

Karakteristik Larutan Mikroorganisme Lokal (MOL) Berbasis Kotoran Kelelawar

Characteristics of Bat Dung-Based Local Microorganism (MOL) Solution

Irwansyah, Ida Ayu Gede Bintang Madrini, I Nyoman Sucipta, Hertiyanu Nur Annisa, Mentari Kinasih

Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

*email: bintangmadrini@unud.ac.id

Abstrak

Kotoran kelelawar kaya akan mikroba, termasuk bakteri pelarut fosfat yang mendukung ketersediaan fosfat bagi tanaman. Tujuan penelitian untuk mengevaluasi pengaruh konsentrasi dan lama fermentasi terhadap pembuatan larutan MOL dari kotoran kelelawar. Dalam penelitian ini, dilakukan perlakuan dengan dua faktor utama: konsentrasi kotoran kelelawar dan lama fermentasi. Kotoran kelelawar dilarutkan dalam air kelapa dan ditambahkan gula aren, dengan variasi konsentrasi 150 g, 300 g, 450 g, dan 600 gram. Fermentasi dilakukan selama 1 minggu, 3 - 5 minggu. Tiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali, hingga total terdapat 36 unit percobaan. Parameter pengamatan meliputi Total Plate Count (TPC) dan Bakteri Asam Laktat (BAL). Data diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam Analysis of Variance (Anova) dengan analisis uji F sesuai perlakuan pengolahan data dengan Software IBM SPSS Statistic versi 25. Hasil uji menyatakan bahwasanya kombinasi perlakuan terbaik untuk pembuatan MOL dari kotoran kelelawar adalah pada perlakuan konsentrasi 300 gram kotoran kelelawar dan lama fermentasi 5 minggu dengan jumlah koloni bakteri terbanyak sebesar 7.28×10^{10} cfu/ml dan jumlah Bakteri asam laktat (BAL) sebesar 3.67×10^8 . Penelitian ini memberikan informasi penting dalam mengoptimalkan pembuatan MOL dari kotoran kelelawar untuk meningkatkan kesehatan tanah dan pertumbuhan tanaman.

Kata kunci: Mikroorganisme Lokal (MOL), Kotoran Kelelawar, Lama Fermentasi.

Abstract

Bat manure is rich in microbes, including phosphate solubilizing bacteria that support phosphate availability for plants. The aim of the study was to evaluate the effect of concentration and fermentation duration on the preparation of MOL solution from bat manure. In this study, two main factors were treated: bat manure concentration and fermentation duration. Bat droppings were dissolved in coconut water and palm sugar was added, with variations in concentration of 150 g, 300 g, 450 g, and 600 grams. Fermentation was carried out for 1 week, 3 - 5 weeks. Each treatment was repeated 3 times, so there were a total of 36 experimental units. Observation parameters included Total Plate Count (TPC) and Lactic Acid Bacteria (LAB). The data obtained were analyzed using Analysis of Variance (Anova) with F test analysis according to the data processing treatment with IBM SPSS Statistical Software version 25. The test results stated that the best treatment combination for making MOL from bat feces was in the treatment of 300 grams of bat feces concentration and 5 weeks of fermentation with the highest number of bacterial colonies of 7.28×10^{10} cfu/ml and the number of Lactic Acid Bacteria (LAB) of 3.67×10^8 . This study provides important information in optimizing the manufacture of MOL from bat feces to improve soil health and plant growth.

Keyword: Microorganisms Local (MOL), Impurities Bat, Long Fermentation Time.

PENDAHULUAN

Petani harus menambahkan pupuk anorganik ke dalam proses budidaya karena lahan pertanian yang membutuhkan unsur hara bagi tanaman sebagai nutrisi. Tanaman menyimpan unsur hara secara terus menerus, hingga menjaga produktivitas tanaman keberlanjutan. Petani kadang-kadang menggunakan lebih banyak agrokimia sintetik dan pupuk anorganik dari pada yang disarankan. Penurunan kualitas tanah

dalam hal sifat kimia, fisika, dan biologi bisa menyebabkan penurunan produktivitas tanah dan tanaman.

Mikroorganisme pengurai bahan organik yang bekerja di dalam kompos telah memecahkan bahan organik didalamnya. Meningkatkan sifat fisik, kimia, serta biologis tanah, kompos meningkatkan produktivitas media tanam tanaman dapat digunakan dengan aman dan tidak merusak lingkungan. Proses

pengomposan memakan waktu yang lama secara alami. Oleh karena itu, beberapa cara untuk mempercepat proses ini telah dikembangkan, seperti menggunakan aktivator seperti MOL. Ini membuat pengomposan lebih cepat dan efisien. MOL ialah larutan produksi sendiri berguna untuk mempercepat proses dekomposisi bahan organik sebagai sumber nutrisi bagi tanaman. Ini mengandung komponen hara mikro dan makro, bakteri mempercepat pertumbuhan dan fungi juga dapat mempercepat pertumbuhan tanaman.

Pura Batu Pageh, yang terletak di tengah tebing bukit, adalah tempat yang sempurna untuk melakukan persembahyang karena suasannya yang tenang dan indah. Wisata alam dan spiritual Bali sangat disukai oleh penduduk Hindu yang tinggal di pulau tersebut. Wisata alam yang indah menawarkan kesempatan untuk menikmati keagungan Tuhan dengan lebih baik. Pura Batu Pageh yang terletak di tengah gua ini sangat unik, cantik, dan menarik karena tidak ada lampu penerangan, sehingga suasana di tengah goa sangat gelap. Ruangan gua berukuran sekitar 80 m², sementara area tempat persembahyang di depan pintu masuk goa kira-kira 10 m². Ratusan kelelawar tinggal di langit-langit goa Pura Batu Pageh, dan kotoran mereka mengotori jalan menuju Pura. Kotoran kelelawar ini mengotori jalanan ke Pura dan membuat pengunjung merasa tidak nyaman. Limbah kelelawar ini menumpuk di Kec. Kuta Selatan, Kab. Badung Provinsi Bali.

Banyaknya limbah kotoran kelelawar yang ada dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat sekitar sebagai bahan baku pembuatan pupuk. Limbah kotoran kelelawar adalah limbah yang dihasilkan dari hasil sisa pencernaan kelelawar yang sering ditemui pada lingkungan yang lembab seperti gua. Secara umum kotoran kelelawar dapat menghasilkan 0,3 gr perharinya. Fosfat adalah bahan utama yang membentuk pupuk, dan kotoran kelelawar memiliki kadar nitrogen, kalium, dan unsur fosfat tertinggi. Kotoran kelelawar sering digunakan sebagai pupuk guano atau pupuk dari kotoran kelelawar. Pupuk kompos dari kotoran kelelawar memiliki kandungan N 7-17%, P 8-15%, K 1,5-2,5% Kotoran kelelawar dengan kadar nitrogen tertinggi setelah kotoran merpati, dan dalam hal kadar unsur fosfat, kotoran kelelawar berada di urutan pertama. Kotoran sapi perah, yang memiliki kadar kalium yang tinggi, di urutan tiga. dengan adanya kandungan ini dapat memperbaiki kesuburan pada tanah serta dapat membantu pertumbuhan vegetatif pada tanaman. Kandungan P yang terdapat pada kotoran kelelawar akan membantu merangsang pertumbuhan akar dan pembungaan pada tanaman. Sedangkan K

berpengaruh dalam memperkuat jaringan tanaman seperti batang tanaman (Februari & Naim, 2022). Kotoran kelelawar memiliki potensi pembawa bakteri atau mikroba yang salah satunya sumber bakteri pelarut fosfat diperkirakan dapat memacu pertumbuhan mikroba karena bahan organik yang terkandung pada kotoran kelelawar dapat menjadi sumber energi bagi mikroba, sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan bioaktivator untuk mempercepat proses pengomposan. Jenis bahan yang bisa digunakan membuat pupuk organik disebut bioaktivator, hormon alami, biogas. Saat ini sudah banyak dikembangkan bioaktivator seperti OrgaDec, SuperDec, Effective, Stardec, Starbio, Microorganisme (EM4) dan MOL.

Purwasasmita dalam Jeksen & Mutiara (2018) Larutan MOL ialah larutan dihasilkan dari proses fermentasi dari bahan dasar tumbuhan dan hewan yang ada di sekitarnya yang mengandung unsur hara mikro dan makro, mikroorganisme memiliki kemampuan untuk merusak bahan organik, merangsang pertumbuhan, dan mencegah penyakit dan hama tanaman. Akibatnya, larutan ini cocok untuk dekomposer, pestisida organik, serta pupuk hayati. Komponen utama MOL terdiri dari glukosa, karbohidrat, dan sumber mikroorganisme. Auksin, Giberellin, dan Sitokinin adalah zat pengatur pertumbuhan lainnya yang ditemukan dalam larutan MOL. Selain itu, mikroorganisme lokal termasuk mikroorganisme yang sangat bermanfaat bagi tanaman.

Kualitas MOL dipengaruhi oleh beberapa faktor. Ini termasuk lama fermentasi, media fermentasi, suhu, kadar substrat, sifat mikroorganisme aktif selama proses fermentasi, pH, rasio C/N bahan. Proses fermentasi terjadi ketika mikroorganisme menggunakan enzim untuk mengubah substrat organik. Menurut Safitri et al. (2023) yang menyatakan bahwa faktor-faktor yang secara langsung atau tidak langsung mempengaruhi proses fermentasi dapat mengubah waktu yang dibutuhkan untuk fermentasi. Setiap jenis MOL memiliki masa fermentasi yang berbeda. Menurut Seni Ida A (2013) dalam penelitiannya menyatakan waktu fermentasi 3 minggu dan konsentrasi daun gamal 600 g/L, larutan MOL dengan kualitas terbaik. Maka penelitian ini untuk memberi informasi pada masyarakat bahwasanya konsentrasi dan lama fermentasi pada pembuatan mikroorganisme lokal (MOL) kotoran kelelawar berpengaruh terhadap banyaknya mikroba yang tumbuh hidup didalam mikroorganisme lokal (MOL) kotoran kelelawar.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Lahan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Selain itu, penelitian tentang analisis kompos dilakukan di Laboratorium PSDA Fakultas Teknologi Pertanian dan Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Studi ini dilakukan dari Juni 2023 hingga September 2023.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat proses yaitu selang aerator, botol air ukuran 2 liter, dan botol air ukuran 250 ml. Alat ukur yaitu gelas ukur, pH meter, TDS meter, dan timbangan digital. Alat pendukung yaitu sarung tangan, gunting, solder, lem tembak. Bahan-bahan pada penelitian ini ialah kotoran kelelawar, air kelapa dan gula aren. Bahan baku kotoran kelelawar didapatkan dari wilayah Pura Batu Pageh di Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung.

Rancang Percobaan

Metode penelitian ini dengan RAK ada 2 faktor yakni, konsentrasi kotoran kelelawar yaitu, K1 (150 g kotoran kelelawar + 1 L air kelapa + 100 g gula aren), K2 (300 g kotoran kelelawar + 1 L air kelapa + 100 g gula aren), K3 (450 g kotoran kelelawar + 1 L air kelapa + 100 g gula aren), K4 (600 g kotoran kelelawar + 1 L air kelapa + 100 g gula aren) dan faktor ke-2 lama fermentasi meliputi, F1 (fermentasi 1 minggu), F3 (fermentasi 3 minggu), F5 (fermentasi 5 minggu).

Pelaksanaan Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan limbah kotoran kelelawar sebanyak 13,5 kg, air kelapa sebanyak 36 liter gula aren sebanyak 3,6 kg. Kotoran kelelawar dicampur dengan air kelapa dan gula aren sesuai konsentrasi yang telah ditentukan di dalam botol fermentasi. Setelah mikroorganisme (MOL) kotoran kelelawar jadi dilakukan Proses penelitian dimulai setelah fermentasi 1 minggu, 3 - 5 minggu. Parameter yang diamati termasuk TPC (Total Plate Count), dan Bakteri Asam Laktat (BAL).

Tahap Penelitian

Adapun tahap penelitian yaitu, pengumpulan alat dan bahan baku, pengeringan bahan baku kotoran kelelawar yang masih basah, penakaran bahan baku, mencampurkan larutan gula aren beserta air kelapa dan kotoran kelelawar, fermentasi semua bahan, dan yang terakhir adalah parameter yang diamati, adapun parameter yang diamati yaitu, kadar air dengan rumus :

$$KA(\%) = \frac{(W_0 - W_1)}{W_0} \times 100\% \quad [1]$$

Keterangan :

W_0 = berat awal sampel kompos sebelum dioven (gram)

W_1 = berat akhir sampel kompos setelah dioven (gram)

Selanjutnya adalah derajat kesamaan pH, electrical conductivity (EC), total mikroba bioaktivator (TPC) dengan rumus :

$$TPC = \frac{\sum \text{Koloni} \times 10}{\text{Pengenceran}} \quad [2]$$

Selanjutnya bakteri asam laktat (BAL), C-organik (*walkley and black*) dengan rumus :

$$\text{Kadar C-Organik (\%)} = \text{ppm kurva} \times 100 / \text{mg contoh} \times 100 \text{ ml} / 1.000 \text{ ml} \times \text{fk} \quad [3]$$

Dan yang terakhir kadar n-total (*Kjeldahl*), uji kadar C/N rasio dengan rumus :

$$C/N \text{ rasio} = \frac{C\text{-organik}}{N\text{-total}} \quad [4]$$

Analisis Data

Data yang digunakan untuk analisis diolah dengan analisis Anova dan uji F. Jika uji F menyatakan pengaruh nyata, dilakukan uji lanjut dengan uji BNT taraf 5%. Ini dilaksanakan dengan program statistik IBM SPSS versi 25.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Awal Bahan

Bahan baku pada penelitian ini berupa kotoran kelelawar, gula aren, dan air kelapa. Bahan-bahan tersebut memiliki kandungan awal seperti pada Tabel 1. Penentuan parameter kandungan awal bahan dilaksanakan untuk menjadi landasan dasar fermentasi.

Tabel 1. Kadar Awal Bahan Kotoran Kelelawar

Parameter	Kotoran kelelawar
pH (SNI 6,80-7,49)	8,27
Kadar Air (SNI mak 50%)	7,21
EC Electrical Conductivity	13,20 mS/cm
Kadar C-organik (SNI:9,8-32%)	27,27 %
Kadar N-Total (SNI min:0,4%)	1,90 %
C/N rasio (SNI: 10-20%)	14,35 %

Pada Tabel 1 dilihat bahwasanya kotoran kelelawar memiliki nilai kadar pH sebesar 8,27, kadar air KA awal sebesar 7,21%, Electrical Conductivity EC sebesar 13,21 mS/cm, kadar C-organik senilai 27,27 %, kadar N-Total senilai 1,90 % dan C/N rasio sebesar 14,35. Dan (2016) Mendapatkan hasil uji kadar pH kotoran kelelawar sebesar 5,8;6,3; dan 6,5

asam tersebut disebabkan karena bakteri pelarut fosfat menghasilkan asam-asam organik yang kemudian dikeluarkan ke substrat guano untuk molarutkan fosfat yang terkandung didalamnya. Hasil penelitian Nurhayati, et al. (2024) menunjukan kandungan yang terkandung pada kotoran kelelawar dengan nilai C/N rasio 7,89%, C-organik 40,5%, N-Total 5,13%. Selain itu Kandungan gula aren sebagai bahan dalam penelitian ini seperti Pospor P, fiber, kalium, Natrium Na P2O5, Besi Fe, Protein, Vitamin C, Vitamin B6. Untuk menyediakan substrat bagi mikroorganisme lokal, gula aren dilarutkan dengan air kelapa digunakan sebagai sumber makanan. Air kelapa dapat menciptakan kondisi lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi dan Penggunaan gula dalam pembuatan pupuk organik cair memiliki beberapa peran dan manfaat sebagai sumber energi untuk microorganisme, meningkatkan aktifitas microba, meningkatkan kandungan karbohidrat, meningkatkan kandungan unsur hara, dan meningkatkan kelarutan nutrisi. (Senaryo & Rahmatiyah, 2024) Sumber makanan ini terdiri dari glukosa dan karbohidrat, dan bakteri sebagai energi saat mereka menguraikan kotoran kelelawar jadi MOL. Untuk mempercepat penguraian MOL, air kelapa ditambahkan sebagai sumber makanan bakteri. Kadar pH terdapat pada air kelapa tua sebesar 5,48 dan kadar Electrical Conductivity EC sebesar 74,65 mS/cm.

Total mikroba bioaktivator (TPC)

Bahan yang digunakan dalam pembuatan MOL berupa kotoran kelelawar yang ditambahkan 100 gram gula aren dan 1 Liter air kelapa. mikro organisme lokal (MOL) kotoran kelelawar ini berwarna coklat dan ada buih putih pada larutan mikro organisme lokal (MOL). Bau yang dihasilkan dari fermentasi larutan mikro organisme lokal (MOL) kotoran kelelawar ini berbau seperti tapai khas layaknya fermentasi. Pada mikro organisme lokal (MOL) Untuk mengetahui berapa banyak mikroorganisme yang ada di dalam mikro organisme lokal (MOL) kotoran kelelawar, metode TPC digunakan. Hasil akhir uji TPC pada proses fermentasi pembuatan MOL didapatkan nilai hasil uji TPC dengan kode sampel K1F5.1 mempunyai jumlah koloni bakteri terendah sebesar 1.79×10^9 cfu/ml. Hal ini sejalan dengan pernyataan Nur et al. (2016), yang menyatakan bahwa penurunan jumlah koloni bakteri disebabkan oleh adanya fase perlambatan perkembangan yang dikarenakan bakteri kekurangan nutrisi yang terdapat di dalam proses fermentasi, sedangkan dengan perlakuan konsentrasi dan lama fermentasi dengan kode sampel K2F5.3 mempunyai jumlah koloni bakteri tertinggi sebesar 8.67×10^{10} cfu/ml disebabkan oleh perbedaan dalam komposisi

sumber makanan (nutrisi) dan kandungan C-organk. Dalam proses biositesis, mikroba menggunakan nutrien pertumbuhan untuk menghasilkan biomass (Seni et al., 2013). Menurut Hidayat (2006), mikroorganisme yang dimasukan ke dalam media pada umumnya tidak segera membelah diri, tetapi akan memerlukan waktu untuk penyesuaian diri dalam media tersebut, peningkatan aktivitas membelah diri terjadi pada minggu pertama sampai ketiga dan kemudian akan mengalami penurunan.

Tabel 2. Rata-Rata Perhitungan Total Atau Jumlah Koloni Bakteri Dengan Metode

Perlakuan	F1	F3	F5
K1	3.55×10^9 a	3.44×10^{10} bc	2.29×10^{10} ab
K2	3.63×10^9 a	1.35×10^{10} ab	7.28×10^{10} d
K3	3.07×10^9 a	2.65×10^{10} ab	5.24×10^{10} c
K4	3.39×10^9 a	2.91×10^{10} b	2.40×10^{10} ab

Dilihat dari hasil uji ANOVA yang ditampilkan pada Tabel 2 didapatkan bahwa perlakuan dengan konsentasi dan lama fermentasi memberi pengaruh yang signifikan terhadap parameter TPC (Total Plate Count) MOL ($P<0,05$). Hasil uji diketahui bahwasanya, K2F5 memberi pengaruh berbeda nyata terhadap K1F1, K2F1, K3F1, K4F1, K1F3, K2F3, K3F3, K4F3, K1F5, K3F5 dan K4F5.

Bakteri Asam Laktat (BAL)

Bakteri asam laktat merupakan bakteri gram positif yang menggunakan gula sebagai sumber karbon utama dan mengubahnya menjadi asam laktat (Wang et al., 2021). Hasil akhir pengukuran nilai Bacteri Asam Laktat (BAL) pada proses pembuatan MOL kotoran kelelawar dengan konsentasi dan lama fermentasi berbeda didapatkan hasil uji BAL terbanyak didapatkan dari sampel dengan kode K4F5.2 sebanyak $9,5 \times 10^9$ cfu/ml sedangkan sebaliknya didapatkan hasil uji BAL terendah dengan kode sampel K1F1.3 sebanyak $1,1 \times 10^6$ cfu/ml Dari hasil inkubasi menunjukan bahwasanya koloni bakteri asam laktat terdapat pada MOL Kotoran kelelawar. Koloni yang tumbuh pada media MRSA merupakan bakteri asam laktat karena media MRSA didesain untuk mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat termasuk genus *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, dan *Leuconostoc* (Siagian et al., 2024). Dilihat dari karakteristik morfologi koloni bakteri yang ada pada MOL kotoran kelelawar berwarna koloni putih susu, bentuk bulat dengan tepi bergelombang maupun datar. Hal ini sejalan dengan pernyataan Mutmainnah Heni. (2013) Morfologi koloni bakteri asam laktat ditandai dengan bentuk melingkar, tepi rata (entire), permukaan cembung (convex) dan berwarna putih kekuningan.

Menurut Safitri et al. (2023) BAL memiliki manfaat bagi tanaman untuk menguraikan bahan organik yang ada didalam tanah.

Tabel 3. Rata-Rata Uji BAL Bakteri Asam Laktat

Perlakuan	F1	F2	F5
K1	1.27 x 10 ⁶ a	1.57 x 10 ⁸ ab	4.86 x 10 ⁷ a
K2	1.97 x 10 ⁶ a	1.42 x 10 ⁸ ab	3.67 x 10 ⁸ ab
K3	2.17 x 10 ⁶ a	1.56 x 10 ⁸ ab	1.90 x 10 ⁸ ab
K4	2.27 x 10 ⁶ a	3.13 x 10 ⁸ ab	5.95 x 10 ⁸ b

Dilihat dari hasil uji ANOVA yang ditampilkan pada Tabel 3, didapatkan bahwa perlakuan dengan konsentrasi dan lama fermentasi tidak berpengaruh yang signifikan terhadap parameter BAL ($P>0,05$). Dilihat dari tabel diatas terlihat hasil uji BAL mengalami penurunan dan peningkatan hal tersebut diduga karena pertumbuhan bakteri asam laktat tidak sepenuhnya bergantung terhadap ketersedian air kelapa dan gula aren sebagai sumber nutrisi. Menurut Laureys (2018) mengemukakan bahwa pertumbuhan bakteri asam laktat juga dipengaruhi oleh nutrisi yang lain yang berfungsi untuk mengoptimalkan pertumbuhan bakteri asam laktat. Nutrisi lain yang dibutuhkan seperti ion kalsium, senyawa penyanga, asam amino, vitamin dan mineral.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menghasilkan kesimpulan yakni, perlakuan konsentrasi dan lama fermentasi pada pembuatan larutan mikroorganisme lokal (MOL) kotoran kelelawar menghasilkan data yang berpengaruh signifikan dengan nilai uji ANOVA ($P<0,05$) pada pengujian kadar TPC (Total Plate Count). Sedangkan pada pengujian Bakteri Asam Laktat (BAL) mendapatkan hasil tidak berpengaruh signifikan dengan nilai uji ANOVA ($P>0,05$). Didapatkan hasil uji perlakuan konsentrasi dan lama fermentasi terbaik dalam pembuatan larutan mikroorganisme lokal (MOL) kotoran kelelawar dengan perlakuan K2F5, 300 gram kotoran kelelawar ditambahkan 1 liter air kelapa, dan 100 gram gula aren didapatkan nilai bobot rata rata pengujian TPC (Total Plate Count) 7.28×10^{10} cfu/ml, dimana hasil uji tersebut sudah memenuhi syarat keputusan Menteri Pertanian RI No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 Persyaratan Teknik Minimum Pupuk Organik, Pupuk Hayati, Dan Pembelah Tanah sebesar $\geq 1 \times 10^8$ cfu/ml. Hasil uji Bakteri asam Laktat (BAL) didapatkan nilai bobot rata rata 3.67×10^8 cfu/ml.

DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat, N. 2006. Mikrobiologi industri. Andi offset, Yogyakarta.
- Jeksen, J., & Mutiara, C. (2018). Pengaruh Sumber Bahan Organik yang Berbeda terhadap Kualitas Pembuatan Mikroorganisme Lokal (Mol). *Agrica*, 11(1), 60–72. <https://doi.org/10.37478/agr.v11i1.23>
- Laureys, D., Maarten A., Peter V., and Luc De Vuyst. 2018. Oxygen and diverse nutrient influence the water kefir fermentations process. *Food Microbiology*. 73 : 351-361.
- Mutmainnah Heni. 2013. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Probiotik Dari Saluran pencernaan Ayam Kampung Gallus domesticus. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas SHasanuddin.
- Mutmainnah, Hairuddin, R., dan Manulang, M. K. (2022). Respon Pertumbuhan dan Keberhasilan Sambung Pucuk Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L.*) Klon M45 terhadap Perendaman dan Penyemprotan POCL Biota. Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan. 10(1), 169–180. 10.30605/perbal.v10i1.1667
- Nur, T., Noor, A. R., Elma, M. 2016, Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Sampah Organik Rumah Tangga dengan Penambahan Bioaktivator EM4 (Effective Microorganisms). Konversi, 5(2):5-12. DOI:10.20527/k.v5i2.4766
- Nurhayati, Sopiana, Kurniawan, T., Susanto, A., dan Panduwinata, S. (2024). Kualitas Kandungan Unsur Hara Kompos Kotoran Kelelawar dengan Penambahan Sampah Organik. *Journal of Agro Plantation*. 03(01), 246–252.
- Safitri, W. Amrizal, S. N., dan Apriandi, A. (2023). Pembuatan Mikroorganisme Lokal (MOL) dari Jeroan Ikan. *Jurnal MARINADE*, 16(2), 1–7.
- Seni, I. A. Y., Atmaja, I. W. D., & Sutari, N. W. S. (2013). E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika Analisis Kualitas Larutan Mol (Mikroorganisme Lokal) Berbasis Daun Gamal (*Gliricidia Sepium*). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 2(2), 135–144. <http://ojs.unud.ac.id/index.php/JAT>
- Siagian, L. S., Manalu, K., dan Nasution, R. A. (2024). Isolasi dan Idntifikasi Bakteri Asam Laktat dari Hasil Fermntasi Limbah Organik Kulit Buah (Eco-Enzyme). *Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains* 7(1), 322–334. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v7i1.9967>

Sunaryo, S. & Rahmatiyah, R. (2024). Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Hasil Fermentasi Menggunakan EM4 , Air Kelapa & Gula Sebagai Pupuk Organik Cair. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Teknologi dalam Ilmu Tanaman*, 1(2), 35–49.

Taniwan, S., Suryanto, D., dan Wahyuni, I. (2016). Isolasi Dan Karakterisasi Parsial Bakteri Pelarut Fosfat Dari Guano Gua Kampret dan Uji Kemampuannya dalam Meningkatkan

Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Biosains*, 2(2) <https://doi.org/10.24114/jbio.v2i2.4219>

Wang, Y., Wu, J., Lv, M., Shao, Z., Hungwe,M., Wang, J., Bai, X., Xie, J. Wang, Y., & Geng, W. 2021. Metabolism Characteristics of Lactic Acid Bacteria and the Expanding Application in Food Industry. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.612285>