



AKTIVITAS BAKTERI *Pseudomonas aeruginosa* DENGAN PENAMBAHAN EKOENZIM PADA PROSES DEGRADASI POPOK SEKALI PAKAI

Sufi Amir Syahputri, Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
Ulfayani Mayasari, Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
Rizki Amelia Nasution, Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
*Corresponding author E-mail: ssufiamirr@gmail.com

Abstract

This study aims to determine the ability of *Pseudomonas aeruginosa* bacteria with the addition of ecoenzymes in degrading disposable diapers. This study used the Non-factorial Complete Randomized Design (RAL) method consisting of 4 treatments and 4 repeats. The treatment used in this study was P0= Control, P1= *Pseudomonas aeruginosa* Bacteria (5%), P2= Ecoenzyme (5%), P3= *Pseudomonas aeruginosa* Bacteria and Ecoenzyme (5%). To determine the effect between treatments, the Anova test was used and continued with Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at the level of significance $\alpha = 5\%$. The results showed a reduction in the dry weight of disposable diapers in P0= 3.7% treatment, P1 = 41.8%, P2 = 50.1% and P3 = 59.1%. In the results of reducing the size of disposable diapers in the treatment P0 = 0.08, P1 = 0.09, P2 = 0.19 and P3 = 0.2. The activity of *Pseudomonas aeruginosa* bacteria with the addition of ecoenzymes is able to degrade disposable diapers in reducing the dry weight of disposable diapers but is unable to reduce the size of disposable diapers.

Keywords: degradation, *pseudomonas aeruginosa*, ecoenzyme

Abstrak

Popok sekali pakai (*diapers*) merupakan sampah anorganik yang sulit untuk diurai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan penambahan ekoenzim dalam mendegradasi popok sekali pakai. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non-faktorial yang terdiri dari 4 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah P0= Kontrol, P1= Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* (5%), P2= Ekoenzim (5%), P3= Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan Ekoenzim (5%). Untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan digunakan uji Anova dan dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$. Hasil penelitian menunjukkan pengurangan berat kering popok sekali pakai pada perlakuan P0= 3.7%, P1 = 41.8%, P2 = 50.1% dan P3 = 59.1%. Pada hasil pengurangan ukuran popok sekali pakai pada perlakuan P0 = 0.08, P1 = 0.09, P2 = 0.19 dan P3 = 0.2. Aktivitas bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan penambahan ekoenzim mampu mendegradasi popok sekali pakai pada pengurangan berat kering popok sekali pakai tetapi tidak mampu dalam mengurangi ukuran pada degradasi popok sekali pakai.

Kata Kunci: degradasi, *Pseudomonas aeruginosa*, ekoenzim

PENDAHULUAN

Popok sekali pakai (*diapers*) merupakan sampah anorganik karena pada umumnya terbuat dari polimer, termasuk selulosa, polypropylene, polyester, dan polietilen sehingga sulit terurai. Popok sekali pakai merupakan penyumbang sampah terbesar kedua di laut yakni 21% menurut riset Bank Dunia 2017.

Penyebab dari peristiwa ini karena banyaknya limbah popok sekali pakai yang dibuang ke sungai. Selain itu, pembuangan sampah menjadi satu dalam tempat pembuangan akhir (TPA) baik sampah rumah tangga maupun yang mengandung bahan kimia menjadi satu tanpa ada proses lanjutan yang akan menimbulkan bau yang tidak sedap untuk lingkungan sekitarnya. Ini juga akan menjadi persoalan serius jika cairan yang keluar dari sampah yang membusuk dan mungkin terkontaminasi dengan bahan kimia akan dapat mencemari air dan tanah (Mayangsari, *et al.* 2022).

Penguraian popok sekali pakai dapat dilakukan dengan biodegradasi menggunakan agen pengurai dari mikroorganisme. Biodegradasi merupakan proses penguraian bahan organik dan anorganik oleh aktivitas mikroorganisme seperti bakteri dan fungi. Salah satu teknologi yang aman dan berwawasan lingkungan dalam biodegradasi popok sekali pakai adalah menggunakan bakteri yang berpotensi sebagai pengurai dalam proses biodegradasi.

Biodegradasi popok sekali pakai dapat memanfaatkan bakteri, Salah satu jenis bakteri yang banyak diteliti dan memiliki kemampuan mendegradasi plastik adalah genus *Pseudomonas sp.* Merupakan bakteri yang memiliki kemampuan mendegradasi yang cukup baik. Dalam genus ini dapat digunakan spesies *Pseudomonas aeruginosa* sebagai mikroorganisme pengurai polimer plastik (Sriningsih, *et al.* 2015).

Transformasi dilakukan oleh mikroorganisme, khususnya bakteri pendegradasi melalui proses metabolisme dengan cara menghasilkan enzim. Optimalisasi kondisi lingkungan dilakukan agar aktivitas metabolisme mikroba dapat terselenggara dengan baik. Biodegradasi didefinisikan sebagai suatu proses oksidasi senyawa organik oleh mikroba karena adanya proses metabolisme zat organik melalui enzim (Fidiastuti, *et al.* 2017).

Penelitian Biodegradasi popok sekali juga dapat menggunakan bakteri, salah satunya bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* sudah banyak digunakan untuk mendegradasi bahan plastik, oleh karena itu digunakan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* untuk biodegradasi popok sekali yang mengandung bahan polimer plastik. Proses degradasi oleh bakteri dengan cara penguraian polimer plastik menjadi molekul molekul sederhana yang termineralisasi produk akhir menjadi CO₂ dan H₂O, proses penguraian terjadi karena penempelan koloni bakteri dengan aksi enzim yang terbentuk dari mikroorganisme.

Seperti yang kita ketahui proses degradasi menggunakan bakteri membutuhkan waktu yang cukup lama, maka dari itu dibutuhkan penambahan enzim untuk membantu bakteri dalam mendegradasi popok sekali pakai. Salah satunya enzim selulase yang terdapat didalam ekoenzim dari ekstrak kulit jeruk, pada penelitiannya Benny *et al.* (2023) menyatakan bahwa sebagian besar residu ini kaya akan nutrisi dan enzim, *mengandung selulase* dan amylase. Keberadaan enzim selulase dalam suatu reaksi dapat memaksimalkan konversi selulosa menjadi gula sederhana (glukosa).

Ekoenzim adalah zat organik kompleks dari rantai protein (enzim), asam organik dan garam mineral yang berfungsi menyusun, menguraikan, mengubah, dan mengkatalisis. Selama proses fermentasi ekoenzim, asam organik diekstraksi dari kulit buah menjadi larutan enzim. yang mampu mendegradasi zat polutan (Gaspersz, *et al.* 2023)

Berdasarkan uraian diatas diharapkan dengan adanya penambahan ekoenzim pada bakteri *pseudomonas aeruginosa* dapat mempercepat proses biodegradasi popok sekali pakai. Berdasarkan keterangan tersebut peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “ **Aktivitas Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan Penambahan Ekoenzim pada Proses Degradasi Popok Sekali Pakai**”. Rumusan masalah dalam penelitian ini, ialah; Bagaimana aktivitas bakteri *Pseudomonas aeruginosa* pada pengurangan berat dan pengurangan ukuran dalam degradasi popok sekali pakai? Bagaimana aktivitas ekoenzim pada pengurangan berat dan pengurangan ukuran dalam degradasi popok sekali pakai? Bagaimana aktivitas bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan penambahan ekoenzim

pada pengurangan berat dan pengurangan ukuran dalam degradasi popok sekali pakai?

Adapun Tujuan Penelitian ini Untuk mengetahui aktivitas bakteri *Pseudomonas aeruginosa* pada pengurangan berat dan pengurangan ukuran dalam degradasi popok sekali pakai. Untuk mengetahui aktivitas ekoenzim pada pengurangan berat dan pengurangan ukuran dalam degradasi popok sekali pakai. Untuk mengetahui aktivitas bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan penambahan ekoenzim pada pengurangan berat dan pengurangan ukuran dalam degradasi popok sekali pakai

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi mengenai pengetahuan tentang dampak negatif yang akan ditimbulkan dari sampah popok sekali pakai, dan cara penguraiannya menggunakan bakteri.

METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2023 s.d Januari 2024, dan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara, Jl. Bioteknologi No. 1 Padang Bulan Kec. Medan Baru, Kota Medan Sumatera Utara.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, Laminar Air Flow (LAF), erlemeyer, botol kaca, pipet tetes, tabung reaksi, hot plate, cawan petri, vortex, autoclave, oven, jarum ose, timbangan analitik, bunsen, pinset, beaker glass, inkubator, spatula, string hot plat, mikro pipet, tip mikro pipet, Aquadest, penggaris, gunting, objek glass, cover glass dan mikroskop binokuler. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah popok sekali pakai, Isolat murni bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, cairan ekoenzim kulit jeruk konsentrasi 5%, Nutrient Agar (NA), Nutrient Broth (NB), Mineral Salt Medium (MSM), alkohol 70%, aquades, larutan iodine, larutan kristal violet, safranin, aseton, aquades, tisu, aluminium foil dan plastik wrap.

Metode penelitian

Metode penelitian ini menggunakan metode yang bersifat kuantitatif eksperimental, Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan sebanyak 4 jenis perlakuan dan pengulangan sebanyak 4 kali. Pada setiap perlakuan di setiap ulangan Jumlah semua Erlenmeyer yang digunakan 64 erlenmeyer. Perlakuan 1 Popok sekali pakai tanpa diberi penambahan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan ekoenzim

Perlakuan 2 Popok sekali pakai dengan penambahan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* 5%

Perlakuan 3 Popok sekali pakai dengan penambahan ekoenzim 5%

Perlakuan 4 Popok sekali pakai dengan penambahan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* 5% dan ekoenzim 5%.

Prosedur Kerja

Prosedur kerja dalam penelitian ini meliputi persiapan bahan uji, sterilisasi alat, Pembuatan media, pembuatan ekoenzim, peremajaan isolat uji, identifikasi bakteri, Pembuatan starter isolat uji, pembuatan konsentrasi ekoenzim, biodegradasi popok sekali pakai, pengukuran popok sekali pakai setelah degradasi, persentase kehilangan berat kering.

$$\text{Kehilangan berat} = \frac{w_1 - w_f}{w_1} \times 100\%$$

W1 = Berat kering awal popok sekali pakai sebelum degradasi (g)

Wf = Berat kering akhir popok sekali pakai setelah degradasi (g)

Selanjutnya data kan dianalisis menggunakan SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan selama 40 hari mulai dari bulan November 2023 s.d Januari 2024 di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Sumatera Utara. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui kemampuan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* yang dikombinasikan dengan Ekoenzim dalam mendegradasi produk polimer plastik yaitu popok sekali pakai.

Tabel 3.1 Pengurangan berat

Perlakuan	Rata – Rata Pengurangan Berat Hari Ke-			
	10	20	30	40
P0	1.6%	2.2%	3.9%	3.7%
P1	1.9%	13%	35%	41.8%
P2	3%	21%	42.1%	50.1%
P3	5.4%	29.6%	44.2%	59.1%

Keterangan : P0 = Kontrol, P1 = *Pseudomonas aeruginosa*, P2 = Ekoenzim, P3 = *Pseudomonas aeruginosa* + Ekoenzim

Dalam mengukur pengurangan berat popok sekali pakai yang di ujikan, dapat dilakukan dengan menghitung selisih berat potongan popok skali pakai sebelum perlakuan degradasi dengan berat potongan popok setelah perlakuan degradasi. Tabel 3.1 menunjukkan bahwa perlakuan P0 pada proses degradasi popok sekali pakai selama masa inkubasi 10 sampai 40 hari diketahui rata – rata

pengurangan yang paling tinggi terdapat pada hari ke 40 yaitu 3.7%, diikuti P1 dengan rata – rata di 41.8%, P2 dengan rata – rata tertinggi di hari ke 40 yaitu 50.1%, dan yang paling berpengaruh adalah P3, yaitu perlakuan penambahan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan ekoenzim dengan rata – rata di hari ke 40 yaitu 59.1%. Hal ini membuktikan bahwa aktivitas bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan bakteri yang terdapat didalam ekoenzim dapat bekerjasama atau terkoordinasi dengan baik.

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
P0	4	3.7250			
P1	4		41.8750		
P2	4			50.1250	
P3	4				59.1500
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

Hasil analisis lanjut uji Duncan dengan taraf 5% pada hasil penurunan berat popok sekali pakai menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan ekoenzim dengan rata – rata (59.1500) berbeda nyata dengan perlakuan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* (P1) (41.8750), perlakuan ekoenzim (P2) (50.1250), dan perlakuan control (P0) (3.7250) Data hasil uji 1025solat menyatakan bahwa dari setiap perlakuan memiliki kehilangan berat yang berbeda dan perlakuan terbaik di hasilkan oleh perlakuan kombinasi bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan ekoenzim.

Tabel 3.2 Pengurangan Ukuran Popok Sekali Pakai

Perlakuan	Rata – Rata Pengurangan Ukuran Hari Ke-			
	10	20	30	40
P0	0	0	0	0.08
P1	0.02	0.06	0.07	0.09
P2	0.02	0.18	0.19	0.19
P3	0.02	0.18	0.19	0.2

Hasil penurunan ukuran atau regangan pada popok sekali pakai dapat di ketahui dengan mengukur selisih panjang ukuran popok sekali pakai awal dan panjang ukuran popok sekali pakai setelah perlakuan. Tabel 3.2 menunjukkan bahwa perlakuan yang paling berpengaruh adalah P3, yaitu perlakuan penambahan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan ekoenzim dengan perubahan regangan kecil pada rata hari ke 40 yakni sebesar 0.2. Yang kemudian diikuti oleh P2 dengan pengurangan sebesar 0.19, kemudian pada P1 mengalami pengurangan di hari ke 40 sebesar 0,09 dan penurunan terkecil didapatkan dari P0 dengan hasil sebesar 0.08. Hal ini membuktikan bahwa aktivitas bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan bakteri yang terdapat didalam ekoenzim dapat bekerjasama dengan baik. Produk enzim yang dihasilkan oleh aktivitas kedua bakteri dapat mempercepat pengikisan lapisan polimer plastik, sehingga dalam mengurangi ukuran popok sekali pakai lebih banyak walapun pengaruhnya kecil.

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
P0	4	.0800		
P1	4		.0900	
P2	4			.1975
P3	4			.2000
Sig.		1.000	1.000	.584

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

Data yang diperoleh dari uji lanjut Duncan menunjukkan perlakuan kombinasi bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan ekoenzim (P3) (2.000) memiliki nilai pengurangan yang berbeda tidak nyata terhadap perlakuan ekoenzim (P2) (1.975) dan memiliki perbedaan yang signifikan dengan perlakuan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* (P1) (0.900) dan kontrol (P0) (0.800). Pada perlakuan ekoenzim (P2) dan perlakuan kombinasi (P3) memiliki nilai yang berbeda tidak nyata. Setiap perlakuan memiliki besaran pengurangan ukuran yang berbeda, pada perlakuan P2 dan P3 memiliki hasil penurunan yang tidak berbeda jauh. Perubahan ukuran pada potongan popok sekali pakai sangat kecil. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan ekoenzim hanya berdampak kecil dalam mengurangi ukuran popok sekali pakai.

Pembahasan

Aktivitas bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan bakteri yang terdapat didalam ekoenzim membentuk konsorium bakteri dan bekerja sama dalam mendegradasi potongan popok sekali pakai, sehingga hasil yang didapatkan lebih besar dibandingkan perlakuan P1 dan P2. Produk enzim yang dihasilkan oleh aktivitas kedua bakteri dapat mempercepat pengikisan lapisan polimer plastik sehingga mudah terurai.

Persentase penurunan berat popok sekali pakai memiliki hasil penurunan berat yang berbeda pada setiap perlakuan. Hal ini dapat disebabkan oleh proses awal masa biodegradasi yang diawali secara abiotik dengan mengubah gugus rantai utama dengan gugus karbonil (C=O), sehingga terjadi proses

oksidasi pada rantai polimer polietilen dan polopropilen, proses ini dinamakan proses fotodegradasi. Proses ini mengubah sifat polimer hidrokarbon yang awalnya bersifat hidrofobik berubah menjadi hidrofilik yang mudah terlarut di dalam air. Sehingga dalam proses biodegradasi memudahkan mikroorganisme dalam mengurai senyawa polimer yang terkandung didalam plastik (Gilan *et al*, 2004 dalam Octavianda, 2016). Selanjutnya terjadi proses biodegradasi secara biotik yang dilakukan oleh mikroorganisme pada permukaan plastik. Sifat plastik yang telah berubah menjadi hidrofilik menyebabkan bakteri mudah menempel pada permukaan plastik. Pada saat bakteri menempel dipermukaan plastik, bakteri akan melakukan proses kolonisasi sehingga biodegradasi akan mudah dilakukan. Bakteri yang terlibat dalam

proses biodegradasi mengubah senyawa polimer yang terkandung pada plastik dan menjadikannya sebagai sumber karbon untuk bertahan hidup, hal ini dapat ditandai dengan terbentuknya biofilm. Pada proses ini bakteri mengubah senyawa kompleks pada plastik menjadi bentuk yang lebih sederhana (oligomer, dimer dan monomer) dengan bantuan enzim. Semakin besar sumber karbon yang dapat dikelola, maka masa pertumbuhan bakteri semakin besar dan dapat berkembangbiak sebanyak-banyaknya. Ketika proses biodegradasi dapat terjadi dengan baik, penguraian polimer plastik juga akan semakin besar (Eskander & Saleh, 2017).

Biodegradasi plastik merupakan proses pengikisan permukaan karena enzim ekstraseluler yang dihasilkan bakteri hanya bekerja pada permukaan polimer dan tidak dapat masuk ke dalam zat polimer. Permukaan polimer plastik secara bertahap akan larut karena adanya enzim bakteri, sehingga mengurangi berat polimer dan meningkatkan persentase penurunan berat seiring berjalannya masa inkubasi (Gajendiran *et al.*, 2016).

Penurunan ukuran yang terjadi pada potongan popok sekali pakai pada perlakuan P0 lebih rendah dibandingkan P1, P2 dan P3. Hal ini dikarenakan pengurangan ukuran popok hanya dipengaruhi oleh media degradasi yang sifatnya cair sehingga sedikit memberikan efek kusut pada potongan popok sekali pakai. Pada perlakuan P1 penambahan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* memiliki nilai yang lebih tinggi dari pada P0 dan memiliki nilai lebih rendah dari pada P2 dan P3. Hal ini dapat disebabkan oleh persebaran koloni bakteri yang tidak merata karena *Pseudomonas* cenderung membentuk biofilm pada permukaan popok sekali pakai yang hidup bebas di kolom air, hal tersebut dilakukan agar bakteri lebih mudah mendapatkan sumber karbon (Sriningsih & Shovitri, 2015).

Koloni bakteri yang menempel pada permukaan plastik akan membentuk formasi biofilm dan menyebabkan keretakan pada polimer plastik, kemudian bakteri akan mensekresikan enzim dari proses depolimerasi, yakni enzim intraseluler dan enzim ekstraseluler yang berperan dalam proses hidrolisis sehingga dapat memecahkan senyawa polimer plastik menjadi yang lebih kecil yaitu oligomer, dimer dan monomer (Eskander & Saleh, 2017).

Kemudian terjadi proses asimilasi didalam sitoplasma bakteri. Bakteri akan menyerap monomer plastik dan menggunakannya sebagai sumber energi dan karbon. Untuk menghasilkan biomassa, energi, cadangan makanan, serta metabolit primer dan sekunder untuk proses pertumbuhan, dalam proses ini terjadi proses metabolisme. Tahap terakhir, yang dikenal sebagai mineralisasi, menghasilkan produk metabolit sederhana dan kompleks, seperti asam organik dan aldehida, yang akan disekresikan ke ruang ekstraseluler. Sementara itu, hasil metabolisme intraseluler yaitu garam mineral, CO₂, H₂O, CH₄, dan N₂ akan teroksidasi ke lingkungan (Lucas *et al.*, 2008).

Proses biodegradasi dapat terjadi karena beberapa faktor, faktor-faktor tersebut diantaranya karakter dari organismenya, jenis polimer dan jenis perilaku uji. Proses degradasi yang berlangsung dapat diamati secara alami, berbagai ciri fisik yang menonjol pada objek degradasi menunjukkan bahwa proses biodegradasi sedang berlangsung. Ciri fisik tersebut antara lain adanya keterakan pada objek degradasi, perubahan warna, timbulnya formasi biofilm dan terjadi denitifikasi. Selain terdapat ciri fisik yang menjadi faktor terjadinya biodegradasi, terdapat juga faktor lingkungan yang menjadi faktor pendukung terbesar terjadinya biodegradasi.

Beberapa faktor lingkungan tersebut ialah pasokan nutrisi sebagai sumber energi bagi mikroorganisme berkembangbiak, pasokan oksigen sebagai sumber kehidupan, pH, suhu, kelembaban, dan struktur kimia plastik yang didegradasikan. Kadar pH yang stabil dapat menjadi faktor biodegradasi berjalan dengan baik, jika kadar pH tidak stabil keberlangsungan pertumbuhan mikroorganisme akan terganggu akibat tidak dapat bertahan pada kadar pH tertentu. Dalam proses degradasi plastik memerlukan suhu yang optimal berkisar antara 20 °C – 40 °C agar koloni bakteri ataupun mikroorganisme dapat bekerjasama dalam proses biodegradasi (Sangale, 2012).

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* mampu mendegradasi popok sekali pakai dengan

persentase dari rata-rata hari ke 10 – 40 yang cukup tinggi sebesar 22% selama masa inkubasi 40 hari dan terjadi pengurangan ukuran popok sekali pakai yang sangat kecil sebesar 0,2 pada inkubasi hari ke 40. Perlakuan ekoenzim mampu mendegradasi popok sekali pakai dengan persentase yang cukup tinggi sebesar 29% selama masa inkubasi 40 hari dan terjadi pengurangan ukuran popok sekali pakai yang sangat kecil sebesar 0,01. Perlakuan kombinasi bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan ekoenzim mampu mendegradasi popok sekali pakai dengan persentase yang cukup tinggi sebesar 34,5% selama masa inkubasi 40 hari dan terjadi pengurangan ukuran popok sekali pakai yang sangat kecil sebesar 0,14.

Sebaiknya pada peneliti yang akan melanjutkan penelitian ini dapat mengambil fokus pada beberapa bagian lain dari struktur penyusun popok sekali pakai. Sebaiknya pada peneliti yang akan melanjutkan penelitian ini dapat menambahkan waktu masa inkubasi agar lebih maksimal. Sebaiknya pada masyarakat dapat mengurangi penggunaan popok sekali pakai karena dapat menimbulkan gangguan kesehatan baik pada bayi maupun pada lingkungan sekitar akibat penggunaan plastik yang berlebihan.

DAFTAR RUJUKAN

- Eskander, S., & Saleh, H. E. D. (2017). Biodegradation: process mechanism. *Environ. Sci. & Eng*, 8(8), 1-31.
- Fidiastuti, R. H., & Suarsini, E. (2017). Potensi Bakteri Indigen Dalam Mendegradasi Limbah Cair Pabrik Kulit Secara In Vitro. *Bioeksperimen*, 3(1), 1-11.
- Gaspersz, M. M., & Fitrihidajati, H. (2022). Pemanfaatan Ekoenzim Berbahan Limbah Kulit Jeruk dan Kulit Nanas sebagai Agen Remediasi LAS Detergen. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 11(3), 503-513.
- Lucas, N., Bienaime, C., Belloy, C., Queneudec, M., Silvestre, F., & Nava-Saucedo, J. E. (2008). Polymer biodegradation: Mechanisms and estimation techniques—A review. *Chemosphere*, 73(4), 429-442.
- Mayangsari, W., Gianawati, N. D., Prasetyo, F. A., & Rahmawati, A. (2022). Community Participation In Diapers Waste Management. *UNEJ e-Proceeding*, 80-86.
- Octavianda, F. T., Asri, M. T., & Lisdiana, L. (2016). Potensi Isolat Bakteri Pendegradasi Plastik Jenis Polietilen Oxo-Degradable dari Tanah TPA Benowo Surabaya. *Lentera Bio*, 5(1), 32-35.
- Sangale, M. K., Shahnawaz, M., & Ade, A. B. (2012). A review on biodegradation of polythene: the microbial approach. *J Bioremed Biodeg*, 3(10), 1-9.
- Sriningsih, A., & Maya, S. (2015). Potensi Isolat Bakteri *Pseudomonas* sebagai Pendegradasi Plastik. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*. 4(2). 67-70.