakanae Disease of Rice Caused by *Fusarium moniliforme*. In *Journal of Biological Sciences* (Vol. 1, Issue 6, pp. 483–484).
- Choir AM, I. (2021). Efektivitas Antivirus Corona Berbasis Eucalyptus di Indonesia. *Oceana Biomedicina Journal*, 4(2), 86–94.
- Darnetty & Sulyanti, E. (2018). Respon Beberapa Varietas Padi Terhadap Serangan *Fusarium fujikuroi* Penyebab Penyakit Bakanae. *Jpt: Jurnal Proteksi Tanaman (Journal of Plant Protection)*, 1(1), 18.
- Darnetty & Sulyanti, E. (2014). Distribusi dan Mating Populasi (MPs) *Fusarium* yang Berasosiasi dengan Penyakit Bakanae pada Tanaman Padi di Sumatera Barat. In *Seminar Nasional BKS PTN Barat* (pp. 768–773).

Dianawati, M., & Sujitno, E. (2015). Kajian Berbagai Varietas Unggul Terhadap Serangan Wereng Batang Coklat dan Produksi Padi di Lahan Sawah Kabupaten Garut, Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1, 868–873.

Fajarfika, R. (2021). Potensi *Trichoderma* spp. dalam Pengendalian Penyakit Hawar Pelepah Padi (*Rhizoctonia solani*) secara *in vivo*. *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(1), 1–8.

Fitri, N. R. (2021). Potensi Ekstrak Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleina*) sebagai Antifungi dalam Menghambat Pertumbuhan *Fusarium oxysporum* secara *in vitro*. [Skripsi]. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negri Padang, Padang.

Gupta, A. K., Solanki, I. S., Bashyal, B. M., Singh, Y., & Srivastava, K. (2015). Bakanae of rice -An emerging disease in Asia. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 25(6), 1499–1514.

Hanifah, I. A., Primarista, N. P. V., Prasetyawan, S., Safitri, A., Adyati, T., & Srihadyastutie, A. (2022). The Effect of Variations in Sugar Types and Fermentation Time on Enzyme Activity and Total Titrated Acid on Eco-Enzyme Results of Fermentation. *Proceedings of the 7th International Conference on Biological Science (ICBS 2021)*, 22, 585–589.

Haryati, N. A., Saleh, C., & Erwin. (2015). Uji Toksisitas dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Merah Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 13(1), 35–40.

Herlinda, S., Darma Utama, M., Pujiastuti, Y., & Suwandi, S. (2006). Kerapatan Dan Viabilitas Spora *Beauveria bassiana* (Bals.) Akibat Subkultur dan Pengayaan Media, Serta Virulensinya Terhadap Larva *Plutella xylostella* (Linn.). *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 6(2), 70–78.

Hutapea, T. B., Dani, R., Aulia Aruan, N., Frandika, I., & Bayor Hud, S. (2024). Sistem Pendukung Keputusan untuk Pemilihan Bibit Padi Berkualitas di Rawang Panca Arga menggunakan Kombinasi AHP dan MAUT. *Journal of Computer Science and Technology*, 2(2), 101–107.

Kamil, J. (1979) . Teknologi Benih. Padang: Angkasa Raya.

Kurniasari. (2017). Uji Konsentrasi Kitosan dalam Menekan Pertumbuhan Cendawan *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. Penyebab Penyakit Pascapanen Busuk Pangkal Buah Alpukat secara *in vitro*. [Skripsi]. Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang.

Leslie, J. F., & Summerell, B. A. (2006). The *Fusarium* Laboratory Manual. In *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar (1st ed)*. Blackwell Publishing Professional.

- Lubis, N., Wasito, M., Marlina, L., Ananda, S. T., & Wahyudi, H. (2022). Potensi Ekoenzim dari Limbah Organik Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman. *Seminar Nasional UNIBA Surakarta 2022, Hasanah 2021*, 182–188.
- Mahjani & Putri, D. H. (2020). Growth Curve of Endophyte Bacteria Andalas (*Morus macroura* Miq.) B.J.T. A-6 Isolate. *Jurnal Serambi Biologi*, 5(1), 29–32.
- Maulana, R., & Khumaeroh, M. S. (2021). Pelatihan Pembuatan Ekoenzim di tengah Masa Pandemi Covid-19. *Proceedings Uin Sunan Gunung Djati Bandung*, 1(36), 159–167.
- Muthukumar, A., Eswaran, A., & Sanjeevkumas, K. (2011). Exploitation of Trichoderma Species on the Growth of *Pythium aphanidermatum* in Chilli. *Brazilian Journal of Microbiology*, 42(4), 1598–1607.
- Naeem, M., Iqbal, M., Parveen, N., Abbas, Q., Rehman, A., & Sad, M. (2016). An over View of Bakanae Disease of Rice. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci*, 16(2), 270–277.
- Neupane, K., & Khadka, R. (2019). Production of Garbage Enzyme from Different Fruit and Vegetable Wastes and Evaluation of its Enzymatic and Antimicrobial Efficacy. *Tribhuvan University Journal of Microbiology*, 6(1), 113–118.
- Ningsih, E. M. N. (2014). Macam Teknik Budidaya Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *J. Agroland*, 21(2), 62–68.
- Noris, S. L. (2023). Potensi Ekoenzim dari Sampah Kulit Buah-Buahan untuk Menekan Pertumbuhan Jamur *Colletotrichum capsici* (Syd.) Butler & Bisby Penyebab Antraknosa pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) secara *in vitro*. [Skripsi]. Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang.
- Noveriza, R., & Melati. (2022). Potensi Pemanfaatan Ekoenzim Air Cucian Beras (AcB) Sebagai Biopestisida dan Biofertilizer. *Prosiding Seminar Nasional MIPA UNIPA, May*, 44–54.
- Ou, S. (1985). *Rice Diseases*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey. (pp. 262–272).
- Oyedemi, S. O., Okoh, a I., Mabinya, L. V, Pirochenva, G., & Afolayan, a J. (2009). The Proposed Mechanism of Bactericidal Action of Eugenol, Terpineol and Terpinene Against *Listeria monocytogenes*, *Streptococcus pyogenes*, *Proteus vulgaris* and *Escherichia coli*. *African Journal of Biotechnmology*, 8(7), 1280–1286.
- Prijono, D. (2004). Pengujian Pestisida Berbahan Aktif Majemuk. Pusat Kajian Pengendalian Hama Terpadu Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian IPB, Bogor.

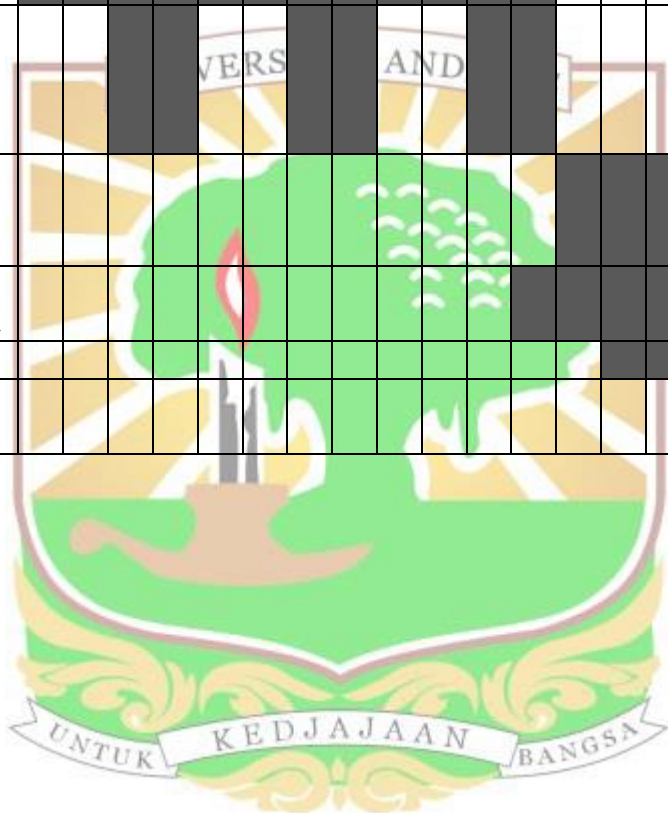
- Ramadhan, S., Lutfi, A., Adhi, S. R., & Irfan, B. (2023). Intensitas Penyakit Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Varietas Ciherang Pada Aplikasi Beberapa Teknik Pengendalian. *Jurnal Agrotech*, 13(2), 127–134.
- Rasit, N., Hwe Fern, L., & Azlina Wan Ab Karim Ghani, W. (2019). Production and Characterization of Eco Enzyme Produced From Tomato and Orange Wastes and Its Influence on the Aquaculture Sludge. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 10(3), 967–980.
- Rohma, M., & Wahyuni, W. S. (2022). Pengendalian Penyakit Layu *Fusarium oxysporum* f.sp *cepae* Pada Tanaman Bawang Merah Dengan Air Rebusan Serai Dapur (*Cymbopogon citratus*). *Berkala Ilmiah Pertanian*, 5(2), 65.
- Romdon, A. S., Kurniyati, E., Bahri, S., & Pramono, J. (2014). Kumpulan Deskripsi Varietas Padi. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 2013–2015.
- Rusdianasari, Syakdani, A., Zaman, M., Sari, F. F., Nasyta, N. P., & Amalia, R. (2021). Production of Disinfectant by Utilizing Eco-enzyme from Fruit Peels Waste. *International Journal of Research in Vocational Studies (IJRVOCAS)*, 1(3), 01–07.
- Saramanda, G., & Kaparapu, J. (2017). Antimicrobial Activity of Fermented Citrus Fruit Peel Extract. *Journal of Engineering Research and Application*, 7(11), 25–28.
- Sari, K. P. (2022). Potensi Ekstrak Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleina*) sebagai Antifungi Terhadap *Sclerotium rolfsii* secara *in vitro*. [Skripsi]. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang, Padang.
- Sathyanarayana, M., Ashwini U, H., Srilakshmi, N. S., & Prashith, K. T. (2014). Antimicrobial Activity of Citrus Sinensis and Citrus Aurantium Peel Extracts. *Journal of Pharmaceutical & Scientific Innovation*, 3(4), 366–368.
- Semangun, H. 2008. Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia. 2nd Ed. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Siahaan, P. (2012). Pengaruh Ekstrak Urang Aring (*Eclipta alba* L. Hask.) Terhadap Pertumbuhan Jamur *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici* (Sacc.) Snyder & Hans. *Jurnal Bios Logos*, 2(1), 96–102.
- Siregar, M., & Sulardi. (2018). *Agribisnis Budidaya Padi* (Pertama). Fakultas Ekonomi Universitas Panca Budi, Medan.
- Suhaili, R., Ardi, L. P., Salim, E., & Efdi, M. (2020). Analisis GC-MS Ekstrak Tanaman Terfermentasi (ETT) Dari Kulit Buah Jengkol (*Pithecellobium jiringa* Prain). *Chempublish Journal*, 5(1), 36–45.

- Suyanto, A., Rahayu, S., Sutikarini, & Suryani, R. (2023). Efektivitas Penggunaan Pembenh Tanah Organik dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) pada Tanah Sulfat Masam. *Jurnal Pangan*, 32(2), 95–102.
- Syahrul, A. (2023). Potensi Ekoenzim Beberapa Kulit Buah dalam Menekan Pertumbuhan Jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Penyebab Layu Fusarium Pada Tanaman Tomat.[Skripsi].Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang.
- Trisno, J., Rahma, H., Yusniwati, Aisiyah, A., & Noris, S. L. (2021). Potensi Ekoenzim dari Sampah Kulit Buah Untuk Pengendalian Penyakit Antaknosa (*Colletotrichum gloeosporoides*) dan Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*) Tanaman Cabai. *Laporan Akhir Penelitian Dasar*, 1–20.
- Wandira, G. A., Amelia, K., Migusnawati, & Ananto. (2024). Respon Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Varietas Lampai Sirandah Terhadap Pemberian Eco Enzyme. *Jurnal Agroplasma*, 11(1), 267–275.
- Wardani, K. R. (2017). Potensi Ekstrak Serai Dapur (*Cymbopogon citratus* (Dc.) Stapf) Sebagai Antibakteri Terhadap *Ralstonia solanacearum* Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.).[Skripsi].Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang. (pp. 28–29).
- Yuliono, A., Sofiana, M. S. J., Safitri, I., Helena, S., Kushadiwijayanto, A. A., & Warsidah, W. (2021). Peningkatan Kesehatan Masyarakat Teluk Batang secara Mandiri melalui pembuatan Handsanitizer dan Desinfektan berbasis Eco-Enzyme dari Limbah Sayuran dan Buah. *Journal of Community Engagement in Health*, 4(2), 371–377.
- Yulistia, E., & Chimayati, R. L. (2021). Pemanfaatan Limbah Organik menjadi Ekoenzim Utilization Organic Waste Into Ecoenzyme. *Unbara Evironment Engineering Journal*, 02(01).
- Zainudin, N. A. I. M., Razak, A. A., & Salleh, B. (2008). Bakanae Disease of Rice in Malaysia and Indonesia: Etiology of The Causal Agent Based on Morphological, Physiological and Pathogenicity Characteristics. *Journal of Plant Protection Research*, 48(4), 475–485.
- Zirrazaq, F. Husna, Putri, I. A., & Violita. (2022). Pengaruh Berbagai Konsentrasi Eco-Enzyme dan Lama Perendaman Terhadap Perkecambahan Benih Cabai (*Capsicum annum* L). *Prosiding SEMNAS BIO 2022*, 7(2), 55–59.
- Zulfahmi. (2022). Potensi Ekoenzim Dari Kulit Buah-Buahan dalam Menekan Pertumbuhan Bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* Penyebab Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Tanaman Padi secara *in vitro*. [Skripsi]. Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Jadwal Kegiatan Penelitian Tahun 2024

Kegiatan	Juli				Agustus				September				Oktober				November			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Penyiapan dan pembuatan larutan ekoenzim																				
Persiapan isolat Jamur <i>Fusarium fujikuroi</i>																				
Aplikasi perlakuan <i>in vitro</i>																				
Pengujian dirumah kaca																				
Pengamatan																				
Pengolahan data																				

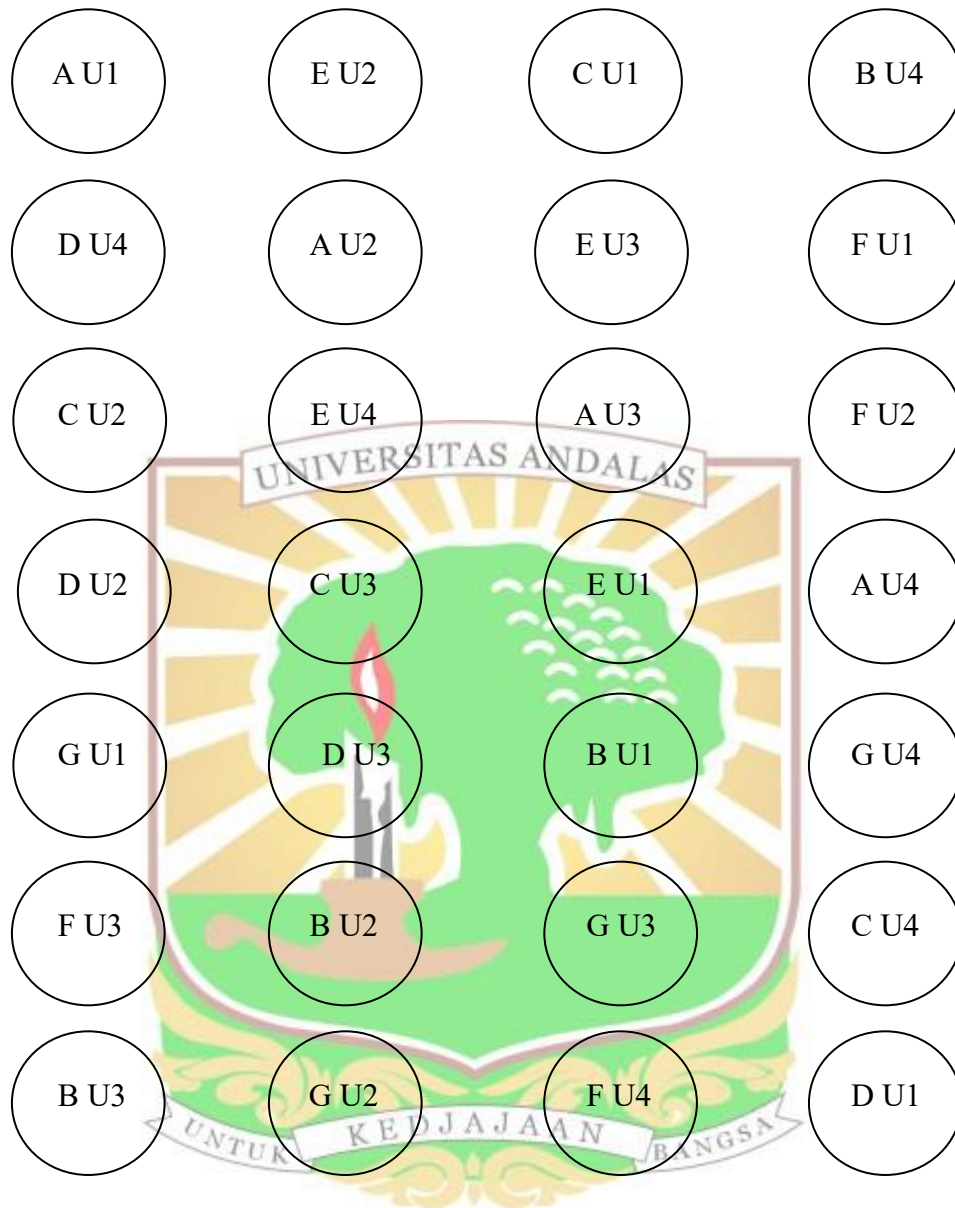


Lampiran 2. Deskripsi padi Varietas IR-42

Asal persilangan	: IR2042/CR94-13
Golongan	: cere
Umur tanaman	: 135 - 145 hari
Bentuk tanaman	: tegak
Tinggi tanaman	: 90 - 105 cm
Anakan produktif	: 20 - 25 batang
Warna daun	: hijau
Permukaan daun	: kasar
Posisi daun	: tegak
Daun bendera	: tegak
Bentuk gabah	: ramping
Warna gabah	: kuning bersih, ujung gabah sewarna
Kerontokan	: sedang
Kerebahan	: tahan
Tekstur nasi	: pera
Kadar amilosa	: 27%
Bobot 1000 butir gabah	: 23 g
Rataan hasil	: 5 t/ha
Potensi hasil	: 7 t/ha
Ketahanan terhadap hama	: tahan wereng coklat biotipe 1 dan rentan terhadap wereng coklat biotipe
Ketahanan terhadap penyakit	: tahan terhadap HDB, virus tungro dan kerdil rumput, rentan terhadap hawar pelepah daun, toleran terhadap tanah masam
Keterangan	: baik ditanam di lahan sawah irigasi, pasang surut dan rawa
Tahun dilepas	: 1980

Sumber : (Romdon *et al.*, 2014)

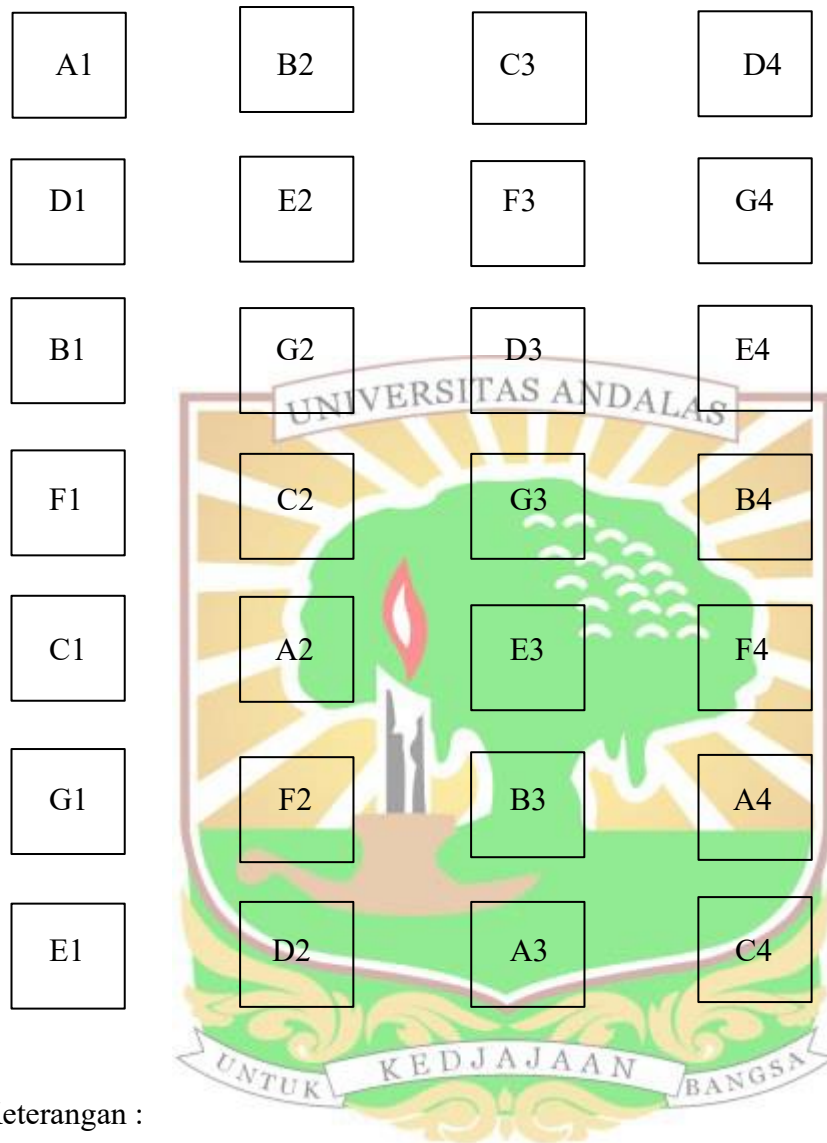
Lampiran 3. Denah penelitian di laboratorium menurut RAL



Keterangan :

U1, U2, U3, U4	: Ulangan
A	: Kulit jeruk
B	: Daun serai dapur
C	: Daun pucuk merah
D	: Kulit jeruk + daun serai dapur
E	: Kulit jeruk + daun pucuk merah
F	: Kulit jeruk + daun serai dapur + daun pucuk merah
G	: Kontrol

Lampiran 4. Denah penelitian di rumah kaca menurut RAL



Keterangan :

1,2,3,4 : Ulangan

A : Kulit jeruk

B : Daun serai dapur

C : Daun pucuk merah

D : Kulit jeruk + daun serai dapur

E : Kulit jeruk + daun pucuk merah

F : Kulit jeruk + daun serai dapur + daun pucuk merah

G : Kontrol

Lampiran 5. Analisis sidik ragam

5a. Luas koloni jamur

SK	DF	SS	MS	F hitung	P
Perlakuan	6	9816,61	1636,10	10133*	0,0000
Sisa	21	3,39	0,16		
Total	27	9820,00			

KK = 3,32

*=berbeda nyata

5b. Kerapatan konidia jamur

SK	DF	SS	MS	F hitung	P
Perlakuan	6	13758,9	2293,14	560*	0,0000
Sisa	21	86,0	4,10		
Total	27	13844,9			

KK = 7,91

*=berbeda nyata

5c. Daya kecambah konidia

SK	DF	SS	MS	F hitung	P
Perlakuan	6	40079,4	6679,90	222*	0,0000
Sisa	21	631,0	30,05		
Total	27	40710,4			

KK = 10,22

*=berbeda nyata

5d. Berat basah jamur

SK	DF	SS	MS	F hitung	P
Perlakuan	6	0,03979	0,00663	22,4*	0,0000
Sisa	21	0,00621	0,00030		
Total	27	0,04600			

KK = 5,08

*=berbeda nyata

5e. Berat kering jamur

SK	DF	SS	MS	F hitung	P
Perlakuan	6	0,00135	2,254	40,7*	0,0000
Sisa	21	0,00012	5,534		
Total	27	0,00147			

KK = 0,76

*=berbeda nyata

5f. Perkecambahan benih

SK	DF	SS	MS	F hitung	P
Perlakuan	6	253,714	42,2857	3,42*	0,0164
Sisa	21	260,000	12,3810		
Total	27	513,714			

KK = 3,77

*=berbeda nyata

5g. Bibit muncul lapang

SK	DF	SS	MS	F hitung	P
Perlakuan	6	758,86	126,476	3,84*	0,0097
Sisa	21	692,00	32,952		
Total	27	1450,86			

KK = 6,71

*=berbeda nyata

5h. Tinggi bibit (cm)

SK	DF	SS	MS	F hitung	P
Perlakuan	6	69,5836	11,5973	25,5*	0,0000
Sisa	21	9,5550	0,4550		
Total	27	79,1386			

KK = 1,94

*=berbeda nyata

5i. Berat basah bibit

SK	DF	SS	MS	F hitung	P
Perlakuan	6	0,05345	0,00891	4,85*	0,0030
Sisa	21	0,03855	0,00184		
Total	27	0,09200			

KK = 11,58

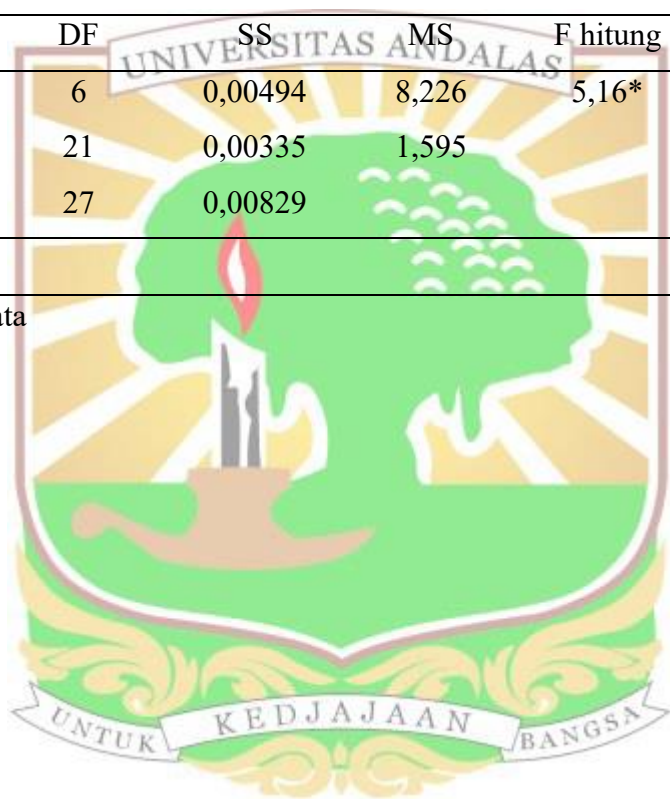
*=berbeda nyata

5j. Berat kering bibit

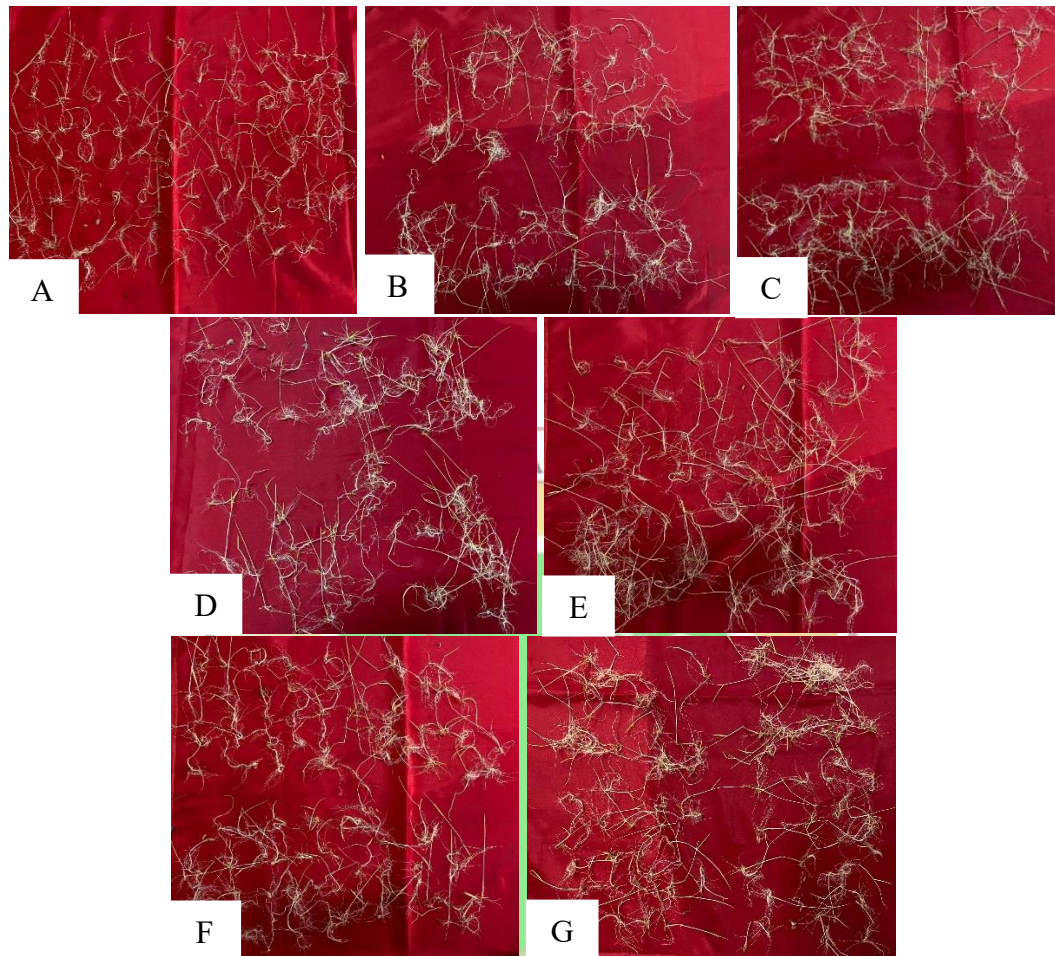
SK	DF	SS	MS	F hitung	P
Perlakuan	6	0,00494	8,226	5,16*	0,0021
Sisa	21	0,00335	1,595		
Total	27	0,00829			

KK = 17,00

*=berbeda nyata



Lampiran 6. Dokumentasi daya kecambah normal



Keterangan : A. Perlakuan ekoenzim kulit jeruk, B. Perlakuan ekoenzim daun serai dapur, C. Perlakuan ekoenzim daun pucuk merah, D. Perlakuan ekoenzim kulit jeruk + daun serai dapur, E. Perlakuan ekoenzim kulit jeruk + daun pucuk merah, F. Perlakuan ekoenzim kulit jeruk + daun serai dapur + daun pucuk merah, G. Kontrol

Lampiran 7. Dokumentasi pengamatan di rumah kaca

