

## Pengelolaan Limbah Organik Kantin Menjadi Eco Enzyme Substitusi Cairan Pembersih di PT. XX

Riana Septiani<sup>1</sup>, Susanti Sundari<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tulang Bawang  
Email: <sup>1</sup>riana.septiani74@gmail.com, <sup>2</sup>susantisundari09@gmail.com

### Abstract

*The largest source of waste is generated from households at 38.3%. One of the methods of recycling organic waste by recycling is by fermentation, for example by producing eco-enzyme which is a solution of complex organic substances produced from the fermentation process of a mixture of organic waste, molasses and water. In this research, the purpose of using eco-enzyme is as a cleaning fluid for both sinks and crusty floors with the aim of seeing the effectiveness of eco-enzyme work with the aim of being a substitute for cleaning fluids sold on the market and including measuring the savings that can be made from this substitution in PT. XX, using experimental research methods. The results of research and observations show that eco-enzyme cleaning fluid is able to inhibit the growth of Escherichia coli (E.coli) bacteria as evidenced by a decrease in the number of bacteria (without eco-enzyme:  $4.25 \times 10^2$  CFU/cm<sup>2</sup>; with eco-enzyme:  $3.7 \times 10^1$  CFU/cm<sup>2</sup>) through swab tests and laboratory tests. Visual observations show significant results in making crusty floors clean. The savings that occur during 1 month by using eco-enzyme cleaning fluids as substitutes for cleaners sold in the market are IDR. 938,500/month.*

**Keywords:** Cleaning Fluid, Eco-Enzyme, E.Coli, Fermentation, Organic Waste

### Abstrak

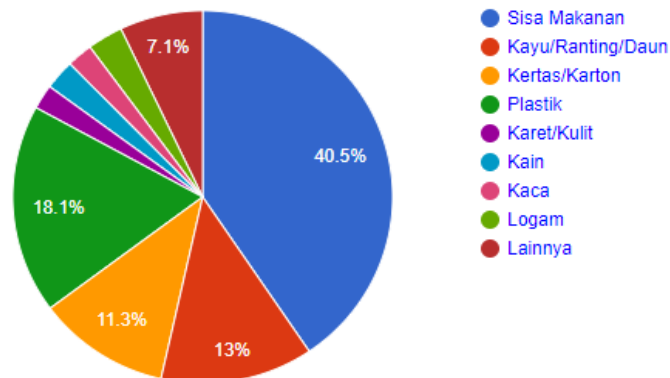
Sumber sampah terbesar dihasilkan dari rumah tangga sebesar 38,3%. Salah satu dari metode mendaur ulang sampah organik dengan *recycle* adalah dengan cara fermentasi contohnya dalam menghasilkan eco-enzyme yang merupakan larutan zat organik kompleks yang diproduksi dari proses fermentasi campuran sisa organik, molase, dan air. Pada penelitian ini tujuan pemanfaatan eco-enzyme adalah sebagai cairan pembersih baik untuk wastafel maupun lantai yang berkerak dengan tujuan untuk melihat efektivitas kerja eco-enzyme dengan maksud sebagai substitusi dari cairan pembersih yang dijual di pasaran dan termasuk mengukur penghematan yang dapat dibuat dari substitusi tersebut di PT. XX, dengan menggunakan metode penelitian eksperimental. Hasil penelitian dan pengamatan menunjukkan cairan pembersih eco-enzyme mampu menghambat pertumbuhan bakteri Escherichia coli (E.coli) yang dibuktikan dengan penurunan jumlah bakteri (tanpa eco-enzyme :  $4,25 \times 10^2$  CFU/cm<sup>2</sup> ; dengan eco-enzyme :  $3,7 \times 10^1$  CFU/cm<sup>2</sup>) melalui uji swab test dan uji laboratorium. Pengamatan secara visual menunjukkan hasil yang signifikan pada lantai yang berkerak menjadi bersih. Penghematan yang terjadi selama 1 bulan dengan penggunaan cairan pembersih eco-enzyme substitusi pembersih yang dijual di pasar adalah sebesar Rp. 938.500/bulan.

**Kata Kunci:** Cairan Pembersih, Eco-Enzyme, E.Coli, Fermentasi, Sampah Organik

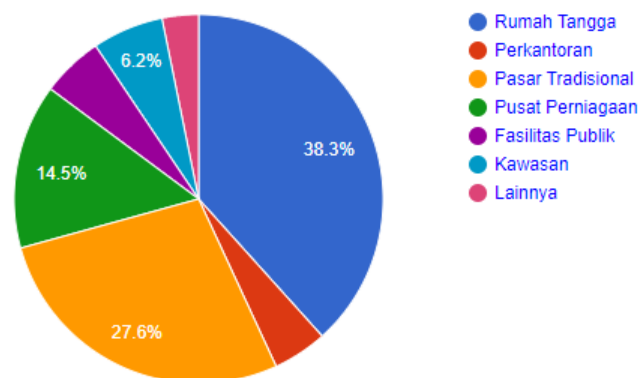
## 1. PENDAHULUAN

Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) melalui Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), sampah organik merupakan jenis limbah yang paling besar diproduksi di Indonesia, dan capaian kinerja pengelolaan sampah adalah melalui capaian pengurangan dan penanganan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga (Sipsn.menlhk.go.id, 2023). Dapat diketahui dari grafik komposisi sampah berdasarkan jenis sampah (gambar 1) dan grafik komposisi

sampah (gambar 2) berdasarkan sumber sampah pada tahun 2022, bahwa komponen terbesar jenis sampah adalah berasal dari sisa makanan (40,5%), dan sumber terbesar di hasilkan dari rumah tangga (38,3%).



Gambar 1. Komposisi Sampah Berdasarkan Jenis Sampah  
Sumber : sipsn.menlhk.go.id



Gambar 2. Komposisi Sampah Berdasarkan Sumber Sampah  
Sumber : sipsn.menlhk.go.id

Upaya yang dapat dilakukan dalam pengelolaan sampah untuk mengurangi nilai timbunan sampah yakni melalui penerapan konsep 3R (*Reduce*, *Reuse*, dan *Recycle*) (Zamroni et al., 2020) dan salah satu dari metode mendaur ulang sampah organik dengan *Recycle* dengan cara fermentasi dapat menghasilkan eco-enzyme (Janarthanan et al., 2020).

Eco-enzyme merupakan larutan zat organik kompleks yang diproduksi dari proses fermentasi campuran sisa organik, molase, dan air (Karlita, 2023). Fermentasi sendiri adalah merupakan proses perubahan kimia dalam substrat organik yang mampu bertahan karena aksi katalisator biokimia, berupa enzim yang dihasilkan oleh mikroba hidup tertentu, seperti asam organik, protein sel tunggal, antibiotik, dan biopolymer (Nazurahani et al., 2022). Proses fermentasi dari bahan organik seperti sisa sayur dan kulit buah dalam kondisi anaerob dapat dilakukan oleh khamir, seperti *Saccharomyces cerevisiae* yang menghasilkan etanol, dan bakteri seperti *Lactobacillus* sp. dan *Acetobacter* sp. yang menghasilkan berbagai asam organik. Sementara kapang yang terdapat pada kulit buah memiliki peran sebagai pengurai karbohidrat, selulosa, dan hemiselulosa (Pertwi, 2016). Pada penelitian (Kumar et al., 2020) menunjukkan eco-enzyme dari bunga segar dengan konsentrasi 10% efektif dapat menurunkan amoniak nitrogen, fosfat, biological oxygen demands (BOD5) dari air limbah cucian rumah tangga (*grey water*).

Penelitian ini dilakukan di PT. XX yang selama ini menjalankan komitmen mutu lingkungan dan perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*), yang salah satu kegiatannya adalah mengelola limbah organik kantin yang jumlahnya  $\pm 20$  kg/bulan, dimana sebelumnya limbah organik berupa sisa sayuran dan kulit buah yang dibuang begitu saja, kemudian dikelola untuk dipisahkan dan dikumpulkan untuk dibuat menjadi eco-enzyme yang digunakan sebagai cairan multi fungsi yang bersifat ramah lingkungan, dan aman bagi kesehatan (U. Septiani et al., 2021). Penelitian ini difokuskan pada pemanfaatan eco-enzyme sebagai cairan pembersih lantai yang ramah lingkungan untuk mensubstitusi penggunaan cairan pembersih yang umum dijual di pasaran yang sebelumnya digunakan dengan melihat efektivitas penggunaannya.

Pemanfaatan limbah buah dan sayur menjadi eco-enzyme umumnya digunakan pada bidang pertanian sebagai pupuk cair dan pembersih air (pengolahan air limbah) sebagai biokatalis yang terbuat dari sampah jeruk berpotensi untuk mereduksi minyak dan lemak pada air limbah domestik (Wikaningrum & Pratamadina, 2022). Adapun pemanfaatan eco-enzyme sebagai disinfektan didapatkan pada beberapa penelitian. Disinfektan sendiri merupakan bahan kimia yang biasa digunakan untuk membunuh jasad renik dan dapat menghilangkan 60%-90% jasad renik (bakterisid) yang secara luas digunakan untuk sanitasi baik di rumah tangga, laboratorium dan rumah sakit dan ditujukan untuk benda-benda mati, seperti lantai, pakaian dan piring (Agustina et al., 2021). Disinfektan yang berbahan kimia dalam penggunaannya dapat meninggalkan residu dan berpotensi mengganggu kesehatan, sedangkan disinfektan nabati yang terbuat dari bahan alami contohnya eco-enzyme tidak menimbulkan residu karena mudah menguap (Dewi et al., 2018). Pemanfaatan eco-enzyme untuk pertumbuhan tanaman padi dan disinfektan nabati diterapkan di desa Deli Serdang untuk mengedukasi masyarakat lokal (Hasanah et al., 2020). Berdasarkan hasil penelitian (Rijal, 2022), eco-enzyme yang dihasilkan dari pala, cengkeh, dan daun kayu putih dapat menghambat pertumbuhan bakteri *E.coli* dan *Staphylococcus aureus*, dan yang paling tinggi tingkat penghambatannya yaitu eco-enzyme dengan bahan dasar daun kayu putih. Menurut (Safitri et al., 2021), larutan disinfektan dapat dibuat dengan rasio 50% : 50% dengan mencampurkan 250 ml eco-enzyme dan 250 ml air bersih yang dapat digunakan langsung. Eco-enzyme yang digunakan sebagai cairan pembersih dan pembasmi kuman, untuk mengepel lantai, membersihkan toilet, mencuci piring, membersihkan kaca jendela serta minyak yang menempel di permukaan kompor dan meja dapur seperti tujuan penelitian ini, namun belum ada pengukuran efektivitas berkurangnya bakteri *E.coli*, hanya sebatas teoritis sudah dilakukan oleh (Alkadri & Asmara, 2020), dan (Harahap et al., 2021) dan lebih pada proses pembuatannya saja dalam bentuk pengabdian di masyarakat. Manfaat eco-enzyme sebagai antibakteri juga dijelaskan dalam penelitian (Ramadani et al., 2022), dimana eco-enzyme dari kulit nanas mengandung tanin dan saponin juga memiliki aktivitas antibakteri yang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri jerawat *S.aureus* dan *P.acnes*. Hasil penelitian (Made Rai Rahayu et al., 2021) menghasilkan kombinasi eco-enzyme dari sampah organik komposisi kulit buah rambutan, tongkol jagung, kulit labu siam dengan tambahan 10% ekstrak cendana kamboja dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dengan daya hambat yang sangat kuat (31,85-34,41 mm) untuk mengatasi kebutuhan disinfektan yang tinggi di masa Covid-19. Selain bentuk disinfektan yang disemprotkan, beberapa penelitian juga menunjukkan pemanfaatan eco-enzyme untuk sabun cair dalam mendukung kebiasaan cuci tangan dengan sabun. Pemanfaatan eco-enzyme sebagai sabun cair (Putra et al., 2023) dan sabun antiseptik berupa *bar soap* (sabun batangan) dengan eco-enzyme sebagai bahan pendukung dalam meningkatkan kualitas dan nilai produk (Jadid et al., 2022), akan mengurangi cemaran pada tanah, membantu mengurangi

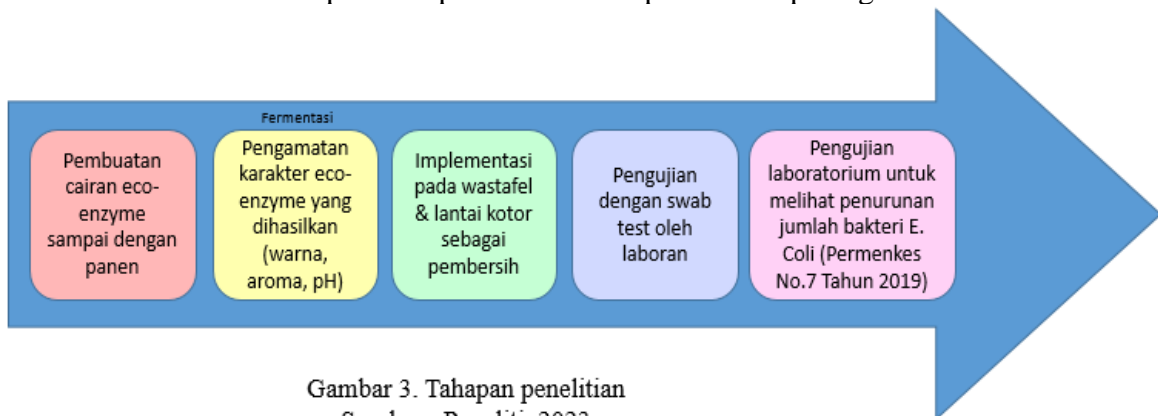
penggunaan bahan kimia yang berbahaya dan dapat merusak lingkungan, dan penerapan kedua sabun dari eco-enzyme tersebut langsung dilakukan ke masyarakat dalam bentuk pelatihan. Dari beberapa artikel terbaru perkembangan eco-enzyme sampai hari ini masih terbatas pada pemanfaatan dan cara pembuatan dalam bentuk pelatihan, sementara penelitian ini sudah mengukur efektifitas eco-enzyme yang dibuktikan dengan uji laboratorium dalam menurunkan jumlah bakteri E.coli dalam pemanfaatan di kehidupan sehari-hari sebagai disinfektan alami yang ramah lingkungan sesuai dengan komitmen mutu PT. XX dan sekaligus menghitung penghematan dari segi ekonomi akan substitusi yang dilakukan. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian sebelumnya oleh (A. Mahdia et al., 2022) bahwa eco-enzyme dari limbah jeruk yang digunakan sebagai cairan pembersih kandang dengan kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri E.coli dan Staphylococcus aureus dengan penurunan jumlah bakteri lima kali lebih banyak dibandingkan dengan menggunakan detergen.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di PT. XX yang merupakan perusahaan pakan (*FeedMill*) yang memiliki komitmen pencegahan penyakit dan kecelakaan kerja akibat kebakaran dan pencemaran lingkungan di sekitar *plant area* dan melakukan perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) yang tercantum dalam standar kebijakan *Safety, Health and Environment* (SHE) perusahaan.

Metode penelitian eksperimen (percobaan) digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui pengaruh eco enzyme terhadap penurunan bakteri *Escherichia coli* (E.coli) dalam sampel wastafel dengan cara *swab test*. Ini menjadi salah satu indikator efektivitas cairan eco-enzym sebagai cairan pembersih.

Limbah organik yang dikumpulkan berupa sampah sayur dan buah yang bersumber dari kantin PT. XX. Tahapan dari penelitian ini dapat terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Tahapan penelitian  
Sumber : Peneliti, 2023

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada langkah pertama kegiatan diawali dari pembuatan cairan cco-enzyme seperti pada gambar 4. Langkah pertama adalah memotong sampah organik sehingga menjadi bagian-bagian kecil agar pada saat proses penguraian dapat berjalan lebih cepat, dilanjutkan dengan menakar air bersih (maksimum sebanyak 60% dari volume wadah, menambahkan molase sesuai dengan takaran (10% dari berat air), lalu memasukkan sisa buah dan sayuran yang sudah dipotong sesuai dengan takaran (30% dari berat air), bagian akhir adalah mengaduk semua campuran dalam satu wadah dan ditutup rapat, kemudian didiamkan selama 2 hari untuk dibuat jadwal pengecekan di bulan pertama. Proses-proses

tersebut sudah berhasil disosialisasikan dan didemonstrasikan kepada kelompok wanita tani Bandar Lampung oleh penulis (R. Septiani, 2023).



Gambar 4. Pembuatan Eco-enzyme

Proses eco-enzyme terjadi selama 3 bulan dimana 1 bulan pertama akan dibuka karena akan ada proses gasifikasi sehingga dalam 1 bulan awal 3 kali seminggu Eco-enzyme harus dibuka untuk mengurangi kadar gas yang ada. Setelah itu biarkan tertutup rapat selama 2 bulan berikutnya (Miswar Tumpu, Franky Edwin Paskalis Lopian, Mansyur, Octovianus SR Pasanda, I Wayan Muliawan, Poppy Indrayani, 2022), setelah 3 bulan eco-enzyme sudah bisa dipanen (Nusantara, 2021) seperti terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil pemanenan eco-enzym  
Sumber : Hasil penelitian

Langkah selanjutnya adalah mengetahui karakteristik eco-enzyme yang dihasilkan. Pengamatan dilakukan untuk mengetahui dari warna, aroma, dan pH. Proses fermentasi selama tiga bulan untuk cairan eco-enzyme yang telah dipanen akan berwarna kecoklatan, beraroma asam, memiliki pH 3,5, serta memiliki sedikit endapan berwarna kuning kecoklatan. Karakteristik eco-enzyme yang dihasilkan setelah melewati masa fermentasi selama 3 bulan, dimana fermentasi eco-enzyme dapat dikatakan berhasil jika terbentuk larutan berwarna kecoklatan dan memiliki bau asam seperti bahan organik yang digunakannya dan memiliki pH awam di bawah pH 4 (A. Mahdia et al., 2022), dan menurut (Larasati et al., 2020) pada cairan eco-enzyme tercium aroma asam berasal dari asam organik, seperti asam asetat yang terdapat dalam cairan produk eco-enzyme tersebut, dan umumnya asam asetat akan memberikan rasa dan aroma yang asam pada makanan atau cairan. Dalam sisa buah dan sayur secara alami terjadi proses metabolisme bakteri yang menghasilkan asam asetat.





Gambar 6. Hasil pengecekan pH eco-enzym  
Sumber : Hasil Penelitian

Dalam proses implementasi atau pemanfaatan cairan eco-enzyme yang sangat banyak seperti sebutannya sebagai cairan serba guna. Eco-enzyme bisa digunakan pada tanaman dan juga bisa digunakan pada kegiatan rumah tangga.

Untuk kegiatan sehari-hari eco-enzyme dapat dimanfaatkan sebagai cairan pembersih peralatan rumah tangga, peralatan kerja, lantai, wastafel dan dinding bangunan. Pada penelitian ini implementasi eco-enzyme sebagai cairan multi fungsi digunakan sebagai pembersih wastafel di PT. XX. Pada penerapannya, pembersihan wastafel menggunakan eco-enzyme juga dibuktikan dengan uji laboratorium (gambar 7) untuk mengetahui efektivitas eco-enzyme dalam membunuh bakteri *E. coli*. Pengujian ini dilakukan dengan usapan atau *swab test* menggunakan batang kapas yang dililit pada ujung batang serupa *cotton bud* steril. Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah wastafel dengan kondisi yang terlihat kotor sebelum dilakukan pengambilan sampel dengan teknik *swab*. Sampel hasil *swab* dibawa ke laboratorium untuk diuji lebih lanjut.



Gambar 7. Proses pengambilan sampel menggunakan metode *swab*  
Sumber : Peneliti, 2023

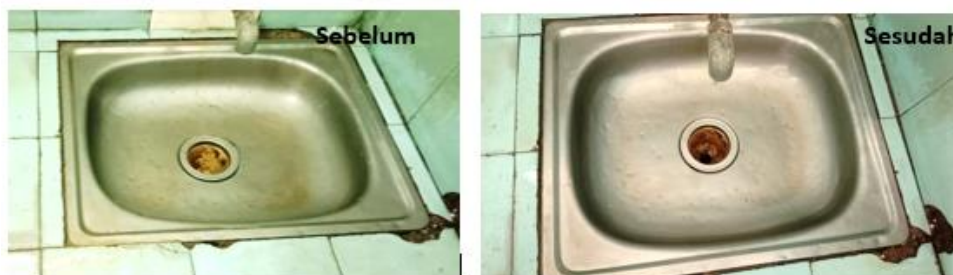
Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan pada wastafel dengan menggunakan metode *swab* (Permenkes No.7 Tahun 2019), dapat diketahui bahwa adanya perbedaan jumlah bakteri *E.coli* yang terdapat pada wastafel sebelum dan sesudah diberikan eco-enzyme (tabel 1).

Tabel 1. Hasil *swab test* pada wastafel

	Parameter	Satuan	Metode	Hasil
Sebelum	E.coli	CFU/cm <sup>2</sup>	Permenkes No.7 Tahun 2019	4,25 x 10 <sup>2</sup>
Sesudah	E.coli	CFU/cm <sup>2</sup>	Permenkes No.7 Tahun 2019	3,7 x 10 <sup>1</sup>

Sumber : Hasil pengujian Lab Baristand Bandar Lampung, berdasarkan Permenkes No.7 Tahun 2019

Diketahui hasil pengujian swab yang dilakukan pada wastafel sebelum dibersihkan dengan cairan eco-enzyme menunjukkan hasil bakteri E.coli sebanyak  $4,25 \times 10^2$ , sedangkan pengujian *swab* yang dilakukan setelah wastafel dibersihkan dengan cairan eco-enzyme menunjukkan hasil bakteri E.coli sebanyak  $3,7 \times 10^1$ . Berdasarkan hal tersebut diketahui adanya penurunan jumlah bakteri E.coli yang terdapat pada wastafel. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh eco-enzyme terhadap penurunan jumlah bakteri E.coli yang terdapat pada wastafel, penurunan jumlah E.coli ini disebabkan karena di dalam eco-enzyme terkandung antara lain asam organik, seperti asam asetat (H<sub>3</sub>COOH) yang dapat membunuh mikroba. Selain itu juga dihasilkan NO<sub>3</sub> (nitrat) dan CO<sub>3</sub> (karbon trioksida) yang dibutuhkan oleh mikroba sebagai nutrisi (Etienne et al., 2013). Perbedaan kebersihan wastafel sebelum dan sesudah dibersihkan dengan cairan eco-enzyme dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Penampakan wastafel sebelum dan sesudah dibersihkan dengan eco-enzym  
 Sumber : Hasil penelitian

Selain itu pengaplikasian eco-enzyme juga dilakukan pada lantai yang berkerak, perbedaan kebersihan lantai sebelum dan sesudah dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Penampakan lantai sebelum dan sesudah dibersihkan dengan cairan eco-enzyme  
 Sumber : Hasil penelitian

Berdasarkan gambar 8 dan 9 tersebut bahwasanya eco-enzyme mampu membersihkan dan mengurangi bakteri E.coli yang terdapat di wastafel dan dapat

membersihkan kerak di lantai. Hal ini dikarenakan eco-enzyme mengandung asam asetat ( $\text{H}_3\text{COOH}$ ), yang dapat membunuh kuman, virus dan bakteri. Sedangkan kandungan Enzyme itu sendiri adalah lipase, tripsin, amilase dan ampuh membunuh atau mencegah bakteri pathogen (Dewi Nofita et al., 2023).

Pemakaian eco-enzyme sebagai cairan pembersih ini mampu menjadi substitusi penggunaan cairan pembersih yang selama ini kita kenal yang dapat dibeli di warung dan mini market, ini akan sangat bermanfaat digunakan pada rumah tangga yang ada di masyarakat (Budiyanto et al., 2022). Bagi PT. XX substitusi yang dilakukan sudah berjalan selama 5 bulan sejak bulan Juli sampai dengan November 2023. Dan dari perhitungan secara ekonomi, terdapat penghematan (*saving*) pengeluaran untuk pembelian cairan pembersih sebagai berikut :

- Pemakaian cairan pembersih atau bahan sanitasi selama 1 bulan adalah 72 pouch atau 54 liter dengan biaya sebesar Rp. 958.000,-.
- Pemakaian eco-enzyme selama 1 bulan adalah 60 liter dengan biaya sebesar Rp. 19.500,-.
- Sehingga penghematan yang terjadi selama 1 bulan adalah  
 $\text{Rp. } 958.000 - \text{Rp. } 19.500 = \text{Rp. } 938.500$

Catatan : 10 liter eco-enzyme membutuhkan biaya Rp. 3250,-

Selama 5 bulan penggunaan eco-enzyme sebagai cairan pembersih yang digunakan di PT. XX sudah terjadi penghematan sebesar Rp. 4.692.500,-.

#### 4. KESIMPULAN

Sampah organik sisa sayuran dan kulit buah yang dihasilkan dari kantin PT. XX dimanfaatkan menjadi bahan dalam pembuatan eco-enzym sebagai cairan pembersih. Hasil yang dapat diamati bahwa eco-enzyme memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* (E.coli) yang dibuktikan dengan uji laboratorium melalui uji *swab* yang dilakukan pada wastafel dimana sebelum dibersihkan dengan eco-enzyme diketahui hasil bakteri E.coli sebanyak  $4,25 \times 10^2 \text{ CFU/cm}^2$ , dan wastafel setelah dibersihkan dengan eco-enzyme menunjukkan penurunan jumlah bakteri E.coli yaitu  $3,7 \times 10^1 \text{ CFU/cm}^2$ . Hal ini menunjukkan adanya pengaruh eco-enzyme terhadap penurunan jumlah bakteri E.coli yang terdapat pada wastafel, dan untuk lantai berkerak terlihat secara visual menunjukkan hasil yang signifikan mengurangi kerak yang terdapat pada lantai (gambar 9). Pemanfaatan eco-enzyme juga multi fungsi dan banyak sekali manfaat serta kegunaanya termasuk pada tanaman sebagai pupuk cair dan pengusir hama dengan cara disemprot (Pakki et al., 2021).

Penghematan yang terjadi selama 1 bulan dengan penggunaan cairan pembersih eco-enzyme substitusi pembersih yang dijual di pasar adalah Rp. 938.500/bulan. Proses ini sudah berlangsung selama 5 bulan sehingga PT. XX dapat menghemat sebesar Rp. 4.692.500,- pembelian cairan pembersih.

Sebagai lanjutan dari penelitian ini adalah pemanfaatan eco-enzyme dalam menurunkan parameter Total Coliform (metode APHA 1999, 92228) pada air limbah hasil pengolahan di PT. XX yang selama ini dikontrol melalui penambahan klorin yang merupakan bahan kimia yang tidak ramah lingkungan. Substitusi dengan bahan alami berupa eco-enzyme menjadi topik lanjutan dari penelitian.

#### UCAPAN TERIMAKASIH



Ucapan terima kasih ditujukan kepada PT. XX yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian ini, juga pada pihak kantin terima kasih atas kerjasamanya, dan terima kasih kepada LPPM dan Dekan Fakultas Teknik UTB Lampung atas dukungannya.

## 5. REFERENCES

- A. Mahdia, P. A. Safitri, R. F. Setiarni, V. F. A. Maherani, M. N. Ahsani, & M. S. Soenarno. (2022). Analisis Keefektifan Ekoenzim sebagai Pembersih Kandang Ayam dari Limbah Buah Jeruk (Citrus sp.). *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan*, 10(1), 42–46. <https://doi.org/10.29244/jipthp.10.1.42-46>
- Agustina, D., Yosmar, S., Fransiska, H., & Taksyah, M. (2021). Pendampingan Survey Tentang Pemahaman Warga Rt.39 Rw.07 Kelurahan Pagar Dewa Terhadap Pemanfaatan Disinfektan Sebagai Upaya Pencegahan Penyebaran Covid-19. *Tribute: Journal of Community Services*, 2(1), 19–30. <https://doi.org/10.33369/tribute.v2i1.14092>
- Alkadri, S. P. A., & Asmara, K. D. (2020). Pelatihan Pembuatan Eco-Enzyme Sebagai Hand sanitizer dan Desinfektan Pada Masyarakat Dusun Margo Sari Desa Rasau Jaya Tiga Dalam Upaya Mewujudkan Desa Mandiri Tangguh Covid-19 Berbasis Eco-Community. *Jurnal Buletin Al-Ribaath*, 17(2), 98. <https://doi.org/10.29406/br.v17i2.2387>
- Budiyanto, C. W., Yasmin, A., Fitdaushi, A. N., Rizqia, A. Q. S. Z., Safitri, A. R., Anggraeni, D. N., Farhana, K. H., Alkatiri, M. Q., Perwira, Y. Y., & Pratama, Y. A. (2022). Mengubah Sampah Organik Menjadi Eco Enzym Multifungsi: Inovasi di Kawasan Urban. *DEDIKASI: Community Service Reports*, 4(1), 31–38. <https://doi.org/10.20961/dedikasi.v4i1.55693>
- Dewi, A. K., Sudaryanto, S., & Amalia, R. (2018). Penggunaan Ekstrak Kulit Jeruk Nipis (Citrus Aurantifolia) pada Berbagai Jarak Paparan terhadap Penurunan Angka Kuman Udara di Puskesmas Sewon II Bantul. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(2), 58–64. <https://doi.org/10.29238/sanitasi.v10i2.876>
- Dewi Nofita, Neri Fadjria, & Arfiandi, A. (2023). Pelatihan Pembuatan Hand Soap Antibakteri Berbasis Eco Enzym Dari Kulit Jeruk Dan Kulit Manggis. *J-ABDI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(9), 6337–6342. <https://doi.org/10.53625/jabdi.v2i9.4862>
- Etienne, A., Génard, M., Lobit, P., Mbéguié-A-Mbéguié, D., & Bugaud, C. (2013). What controls fleshy fruit acidity? A review of malate and citrate accumulation in fruit cells. *Journal of Experimental Botany*, 64(6), 1451–1469. <https://doi.org/10.1093/jxb/ert035>
- Harahap, R. G., Nurmawati, N., Dianiswara, A., & Putri, D. L. (2021). Pelatihan Pembuatan Eco-Enzyme sebagai Alternatif Desinfektan Alami di Masa Pandemi Covid-19 bagi Warga Km.15 Kelurahan Karang Joang. *SINAR SANG SURYA: Jurnal Pusat Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 67. <https://doi.org/10.24127/sss.v5i1.1505>
- Hasanah, Y., Mawarni, L., & Hanum, H. (2020). and Disinfectant. *Journal of Saintech Transfer*, III(2), 119–128.
- Jadid, N., Jannah, A. L., Wicaksono Putra Handiar, B. P., Nurhidayati, T., Purwani, K. I., Ermavitalin, D., Muslihatin, W., & Navastara, A. M. (2022). Aplikasi Eco Enzyme Sebagai Bahan Pembuatan Sabun Antiseptik. *Sewagati*, 6(1), 69–75. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v6i1.168>
- Janarthanan, M., Mani, K., & Raja, S. R. S. (2020). Purification of Contaminated Water Using Eco Enzyme. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 955(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/955/1/012098>
- Karlita, L. (2023). IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK ECO ENZYME Disusun dan diajukan oleh :
- Kumar, A., Kumar Sadhya, H., Ahmad, E., & Dulawat, S. (2020). Application of Bio-Enzyme in Wastewater (Greywater) Treatment. *International Research Journal of Engineering and Technology*, May. [www.irjet.net](http://www.irjet.net)
- Larasati, D., Puji Astuti, A., & Triwahyuni Maharani, E. (2020). Uji Organoleptik Produk Eco-Enzyme Dari Limbah Kulit Buah (Studi Kasus Di Kota Semarang). *Seminar Nasional Edusainstek*, 278–

283.

- Made Rai Rahayu, Nengah, M., & Yohanes Parlindungan Situmeang. (2021). Acceleration of Production Natural Disinfectants from the Combination of Eco-Enzyme Domestic Organic Waste and Frangipani Flowers (*Plumeria alba*). *SEAS (Sustainable Environment Agricultural Science)*, 5(1), 15–21. <https://doi.org/10.22225/seas.5.1.3165.15-21>
- Miswar Tumpu, Franky Edwin Paskalis Lapian, Mansyur, Octovianus SR Pasanda, I Wayan Muliawan, Poppy Indrayani, I. G. M. Y. (2022). *ENERGI HIJAU* (A. Selvina Gala (ed.)). CV. Tohar Media.
- Nazurahani, A., Pasaribu, R. N. C., Ningsih, A. P., & Medan, U. N. (2022). Pembuatan Eco-enzym Sebagai Upaya Pengolahan Limbah rumah Tangga. *Jurnal Pendidikan Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Indonesia (JPPIPAI)*, 2(1), 16–22. <http://jurnal.unimed.ac.id>
- Nusantara, E. (2021). Pembuatan Eco enzyme. *Eco Enzyme Nusantara*, 2.
- Pakki, T., Adawiyah, R., Yuswana, A., Namriah, Dirgantoro, M. A., & Slamet, A. (2021). Pemanfaatan Eco-Enzyme Berbahan Dasar Sisa Bahan Organik Rumah Tangga dalam Budidaya Tanaman Sayuran di Pekarangan. *Prosiding PEPADU 2021: Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(November), 126–134. <https://jurnal.lppm.unram.ac.id/index.php/prosidingpepadu/article/view/385>
- Pertiwi, N. (2016). Kandungan Lignin, Selulosa, Hemiselulosa dan Tanin Limbah Kulit Kopi yang di Fermentasi Menggunakan Jamur *Aspergillus niger* dan *Trichoderma viride*. *Universitas Hasanudin*, 1–54.
- Putra, P. P., Wahyuni, F. S., Sari, Y. O., Erizal, E., Dachriyanus, D., Aldi, Y., Almasdy, D., & Salman, S. (2023). Pembuatan Produk Sabun Cair Dari Eco-Enzyme Di Kelurahan Andalas Kecamatan Padang Timur Kota Padang. *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*, 6(1), 23–30. <https://doi.org/10.25077/jhi.v6i1.644>
- Ramadani, A. H., Karima, R., & Ningrum, R. S. (2022). Antibacterial Activity of Pineapple Peel (*Ananas comosus*) Eco-enzyme Against Acne Bacterias (*Staphylococcus aureus* and *Prapionibacterium acnes*). *Indo. J. Chem. Res.*, 9(3), 201–207. <https://doi.org/10.30598/ijcr.2022.9-nin>
- 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. *BIOSEL (Biology Science & Education)*, 11(1), 31–44. <https://iainambon.ac.id/ojs/ojs-2/index.php/BS/article/view/4194>
- Safitri, I., Yuliono, A., Sofiana, M. S. J., 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. <https://doi.org/10.30994/jceh.v4i2.248>
- Septiani, R. (2023). *Pelatihan Pembuatan Eco-Enzyme dari Sampah Buah dan Sayur di Kelompok Wanita Tani (KWT) Kota Bandar Lampung*. 2(3), 14–23.
- Septiani, U., Najmi, & Oktavia, R. (2021). Eco Enzyme : Pengolahan Sampah Rumah Tangga Menjadi Produk Serbaguna di Yayasan Khazanah Kebajikan. *Jurnal Universitas Muhamadiyah Jakarta*, 02(1), 1–7. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaskat>
- Sipsn.menlhk.go.id. (2023). *CAPAIAN KINERJA PENGELOLAAN SAMPAH*. <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
- Wikaningrum, T., & Pratamadina, E. (2022). Potensi Penggunaan Eco Enzyme Sebagai Biokatalis Dalam Penguraian Minyak dan Lemak pada Air Limbah Domestik. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(4), 3924–3932. <https://doi.org/10.32672/jse.v7i4.4849>
- Zamroni, M., Prahara, R. S., Kartiko, A., Purnawati, D., & Kusuma, D. W. (2020). The Waste Management Program of 3R (Reduce, Reuse, Recycle) by Economic Incentive and Facility Support. *Journal of Physics: Conference Series*, 1471(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1471/1/012048>