



Aplikasi Eco-Enzyme Sebagai Bahan Sterilisasi Eksplan Pada Kultur Meristem Bawang Putih (*Allium sativum* L.)

Application Of Eco-Enzyme As An Explant Sterilization Material In Garlic Meristem Culture (*Allium sativum* L.)

Rivo Yulse Viza¹⁾; Olivia Darlis^{2)*}

¹⁾Department of Food Technology, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, Indonesia

²⁾Department of Horticulture Plant Cultivation, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, Indonesia

*Email: via_0804@yahoo.com

How to Cite :

Viza, R.Y., Darlis, O. (2025). Aplikasi Eco-Enzyme Sebagai Bahan Sterilisasi Eksplan Pada Kultur Meristem Bawang Putih (*Allium sativum* L.). *Sinta Journal*, 6.(2). 169-178. <https://doi.org/10.37638/sinta.6.2.169-178>

ABSTRAK

ARTICLE HISTORY

Received [16 May 2025]

Revised [10 June 2025]

Accepted [29 September 2025]

KEYWORDS

Type of contaminant, living explants.

Bawang putih (*Allium sativum* L.) salah satu komoditas penting dengan beragam manfaat, baik sebagai bahan pangan maupun sebagai obat-obatan. Salah satu tantangan terbesar adalah penyebaran penyakit pada tanaman bawang putih yang sering ditularkan melalui umbi atau bibit yang digunakan dalam penanaman. Tahap inisiasi merupakan langkah awal kultur *in vitro* untuk memperoleh eksplan yang bebas mikroba dan memulai pertumbuhan awal. Bahan yang biasa digunakan untuk sterilisasi eksplan bawang putih ialah detergen, alkohol dan clorox. Eco-enzyme merupakan hasil fermentasi limbah buah segar yang mengandung senyawa bioaktif, seperti asam organik dan enzim, yang berpotensi digunakan sebagai bahan sterilisasi alami. Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat eco-enzyme sebagai bahan sterilisasi eksplan dari limbah kulit buah dan memperoleh metode sterilisasi eksplan yang tepat dalam perbanyakkan kultur *in vitro* menggunakan eco-enzyme. Sebanyak lima metode sterilisasi telah diuji di Laboratorium Kultur Jaringan Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh. Bahan sterilisasi yang digunakan adalah alkohol 70%, clorox 10% dan larutan eco-enzyme. Variabel yang diamati dalam

This is an open access article under the [CC-BY-SA license](#)



penelitian ini persentase jenis kontaminan (jamur dan bakteri), waktu munculnya kontaminasi dan persentase eksplan hidup setelah 28 hari kultur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa eco-enzyme A dengan konsentrasi 100% memiliki kemampuan sebagai bahan sterilisasi permukaan pada kultur meristem bawang putih yang menghasilkan persentase eksplan hidup 100%.

ABSTRACT

*Garlic (*Allium sativum L.*) is an important commodity with various benefits, both as food and medicine. One of the biggest challenges is the spread of diseases in garlic plants, which are often transmitted through bulbs or seeds used in planting. The initiation stage is the initial step of in vitro culture to obtain explants that are free of microbes and start early growth. Materials commonly used for sterilization of garlic explants are detergent, alcohol, and Clorox. Eco-enzyme is a result of the fermentation of fresh fruit waste containing bioactive compounds, such as organic acids and enzymes, which have the potential to be used as natural sterilization materials. The purpose of this study was to make eco-enzyme as a sterilization material for explants from fruit skin waste and to obtain the right explant sterilization method in in vitro culture propagation using eco-enzyme. A total of five sterilization methods have been tested in the Tissue Culture Laboratory of the Payakumbuh State Agricultural Polytechnic. The sterilization materials used were 70% alcohol, 10% Clorox, and eco-enzyme solution. The variables observed in this study were the percentage of contaminant types (fungi and bacteria), the time of contamination, and the percentage of living explants after 28 days of culture. The results showed that eco-enzyme A with a concentration of 100% has the ability as a surface sterilization material in garlic meristem culture, which produces a percentage of living explants of 100%.*

PENDAHULUAN

Bawang putih (*Allium sativum L.*) memiliki banyak manfaat, baik dalam bidang kuliner maupun dalam dunia kesehatan. Tanaman ini telah lama digunakan sebagai rempah yang kaya akan senyawa aktif, berperan dalam meningkatkan imunitas tubuh, serta mencegah beberapa penyakit. Dalam sektor pertanian, bawang putih sering dihadapkan pada masalah terbatasnya kualitas bibit yang dapat menghasilkan tanaman sehat dan produktif. Salah satu tantangan terbesar adalah penyebaran penyakit pada tanaman bawang putih yang sering ditularkan melalui umbi atau bibit yang digunakan sebagai bahan tanam.

Untuk mengatasi masalah ini, kultur meristem telah menjadi solusi alternatif yang dapat menghasilkan bibit unggul yang bebas dari penyakit dan dapat mempercepat proses perbanyakan tanaman. Kultur meristem adalah metode perbanyakan tanaman yang memanfaatkan bagian tanaman yang paling aktif dalam pembelahan sel, yaitu meristem. Teknik ini memungkinkan penghindaran penyakit karena meristem biasanya bebas dari patogen, seperti virus dan bakteri, yang dapat menginfeksi tanaman melalui bagian-bagian vegetatif lain seperti umbi atau akar. Melalui teknik ini, diharapkan dapat diperoleh tanaman bawang putih yang lebih tahan terhadap penyakit dan memiliki kualitas yang lebih baik.

Sterilisasi eksplan merupakan langkah penting yang tidak boleh diabaikan dalam kultur meristem. Menurut (Meghwal et al., 2000) sterilisasi permukaan merupakan tahapan esensial dalam proses kultur in vitro jaringan tanaman, dan sering kali menjadi faktor penentu keberhasilan, khususnya pada eksplan yang diambil dari tanaman yang tumbuh di lapangan. Apabila eksplan yang digunakan kurang steril, maka memungkinkan mikroorganisme yang terbawa oleh eksplan tersebut akan tumbuh dengan cepat dan dalam waktu yang singkat yang menutupi permukaan medium pada eksplan yang ditanam atau yang biasanya disebut dengan kontaminasi. Mikroorganisme patogen tersebut akan menyerang eksplan melalui luka-luka akibat pemotongan. Selain itu, beberapa mikroorganisme melepaskan senyawa beracun ke dalam medium kultur yang dapat menyebabkan kematian jaringan. Proses sterilisasi eksplan bertujuan untuk menghilangkan kontaminasi mikroba, termasuk virus, bakteri, dan jamur, yang dapat merusak eksplan atau mengganggu proses perbanyakan. Eksplan yang digunakan dalam kultur meristem bawang putih biasanya diambil dari bagian umbi yang mengandung jaringan meristem aktif. Sebelum eksplan ini dapat digunakan sebagai bahan perbanyakan, umbi harus dibersihkan dan disterilkan dengan menggunakan bahan disinfektan.

Sterilisasi eksplan meristem bawang putih biasanya dilakukan dengan cara mencelupkan eksplan ke dalam larutan disinfektan, seperti larutan alkohol 70% atau larutan sodium hipoklorit (NaOCl), selama beberapa menit. Dalam praktik kultur jaringan tanaman, sterilisasi eksplan umumnya masih mengandalkan bahan kimia sintetis seperti fungisida, alkohol, Tween 80, HgCl_2 , dan NaClO (Mahmoud & Al-Ani, 2016; Neliyati et al., 2019). Penggunaan bahan disinfektan dalam proses sterilisasi eksplan harus di perhatikan. Bahan disinfektan yang digunakan dalam konsentrasi yang tidak tepat, dapat megakibatkan kematian pada jaringan, yang menyebabkan kegagalan pada kegiatan kultur jaringan. Sehingga dalam proses sterilisasi di perlukan bahan sterilan dengan konsentrasi yang tepat serta lama perendaman yang sesuai. Setelah proses desinfeksi, eksplan kemudian dibilas dengan air steril untuk menghilangkan sisa disinfektan.

Dalam penelitian ini, *eco-enzyme* dimanfaatkan sebagai bahan alternatif untuk sterilisasi eksplan bawang putih. *Eco-enzyme* adalah cairan hasil fermentasi limbah organik seperti kulit buah, yang kaya akan senyawa aktif seperti asam asetat, alkohol, dan senyawa fenolik. Senyawa-senyawa tersebut diketahui memiliki aktivitas antimikroba yang efektif terhadap berbagai jenis mikroorganisme. Menurut (Vama & Cherekar, 2020) *eco-enzyme* bertindak sebagai agen antijamur, antibakteri, dan insektisida. *Eco-enzyme* juga dapat digunakan sebagai agen pembersih.

Hingga saat ini, kajian ilmiah mengenai pemanfaatan *eco-enzyme* sebagai agen sterilisasi pada eksplan belum ada. Padahal, eksplorasi ini penting untuk dikembangkan

mengingat *eco-enzyme* berasal dari bahan organik terbarukan yang berpotensi menggantikan senyawa kimia sintetis berbahaya, sehingga lebih aman bagi jaringan tanaman serta ramah terhadap lingkungan. Penelitian ini akan mengaplikasikan *eco-enzyme* sebagai bahan sterilisasi eksplan pada kultur meristem bawang putih. Penerapan *eco-enzyme* sebagai bahan sterilisasi membuka peluang besar dalam pengembangan metode kultur jaringan yang lebih berkelanjutan dan *eco-friendly*. Dengan *eco-enzyme* yang bersifat mudah terurai secara alami tanpa meninggalkan residu berbahaya di lingkungan, berbeda dengan bahan sterilisasi sintetis seperti merkuri klorida atau natrium hipoklorit, sehingga penggunaannya mengurangi ketergantungan pada bahan kimia berbahaya dan mendukung prinsip keberlanjutan. Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat *eco-enzyme* sebagai bahan sterilisasi eksplan dari limbah kulit buah dan memperoleh metode sterilisasi eksplan yang tepat dalam perbanyak kultur *in vitro* bawang putih menggunakan *eco-enzyme*.

METODE PENELITIAN

Bahan

Penelitian dilakukan di laboratorium Kultur Jaringan Tanaman Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh pada bulan Januari – Juli 2024. Jenis penelitian yang dilakukan adalah eksperimen dengan pendekatan kualitatif. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan *eco-enzyme* kemudian larutan *eco-enzyme* tersebut digunakan dalam proses sterilisasi eksplan bawang putih. *Eco-enzyme* dibuat dari limbah organik buah-buahan, seperti kulit mangga, kulit pisang, kulit semangka, kulit jeruk, dan kulit buah naga. Proses fermentasi juga memerlukan tambahan gula merah dari tebu sebagai sumber karbon dan air bersih sebagai medium. Bahan tanaman yang digunakan untuk kultur *in vitro* adalah umbi bawang putih yang sehat dan segar, media dasar stok A, B, C, D, E, F, IAA, kinetin, agar 7 g/L, sukrosa 30 g/L, NaOH 1 N, HCl 1 N, aquades, detergen, alkohol 70%, clorox 10% dan larutan *eco-enzyme*.

Metode

Pembuatan *eco-enzyme*

Proses pembuatan *eco-enzyme* diawali dengan pencucian kulit buah secara menyeluruh untuk menghilangkan kotoran. Selanjutnya, kulit buah dicampurkan dengan gula merah tebu dan air bersih dalam rasio 3:1:10. Dalam penelitian ini, komposisi kulit buah bervariasi sesuai dengan masing-masing perlakuan. *Eco-enzyme* A diformulasikan dari 185 g kulit jeruk, 195 g kulit mangga, dan 70 g kulit buah naga, sedangkan *Eco-enzyme* B menggunakan 250 g kulit nanas, 150 g kulit jeruk nipis, dan 50 g kulit semangka. Masing-masing formulasi ditambahkan dengan 150 g gula merah tebu dan 1500 ml air. Campuran difermentasi selama tiga bulan, kemudian disaring untuk memperoleh larutan *eco-enzyme*.

Pembuatan Media

Dalam penelitian ini, media yang digunakan adalah media *Murashige and Skoog* (MS) yang diperkaya dengan penambahan IAA 1 ppm dan kinetin 2 ppm. Aquades sebanyak 300 ml disiapkan dalam erlemeyer ukuran 1 L kemudian dimasukkan gula sebanyak 30 gram lalu dimasukkan Stok A, B, C, D, E dan F. Selanjutnya dimasukkan ZPT IAA 1 ppm dan kinetin 2 ppm. Setelah itu, diukur pH media (5,6-5,8).

Kemudian ditambahkan agar sebanyak 7-8 gram. Panaskan media sampai mendidih sambil diaduk dengan menggunakan *hot plate* dan *magnetic stirer*. Setelah mendidih, media di tuang ke dalam botol media sebanyak 20 ml per botol. Botol media ditutup menggunakan plastik, dan diikat dengan karet. Media disterilisasi dalam autoclave pada suhu 121°C tekanan 1,5 atm selama 20 menit.

Sterilisasi Eksplan

Sterilisasi eksplan dilakukan dengan pengupasan kulit bawang putih kemudian dicuci dengan detergen dan dibilas dengan air mengalir sampai busanya hilang. Sterilisasi berikutnya dilakukan dengan 5 metode sterilisasi yang berbeda untuk melihat penggunaan *eco-enzyme* sebagai bahan sterilisasi untuk kultur *in vitro* meristem bawang putih. Pada metode pertama digunakan alkohol 70% dan clorox 10%, metode kedua dengan *eco-enzyme* A 75%, metode ketiga *eco-enzyme* A 100%, metode keempat dengan *eco-enzyme* B 75% dan metode kelima *eco-enzyme* B 100% (Tabel 1).

Tabel 1. Perlakuan metode sterilisasi meristem bawang putih
Table 1. Treatment of garlic meristem sterilization method

Tahap an	Metode Pertama	Metode Kedua	Metode Ketiga	Metode Keempat	Metode Kelima
1	Pengupasan kulit bawang putih	Pengupasan kulit bawang putih	Pengupasan kulit bawang putih	Pengupasan kulit bawang putih	Pengupasan kulit bawang putih
2	Pencucian dengan detergen dan dibilas di bawah air mengalir	Pencucian dengan detergen dan dibilas di bawah air mengalir	Pencucian dengan detergen dan dibilas di bawah air mengalir	Pencucian dengan detergen dan dibilas di bawah air mengalir	Pencucian dengan detergen dan dibilas di bawah air mengalir
3	Perendam umbi bawang putih dalam alkohol 70% selama 1 menit, dibilas aquades steril 1 kali.	Perendam umbi bawang putih dalam <i>eco-enzyme</i> A 75% selama 10 menit, dibilas aquades steril 1 kali.	Perendam umbi bawang putih dalam <i>eco-enzyme</i> A 100% selama 10 menit, dibilas aquades steril 1 kali.	Perendam umbi bawang putih dalam <i>eco-enzyme</i> B 75% selama 10 menit, dibilas aquades steril 1 kali.	Perendam umbi bawang putih dalam <i>eco-enzyme</i> B 100% selama 10 menit, dibilas aquades steril 1 kali.
4	Perendaman umbi bawang putih dalam clorox 10% selama 10 menit, dibilas aquades steril sebanyak 3 kali.	-	-	-	-

Penanaman meristem bawang putih

Umbi bawang putih yang telah disterilkan dibelah menggunakan skalpel dan pinset. Bagian tengah umbi yang berwarna pucat, yang mengandung jaringan meristem, dipilih untuk ditanam. Jaringan meristem tersebut kemudian diletakkan pada media MS yang diperkaya dengan IAA 1 ppm dan kinetin 2 ppm, dengan setiap perlakuan diulang dua kali. Setiap botol kultur diisi dengan satu potongan meristem bawang putih, dan disimpan di rak kultur pada suhu ruang sekitar 19-24°C dengan pencahayaan yang mendukung pertumbuhan meristem.

Analisis Data

Pengamatan dilakukan untuk mengevaluasi persentase jenis kontaminan (bakteri dan jamur), waktu kemunculan kontaminasi, serta persentase eksplan yang hidup pada masing-masing perlakuan setelah 28 hari kultur. Perhitungan rata-rata dilakukan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Office Excel*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis data menunjukkan metode sterilisasi pertama dan ketiga, persentase eksplan hidup 100%. Sedangkan metode sterilisasi kedua, keempat dan kelima persentase eksplan yang hidup 50% (Tabel 2). Persentase eksplan yang hidup dilihat dari kemampuan suatu eksplan untuk tumbuh dan berkembang dalam kultur in vitro. Persentase eksplan hidup dipengaruhi oleh persentase eksplan terkontaminasi dan pencoklatan. Tujuan pengamatan persentase eksplan hidup adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh sterilisasi eksplan yang digunakan dalam penelitian ini.

Metode sterilisasi pertama menggunakan detergen, alkohol 70% dan clorox 10% sebagai bahan sterilisasi. Detergen digunakan dalam tahap awal sterilisasi eksplan untuk menghilangkan kotoran yang menempel serta mengurangi jumlah mikroorganisme, seperti jamur dan bakteri, yang terdapat di permukaannya. Menurut (Surya & Ismaini, 2021) secara umum detergen terdiri atas surfaktan, filler, aditif, dan builder. Adapun bahan aktif yang umum digunakan dalam detergen yaitu sodium alkil benzene sulfonat sebesar 20%.

Alkohol adalah senyawa organik yang memiliki gugus hidroksil (-OH) yang terikat pada atom karbon dalam strukturnya. Senyawa ini berperan sebagai denaturan protein, sehingga memiliki kemampuan antimikroba dengan cara merusak struktur protein pada mikroorganisme. Dalam proses sterilisasi alkohol banyak dimanfaatkan terutama dalam bentuk etanol (C_2H_5OH). Etanol diketahui memiliki kemampuan sebagai antisепtik yang efektif, sehingga umum digunakan dalam berbagai tahapan sterilisasi, termasuk dalam kultur jaringan tanaman. Konsentrasi etanol yang sering diaplikasikan berkisar antara 70 - 90%, dengan konsentrasi 70% dianggap paling optimal dalam menurunkan tingkat kontaminasi. Efektivitas etanol 70% dalam menonaktifkan mikroorganisme seperti bakteri dan jamur disebabkan oleh kemampuannya dalam merusak membran sel dan mendenaturasi protein mikroba, sehingga dapat mengurangi risiko kegagalan dalam kultur aseptik.

Clorox/sodium hipoklorit ($NaClO$) merupakan salah satu cairan yang sering digunakan dalam sterilisasi eksplan. Hal ini karena $NaClO$ dapat membunuh berbagai macam tipe bakteri, jamur, dan virus. Menurut (Lukmana et al., 2018) $NaClO$ banyak digunakan sebagai agen mensterilkan permukaan, dimana jika dilarutkan di dalam air akan membentuk 2 zat asam hipoklorit ($HOCl$) dan ion hipoklorit (ClO^-). Kedua zat ini berperan penting dalam oksidasi dan desinfeksi serta kinerja $NaOCl$ akan optimal jika dibarengi dengan penggunaan etanol.

Pada metode sterilisasi ketiga menggunakan detergen dan *eco-enzyme A* 100% sebagai bahan sterilisasi eksplan. *Eco-enzyme A* terdiri dari campuran 185 gr kulit jeruk, 195 gr kulit manga dan 70 gr kulit naga. Menurut (Imelda et al., 2022) *eco-enzyme* yang diekstrak dari kulit jeruk manis (*Citrus sinensis*) menghasilkan enzim ascorbic acid oxidase, dan kulit mangga (*Mangifera indica*) yang menghasilkan enzim alpha-amylase.

Kulit buah jeruk kaya akan manfaat, diantaranya sebagai corigen odoris, corigen saporis, sumber vitamin C, berkhasiat dalam pengobatan serta memiliki tingkat keasaman yang tinggi. Pada penelitian (Vama & Cherekar, 2020) *eco-enzyme* kulit buah jeruk (lemon, jeruk nipis dan jeruk manis) memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Pseudomonas spp.*, *E.coli*, dan *Bacillus spp.*. Menurut (Damayanti et al., 2024) kulit buah mangga dan jeruk mengandung enzim protease masing-masingnya 24,6% dan 29,5% dan menurut (Jamilah et al., 2011) bagian kulit buah naga mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, terpenoid, tanin, dan saponin yang memiliki aktivitas antibakteri.

Tabel 2. Pengaruh perlakuan sterilisasi pada kultur *in vitro* meristem bawang putih

Table 2. Effect of sterilization treatment on *in vitro* culture of garlic meristems

Metode	Waktu muncul kontaminasi (HST)	Percentase Jenis Kontaminasi		Percentase eksplan hidup (100%)
		Bakteri	Jamur	
1	-	-	0	100
2	14	-	50	50
3	-	-	0	100
4	5	50	-	50
5	6	50	-	50

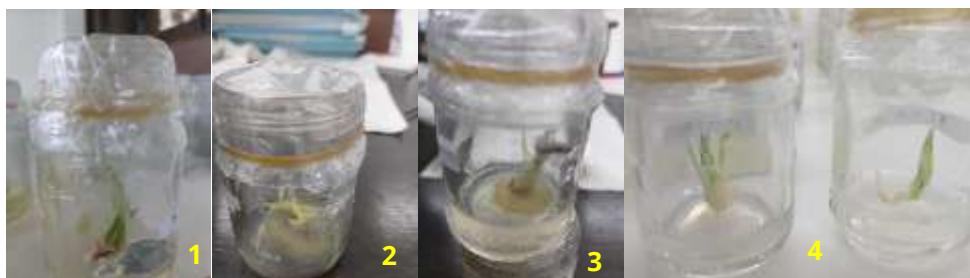


Gambar 1. Eksplan yang hidup dengan persentase 100%, (1) menggunakan sterilisasi metode pertama, (2) menggunakan sterilisasi metode ketiga.

Figure 2. Explants that are alive with a percentage of 100%, (1) using the first sterilization method, (2) using the third sterilization method.

Kontaminasi yang ditemukan pada eksplan meliputi jamur dan bakteri. Gejala kontaminasi jamur yang muncul terlihat adanya struktur menyerupai benang halus yang dikenal sebagai miselium. Miselium jamur dapat memiliki berbagai warna, antara lain putih, cokelat, hitam, atau merah, sedangkan kontaminasi bakteri terlihat di sekitar eksplan dan media mengandung lendir, hal ini dikarenakan bakteri tersebut langsung menyerang jaringan tubuh tanaman itu sendiri (Gambar 2). Menurut (Wahyono et al., 2020) dalam kultur jaringan tanaman, kontaminasi yang sering dijumpai umumnya berasal dari dua jenis mikroorganisme, yaitu bakteri dan jamur. Kontaminasi jamur menjadi salah satu permasalahan utama yang dapat menyebabkan kematian pada eksplan. Pertumbuhan jamur, baik pada jaringan tanaman (eksplan) maupun pada media tanam, dapat menghambat perkembangan eksplan hingga akhirnya tidak tumbuh atau mengalami kematian. Menurut (Meidina et al., 2018) jenis kontaminasi yang paling berpotensi mematikan umumnya berasal dari jamur endofit, yaitu jamur yang hidup di dalam jaringan tanaman dan sulit untuk dieliminasi.

Penggunaan *eco-enzyme* A konsentrasi 75% dan *eco-enzyme* B sebagai bahan sterilisasi belum mampu untuk membersihkan dua jenis kontaminasi pada kultur jaringan meristem bawah putih. Sehingga dapat dikatakan tahap sterilisasi permukaan eksplan tidak berhasil, sehingga kultur *in vitro* tidak dapat diperoleh. Kontaminasi jamur dan bakteri pada eksplan dapat dilihat pada Gambar 2. Menurut (Hendri et al., 2023) *eco-enzyme* dari kulit nanas hanya bersifat bakteriostatik terhadap pertumbuhan bakteri dan tidak memiliki sifat bakterisida atau membunuh bakteri secara keseluruhan.



Gambar 2. Kondisi eksplan meristem bawang putih setelah perlakuan sterilisasi eksplan terkontaminasi jamur, (2) dan (3) eksplan terkontaminasi bakteri dan (4) eksplan dalam kondisi aseptik.

Figure 2. Condition of garlic meristem explants after sterilization treatment explants contaminated with fungi, (2) and (3) explants contaminated with bacteria and (4) explants in aseptic conditions.

Eco-enzyme A dengan konsentrasi 100% memiliki kekuatan tertinggi untuk mengurangi atau menghambat patogen karena sifat asam *eco-enzyme* membantu mengekstrak enzim ekstraseluler dari bahan limbah organik ke dalam larutan selama fermentasi. Enzim ekstraseluler ini kemungkinan bertanggung jawab atas tindakan litik terhadap patogen yang umumnya ditemukan dalam limbah. Aktivitas antimikroba *eco-enzyme* ditemukan aktif pada sebagian besar mikroorganisme dan jamur yang diisolasi secara klinis (Saramanda & Kaparapu, 2017). Penelitian (Saramanda & Kaparapu, 2017)

terbukti bahwa konsentrasi *eco-enzyme* dari limbah jeruk sebesar 15% bekerja paling baik dalam menghambat bakteri *E. coli*, *S. aureus*, *Streptococcus*, *Salmonella*, dan *Pseudomonas* serta jamur *Aspergillus niger*, *Fusarium*, dan *Cladosporium*.

Pada beberapa penelitian, *eco-enzyme* cocok untuk membersihkan dan mendisinfeksi permukaan. Menurut kajian literatur (Vidalia et al., 2023) aplikasi *eco-enzyme* dapat digunakan sebagai disinfektan alami sebesar 25% dan menjadi pilihan yang paling diminati masyarakat untuk menggunakan *eco-enzyme* dalam kehidupan sehari-hari. 8% aplikasi *eco-enzyme* dapat diaplikasikan sebagai antibakteri dan antimikroba, dimana *eco-enzyme* dapat digunakan untuk mencegah paparan mikroba seperti *Enterococcus* sp. 46% aplikasi eco-enzyme lainnya digunakan oleh masyarakat sebagai pembersih tangan, sabun batangan, pupuk dan pengolahan air limbah, pembersih lantai, perkakas, berkebun, meningkatkan pertumbuhan tanaman, insektisida, deterjen, perawatan mobil, dan pelembut kain. *Eco-enzyme* juga menjadi pilihan bagi masyarakat untuk pengolahan air limbah dengan presentase 13%. Pengolahan lumpur akuakultur juga menjadi pusat perhatian pengelola agar tidak menimbulkan pencemaran yang dapat mempengaruhi lingkungan dengan presentase 8%. Menurut (Gumilar, 2023) *eco-enzyme* dapat diaplikasikan dalam beberapa aplikasi, antara lain sebagai bahan pembersih, bahan pembersih deterjen, antibakteri/antimikroba, pengolahan air, pengolahan lumpur akuakultur, pengolahan limbah industri, pupuk organik, dan sebagai sel bahan bakar mikroba.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Metode sterilisasi permukaan bawang putih (*Allium sativum* L.) yang optimal diperoleh melalui metode pertama, yaitu pencucian dengan detergen, diikuti perendaman dalam alkohol 70% selama 1 menit, serta perendaman dalam clorox 10% selama 10 menit. Metode ketiga yang juga memberikan hasil optimal melalui pencucian dengan detergen, diikuti perendaman dalam *eco-enzyme* A dengan konsentrasi 100% selama 10 menit. *Eco-enzyme* A dengan konsentrasi 100% dapat digunakan sebagai bahan sterilisasi permukaan pada kultur meristem bawang putih yang menghasilkan persentase eksplan hidup dan eksplan steril 100%.

Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi penggunaan *eco-enzyme* sebagai bahan sterilisasi dalam kultur in vitro pada berbagai jenis eksplan, seperti daun, tunas, dan akar.

DAFTAR PUSTAKA

- Damayanti, A., Winaningsih, I., Bahlwan, Z. A. S., Widystuti, C. R., Auralita, K. P., Enjelita, A., & Alfareza, X. 2024. A Critical Review on Tropical Fruits Peels as Eco-enzyme: A Case of Indonesian Exotic Fruits. E3S Web of Conferences, 576, 1–9. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202457604005>
- Gumilar, G. G. 2023. Ecoenzyme Production, Characteristics, and Applications: A Review. Jurnal Kartika Kimia, 6(1), 45–59. <https://doi.org/10.26874/jkk.v6i1.186>
- Hendri, H., Zakiah, Z., & Kurniatuhadi, R. 2023. Antibacterial Activity of Pineapple Peel Eco-enzyme (*Ananas comosus* L.) on Growth *Pseudomonas aeruginosa* and

- Staphylococcus epidermidis. Jurnal Biologi Tropis, 23(3), 464–474.
<https://doi.org/10.29303/jbt.v23i3.5272>
- Imelda, D., Lubena, Satriawan, B. D., & Brilianti, A. 2022. Formulasi Bahan Aktif Antimikroba Alami Dari Larutan Eco-Enzyme Limbah Kulit Buah Dalam Pembuatan Multipurpose Sanitizer.
- Jamilah, B., Shu, C. E., Kharidah, M., Dzulkifly, M. A., & Noranizan, A. 2011. Physico-chemical characteristics of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. International Food Research Journal, 18(1), 279–286.
- Lukmana, M., Linda Rahmawati, dan, Studi Budidaya Tanaman Perkebunan, P., Hasnur Jl Adhyaksa No, P. A., Kayu Tangi Permai, K., & Selatan, K. 2018. Sterilization Effectiveness of Rubber Leaf Explant (*Hevea brasiliensis*) in In-Vitro Culture. Bioprospek, 13(1), 19–25. <https://fmipa.unmul.ac.id/jurnal/index/Bioprospek>
- Meghwal, P. R., Sharma, H. C., & Singh, S. K. 2000. Effect of surface sterilizing agents on in vitro culture establishment of guava (*Psidium guajava* L.). Journal of Applied Horticulture, 02(02), 94–95.
<https://doi.org/10.37855/jah.2000.v02i02.28>
- Meidina, F., Hidayat, Y., & Dewi, S. P. 2018. Optimasi Metode Sterilisasi Eksplan dalam Kultur Jaringan Bambu Hitam (*Gigantochloa atrovirgatae* Widjaja) dan Bambu Haur (*Bambusa tuldaoides* Munro). Prosiding Seminar Nasional Silvikultur Ke VIII, 2, 122–132.
- Saramanda, G., & Kaparapu, J. 2017. Antimicrobial Activity of Fermented Citrus Fruit Peel Extract. Journal of Engineering Research and Application, 7(11), 25–28.
<https://doi.org/10.9790/9622-0711072528>
- Surya, M. I., & Ismaini, L. 2021. Perbandingan Metode Sterilisasi Untuk Perbanyakan Rubus rosifolius Secara in Vitro. Al-Kauniyah: Jurnal Biologi, 14(1), 127–137.
<https://doi.org/10.15408/kauniyah.v14i1.16325>
- Vama, L., & Cherekar, M. N. 2020. Production, Extraction and Uses of Eco-Enzyme Using Citrus Fruit Waste: Wealth from Waste. Asian Jr. of Microbiol. Biotech. Env. Sc., 22(2), 346–351.
- Vidalia, C., Angelina, E., Hans, J., Field, L. H., Santo, N. C., & Rukmini, E. 2023. Eco-enzyme as disinfectant: a systematic literature review. International Journal of Public Health Science, 12(3), 1171–1180.
<https://doi.org/10.11591/ijphs.v12i3.22131>
- Wahyono, N. D., Hasanah, N., & Nurprahastani, N. 2020. Optimization of Sterilization Techniques and Effects of Coconut Water for the Induction of Shoots of Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). The 3rd International Conference on Food and Agriculture, January 2020, 10–18.