

Daya Antiseptik Berbagai Jenis Eco Enzyme terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus*

Ratna^{1)*}, Khairunnisa¹⁾

¹⁾Universitas Islam Negeri Antasari Banjarmasin

*Corresponding Author : ratnauciha54@gmail.com

ABSTRAK

Eco enzyme adalah cairan hasil fermentasi bahan organik yang berpotensi sebagai agen antibakteri alami. Penelitian ini bertujuan untuk menguji daya antiseptik berbagai jenis eco enzyme terhadap *Staphylococcus aureus* dan menganalisis perbedaan yang signifikan terhadap daya antiseptik berbagai macam eco enzyme terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Penelitian ini jenis analisis data yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif. Pengujian daya antiseptik dilakukan secara eksperimen yaitu dengan metode rancangan acak lengkap (RAL) sub sampling, dengan empat (4) perlakuan yaitu 3 jenis eco enzyme yang berbeda yaitu eco enzyme dari buah, sayuran, dan campuran serta kontrol negatif. Data diameter zona hambat yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan ANOVA. Kemudian jika terdapat perbedaan signifikan analisis dilanjutkan dengan uji lanjutan beda nyata terkecil (BNT) pada tingkat signifikansi 5%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat daya antiseptik terhadap beberapa jenis eco enzyme yaitu eco enzyme buah, sayur, dan campuran. Adapun eco enzyme yang memiliki daya hambat paling besar yaitu eco enzyme limbah sayuran yaitu sebesar 12,9 mm. Berdasarkan data hasil uji daya antiseptik eco enzyme buah, sayur, dan campuran yang diklasifikasikan berdasarkan sistem klasifikasi Davis dan Stout semuanya termasuk ke dalam kategori kuat.

Kata Kunci: Eco Enzyme; Antiseptik; *Staphylococcus Aureus*

This is an open access article under the CC - BY license.



PENDAHULUAN

Faktor lingkungan berpengaruh terhadap kesejahteraan masyarakat sehingga kebersihan dan kelestarian lingkungan perlu dijaga secara bersama. Salah satu permasalahan lingkungan yang masih menjadi perhatian di Indonesia adalah pengelolaan sampah. Peningkatan jumlah penduduk menyebabkan volume sampah terus bertambah dan berpotensi meningkatkan pencemaran lingkungan (Astuti & Maharani, 2020). Penumpukan sampah organik di tempat pembuangan akhir (TPA) dapat menghasilkan gas karbon dioksida (CO₂) dan metana (CH₄) yang berkontribusi terhadap pemanasan global. Gas metana diketahui memiliki dampak pemanasan yang lebih besar dibandingkan karbon dioksida (Banowati, 2011). Salah satu upaya pemanfaatan limbah organik adalah pembuatan eco enzyme, yaitu cairan hasil fermentasi limbah organik rumah tangga seperti buah dan sayur. Eco enzyme pertama kali dikembangkan oleh Dr. Rosukon Poompanvong dari Thailand sebagai produk ramah lingkungan yang memiliki berbagai manfaat, termasuk sebagai pembersih dan antibakteri (Utami et al., 2020). Oleh karena itu, eco enzyme berpotensi dimanfaatkan sebagai antiseptik alami dalam menghambat pertumbuhan bakteri.

Eco enzyme merupakan senyawa organik yang terbentuk melalui proses fermentasi limbah bahan organik, seperti kulit buah-buahan dan sayuran, yang dicampur dengan karbohidrat (gula) serta air. Gula yang ditambahkan berperan sebagai substrat bagi mikroorganisme dalam menjalankan metabolisme, yang selanjutnya menghasilkan senyawa dengan kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri maupun ragi (Vama & Cherekar, 2020). Eco enzyme memproduksi asam organik, antara lain asam laktat dan asam asetat, sebagai hasil dari proses fermentasi. Dalam proses tersebut, larutan molase berperan sebagai sumber karbon sekaligus penyedia asam organik, yang fermentasinya mengikuti jalur metabolisme glikolisis (Dewi et al., 2020). Eco enzyme mampu memusnahkan mikroorganisme seperti bakteri, virus, dan jamur karena mengandung asam asetat dan alkohol. Keberadaan asam asetat (CH₃COOH) dalam eco enzyme memiliki sifat antimikroba yang efektif terhadap berbagai jenis patogen. Secara keseluruhan eco enzyme menawarkan beragam manfaat salah satunya

adalah dalam bentuk cairan yang bisa digunakan sebagai antiseptik ramah lingkungan (Rijal, 2022). Eco enzyme mengandung senyawa antimikroba berupa asam asetat dan alkohol yang dihasilkan selama proses fermentasi limbah organik. Asam asetat berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri melalui penurunan pH dan kerusakan membran sel mikroorganisme, sedangkan alkohol dapat menyebabkan denaturasi protein sel bakteri. Kandungan asam organik dan alkohol pada eco enzyme telah dilaporkan dalam beberapa penelitian terbaru (Santosa et al., 2023).

Pada penelitian ini bakteri *Staphylococcus aureus* digunakan sebagai bakteri indikator dalam pengujian daya antiseptik eco enzyme karena merupakan bakteri patogen yang sering menyebabkan infeksi pada manusia seperti infeksi kulit dan luka. Bakteri ini juga mudah ditemukan pada kulit dan lingkungan sehingga berpotensi menjadi sumber kontaminasi. Menurut Chairin et al., (2020) *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri gram positif berbentuk kokus yang tersusun menyerupai kelompok seperti tandan anggur. Bakteri ini bersifat aerob fakultatif dengan ukuran diameter sekitar 0,8–1,0 μm dan dinding sel tebal berkisar 20–80 nm. *Staphylococcus aureus* dapat ditemukan di berbagai lingkungan, seperti udara, debu, air, makanan, serta pada tubuh manusia dan hewan, terutama pada kulit, rambut, dan saluran pernapasan, sehingga manusia dan hewan menjadi sumber utama penularannya.

Penularan bakteri dapat terjadi melalui kontak langsung maupun lingkungan yang kurang higienis sehingga diperlukan upaya pencegahan, salah satunya melalui penggunaan antiseptik. Penggunaan antiseptik alami mulai dikembangkan karena lebih ramah lingkungan dan mengandung senyawa antimikroba yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Eco enzyme diketahui mengandung asam organik terutama asam asetat dan alkohol yang dihasilkan selama proses fermentasi limbah organik. Senyawa tersebut berperan dalam merusak membran sel dan menghambat metabolisme bakteri sehingga dapat menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen (Hendri et al., 2023). Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa eco enzyme memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai antiseptik alami ramah lingkungan (Ledo et al., 2024).

Berdasarkan uraian latar belakang masalah yang telah dijelaskan, peneliti bermaksud untuk menggali lebih dalam potensi eco enzyme sebagai antiseptik, khususnya mengingat beragam manfaat dan aplikasi yang dimilikinya. Pada penelitian sebelumnya yaitu oleh Nurmayanti et al., (2022) studi ini menguji kemampuan antibakteri sabun antiseptik berbahan eco enzyme dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Namun, penelitian tersebut menggunakan eco enzyme sebagai bahan tambahan dalam formulasi sabun antiseptik sehingga efektivitas eco enzyme murni sebagai antiseptik belum diketahui secara jelas. Selain itu, penelitian mengenai perbandingan daya antiseptik berbagai jenis eco enzyme, seperti eco enzyme buah, sayur, dan campuran terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui daya antiseptik eco enzyme murni dari berbagai bahan organik terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

METODE

Pengujian daya antiseptik dilakukan secara eksperimen yaitu dengan metode rancangan acak lengkap sub (RAL) sampling, menggunakan empat (4) perlakuan yaitu dengan 3 jenis eco enzyme yang berbeda yaitu eco enzyme dari kulit buah, sayuran, dan campuran serta kontrol negatif. Pengujian daya antiseptik dari berbagai jenis eco enzyme dilakukan menggunakan metode difusi cakram agar. Setiap jenis eco enzyme dengan konsentrasi 100% atau eco enzyme murni tanpa campuran air diteteskan sebanyak 20 μl pada paper disk menggunakan mikropipet. Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali untuk mengamati pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Bakteri uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Staphylococcus aureus* yang diperoleh dari isolat laboratorium mikrobiologi. Bakteri dikultur menggunakan media Nutrient Agar (NA) untuk pertumbuhan dan peremajaan kultur. Parameter yang diukur adalah diameter zona bening dalam satuan milimeter (mm).

Analisis diameter zona inhibisi dilakukan menggunakan jangka sorong secara vertikal dan horizontal dengan satuan milimeter. Observasi ini menggunakan metode Kirby Bauer, dimana diameter zona bening di sekitar paper disk dicatat kemudian dilakukan perbandingan diameter zona inhibisi yang dihasilkan oleh berbagai jenis eco enzyme lainnya. Data diameter zona hambat dianalisis menggunakan uji ANOVA. Apabila ditemukan

perbedaan yang signifikan, pengujian dilanjutkan dengan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf signifikansi 5%.

Adapun diameter zona hambat diukur dengan rumus yaitu sebagai berikut:

$$\frac{(Dv - Dc) + (Dh - Dc)}{2}$$

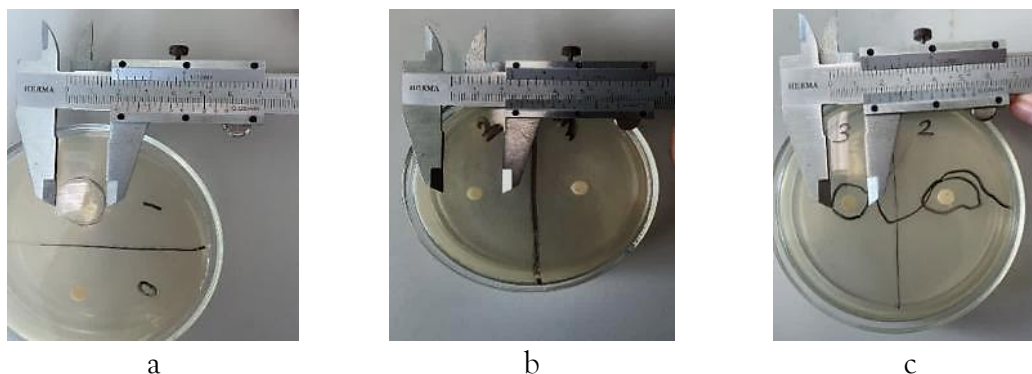
Adapun Dv yaitu diameter vertikal, Dh yaitu diameter horizontal, dan Dc yaitu diameter cakram. Zona bening yang terbentuk pada 3 jenis eco enzyme dibandingkan dengan klasifikasi zona bening menurut Davis dan Stout (1971). Dibawah ini merupakan tabel klasifikasi zona bening menurut Davis dan Stout.

Tabel 1. Klasifikasi Zona Bening Menurut Davis dan Stout (Ratu et al. 2019)

Rata-Rata Diameter Zona Bening (mm)	Respon Hambatan Pertumbuhan
>20 mm	Sangat Kuat
11-20 mm	Kuat
5 -10 mm	Sedang
< 5 mm	Kurang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji daya antiseptik pada ketiga jenis eco enzyme yang bertujuan untuk menganalisis daya antiseptik berbagai jenis eco enzyme terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Adapun eco enzyme yang digunakan dalam uji daya antiseptik ini adalah ketiga jenis eco enzyme yaitu eco enzyme limbah buah, sayuran, dan campuran. Hasil uji daya antiseptik berbagai jenis eco enzyme pada penelitian ini kemudian diklasifikasikan menggunakan sistem klasifikasi Davis & Stout (1971). Berikut ini gambar hasil pengamatan zona hambat dari ketiga jenis eco enzyme yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar diameter zona inhibisi yang dihasilkan.



Gambar 1. Hasil Pengamatan Diameter Zona Hambat

Adapun pada gambar 1 menunjukkan gambar hasil pengamatan zona hambat ketiga jenis eco enzyme dengan keterangan yaitu: a) eco enzyme limbah kulit buah, b) limbah sayuran, dan c) limbah campuran. Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan terhadap diameter zona hambat yang dihasilkan oleh ketiga jenis eco enzyme maka diperoleh bahwa eco enzyme memiliki daya antiseptik. Daya antiseptik ketiga jenis eco enzyme ini termasuk ke dalam kategori kuat karna diameter zona hambat yang dihasilkan melebihi kategori sedang yaitu > 10 mm. Hasil klasifikasi diameter zona hambat menggunakan sistem klasifikasi Davis & Stout (1971) terhadap berbagai jenis eco enzyme dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Uji Daya Antiseptik Berbagai Jenis Eco Enzyme

No	Sampel Perlakuan	Ulangan I (mm)	Ulangan II (mm)	Ulangan III (mm)	Diameter Rata-rata (mm)	Respon Hambatan Pertumbuhan
1	P0	-	-	-	-	Tidak ada
2	P1	14,1 mm	12,9 mm	6,3 mm	11,1 mm	Kuat
3	P2	13,4 mm	6,5 mm	18,9 mm	12,9 mm	Kuat
4	P3	9,1 mm	11,5 mm	11,5 mm	10,7 mm	Kuat

Berdasarkan hasil uji daya antiseptik berbagai jenis eco enzyme terhadap *Staphylococcus aureus* menunjukkan diameter rata-rata zona hambat dari eco enzyme limbah buah sebesar 11,1 mm, eco enzyme sayur sebesar 12,9 mm, dan eco enzyme campuran sebesar 10,7 mm. Hasil ini menunjukkan bahwa daya antiseptik ketiga jenis eco enzyme termasuk kategori kuat menurut klasifikasi Davis dan Stout. Ini menunjukkan bahwa ketiga jenis eco enzyme memiliki daya antiseptik yang kuat untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Hasanah (2021) menyatakan bahwa eco enzyme merupakan produk fermentasi limbah organik seperti buah, sayur, dan bahan alami lainnya yang memiliki berbagai manfaat di bidang pertanian, kesehatan, serta kebutuhan rumah tangga. Aktivitas antibakterinya dipengaruhi oleh terbentuknya asam asetat selama proses fermentasi di mana bahan organik mengalami hidrolisis yang menghasilkan senyawa tersebut (Mavani et al., 2020).

Berdasarkan hasil penelitian eco enzyme berbahan sayur (P2) menunjukkan daya hambat paling tinggi terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Hal ini diduga karena bahan sayuran menghasilkan senyawa bioaktif hasil fermentasi, seperti flavonoid, tanin, alkaloid, dan asam organik yang berperan sebagai antibakteri. Senyawa tersebut dapat merusak membran sel bakteri, menghambat aktivitas enzim, serta mengganggu metabolisme sel bakteri sehingga pertumbuhan bakteri terhambat (Lestari et al., 2026). Selain itu, limbah sayuran umumnya memiliki kandungan air dan nutrisi yang lebih mudah terurai selama fermentasi sehingga proses pembentukan metabolit antibakteri berlangsung lebih optimal. Penelitian Febrianti et al., (2024) juga menyatakan bahwa proses fermentasi eco enzyme mampu meningkatkan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* karena terbentuknya senyawa asam hasil fermentasi yang dapat menurunkan pH dan menghambat pertumbuhan bakteri.

Sementara itu, eco enzyme campuran (P3) memiliki zona hambat lebih rendah dibandingkan eco enzyme sayur. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan karakteristik bahan organik yang dicampurkan, seperti kadar gula, serat, air, dan tingkat keasaman, sehingga proses fermentasi menjadi kurang optimal. Campuran berbagai bahan juga dapat menyebabkan konsentrasi senyawa antibakteri tertentu menjadi lebih rendah atau tidak stabil sehingga efektivitas penghambatan bakteri menurun. Penelitian Jana (2025) menunjukkan bahwa variasi jenis bahan organik memengaruhi kemampuan antibakteri eco enzyme, di mana perbedaan komposisi bahan menghasilkan daya hambat yang berbeda terhadap *Staphylococcus aureus*.

Tabel 3. Hasil Uji Anova

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	310.110	3	103.370	7.109	.012
Within Groups	116.327	8	14.541		
Total	426.437	11			

Berdasarkan Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa nilai signifikansi hasil uji (sig) < taraf signifikansi ($0,012 < 0,05$), maka hasilnya dianggap signifikan pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) artinya terdapat adanya daya antiseptik berbagai jenis eco enzyme terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Dapat disimpulkan bahwa semua jenis eco enzyme yaitu eco enzyme limbah buah, sayur, dan campuran memiliki daya antiseptik terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, sehingga dibuktikan dengan nilai sig yaitu 0,012.

Hal ini menunjukkan bahwa ketiga jenis eco enzyme memiliki daya antiseptik untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* karena eco enzyme mengandung asam asetat dan alkohol. Hal ini sejalan dengan pernyataan dari Larasati et al., (2020) eco enzyme dapat dimanfaatkan sebagai desinfektan karena mengandung asam asetat dan alkohol. Senyawa ini terdiri dari asam asetat (CH_3COOH), serta enzim seperti lipase, tripsin, dan amilase yang memiliki sifat antibakteri, antifungal, dan antivirus. Eco enzyme berpotensi dimanfaatkan sebagai desinfektan karena mengandung senyawa aktif berupa alkohol dan asam asetat di dalam larutannya. Senyawa ini dihasilkan melalui aktivitas metabolisme bakteri yang secara alami terdapat pada sisa buah dan sayuran (Muninggar et al., 2020).

Berdasarkan uraian tersebut, eco enzyme berpotensi sebagai antiseptik karena mengandung senyawa antimikroba yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Eco enzyme dibuat dari limbah kulit buah dan sayur, seperti timun, kol, sawi putih, wortel, terung, tomat, nanas, semangka, dan pisang, yang mengandung senyawa fenolik, flavonoid, saponin, tanin, alkaloid, dan karotenoid. Senyawa tersebut diketahui memiliki aktivitas antibakteri yang kuat. Pada penelitian ini, eco enzyme campuran dibuat dari limbah

kulit semangka, pisang, dan nanas. Sedangkan limbah sayurannya menggunakan sawi putih, kol, dan timun. Menurut Rahayu et al., (2021) eco enzyme berbahan kombinasi buah dan sayuran memiliki aktivitas antimikroba yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Selain itu Ledo et al., (2024) melaporkan bahwa eco enzyme berbahan kulit jeruk, kulit nanas, kulit semangka, paku sayur, dan lemidi juga menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*.

Hal ini sejalan dengan penelitian Ariani & Niah (2019) yang menyatakan bahwa kulit pisang kepok mengandung senyawa antibakteri seperti flavonoid, fenol, alkaloid, saponin, dan tanin. Flavonoid berperan menghambat sintesis asam nukleat dan merusak membran sel bakteri (Purwanto & Irianto, 2022). Sedangkan saponin dan tanin dapat merusak dinding serta membran sel bakteri sehingga menghambat pertumbuhan bakteri (Dong et al., 2020; Pakadang et al., 2021). Selain itu, beberapa limbah sayuran juga diketahui mengandung metabolit sekunder bersifat antibakteri, seperti flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, dan fenol (Sunarsih et al., 2024). Penelitian Sirait et al. (2016) menunjukkan bahwa ekstrak umbi wortel mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Aktivitas antibakteri flavonoid terjadi melalui kerusakan membran sitoplasma bakteri yang menyebabkan kebocoran isi sel hingga berujung pada kematian bakteri (Prestianti et al., 2018).

Berdasarkan data diameter zona hambat yang diperoleh menggunakan ANOVA diatas menunjukan bahwa terdapat perbedaan signifikan maka pada penelitian analisis dilanjutkan dengan uji lanjutan beda nyata terkecil (BNT) pada tingkat signifikansi 5% dan uji LSD. Adapun data hasil uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 5% dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Manual BNT Taraf 5%

No	Sampel Perlakuan	Diameter Rata-rata	Notasi
1	P0	-	-
2	P1	11,1 mm	a
3	P2	12,9 mm	a
4	P3	10,7 mm	a

Berdasarkan hasil uji BNT manual pada taraf 5% diperoleh hasil yaitu diameter rata-rata zona hambat ketiga jenis eco enzyme tidak berbeda signifikan karena memiliki notasi huruf a yang sama. Adapun beberapa kemungkinan yang menyebabkan hasil uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5% menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antar perlakuan daya antiseptik ketiga jenis eco enzyme. Pada penelitian ini nilai Mean Square Error MS_E pada uji anova memiliki nilai yang tinggi yaitu sebesar 14.541 dan jumlah ulangan (r) pada penelitian ini hanya 3 kali ulangan termasuk kecil, maka nilai BNT akan menjadi tinggi, sehingga sulit menemukan perbedaan yang signifikan. Hal yang sama juga ditemukan pada hasil uji LSD yang dimana tidak ditemukannya perbedaan yang signifikan dari perbandingan ketiga jenis eco enzyme tersebut.

Hasil uji BNT dan LSD dapat dipengaruhi oleh jenis bahan baku dan lama fermentasi. Bahan organik yang kaya senyawa fenolik terutama kulit buah dan sayuran dapat meningkatkan aktivitas antiseptik eco enzyme. Lamanya waktu fermentasi memengaruhi aktivitas antiseptik eco enzyme karena mikroorganisme membutuhkan waktu untuk menguraikan bahan organik menjadi senyawa sederhana, seperti asam asetat dan etanol. Semakin lama proses fermentasi, semakin banyak senyawa antimikroba yang terbentuk sehingga daya antiseptik eco enzyme cenderung meningkat. Namun variasi bahan baku dan lama fermentasi tidak menjadi fokus utama dalam penelitian ini sehingga hasil uji BNT tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antarperlakuan.

Hasil fermentasi eco enzyme juga menghasilkan metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, dan saponin yang bersifat antibakteri (Ginting et al., 2021). Senyawa tersebut bekerja dengan menghambat sintesis asam nukleat, mengganggu membran sel, serta menghambat metabolisme energi bakteri *Staphylococcus aureus* hingga menyebabkan kematian sel (Suarini et al., 2021). Selain itu, fenol dan tanin juga berperan dalam merusak dinding sel, menghambat sintesis protein, serta meningkatkan permeabilitas membran sehingga menyebabkan lisis sel bakteri (Anindita et al., 2022). Menurut Mavani et al., (2020) aktivitas antibakteri eco enzyme dipengaruhi oleh terbentuknya asam asetat selama proses fermentasi. Semakin lama proses fermentasi hasil eco enzyme akan semakin bagus karna alkohol yang terbentuk semakin meingkat. Selain itu, fermentasi limbah

organik juga menghasilkan etanol yang berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* (Tallei et al., 2023).

SIMPULAN

Hasil uji Anova pada taraf signifikansi 5% menunjukkan bahwa berbagai jenis eco enzyme, yaitu eco enzyme buah, sayur, dan campuran, memiliki daya antiseptik terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Kemudian berdasarkan uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) dan LSD pada taraf 5%, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antarjenis eco enzyme terhadap daya hambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Pada penelitian lebih lanjut dapat dilakukan analisis kandungan bioaktif eco enzyme dengan melakukan uji kandungan senyawa bioaktif (misalnya fenol, asam organik, atau enzim) dalam eco enzyme yang berperan sebagai agen antibakteri. Hal ini dapat memperjelas mekanisme kerja eco enzyme terhadap *Staphylococcus aureus*. Diharapkan juga untuk melakukan pengujian lebih lanjut daya antiseptik eco enzyme terhadap bakteri lain yang sering menjadi patogen dalam kehidupan sehari-hari, seperti *Escherichia coli* atau *Pseudomonas aeruginosa*.

Daftar Pustaka

- Ariani, N., & Niah, R. (2019). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* formatypica) Mentah Secara In Vitro. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 5(2), 161-166.
- Astuti, A. P., & Maharani, E. T. W. (2020). Perbandingan Uji Organoleptik Pada Delapan Variabel Produk Ekoenzim. *Jurnal Edusaintek*, (4), 393-399.
- Banowati. Pengelolaan Sampah Berbasis Komunitas Untuk Konservasi Lingkungan, Laporan Penelitian, Semarang: LP2M Unnes, 2011.
- Chairin Nur, A. R., Imanniarsari, D. E. dan Miswan. "Uji Kandungan Bakteri *Staphylococcus Aureus* pada Jajanan Nasi Kuning di SD Kelurahan Lere Kecamatan Palu Barat". *Jurnal Kolaboratif Sains*. 3(2), 2020: 92-97. <https://doi.org/10.56338/jks.v3i2.1697>.
- Choma I.M. & Edyta M.G. (2011). Bioautography detection in thin-layer chromatography. *Journal of Chromatography A*, 12(18), 2684-2691. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2010.12.069>.
- Dewi, I., Ambarsari, L., & Maddu, A. (2020). Utilization of Ecoenzyme *Citrus reticulata* in a microbial fuel cell as a new potential of renewable energy. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 23(2), 61-67. <https://doi.org/10.14710/jksa.23.2.61-67>.
- Dong, S., Yang, X., Zhao, L., Zhang, F., Hou, Z., & Xue, P. (2020). Antibacterial activity and mechanism of action saponins from *Chenopodium quinoa* Willd. husks against foodborne pathogenic bacteria. *Industrial Crops and Products*. 149, 112-350. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.16.3.283-287>.
- Febrianti, S, N, M., Tivani, I., & Susiyarti. (2024). Pengaruh Lama Fermentasi Bahan Organik Pada Eco-Enzyme Terhadap Daya Hambat Bakteri *Staphylococcus aureus*. *JUSTEK Jurnal Sains dan Teknologi*, 7(1), 92-100. <https://doi.org/10.31764/justek.vXiY.ZZZ>.
- Ginting, N. Hasnudi, H. & Yunilas. Y. (2021). Eco-enzyme Disinfection in Pig Housing as an Effort to Suppress *Esherechia coli* Population. *Jurnal Sain Peternak Indones*, 16(3). 283-287. doi: 10.31186/jspi.id.16.3.283-287.
- Hasanah, Y. (2021). Eco enzyme and its benefits for organic rice production and disinfectant. *Journal of Saintech Transfer*, 3(2), 119-128. <https://doi.org/10.32734/jst.v3i2.4519>.
- 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>.
- Jana, W, I. (2025). The Potential of Organic Materials in the Making of Eco-Enzyme as an Inhibitory Power Against *Staphylococcus aureus*. *International Conference on Multidisciplinary Approaches in Health Science*, 3(1), 77-93. <https://doi.org/10.33992/icmahs.v3i1.4795>.
- Larasati, D., Astuti, A. P., & Maharani, E. T. W. (2020). Uji organoleptik produk eco-enzyme dari limbah kulit

- buah (studi kasus di Kota Semarang). Seminar Nasional Edusaintek FMIPA UNIMUS 2020, 278–283.
- Ledo, M. E. S., Rupidara, A. D. N., Solle, H. R. L., Nitsae, M., & Nomleni, F. T. (2024). Aktivitas Antimikroba Larutan Antiseptik Dari Garbage Enzyme Terhadap *Escherichia coli* Dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Sciscitatio*, 5(1), 51-162. <https://doi.org/10.21460/sciscitatio.2024.51.162>.
- Ledo, M. E. S., Rupidara, A. D. N., Solle, H. R. L., Nitsae, M., & Nomleni, F. T. (2024). Aktivitas Antimikroba Larutan Antiseptik Dari Garbage Enzyme Terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *SCISCITATIO*, 5(1), 40–46. <https://doi.org/10.21460/sciscitatio.2024.51.162>.
- Lestari, A., Haryono, Y, N., Berlianny, A., & Juwita, R. (2026). Phytochemical Analysis and Antibacterial Activity of Eco-Enzyme Produced from Mixed Coffee Pulp and Pineapple Peel Waste. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 14(1), 391-400. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v14i1.17246>.
- Mavani, K. A. H., Tew, M. I., Wong I., Yew, Z. H., Mahyuddin, A., Ghazali, A. R., & Pow, N. H. E. (2020). Antimicrobial Efficacy of Fruit Peels Eco-Enzyme against *Enterococcus Faecalis*: An In Vitro Study". *Int J Environ Res Public Health*. 17(14), 1-12. <https://doi.org/10.3390/ijerph17145107>.
- Muninggar V. S., Andari P. A., Endang T. W., & Jurusan. M. (2020). Perbandingan Uji Organoleptik Pada Delapan Variabel Produk Ekoenzim. UNIMUS Seminar Nasional Saintik. ISBN :978-602-5614-35-4. <https://prosiding.unimus.ac.id/index.php>.
- Nurmayanti. P., Nurulita. Y., Wardi. J., Wulandari. A., Lestari. E., Sausan. Bill. N., Zahrati A., Meisy Dwi I. S., Andriansyah. N., Khairani. R. A., Dani. Y., Eliza Khoirunisa. E., & Rialdy. (2022). Value Added Eco enzyme Sebagai Sabun Antiseptik". *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(5), 1203-1216. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v6i5.10997>.
- Pakadang, R. S., Dewi, R. T. S., Ahmad, T., Prihartini, I., & Razak, F. (2021). Potensi Antibakteri Ekstrak Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) Terhadap *Staphylococcus aureus* Dengan Metode Dilusi Cair Termodifikasi dan Difusi Agar, *Jurnal Media Farmasi*, 18(1), 43-49.
- Prestianti, I., Baharuddin, M., & Sappewali, S. (2018). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Sarang Lebah Hutan (*Apis dorsata*) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 14(2), 2018: 3-13. <https://doi.org/10.20961/alchamy.14.2.13028.314-322>.
- Purwanto, & Irianto, I. D. K. (2020). Senyawa Alam sebagai Antibakteri dan Mekanisme Aksinya. Gadjah Mada University Press.
- Ratu, K., Simbala, I. E. H., & Rotinsulu, H. (2019). Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak dan Fraksi Spons *Phyllospongia lamellose* Dari Perairan Tumbak, Minahasa Tenggara Terhadap Pertumbuhan Mikroba *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Candida albicans*. *Jurnal PHARMACON*, 8(4), 815-824. <https://doi.org/10.35799/pha.8.2019.29358>.
- Rijal, M. (2022). Application of Eco-enzymes from Nutmeg, Clove, and Eucalyptus Plant Waste in Inhibiting the Growth of *E. coli* and *S. aureus* In Vitro. *Jurnal Penelitian Science dan Pendidikan*, 11(1), 31-44. <https://doi.org/10.33477/bs.v11i1.4194>.
- Santosa, S., Hassan, S, M., & Kasim, H, A. (2023). Climate Action Responsible Consumption and Production South East Asia Asia Indonesia Ecoenzym quality and potential of residues as bioactivator for organic waste composting. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 13(3), 417-424. <https://doi.org/10.29244/jpsl.13.3.417-424>.
- Sirait, A. Y., Pelealu, N. C., & Yamlean, P. V. Y. (2016). Uji Daya Antibakteri Ekstrak Etanol Umbi Wortel (*Daucus Carota* L.) Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* Secara in Vitro. *Jurnal Pharmacon*, 5, 145-154. <https://doi.org/10.35799/pha.5.2016.13985>.
- Suariyani, M. Winarti, S. Syamsul, A. Alpian, & Firlianty. (2023). Diversity of Decomposer Bacteria in Eco Enzyme Fermentation Process of Organic Materials Using Oxford Nanopore Technology (Ont) And Its Effectiveness in Inhibiting E-Coli in Fish Pond with Water Mineral Soil 1 Introduction Reuse of fruit peels and veget, *RGSA Rev. Jurnal Gestae Soc. E Ambient*, 17(8). 1-20. doi:

<https://doi.org/10.24857/rgsa.v17n8009>.

- Sunarsih, S., Mustikaningtyas, D., Nugrahaningsih W. H., & Widiatningrum, T. Pengaruh Bahan Baku Terhadap Aktivitas Antimikroba Ekoenzim: Systematic Literature Review. Prosiding Semnas Biologi XII Tahun 2024 FMIPA Universitas Negeri Semarang, 2024.
- Tallei, E. T., Fatimawali., Niode, J. N., Wadiah, M. A., Salaki, L. C., Alissa, M., Kamagi, M., Ali A. & Rabaan, A. A. (2023). Antibacterial and Antioxidant Activity of Ecoenzyme Solution Prepared from Papaya, Pineapple, and Kasturi Orange Fruits: Experimental and Molecular Docking Studies". *Jurnal of Food Processing and Preservation*, 1-11. <https://doi.org/10.1155/2023/5826420>.
- Utami, M. M. I. P., Astuti, A. P., & Maharani, E. T. W. (2020). Manfaat Ekoenzim Dari Limbah Organik Rumah Tangga Sebagai Pengawet Buah Tomat Cherry. *Jurnal Edusaintek*. (4). <https://prosiding.unimus.ac.id/index.php/edusaintek/article/view/579>.
- Vama, L. A. P. S. I. A., & Cherekar, M. N. (2020). Production, Extraction and Uses of Eco- Enzyme Using Citrus Fruit Waste: Wealth from Waste. *Asian Jr. of Microbiol. Jurnal Biotech Env Sc*, 22(2), 346-351.