

Studi Proses Fermentasi Material Organik: Konversi Sampah Organik menjadi Eco-Enzyme Larutan Multiguna untuk Kehidupan dan Bumi

(Study of Organic Material Fermentation Process: Conversion of Organic Waste into Eco-Enzyme Multi-Purpose Solutions for Life and Earth)

*Fitria Julianti¹⁾, Bagas Hermawan²⁾, Ledis Heru Saryono Putro³⁾

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang

Jl. Pangeran Ratu No. 475 Kel. Lima Ulu Kec. Jakabaring, Kota Palembang

Email: fitriajulianti49@gmail.com

ABSTRAK

Volume sampah dan limbah terproduksi oleh kehidupan manusia terus meningkat dan sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk, mencakup organik, anorganik dan limbah bahan berbahaya dan beracun (LB3). Sampah organik >54% dari total limbah terproduksi dan terus membebani tempat pembuangan akhir (TPA). Konversi sampah-limbah organik sisa buah dan sayuran menjadi *eco-enzyme* (EE) penting digalakkan guna mengurangi timbunan sampah dan memperoleh larutan multiguna bagi kehidupan dan bumi. Tujuan penelitian ini untuk pengujian tahapan selama proses fermentasi pada produk-antara biokonversi dari sisa buah-sayuran menjadi *eco-enzyme* (EE). Metode pada penelitian-pembuatan EE dengan campuran bahan molase, sisa buah-sayur, dan air sumur perbandingan 1:3:10. Dilakukan uji variable total dissolved solid (TDS), *electrical conductivity* (EC), oksidasi-reduksi potensial (ORP), pH, dan suhu. EE hari ke-46 dan EE produk jadi (≥ 90 hari). Berdasarkan hasil penelitian dalam proses fermentasi EE hari ke-46 pada Reaktor-1 variabel TDS, EC, pH, dan suhu berurutan 3385 ppm, 6855 $\mu S/cm$, 3,48, 190 mV, 28,6°C; untuk Reaktor-2 berurutan 3315 ppm, 6530 $\mu S/cm$, 3,34, 188 mV, 28,3°C. Selanjutnya EE produk jadi berurutan 3460 ppm, 6900 $\mu S/cm$, 3,34, 159mV, 29,6°C. TDS dan EC yang tinggi disemua sampel. Hal ini menunjukkan bahwa pada EE terjadi mekanisme biokonversi dari terlarut, garam, klorida, dan material organik. Eco-enzyme yang dihasilkan berwarna lebih coklat tua pada EE produk dengan fermentasi ≥ 90 hari di dibandingkan EE lainnya. EE dalam proses fermentasi beraroma khas fermentasi sesuai dengan jenis bahan organik yang digunakan.

Kata kunci: eco-enzyme, fermentasi, molase, material organik, biokonversi

PENDAHULUAN

Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat atau semi padat berupa zat organik atau an organik bersifat dapat terurai atau tidak dapat terurai yang dianggap sudah tidak berguna lagi dan dibuang ke lingkungan.

"Produktivitas dan Pelestarian Biodiversitas Lahan Basah dalam Perwujudan Ekonomi Rendah Karbon menuju SDGs 2045"

Sampah Organik adalah barang/bahan yang dianggap sudah tidak terpakai dan dibuang oleh pemilik/pemakai sebelumnya, tetapi masih bisa dipakai kalau dikelola dengan prosedur yang benar (Chandra, 2006). Sampah organik dapat juga dikatakan sebagai sampah yang bisa mengalami pelapukan (dekomposisi) dan terurai menjadi bahan yang lebih kecil dan tidak berbau (sering disebut dengan kompos) (Selamet, 2002). Kompos merupakan hasil pelapukan bahan-bahan organik seperti daun-daunan, jerami, alang-alang, sampah, rumput, dan bahan lain yang sejenis yang proses pelapukannya dipercepat oleh bantuan manusia. Sampah pasar khusus seperti pasar sayur mayur, pasar buah, atau pasar ikan, jenisnya relatif seragam, sebagian besar (56%) berupa sampah organik sehingga lebih mudah ditangani (Nyimas Septi, 2016). Sampah yang berasal dari pemukiman umumnya sangat beragam, tetapi secara umum minimal 75% terdiri dari sampah organik dan sisanya anorganik.

Berdasarkan hasil observasi awal hingga saat ini sampah masih menjadi masalah serius diberbagai kota besar di Indonesia (Fau et al., 2020). Sampah menjadi masalah pokok bagi kota-kota besar di berbagai dunia, tak terkecuali di Indonesia. Beberapa kota besar di Indonesia yang sedang berjuang mengatasi permasalahan sampah saat ini diantaranya Jakarta, Bandung, dan Surabaya dan sekitar 80% dari jumlah total sampah yang dihasilkan umumnya merupakan sampah organik, yang hanya dilihat sebagai sisa dan tidak memiliki nilai ekonomi (Pratiwi, 2020). Sampah organik seringkali menumpuk begitu saja di pasar, selain mengganggu kenyamanan seringkali menyebabkan penyakit (Putra & Ariesmayana, 2020). Sampah rumah tangga merupakan jenis sampah yang turut Menyumbang pencemaran lingkungan. Sampah dapat menimbulkan gangguan jika tidak ditangani dengan serius. Enam puluh delapan persen sampah rumah tangga terdiri dari sampah organik (Rabbani, 2020). Sekolah merupakan tempat penghasil sampah terbanyak setelah industri dan pasar (Mulyanto, 2020). Pengelolaan sampah organik belum dilakukan dengan baik dan masih didominasi dengan membuangnya ke lahan kosong, saluran air, atau dibakar. Padahal, sampah organik sangat bermanfaat jika diolah menjadi pupuk kompos cair (Ngurah *et al.*, 2020).

Banyaknya limbah di Indonesia umumnya karena masyarakat kurang sadar betapa krusialnya daur ulang sampah serta masyarakat umumnya abai akan bahaya dari penumpukan sampah organik karena dianggap dapat digunakan sebagai pupuk. Faktanya, masyarakat membuang sampah organiknya di dalam kantong plastik begitu saja, sehingga akan bersatu-bergabung dengan sampah anorganik, dan bahan-bahan lainnya yang menyebabkan sampah tersebut tidak dapat dimanfaatkan, hal ini terbukti dengan data yang dikumpulkan oleh Badan Pusat Statistik bahwa 66,8% masyarakat membakar sampahnya, dan hanya 1,2% masyarakat yang melakukan proses daur-ulang. Proses pembakaran sampah ini merupakan hal fatal yang harusnya dapat dihindari, walaupun dengan hal kecil seperti mendaur ulang sampah, sehingga bila dilakukan

"Produktivitas dan Pelestarian Biodiversitas Lahan Basah dalam Perwujudan Ekonomi Rendah Karbon menuju SDGs 2045"

secara konsisten dan oleh banyak orang, proses daur ulang ini akan berdampak besar pada lapisan ozon bumi.

Eco-enzyme ini merupakan produk fermentasi dari campuran bahan-bahan tertentu seperti sisa sayur dan buah, atau juga dapat menambahkan bunga atau dedaunan aromatik, kemudian gula jawa atau gula aren bahkan dianjurkan menggunakan molase agar mengurangi “budget”, dan juga air. Penggunaan gula aren ataupun molase ini menimbulkan warna coklat pada eco-enzyme yang baru dibuat, serta aromanya akan segar seperti bahan yang digunakan (Hemalatha & Visantini, 2020)

Eco-enzyme mempunyai banyak fungsi, antara lain yang utama meliputi menguraikan, menyusun, mengubah, dan mengkatalisis. Pertama, karena mengandung enzim hasil biokonversi material hayati sehingga dapat digunakan untuk pembersih lantai serta peralatan rumah tangga lainnya. Dapat digunakan untuk pemurnian udara atau menghilangkan bau. Beberapa penelitian telah menemukan ekoenzim memiliki sifat antibakteri, asimilasi kimia, dan katalitik (lipase, protease, dan amilase) (Farma, 2021).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan eco-enzyme yaitu: pisau, gunting, saringan, botol plastik, corong, kain kasa, kotak plastik, timbangan, alat ukur kualitas air/cairan 5in1, dan pH/Eh/Temperatur-meter. Bahan yang digunakan untuk pembuatan eco-enzyme yaitu: air, molase, kulit jeruk, dan kulit nanas.

Pembuatan Eco-enzyme

Pembuatan EE dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan; cuci bersih kulit buah dan potong menjadi bagian-bagian kecil;
2. Siapkan molase dan air dalam wadah (air sumur atau air PAM dengan sebelumnya diendapkan minimal 24 jam);
3. Masukkan potongan kulit buah ke dalam wadah yang telah berisi molase dan air pastikan semua kulit buah terendam dalam larutan (volume campuran maksimum 70% dari kapasitas wadah plastik);
4. Tutup wadah dengan rapat dengan dan bila perlu lapis tutup wadah dengan plastik wrapping; beri label wadah dan tanggal pembuatan, rencana panen, dan jenis bahan yang digunakan;
5. Setelah satu-dua minggu buka tutup wadah untuk mengeluarkan gas yang mungkin diproduksi dalam wadah;
6. Setelah 3 bulan siap untuk di panen dan saring hasil fermentasi dengan kain kasa.

“Produktivitas dan Pelestarian Biodiversitas Lahan Basah dalam Perwujudan Ekonomi Rendah Karbon menuju SDGs 2045”

Pengujian dan Analisis Data

Penelitian ini merupakan eksperimen dengan menggunakan limbah organik berupa kulit jeruk, kulit nanas, yang dicampur dengan molase dan air. Perbandingan komposisi masing-masing bahan yaitu 1:3:10 (1 bagian molase, 3 bagian limbah organik, dan 10 bagian air). Pengumpulan dan analisis data dengan variabel yang diamati pada penelitian ini adalah karakteristik eco-enzyme (EE) yang dihasilkan meliputi pH, TDS, EC, Suhu, ORP (potensial redoks) hari ke-46 dan produk jadi EE. Penelitian ini dilakukan mulai tanggal 5 April sampai dengan 17 Mei 2023.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Proses Fermentasi Sampah Organik menjadi Eco-enzyme

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh karakteristik variabel abiotik dari EE dengan bahan organik dari limbah kulit jeruk dan kulit nanas pada usia fermentasi 46 hari dan EE produk (telah jadi; ≥ 90 hari) (Tabel 1). Visualisasi proses EE hari ke-46 dengan bahan organik kulit jeruk dan kulis nanas pada Gambar 1.

Tabel 1. Hasil uji kualitas EE hari ke-46 dan EE produk

Cairan EE dari	TDS (ppm)	EC ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	pH	ORP (mV)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)
Reaktor 1	3385	6855	3,34	190	28,6
Reaktor 2	3315	6530	3,34	188	28,3
EE produk ^a	3460	6900	3,98	159	29,6

^a Proses fermentasi ≥ 90 hari





Gambar 1. Visualisasi proses EE hari ke-46 dengan bahan organik kulit jeruk dan kulit nanas

Karakteristik sampel eco-enzyme yang dianalisis setelah waktu yang dicapai yaitu hari ke-46 dan hari ≥ 90 hari. Parameter biokimia seperti pH dan TDS dianalisis sesuai dengan prosedur dalam metode standar. Hasil pengujian ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa adanya kecenderungan larutan eco-enzyme yang dihasilkan dari bahan organik berupa kulit buah menghasilkan parameter kimia bersifat asam dengan nilai pH rendah. Asam organik adalah pokok penting dalam penentuan keasaman. Artinya semakin tinggi kandungan asam organiknya, semakin rendah nilai pH. Dengan demikian, eco-enzyme yang memiliki nilai pH rendah dalam penelitian ini sebagai akibat dari kandungan asam organik yang tinggi seperti asam asetat atau asam sitrat (Etienne et al., 2013).

Selanjutnya untuk larutan enzim yang ada dihasilkan dengan bahan organik berupa limbah buah atau limbah padat organik dan molase yang ditambahkan sebagai substrat dalam proses fermentasi mendorong variabel TDS yang tinggi pada eco-enzyme (Selvakumar dan Sivashanmugam, 2015). Sebagaimana hasil penelitian untuk kulit nanas dan kulit jeruk, diperoleh pH 3,98 (Tabel 1). Untuk larutan EE yang ada pada bahan baku kulit nanas dan kulit jeruk maka mengindikasikan bahwa terkadi akumulasi bahan organik dan molase sebagai substrat dalam proses fermentasi yang memacu larutan EE sehingga mencapai kadar TDS tinggi.

Di sisi lain, salah satu masukan penting dalam pengolahan bahan organik yang dijadikan eco-enzyme adalah adanya pengaruh waktu fermentasi, dimana nilai parameter kecuali pH akan berkurang seiring waktu fermentasi karena degradasi bahan organik oleh mikroorganisme yang ada dalam larutan enzim (Nazim dan Meera, 2013). Oleh karenanya, indikator pH yang diperoleh akan lebih tinggi karena parameter dianalisis segera setelah 3 bulan fermentasi berlangsung. Selain itu pengaruh yang juga penting adalah bahan organik yang digunakan untuk fermentasi.

Material Organik dan Bahan Pendukung Pembuatan Eco-enzyme

Pembuatan EE dapat dilakukan dengan air sumur dan air dari Perusahaan Air Minum Daerah (PAM) (dengan pengolahan fisik-kimia-biologi). Hasil uji kualitas air sumur dan air PAM secara in-situ air PAM dan air sumur di Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji variabel air sumur dan air PAM

Cairan EE dari	TDS (ppm)	EC ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	pH	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	ORP (mV)
Air sumur	120	240	6,35	28,7	62
Air PAM	32	65	6,55	27,9	106

1. Buah Nanas

Nanas adalah tanaman yang berasal dari Amerika tropis, yaitu Brazil, Argentina dan Peru. Nanas merupakan salah satu buah yang banyak ditemukan di Indonesia, karena tanaman ini merupakan tanaman yang dapat tumbuh di daerah tropis. Satu pohon nanas menghasilkan satu buah nanas. Buah nanas bisa dimakan sebagai buah dan juga diperlukan sebagai bahan baku industri makanan seperti selai, jelly dan sirup (Samadi, 2014). Nanas adalah tanaman yang dapat hidup diberbagai musim. Panjang buah nanas 20-30 cm, dengan diameter bawah 2-3,5 cm, tengah 5,5-6,5 cm dan atas lebih kecil. Memiliki batang yang pendek beruas-ruas dan dikelilingi daun yang tersusun spiral. Daun nanas memanjang, sempit dan sedikit tajam (Sutedja, 2014).

Kulit nanas merupakan produk hasil olahan industri yang terdiri dari sisa daging buah, kulit, dan kulit terluar. Jika kulit nanas tidak dimanfaatkan dengan baik maka bisa menyebabkan pencemaran lingkungan (Audies, 2015). Kulit nanas mengandung enzim bromelin sebanyak 0,050-0,0754 %' Bromelin dikenal secara kimia sejak tahun 1876 dan mulai diperkenalkan sebagai bahan terapeutik saat ditemukan konsentrasinya yang tinggi pada bonggol nanas tahun 1957. Bromelin, yang didapatkan dari ekstrak mentah tanaman nanas (*Ananas comosus*. L), mengandung beberapa jenis proteinase (Naritasari et al., 2010).

Tanin mempunyai aktivitas sebagai antibakteri. Kulit buah nanas telah dilakukan tes phytochemical dan menunjukkan terdapatnya senyawa Tanin. Tanin mempunyai aktivitas biologis sebagai pengkhelat ion logam, antioksidan biologis dan merupakan senyawa antibakteri. Flavonoid mempunyai fungsi sebagai anti jamur dan antibakteri. Senyawa flavonoid mampu berperan secara langsung sebagai antibiotik dengan mengganggu fungsi organisme seperti bakteri atau virus. Flavonoid mengakibatkan transpor nutrisi yang menyebabkan timbulnya efek toksik terhadap bakteri dan

"Produktivitas dan Pelestarian Biodiversitas Lahan Basah dalam Perwujudan Ekonomi Rendah Karbon menuju SDGs 2045"

perubahan komponen organik (Angraeni dkk.,2014). Antosianin dipercaya berperan dalam sistem biologis, termasuk kemampuan sebagai pengikat radikal bebas (Arviani, 2010). Antosianin merupakan senyawa flavonoid yang memiliki kemampuan sebagai antioksidan (Ariviani, 2010).

2. Kulit Jeruk

Kulit jeruk merupakan salah satu sisa dari buah jeruk yang tidak digunakan lagi sehingga hanya menjadi sampah organik saja. Tetapi jika diolah dengan baik maka akan menjadi produk yang bermanfaat. Kulit jeruk mengandung beberapa senyawa yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut, seperti kandungan minyak atsiri di dalamnya. Minyak atsiri dalam kulit jeruk memiliki kandungan yang dapat memberikan efek menenangkan (Rusli, 2010). Kulit jeruk manis mengandung minyak atsiri. Minyak atsiri memiliki sifat anti jamur atau membasmi kuman dan merupakan komponen yang dibutuhkan untuk menghambat bakteri patogen anti mikroba. Manfaat kulit jeruk manis selain sebagai anti depresi, tonik, peredaradang tenggorokan dan batuk, juga bermanfaat sebagai antiseptik (Istianto dkk., 2014)

3. Molase

Olbrich (1973) mendefinisikan molase sebagai produk akhir pembuatan gula yang tidak mengandung lagi gula yang dapat dikristalkan dengan cara konvensional. Molase berwarna coklat dan berbentuk cairan kental. Molase (tetes tebu) merupakan hasil samping dari industri pengolahan gula yang masih mengandung gula cukup tinggi yakni sukrosa sebesar 48-55% . Tingginya kandungan gula pada molase membuat molase sering dijadikan sebagai tambahan sumber karbohidrat pada medium pertumbuhan mikroorganisme (Sebayang, 2006). Molase selain dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan biogas (Wati dan Prasetyani, 2010). Keuntungan dalam menambahkan molase di dalam proses fermentasi adalah dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri sehingga proses pemecahan senyawa organik menjadi senyawa sederhana terjadi dengan sempurna dan kualitas biogas meningkat. Selain itu, molase biasa digunakan karena harganya yang murah.

Konversi Limbah Organik menjadi Eco-Enzyme

Konversi sampah organik menjadi eco-enzyme merupakan upaya tepat guna untuk mengoptimalkan sampah-limbah organik menjadi cairan multifungsi, serta mendukung konsep 3R dan zero waste. Pengolahan sampah rumah tangga khususnya sampah bahan dapur dapat menjadi salah satu cara untuk mengurangi jumlah sampah yang masuk ke TPA. Upaya konversi tersebut diatas juga akan mereduksi emisi karbon dari TPS dan TPA. Sehingga dapat mengurangi konsentrasi GRK di atmosfer bumi. Sehingga dapat

berkontribusi dalam mitigasi-adaptasi terhadap perubahan iklim. Oleh karena itu, mengolah limbah makanan menjadi eco-enzyme merupakan langkah kecil menuju perlindungan bumi melalui iklim.

Eco-enzyme dapat digunakan sebagai insektisida alami atau sebagai pengganti insektisida yang beberapa di antaranya dibuat dari bahan kimia, pupuk organik, pembersih tanah, pemurni air, dan pencuci piring dan kegiatan rumah-tangga sehari-hari. Penggunaan eko-enzim lainnya adalah: dalam aktivitas antibakteri dan antijamur; dapat juga memperlancar endapan residu pada pipa air sehingga tidak menyumbat pipa air, dapat menyerap polusi di udara yang disebabkan asap rokok dan asap kendaraan bermotor. Secara umum pemanfaat EE sangat luas yaitu: kehidupan sehari-hari, bidang pertanian, kesehatan, dan memperbaiki kualitas air, udara dan tanah. Dengan demikian eco-enzyme dikenal sebagai cairan serbaguna karena memiliki multi fungsi-manfaat dan dapat digunakan untuk membantu kehidupan dan menjaga-merawat bumi.

PENUTUP

Proses fermentasi eco-enzyme hari ke-46 pada Reaktor-1 variabel TDS, EC, pH, dan suhu berurutan 3385 ppm, 6855 $\mu S/cm$, 3,48, 190 mV, 28,6°C; pada Reaktor-2 berurutan 3315 ppm, 6530 $\mu S/cm$, 3,34, 188 mV, 28,3°C. Selanjutnya EE produk jadi berurutan 3460 ppm, 6900 $\mu S/cm$, 3,34, 159mV, 29,6°C. TDS dan EC yang tinggi disemua sampel uji. Hal ini menunjukkan bahwa pada EE terjadi mekanisme biokonversi dari terlarut, garam, klorida, dan material organik. Eco-enzyme yang dihasilkan berwarna lebih coklat tua pada EE produk dengan fermentasi ≥ 90 hari di bandingkan EE lainnya. EE dalam proses fermentasi beraroma khas fermentasi sesuai dengan jenis bahan organik yang digunakan. Sampah-limbah organik (sisa buah dan sayuran) digalakkan untuk konversi menjadi eco-enzyme sebagai cairan multi-fungsi. Pemanfaatan EE sangat luas yaitu: kehidupan sehari-hari, bidang pertanian, kesehatan, dan memperbaiki kualitas air, udara dan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariviani, S. (2010). Total antosianin Ekstrak Salam dan Korelasinya dengan Kapasitas Anti Peroksidasi pada Sistem Linoelat. *Jurnal Agrotek*, 4(2)
- Angraeni, D.P., Rahmawati, A.D. 2014. Efektivitas daya antibakteri ekstrak kulit Nanas (anas comosus) terhadap pertumbuhan *Streptococcus* mutans. Karya Tulis Ilmiah Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Audies, A, 2015. Uji efektifitas antibakteri ekstrak kulit nanas (*Ananas comosus* (L)

- Merr.) Terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutans* penyebab karies gigi. Skripsi. Universitas Andalas Padang
- Etienne,A., Genard,M., Lobit, P., Mbeguine-Ambeguine, D. & Bugaud,C. 2013. What controls fleshy fruit acidity? A review of malate and citrate accumulation in fruit cells. *Journal of experimental botany*. 46(6): 1451-1469
- Farma, Siska Alicia, dkk. (2021). Pemanfaatan Sisa Buah dan Sayur sebagai Produk ECOBY Ecoenzyme di Kampus Universitas Negeri Padang. Suluah Bendang: *Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 21(2) : 81-88.
- Fau, A., Sarumaha, P. C., Manaraja, D. M., & Landfill, C. 2020. Pengelolaan Sampah Di Tpa Telukdalam Kabupaten Nias Selatan Menjadi Pupuk Organik (Merk Multi-Vit). *Jurnal Education and Development*, 8(3): 92–94
- M. Hemalatha and P.Visantini, ((2020). Potential use of eco-enzyme for the treatment of metal based effluent. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 716,1-6
- Mulyanto, J. sutarti; siswanto. (2020). Purwarupa Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Dinamika Informasi*, 9(2), 1–15.
- Nazim, F.& Meera, V. (2013). Treatment of synthetic greywater using 5% and 10% garbage enzyme solution. *International journal of industrial engineering and management science*,3(4): 111-117
- Naritasari Fimma, Hendri Susanto, Supriatno (2010). Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Etanol Bonggol Nanas (*Ananas Comosus (L.) Merr*) Terhadap Apoptosis Karsinoma Sel Skuamosa Lidah Manusia. *Bagian Ilmu Penyakit Mulut, Fakultas Kedokteran Gigi, UGM*. Majalah Obat Tradisional, 15(1), 16 – 25.
- Ngurah, I. G., Suryaputra, A., & Mudianta, I. W. (2020). Pengelolaan Sampah Organik Di Sd Negeri 5 Panji. *Proceding Senadimas Undiksha*, 1082–1085. Bali.
- Putra, Y. and Ariesmayana, A. 2020. EFEKTIFITAS PENGURAIAN SAMPAH ORGANIK MENGGUNAKAN MAGGOT (BSF) DI PASAR RAU TRADE CENTER. *Jurnal Lingkungan dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*. 3, 1 (Jul. 2020), 11-24
- Rahayu, M. R., I N. Muliarta, and Y. P. Situmeang. 2021. Acceleration of production natural disinfectants from the combination of eco-enzyme domestic organic waste and frangipani flowers (*Plumeria alba*). *Sustainable Environment Agricultural Science*. 5(1): 15-21.
- Rohmah, N. U., A. P. Astuti, and E. T. W. Maharani. 2020. Organoleptic test of the ecoenzyme pineapple honey with variations in water content. *Seminar Nasional Edusainstek*:408-414.
- Rasit, N., L. H. Fern, and W. A. W. A. K. Ghani. 2019. Production and characterization of eco-enzyme produced from tomato and orange waste and its influence on the
- “Produktivitas dan Pelestarian Biodiversitas Lahan Basah dalam Perwujudan Ekonomi Rendah Karbon menuju SDGs 2045”

- aquaculture sludge. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 10(2): 967-980
- Rusli, S., Sukses Memproduksi Minyak Atsiri, *PT. Agro Media Pustaka*, Jakarta
- Samadi, B. (2014). Panen Untung dari Budi Daya Nanas Sistem Organik. Yogyakarta : *LILY PUBLISHER*.
- Sebayang, F. 2006. Pembuatan Etanol dari Molase secara Fermentasi menggunakan Sel *Saccharomyces cerevisiae* yang Termobilisasi pada Kalsium Alginat. *Jurnal Teknologi Proses*. Medan.
- Selvakumar, P., dan Sivashanmugam, P. 2015. Optimization of lipase production from organic solid waste by anaerobic digestion and its application in biodiesel production. *Fuel Processing Technology*. 165. 2017. 1-8
- Sutedja, R.T. (2014). Buku Pintar Tumbuhan Tanaman Buah dan Sayuran. Jakarta: *Green Apple Books Publisher*.
- Wati, D. S. dan Prasetyani, R. D. 2010. Pembuatan Biogas dari Limbah Cair Industri Bioetanol melalui Proses Anaerob (Fermentasi). *Jurnal Teknik Kimia Universitas Diponegoro*. Semarang.