



UNIVERSITAS NEGERI MANADO, SULAWESI UTARA, INDONESIA

**Perbandingan Daya Disinfeksi Ekoenzim Berdasarkan Beda
Komposisi Bahan Organik**

*Comparison of Disinfection Performance By Differences of
Organic Material*

**Giano Excelsis Pangemanan^{1*}, Meity N. Tanor², Verawati I. Y. Roring²,
Nova LIM Ogi², dan Livana Rawung²**

¹Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Manado

²Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Manado

Kampus Unima di Tondano, Sulawesi Utara 95618, Indonesia

*Korespondensi. e-mail: gianopangemanan@gmail.com

Diterima 29 April 2022/Disetujui 27 Mei 2022

ABSTRAK

Ekoenzim merupakan cairan serbaguna hasil fermentasi yang mengandung banyak jenis enzim alami yang berasal dari buah dan sayuran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan daya disinfeksi ekoenzim dari berbagai komposisi bahan organik. Tahapan penelitian ini meliputi pembuatan cairan ekoenzim selanjutnya dilakukan pengujian aktivitas antimikroba dengan metode difusi sumuran. Aktivitas antimikroba dari ekoenzim dilihat dari diameter zona hambat yang terbentuk pada uji antimikroba. Metode penelitian dilakukan secara eksperimen menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Dengan 7 taraf perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali, Kontrol Positif, Kontrol Negatif, BO1, BO3, BO5, BO7, dan BO9. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi BO1, BO3, BO5, BO7 dan BO9 memberikan rata-rata diameter zona hambat yang berturut-turut adalah sebesar 4,3 mm; 3,7 mm; 6,3 mm; 4 mm; dan 4,7 mm.

Kata kunci : Ekoenzim, daya disinfeksi, bahan organik

ABSTRACT

Ecoenzyme is a versatile fermented liquid that contains many types of natural enzymes derived from fruits and vegetables. This study aims to determine the comparison of the disinfection power of ecoenzymes from various compositions of organic matter. The stages of this research include the manufacture of ecoenzyme liquid and then the antimicrobial activity test is carried out using the well diffusion method. The antimicrobial activity of ecoenzymes was seen from the diameter of the inhibition zone formed in the antimicrobial test. The research method was carried out experimentally using a completely randomized design (CRD). With 7 treatment levels repeated 3 times, Positive Control, Negative Control, BO1, BO3, BO5, BO7, and BO9.

The results showed that variations in BO1, BO3, BO5, BO7 and BO9 gave an average diameter of the inhibition zone which was 4.3 mm, respectively; 3.7 mm; 6.3 mm; 4mm; and 4.7mm.

Keywords : Eco enzyme, disinfection performance, organic material

PENDAHULUAN

Ekoenzim merupakan cairan serbaguna hasil fermentasi yang mengandung banyak jenis enzim alami yang berasal dari buah dan sayuran. Setiap jenis enzim memiliki fungsi penting dalam suatu proses biokimia. Oleh karena itu ekoenzim memiliki banyak manfaat di bidang kesehatan, pertanian, dan perbaikan kualitas lingkungan (Agustina *et al.* 2020). Ekoenzim dapat diolah dari limbah organik yang menurut data SIPSN MENLHK pada tahun 2020 sebesar 40,66 % dari total timbunan sampah di Indonesia 28.235.760.72 ton/tahun. Berdasarkan sumbernya 32.5% sampah berasal dari rumah tangga, apabila limbah organik ini tidak diolah maka akan menyebabkan bertambahnya sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Sampah yang menimbulkan gas hidrogen sulfida, gas ini bersifat racun dan berbau busuk yang dapat berdampak pada kesehatan (Rifai *et al.* 2016).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ekoenzim memiliki aktivitas antimikroba yang ditemukan aktif pada sebagian besar bakteri dan jamur, dibandingkan dengan obat standar. Aktivitas antimikroba dari fermentasi kulit jeruk dapat menghambat bakteri (*Escherichia coli*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Aspergillus niger*, *Fusarium* sp, dan *Cladosporium* sp.) dan jamur (*Cladosporium* sp.) (Saramanda & Kaparapu 2017).

Variasi bahan organik ekoenzim dapat menimbulkan perbedaan pada hasil akhirnya. Pada penelitian yang dilakukan oleh Vika *et al.* (2020) yang menggunakan kombinasi bahan organik daun bayam, daun sawi, daun singkong, kulit buah pisang, kulit buah jeruk baby, kulit buah nanas, kulit buah jeruk, kulit buah pepaya, kulit buah melon, kulit buah semangka, kulit buah mangga, dan kulit buah bengkoang menunjukkan bahwa variasi ekoenzim dengan bahan dasar sayuran memiliki hasil akhir dengan bau asam segar, sedangkan pada kombinasi buah memiliki bau asam yang khas bahkan satu variasi memiliki bau asam sedikit busuk.

Menurut Endah (2015) semakin banyak jenis bahan yang digunakan, maka semakin kaya hasil ekoenzim yang akan dihasilkan. Buah dan sayuran merupakan sumber penting dari gula, mineral, serat dan fenolat. Masyarakat biasanya hanya mengkonsumsi daging buah atau sari buah, sedangkan kulitnya dibuang begitu saja, padahal beberapa kulit buah memiliki kemampuan antimikroba yang dapat dimanfaatkan. Penelitian yang dilakukan oleh Parashar *et al.* (2014) bahwa fraksi larut air dan etil asetat dari kulit hijau pisang menunjukkan aktivitas antimikroba dan antioksidan yang tinggi.

Penelitian yang dilakukan oleh Permata *et al.* (2018) menunjukkan bahwa aktivitas antimikroba jeruk nipis lebih tinggi daripada jeruk lemon. Menurut El-Hawary & Rabeh (2014), kulit mangga adalah sumber antimikroba baru, alami, dan ekonomis yang dapat digunakan dalam mencegah penyakit yang disebabkan oleh mikroba patogen. Tao *et al.* (2009) melaporkan minyak atsiri kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* Osbeck) memiliki aktivitas antimikroba terhadap *Staphylococcus aureus*, *Penicillium chrysogenum*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* dan *Saccharomyces cerevisiae* dengan konsentrasi larutan uji sebesar 4,66µL sampai 18,75 µL dan besar diameter zona hambat berkisar dari 14,57 mm sampai 23,37 mm. Nanas memiliki enzim bromelin

yang merupakan salah satu enzim penting dalam proses pemecahan protein (Muljohardjo 1984).

Beberapa bagian tumbuhan yang juga sering digunakan dalam masakan yaitu Daun Bayam, Batang Serai dan Daun singkong. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sasmita *et al.* (2018) menunjukkan bahwa limbah Bayam mampu memproduksi Bakteri Asam Laktat yang berpotensi memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli* dengan konsentrasi substrat glukosa 5%. Ekstrak serih terbukti memiliki aktivitas anti bakterial terhadap bakteri *Porphyromonas gingivalis*. Dilakukan pengujian aktivitas anti bakteri menggunakan metode dilusi sehingga didapatkan nilai konsentrasi kadar hambat minimum (KHM) pada konsentrasi 1:10 (Anand 2013). Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan adanya penghambatan pertumbuhan *Shigella sp.* kategori lemah sampai sedang oleh ekstrak daun Singkong (Pratiwi 2016).

Di tengah wabah COVID 19, berbagai tindakan dilakukan untuk mencegah bertambahnya jumlah orang yang terinfeksi. Salah satu cara yang mulai banyak dilakukan yaitu penyemprotan cairan disinfektan. Penyemprotan disinfektan mampu untuk membunuh mikroorganisme, tetapi cairan yang terkandung didalamnya dapat menimbulkan dampak yang negatif bagi kulit, dan dampak yang paling umum adalah menimbulkan iritasi (Ariani *et al.* 2015).

Antimikroba adalah bahan-bahan atau obat-obatan yang digunakan untuk membunuh mikroba pada manusia termasuk di antaranya antibiotik, antiseptik, disinfektan, dan preservatif (Djide & Sartini, 2008). Antimikroba adalah obat pembasmi mikroba, khususnya mikroba yang merugikan manusia (Ganiswarna 1995). Metode difusi merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk uji aktivitas antibakteri. Metode difusi dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu metode silinder, metode sumuran, dan metode cakram kertas. Metode sumuran yaitu membuat lubang pada agar padat yang telah diinokulasi dengan bakteri. Pada metode difusi, senyawa uji pada konsentrasi tertentu dimasukkan pada media yang telah diinokulasi dengan bakteri, selanjutnya diukur zona hambat pada akhir inkubasi (Cos *et al.* 2006). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan daya disinfeksi ekoenzim dari berbagai komposisi bahan organik.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Manado. Waktu Penelitian dilakukan pada bulan Mei-Agustus 2021.

Alat dan Bahan

Wadah plastik, botol plastik ukuran 1 L, pisau, talenan, saringan, timbangan, autoklaf, oven, cawan petri, Erlenmeyer, pinset, tabung reaksi, Bunsen, vortex, inkubator, penggaris, *Cork Borer* 6 mm, *hot plate*, *laminar air flow*, *micropipet*, *aluminium foil*, kapas, kertas saring, *cotton bud*, alat tulis, limbah kulit buah nanas, kulit buah pisang, kulit buah jeruk nipis, kulit buah naga, kulit buah jeruk sambal, kulit buah mangga arumanis, daun bayam, batang serai, daun singkong, molase, air, *nutrient agar oxoid*, *nutrient broth* Merck, dettol antiseptik cair, es batu, alkohol 70%.

Prosedur Kerja

Preparasi Sampel

Sampel ekoenzim yaitu limbah kulit buah nanas, buah pisang, jeruk nipis, buah naga, jeruk sambal, mangga arumanis, daun bayam, batang serai, dan daun singkong. Sampel diambil dari limbah konsumsi rumah tangga dan disimpan dalam lemari es agar

sampel tidak busuk. Sampel mikroba diambil dari permukaan kursi dengan melakukan *swab* menggunakan *cotton bud* steril lalu ditanam pada media NB. Sampel dimasukkan ke dalam inkubator selama 24 jam

Pembuatan Cairan Ekoenzim

Bahan yang akan digunakan terlebih dahulu ditimbang. Bahan Organik (BO) yang akan digunakan dipotong menjadi ukuran kecil menggunakan pisau.

BO1: 150 g kulit nanas, 50 gr gula aren, dan 500 ml air

BO3: 50 g kulit Nanas, 50 g kulit pisang, 50 g kulit jeruk nipis, 50 g gula aren, dan 500 ml air

BO5: 30 g kulit nanas, 30 g kulit pisang, 30 g kulit jeruk nipis, 30 g kulit buah naga, 30 g kulit jeruk sambal, 50 g gula aren, dan 500 ml air

BO7: 25 g kulit Nanas, 25 g kulit pisang, 20 gr kulit jeruk nipis, 20 g kulit buah naga, 20 g kulit jeruk sambal, 20 g kulit mangga arumanis, 20 g daun bayam, 50 g gula aren, dan 500 ml air

BO 9: 20 g kulit nanas, 20 g kulit pisang, 20 g kulit jeruk nipis, 20 g kulit buah naga, 20 g kulit jeruk sambal, 20 gr kulit mangga arumanis, 10 g daun bayam, 10 g batang serai, 10 g daun singkong, 50 g gula aren, dan 500 ml air.

Sebanyak 150 g kombinasi BO, 50 ml molase, dan 500 ml air dimasukkan ke dalam wadah plastik dan didiamkan selama 3 bulan. Pada bulan pertama setiap 2-3 hari tutup wadah plastik dibuka untuk mengeluarkan gas hasil fermentasi dan wadah digoyang agar proses fermentasi dapat berjalan dengan baik. Pada bulan kedua dan ketiga tutup wadah plastik dibiarkan tertutup rapat. Selanjutnya hasil fermentasi disaring menggunakan saringan untuk memisahkan ampas dan cairan ekoenzim.

Sterilisasi Alat dan Bahan

Alat yang akan digunakan pada pengujian antimikroba disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 20 menit. Media agar yang disterilisasi menggunakan autoklaf 121°C selama 15 menit.

Preparasi Hasil Cairan Ekoenzim

Sebelum dilanjutkan dengan tahap pengujian antimikroba, cairan ekoenzim terlebih dahulu disaring menggunakan kertas saring yang sudah disterilisasi selama 20 menit di autoklaf dan dikeringkan di oven. Proses penyaringan dilakukan secara aseptik di *laminar air flow*.

Pembuatan Media Nutrient Broth (NB)

Pembuatan media dilakukan dengan cara menyiapkan bahan-bahan untuk medium yaitu dengan menimbang media NB sebanyak 0,325 g dilarutkan ke dalam 25 ml akuades, kemudian diaduk dan dipanaskan menggunakan *hot plate stirrer*. Setelah itu disterilkan dengan autoklaf dengan suhu 121°C selama 15 menit.

Pembuatan Media Nutrient Agar (NA)

Pembuatan media dilakukan dengan cara menyiapkan bahan-bahan untuk medium yaitu dengan menimbang media NA sebanyak 7 g dilarutkan ke dalam 250 ml akuades, kemudian diaduk dan dipanaskan menggunakan *hot plate stirrer*. Setelah itu disterilkan dengan autoklaf dengan suhu 121°C selama 15 menit.

Uji Antimikroba

Metode yang digunakan untuk menguji aktivitas antimikroba dalam penelitian ini yaitu metode difusi agar dengan cara sumuran. Sebanyak 0,02 ml mikroba uji dipipet ke dalam cawan petri steril yang telah dibagi menjadi tiga bagian, kemudian dicampurkan dengan media NA. Homogenkan media dan mikroba dengan memutar cawan secara perlahan membentuk angka delapan lalu diamkan hingga memadat.

Setelah memadat media dilubangi menggunakan *cork borer* ukuran 6 mm, dan teteskan larutan uji sebanyak 0,02 ml pada setiap lubang sumuran yang dibuat. Kontrol positif dettol antiseptik cair dan kontrol negatif akuades steril dimasukkan ke dalam lubang sumuran yang telah dibuat. Inkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam.

Pengamatan dan Pengukuran Zona Hambat

Pengamatan dilakukan setelah 24 jam masa inkubasi. Zona bening merupakan petunjuk kepekaan mikroba terhadap bahan antimikroba yang digunakan sebagai bahan uji yang dinyatakan dengan lebar diameter zona hambat (Vandepitte *et al.* 2011). Diameter zona hambat diukur kemudian dikategorikan kekuatan daya antimikrobanya berdasarkan penggolongan (Davis & Stout 1971).

Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan pengamatan ada tidaknya zona hambat yang terbentuk guna mengetahui daya disinfeksi ekoenzim. Dilakukan pengukuran diameter zona hambat masing-masing komposisi BO menggunakan penggaris, kemudian dianalisis menggunakan Analisis Varians (ANAVA). Apabila terdapat perbedaan yang bermakna maka dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) atau Uji Tukey menggunakan software IBM SPSS 25 untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan daya disinfeksi masing-masing komposisi BO.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengamatan Bau

Sebelum melakukan proses fermentasi semua variasi BO menghasilkan bau yang sama yaitu bau khas buah-buahan. Dapat dilihat bahwa setiap variasi BO menghasilkan karakteristik bau yang berbeda setelah melewati proses fermentasi. Pada Variasi BO1, BO3 dan BO5 menghasilkan bau asam segar sedangkan untuk BO7 dan BO9 menghasilkan bau asam segar sedikit busuk seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Pengamatan Karakteristik Bau

Variasi BO	Pengujian Bau	
	Sebelum	Sesudah (Panen)
BO1	Bau khas buah – buahan	Bau Asam Segar
BO3	Bau khas buah – buahan	Bau Asam Segar
BO5	Bau khas buah – buahan	Bau Asam Segar
BO7	Bau khas buah – buahan	Bau Asam sedikit busuk
BO9	Bau khas buah – buahan	Bau Asam sedikit busuk

Hasil Pengamatan Warna

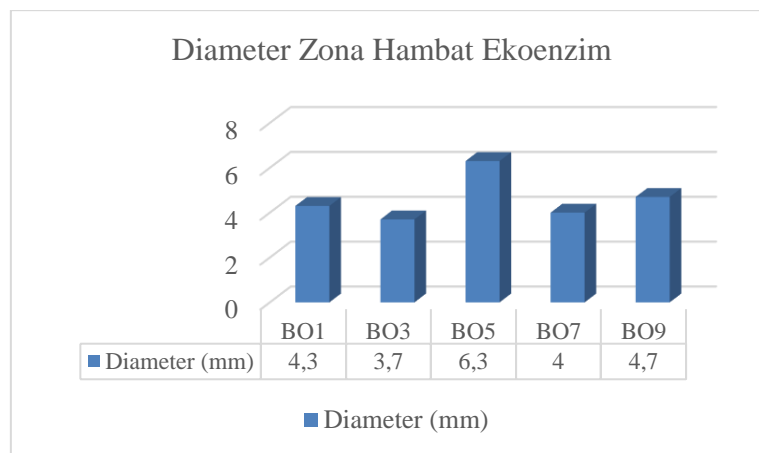
Tabel 2 menunjukkan pengamatan karakteristik warna, terlihat bahwa tidak terdapat perbedaan pada warna cairan ekoenzim baik sebelum proses fermentasi maupun sesudah proses fermentasi atau setelah panen. Sebelum fermentasi cairan ekoenzim berwarna coklat gelap seperti warna molase. Setelah dipanen warna larutan ekoenzim berubah menjadi coklat terang.

Tabel 2 Data Pengamatan Karakteristik Warna

Variasi BO	Pengamatan Warna	
	Sebelum	Sesudah (Panen)
BO1	Coklat gelap	Coklat terang
BO3	Coklat gelap	Coklat terang
BO5	Coklat gelap	Coklat terang
BO7	Coklat gelap	Coklat terang
BO9	Coklat gelap	Coklat terang

Uji Aktivitas Antimikroba

Zona hambat yang terbentuk dari hasil pengujian diukur menggunakan penggaris dengan ketelitian millimeter (mm). Dapat dilihat bahwa setiap variasi BO ekoenzim memberikan pengaruh yang berbeda terhadap daya disinfeksinya dilihat dari diameter zona hambat yang terbentuk (Gambar 1). Pada variasi BO1, BO3, BO5, BO7 dan BO9 memberikan rata-rata diameter zona hambat yang berturut-turut adalah sebesar 4,3 mm; 3,7 mm; 6,3 mm; 4 mm; dan 4,7 mm. Ini menunjukkan bahwa ekoenzim memiliki kemampuan antimikroba. Berdasarkan kriteria kekuatan antimikroba maka BO1, BO3, BO7 dan BO9 tergolong berkekuatan lemah, sedangkan untuk BO5 tergolong berkekuatan sedang. Analisis perbedaan aktivitas antimikroba menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata.



Gambar 1 Nilai rerata diameter zona hambat ekoenzim

Pada uji antimikroba juga dilakukan uji kontrol positif (+) dan kontrol negatif (-) seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Hasil uji kontrol positif menggunakan dettol disinfektan cair dengan diameter zona hambat sebesar 18,7 mm. Hal ini menunjukkan bahwa metode yang dilakukan sudah benar ditunjukkan dengan terbentuknya zona hambat. Hasil uji kontrol negatif menggunakan akuades steril tidak menghasilkan zona

hambat. Hal ini menunjukkan bahwa pelarut yang digunakan dalam penelitian ini tidak berpengaruh dalam menghambat pertumbuhan mikroba.

Tabel 2 Nilai rerata diameter zona hambat kontrol

Kontrol	Rata-rata diameter zona hambar (mm)
Negatif	0
Positif	18,7

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan karakteristik ekoenzim dengan empat variasi kombinasi bahan organik yaitu BO1, BO3, BO5, BO7, dan BO9. Pengolahan sampah dengan menggunakan metode ekoenzim adalah menggunakan fermentasi. Fermentasi adalah suatu proses perubahan kimiawi dari senyawa-senyawa organik (karbohidrat, lemak, protein, dan bahan organik lain) baik dalam keadaan aerob maupun anaerob, melalui kerja enzim yang dihasilkan oleh mikroba (Gandjar 1983). Fermentasi merupakan suatu proses perubahan kimia dalam substrat organik yang dapat bertahan karena aksi katalisator biokimia, yakni enzim yang dihasilkan oleh mikroba hidup tertentu, seperti asam organik, protein sel tunggal, antibiotik, dan biopolymer (Bernadin *et al.* 2017).

Pada tahap awal fermentasi cairan ekoenzim memiliki bau yang sama yaitu bau khas buah-buahan. Kemudian setelah dipanen terdapat perbedaan bau ekoenzim. Untuk BO1, BO3, dan BO5 menghasilkan bau asam segar sedangkan untuk BO7 dan BO9 menghasilkan bau asam sedikit busuk. Perbedaan aroma pada cairan ekoenzim dipengaruhi oleh bahan organik yang digunakan. Pada variasi BO1, BO3, dan BO5, bahan organik yang digunakan adalah kulit buah-buahan sedangkan untuk BO7 dan BO9 terdapat campuran sayur-sayuran sehingga menghasilkan bau yang berbeda.

Warna dari ekoenzim pada tahap awal pembuatan memiliki warna coklat gelap dan setelah dipanen memiliki warna coklat terang. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Astuti & Maharani (2020) di mana warna cairan ekoenzim sebelum proses fermentasi yaitu coklat gelap, sedangkan setelah dipanen ekoenzim menunjukkan perubahan warna menjadi lebih terang seperti coklat bening, coklat kekuningan bening, coklat keruh, coklat kekuningan keruh, coklat terang keruh, coklat terang bening dan kuning kecolatan keruh.

Metode yang digunakan untuk menghambat aktivitas antimikroba adalah difusi agar menggunakan sumuran dengan medium nutrisi agar (NA). Metode ini dilakukan untuk mengetahui besarnya diameter zona hambat yang terbentuk setelah masa inkubasi 2x24 jam, larutan ekoenzim akan berdifusi keluar untuk menghambat pertumbuhan mikroba pada medium yang ditandai dengan terbentuknya zona hambat (zona bening) di sekeliling sumuran. Zona hambat yang terbentuk inilah yang kemudian diukur diameternya. Penelitian ini menunjukkan hasil bahwa cairan ekoenzim dari berbagai variasi bahan organik memiliki daya disinfeksi dengan kemampuan antimikroba yang dibuktikan dengan terbentuknya zona hambat sehingga hipotesis pertama terpenuhi.

Perbedaan diameter zona hambat yang terbentuk dapat dipengaruhi oleh jenis mikroba yang digunakan. Hal ini dikarenakan setiap jenis bakteri memiliki sensitivitas dan respon sel yang berbeda (Dewi *et al.* 2015). Selain pengaruh dari jenis bakteri, perbedaan diameter hambatan juga dapat disebabkan oleh konsentrasi sampel dalam hal

ini kemampuan dari zat yang diduga terkandung pada sampel untuk menghambat pertumbuhan mikroba uji. Perbedaan komposisi bahan organik tidak menentukan daya disinfeksi ekoenzim.

KESIMPULAN

Ekoenzim memiliki daya disinfeksi dengan kemampuan antimikroba dibuktikan dengan terbentuknya zona hambat.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina R, Wira T, Endah G. 2020. *Modul Kelas Belajar Eco-Enzyme*. Ngajaga Bumi.
- Anand MK. 2013. Antibacterial Effect of Lemongrass oil on Oral Microorganisms: An In Vitro Study. *Journal of Pharmaceutical and Scientific Innovation* 2(2):41–43.
- Ariani A, Setiani O, Joko T. 2015. Efektivitas Dosis Desinfektan Fenol Terhadap Angka Kuman Pada Lantai Ruang Rawat Inap Rsud Tugurejo Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 3(1):492–500.
- Bernadin DM, Desmintari, Yuhaniyaya. 2017. Pemberdayaan Masyarakat Desa Citeras Rangkasbitung melalui Pengolahan Sampah dengan Konsep Eco-Enzyme dan Produk Kreatif yang Bernilai Ekonomi. *Sendimas Maranatha* 2.
- Cos P, Vlietinck AJ, Berghe DV, Maes L. 2006. Anti-infective potential of natural products: How to develop a stronger in vitro ‘proof-of-concept.’ *Journal of Ethnopharmacology*, 106:290–302.
- Davis WW, Stout TR. 1971. Disc Plate Method of Microbiological Antibiotic Assay. *Applied and Environmental Microbiology*, 22(4).
- Dewi MA, Ratnawati J, Sukmanengsih F. 2015. Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etanol Dan Fraksi Pelepeh Aren (*Arenga Pinnata Merr*) Terhadap *Propionibacterium Acnes* dan *Staphylococcus Aureus*. *Jurnal Ilmiah Farmasi* 3(1):43–48.
- Djide MN, Sartini. 2008. *Dasar-dasar Mikrobiologi Farmasi*. Lembaga Penerbitan Universitas Hasanuddin.
- El-Hawary SS, Rabeh MA. 2014. *Mangifera indica* peels: A common waste product with impressive immunostimulant, anticancer and antimicrobial potency. In *Journal of Natural Sciences Research www.iiste.org ISSN* (Vol. 4, Issue 3). Online. www.iiste.org.
- Endah SMD. 2015. Menuju Gaya Hidup Ramah Lingkungan : Sebuah Ilustrasi Tentang Sampah. In *Kasih Akan Tanah Air Upaya Untuk Terus Menjadi* (pp. 177–188). Kanisius.
- Gandjar I. 1983. *Perkembangan mikrobiologi dan bioteknologi di Indonesia* (Mikrobiolo). PR HIMJ.
- Ganiswarna SG. 1995. *Farmakologi dan Terapi Edisi 4*. Jakarta: UI Press.
- Muljohardjo M. 1984. *Nanas dan teknologi pengolahannya (Ananas comosus (L) Merr)*. Liberty.
- Parashar S, Sharma H, Garg M. 2014. Antimicrobial and Antioxidant activities of fruits and vegetable peels: A review. ~ 160 ~ *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 3(1), 160–164. <https://www.phytojournal.com/archives/2014/vol3issue1/PartC/23.1-373.pdf>.
- Permata A, Kurniawati A, Lukiati B. 2018. Screening Fitokimia, Aktivitas Antioksidan Dan Antimikroba Pada Buah Jeruk Lemon (*Citrus limon*) Dan Jeruk Nipis (*Citrus aurantiifolia*). *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 3(1), 64–76. <https://doi.org/10.36387/JIIS.V3I1.126>.

- Pratiwi AP. 2016. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Singkong (*Manihot esculenta* Crantz.) terhadap *Shigella* sp. *Jurnal Kesehatan* 7(161–164).
- Rifai B, Joko T, Darundiati YH. 2016. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Gas Hidrogen Sulfida (H₂S) Pada Pemulung Akibat Timbulan Sampah Di TPA Jatibarang Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)* 4(3): 692–701.
- Saramanda G, Kaparapu J. 2017. Antimicrobial Activity of Fermented Citrus Fruit Peel Extract Treatment of Waste water using Microalgae View project Distribution of micro algae in ponds and reservoirs View project Antimicrobial Activity of Fermented Citrus Fruit Peel Extract. *Journal of Engineering Research and Application Wwww.Ijera.Com* 7(11):25–28.
- Sasmita AH, Sapriati AN, Kursia S. 2018. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Dari Liur Basa (Limbah Sayur Bayam Dan Sawi). *As-Syifaa*, 10(02), 141–151.
- Tao NG, Liu YJ, Zhang ML. 2009. Chemical composition and antimicrobial activities of essential oil from the peel of bingtang sweet orange (*Citrus sinensis* Osbeck). *International Journal of Food Science and Technology*, 44(7):1281–1285.
- Vandepitte J, Verhaegen J, Engbaek K, Rohner P, Piot P, Heuck CC. 2011. *Prosedur Laboratorium Dasar Untuk Bakteriologi Klinis* (2nd ed.). Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Vika M, Astuti AP, Maharani ETW. 2020. Perbandingan Uji Organoleptik Pada Delapan Variabel Produk Ekoenzim. Prosiding Seminar Nasional Edusaintek FMIPA Unimus 393–399.