

## Quality of Effective Microorganisms-based Liquid Fertilizer from Fermented Papaya Fruits (*Carica papaya* L.)

### Kualitas Pupuk Cair Berbasis Mikroorganisme Lokal (MOL) Hasil Fermentasi Buah Pepaya (*Carica papaya* L.)

Wilander Simarmata<sup>1</sup>, Yurnaliza Yurnaliza (\*)<sup>2</sup>, Isnaini Nurwahyuni<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Magister Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan, Sumatera Utara 20155, Indonesia.

<sup>2</sup>Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan, Sumatera Utara 20155, Indonesia

\*Corresponding author: yurnaliza@usu.ac.id

Diterima 30 Mei 2022 dan disetujui 28 Juni 2022

#### Abstrak

Buah pepaya (*Carica papaya* L.) merupakan salah satu buah yang digemari di masyarakat dan umumnya hanya dimanfaatkan sebagai bahan konsumsi dalam keadaan segar. Produksi buah pepaya cenderung bersifat dinamis dimana terkadang jumlah buah yang melimpah belum tentu dapat dipasarkan secara langsung. Hal ini mengakibatkan stok buah pepaya selama penyimpanan menjadi busuk dan tidak dapat dimanfaatkan kembali. Penelitian ini bertujuan untuk menggali potensi buah pepaya matang untuk diolah sebagai substrat untuk pembuatan pupuk cair menggunakan bantuan mikroorganisme lokal (MOL). Kualitas pupuk cair berbasis MOL ditentukan berdasarkan nilai kepadatan populasi bakteri (CFU/mL) menggunakan metode *standard plate count* (SPC) pada media tumbuh yang berbeda, lalu kadar IAA dan NPK pada hasil fermentasi buah pepaya berikutnya. Hasil menunjukkan bahwa terdapat keberadaan bakteri pengikat nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan bakteri kitinolitik selain dari kelompok bakteri kosmopolit. Kadar IAA pada hasil fermentasi buah pepaya secara optimum yaitu MOL+molase (100%) sementara profil NPK masih lebih tinggi pada perlakuan MOL tanpa molase.

**Kata Kunci:** Auksin (IAA), *Carica papaya* L., mikroorganisme lokal (MOL), NPK.

#### Abstract

Papaya (*Carica papaya* L.) is one of the most popular fruits in the community and is generally only used as an ingredient for consumption in a fresh state. Papaya fruit production tends to be dynamic where sometimes the abundant amount of fruit may not necessarily be marketed directly. This causes the stock of papaya fruit during storage to rot and cannot be reused. This study aims to explore the potential of ripe papaya fruit to be processed as a substrate for the manufacture of liquid fertilizer using local microorganisms or effective microorganisms (EM). The quality of EM-based liquid fertilizer was determined based on the bacterial population density (CFU/mL) using the *standard plate count* (SPC) method on different growth media, then the levels of IAA and NPK in the applied fermented papaya fruit. The results showed the occurrence of nitrogen fixing bacteria, phosphate solubilizing bacteria and chitinolytic bacteria besides the cosmopolite bacteria. The optimum level of IAA in the fermented papaya fruit was EM + molasses (100%) while the NPK profile was still higher in the EM treatment without molasses.

**Keywords:** Auxin (IAA), *Carica papaya* L., effective microorganisms (EM), NPK.



Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus is Licensed Under a CC BY SA [Creative Commons Attribution-Share a like 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/). <https://doi.org/10.36987/jpbn.v8i2.2733>

## PENDAHULUAN

Pepaya (*Carica papaya*) merupakan tanaman buah tropis yang digemari dan beredar dalam jumlah yang melimpah di pasaran. Pepaya berbuah sepanjang tahun tanpa tergantung musim dengan masa produksi yang cukup lama (Tuhuteru et al., 2019). Pemanfaatan pepaya sejauh ini hanya untuk konsumsi ketika segar atau dibuat dalam beberapa bentuk pangan olahan, karena buah pepaya memiliki kandungan vitamin dan mineral yang tinggi (Liu et al., 2018). Namun, buah pepaya memiliki masa simpan yang singkat sebelum akhirnya menjadi busuk. Buah pepaya umumnya langsung dibuang begitu saja tanpa ada pengolahan lebih lanjut untuk meningkatkan nilai fungsionalnya. Selain itu, bila hasil panen buah pepaya melimpah, maka tidak seluruh buahnya yang dapat dipasarkan sehingga sebagian buah dibiarkan membusuk begitu saja. Buah pepaya yang tidak termanfaatkan ini, perlu dicari alternatif pemanfaatannya yaitu antara lain dengan mengolahnya menjadi pupuk alami dalam bentuk Mikroorganisme Lokal (MOL) melalui teknik fermentasi sebagai bahan dalam pembuatan pupuk cair (Hadi, 2019).

Mikroorganisme lokal merupakan suatu komunitas mikroba *indigenous*, (Setiawati et al., 2017) yang mengkolonisasi suatu bahan alam (misalnya tumbuhan) yang populasinya dibiarkan meningkat selama pembusukan atau fermentasi yang selanjutnya dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi (pupuk cair) untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman kembali. Terdapat ragam jenis mikroorganisme dalam suatu MOL diantaranya kelompok bakteri asam laktat, *Lactobacillus* spp. yang berpotensi menjadi starter dalam menghasilkan pupuk organik cair (Jumadi et al., 2015), kelompok aktinomiset, *Streptomyces* spp. dan kelompok jamur, *Aspergillus* spp. (Idham et al., 2016).

Pupuk cair yang berasal dari aktivitas MOL (Huda, 2013) atau fermentasi buah-buahan yang melimpah merupakan langkah yang dapat diambil petani dalam memanfaatkan sumber organik yang memiliki pengaruh lebih baik bila dibandingkan dengan pupuk kimia (sintetik). Produk MOL yang dihasilkan memiliki karakteristik yang berbeda-beda bergantung pada teknik fermentasi (Husnaeni et al., 2018) jenis buah yang digunakan serta penambahan bahan tambahan dalam meningkatkan populasi mikroba yang optimum. Secara umum, glukosa dan sukrosa dimanfaatkan sebagai pemacu pertumbuhan MOL selama fermentasi selain dari sumber karbon (C) atau nitrogen (N) lainnya (Ryan dan Doo, 2021). Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh produk pupuk cair yang berasal dari hasil fermentasi buah pepaya oleh MOL dengan penambahan molase sebagai sumber karbon (C).

## METODE

### *Preparasi Bahan dan Fermentasi Mikroorganisme Lokal (MOL)*

Sebanyak 5 kg buah pepaya yang dipanen, dipotong dengan ukuran 3 cm untuk memperoleh ukuran yang homogen, lalu dimasukkan dalam ember, ditambahkan 5 L air dan diinkubasi selama 15 hari pada suhu ruang. Wadah fermentasi ditutup dengan plastik atau penutup dimana tiap 2 hari sekali dilakukan pengadukan. Fermentasi dilakukan dengan dua variasi perlakuan yaitu dengan penambahan molase dan tanpa molase. Perlakuan penambahan molase dilakukan dengan menambahkan sebanyak 1,5 kg molase ke dalam wadah fermentasi, sedangkan perlakuan tanpa molase tidak ada penambahan

apa-apa. Setelah 15 hari wadah fermentasi dibuka dan MOL disaring dan hasil saringan siap digunakan untuk tahap selanjutnya.

#### ***Penentuan Kepadatan Populasi Bakteri dalam Produk MOL***

Populasi mikroorganisme yang dianalisis jumlahnya dari MOL pepaya adalah total baik bakteri dan jamur, total bakteri penambat N, total bakteri pelarut fosfat dan total bakteri kitinolitik. Sebanyak 10 ml cairan MOL diencerkan ke dalam 90 ml akuades steril dan selanjutnya dibuat serial pengenceran sampai  $10^6$ . Cairan dari hasil pengenceran terakhir, sebanyak 0,1 ml dituangkan ke medium komersil (Himedia, India) diantaranya: *Nutrient Agar* (NA) untuk kelompok bakteri kosmopolit, *Ashby's Mannitol Agar* untuk kelompok bakteri penambat nitrogen (N), *Pikovskaya Agar* untuk kelompok bakteri pelarut fosfat, *Colloidal Chitin Agar* (CCA) untuk kelompok bakteri kitinolitik. Cawan diinkubasi selama 24-72 jam dan dihitung koloni yang tumbuh sebagai *Colony-forming unit* (CFU) per ml sampel. Perlakuan diulang sebanyak tiga kali ulangan.

#### ***Penentuan Kadar Auksin dan NPK dalam Produk MOL***

Pengukuran kadar auksin pada MOL pepaya dilakukan dengan menambahkan sebanyak 0,5 mL MOL dengan 2 ml reagen *Salkowski* dan diinkubasi di ruang gelap selama 20 menit. Perubahan warna yang terbentuk diukur secara kalorimetri menggunakan spektrofotometer panjang gelombang 535 nm. Nilai absorbansi yang dihasilkan dicatat. Kadar IAA sampel dapat ditentukan dari hasil kalibrasi nilai absorbansi sampel dengan persamaan regresi standar IAA. Konsentrasi IAA yang digunakan dalam pembuatan kurva standar adalah 0, 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 ppm. Sebanyak 0,5 ml larutan IAA dari masing-masing konsentrasi ditambahkan dengan 2 ml reagen *Salkowski* dan diinkubasi di ruang gelap selama 20 menit. Nilai absorbansi dari perubahan warna IAA murni diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 535 nm. Perlakuan diulang sebanyak tiga kali ulangan. Kadar NPK ditentukan berdasarkan hasil analisis sampel MOL yang dikirimkan ke laboratorium analisis di Fakultas Pertanian USU. Sampel MOL dikirimkan ke laboratorium dimaksud sebanyak 100 ml dan kandungan unsur N, P dan K dari hasil analisis dicatat sebagai data.

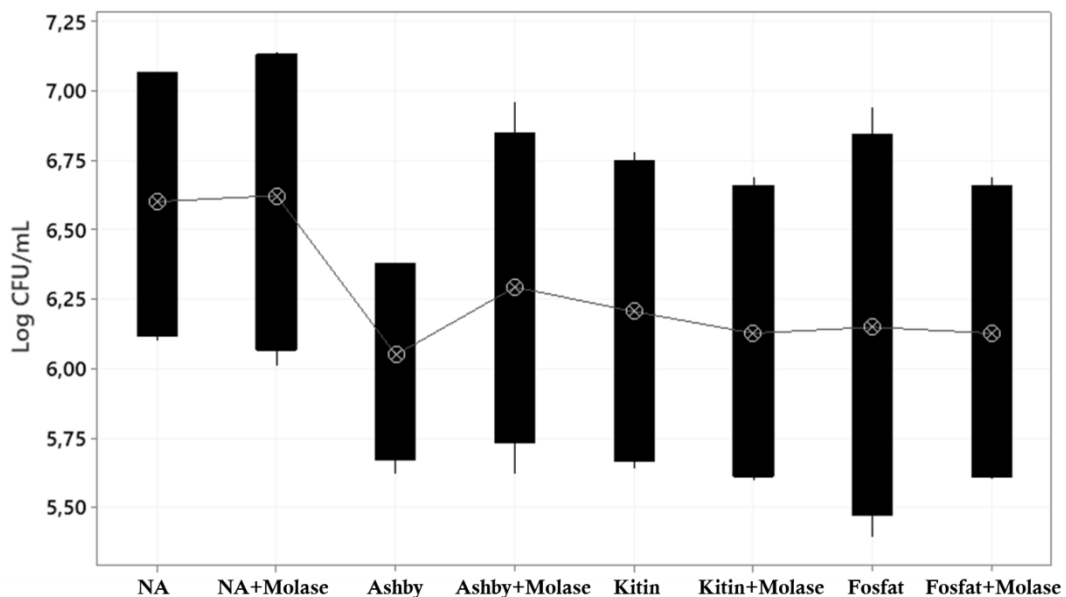
#### ***Analisis Data***

Data penelitian dianalisis secara statistik untuk mengetahui perbedaan tingkat kepadatan (CFU/mL) dari tiap kelompok mikroorganisme dalam produk MOL dan kandungan IAA dari MOL yang diperlakukan. Data dianalisis menggunakan fitur *Analysis of Variance* (ANOVA), kemudian dilanjutkan dengan uji lanjutan dengan menggunakan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi 5% menggunakan program Minitab ver.17.0.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### ***Kepadatan Populasi Bakteri pada Produk MOL Buah Pepaya***

Populasi mikroorganisme lokal (MOL) yang berasal dari buah pepaya di-enumerasi untuk menentukan tingkat kepadatannya pada dua kondisi fermentasi yang berbeda yaitu dengan molase dan tanpa molase sebagai sumber karbon (C). Populasi bakteri dalam produk MOL menggunakan buah pepaya menunjukkan rerata kisaran kepadatan mikroorganisme antara log 6,05 CFU/mL (*Ashby*) untuk kelompok bakteri penambat N hingga log 6,62 CFU/mL (NA+Molase) untuk kelompok bakteri kosmopolit. Secara umum, perlakuan molase menghasilkan nilai kepadatan yang lebih tinggi meskipun berbeda tidak nyata ( $F_{24,7} = 0,59, P = 0,75$ ). Terdapat perbedaan dari populasi mikroorganisme kitinolitik dimana perlakuan molase (log 6,12 CFU/mL) memiliki kepadatan yang lebih rendah bila dibandingkan dengan perlakuan tanpa glukosa (log 6,20 CFU/mL). Kepadatan populasi yang tertinggi terdapat pada kelompok bakteri kosmopolit baik dengan (NA+Molase) atau tanpa perlakuan molase (NA).



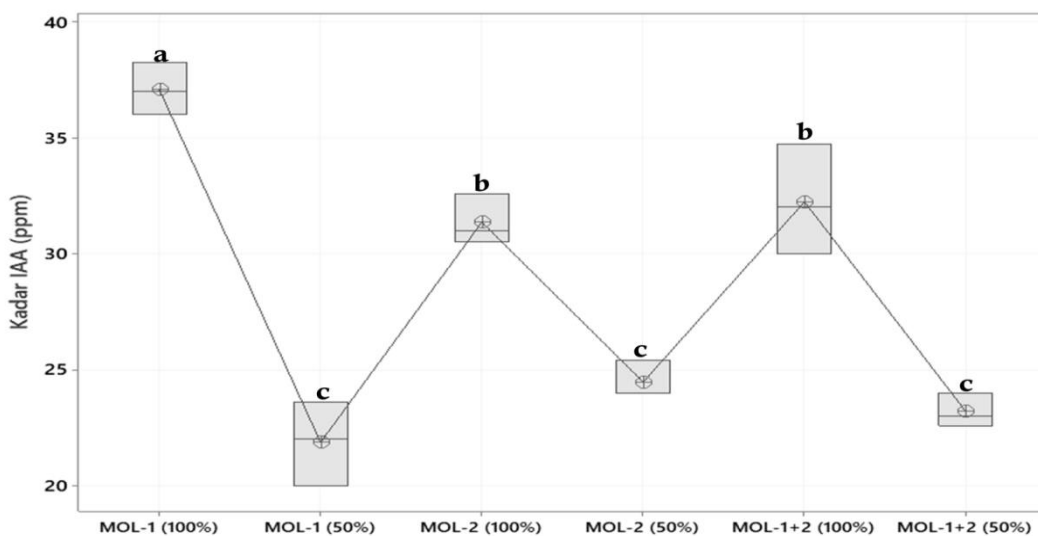
**Gambar 1.** Profil kepadatan populasi bakteri dalam produk MOL hasil fermentasi buah pepaya. Na: Bakteri kosmopolit, Ashby: Bakteri penambat N, Kitin: Bakteri kitinolitik, Fosfat: Bakteri pelarut fosfat.

Dinamika populasi bakteri sangat terkait dengan ketersediaan nutrisi selama proses fermentasi (Bachtiar et al., 2018) Nutrisi yang diduga membatasi pertumbuhan bakteri dalam lingkungan budidaya adalah karbon. Oleh karena itu, dengan penambahan molase sebagai sumber karbon idealnya akan menstimulus pertumbuhan bakteri dalam media pertumbuhan. Bakteri tersebut akan menggunakan karbon sebagai sumber energi, berkorelasi dengan nitrogen yang akan digunakan untuk sintesis protein untuk menghasilkan material sel baru. Kemungkinan karena yang diamati hanya total bakteri, maka tidak terlihat perbedaan yang nyata antara pemberian molase dan tidak. Kemungkinan total mikroorganisme lain seperti khamir dan jamur berfilamen (kapang) juga mengalami peningkatan, namun tidak diamati pada penelitian ini.

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Gambar 1, menandakan bahwa keberadaan mikroorganisme yang diperoleh memang berasal dari hasil fermentasi buah pepaya. Ragam jenis bakteri dari penelitian sebelumnya telah dilaporkan dari produk

MOL berbahan dasar buah pepaya misalnya dari kelompok pengikat nitrogen (N) yaitu *Bacillus* sp., *Azospirillum* sp., dan *Azotobacter* sp. (Sari dan Karnilawati, 2020). Keberadaan bakteri pengikat nitrogen ini juga menandakan bahwa terdapat kondisi minim oksigen ( $O_2$ ) selama fermentasi yang memicu pertumbuhan kelompok tersebut. Hal ini juga mengindikasikan potensinya sebagai bagian dari mikrobiota tanah nantinya ketika diaplikasikan sebagai pupuk cair pada (Liandri, 2017)

Selain itu, keberadaan bakteri pelarut fosfat juga mendukung fungsinya sebagai pupuk cair (Vionita et al., 2015) Bakteri pelarut fosfat akan mengeluarkan asam-asam organik dalam melarutkan fosfat tidak larut menjadi  $H_2PO_4^-$  yang terlarut dan tersedia bagi bakteri tersebut. Aktivitas melarutkan P ditandai dengan munculnya zona bening di sekitar koloni bakteri pelarut fosfat (Setiawati et al., 2017). Beberapa jenis bakteri yang dapat melarutkan fosfat yaitu *Azospirillum*, *Azotobacter* dan *Cytophaga*. Bakteri *Bacillus* dan *Pseudomonas* juga memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat dan kalium (Safitri et al., 2018). Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri dalam proses fermentasi yaitu substrat, pH, oksigen dan strain mikroba yang digunakan (Rani et al., 2017).



**Gambar 2.** Kandungan IAA (ppm) dalam produk MOL hasil fermentasi buah pepaya selama 15 hari. MOL-1: Fermentasi dengan molase, MOL-2: Fermentasi tanpa molase. Huruf yang berbeda menunjukkan taraf beda nyata pada  $P \leq 0,05$  dari hasil uji *post-hoc* DMRT.

#### ***Kandungan IAA dalam Produk MOL***

Kandungan IAA yang diperiksa berasal dari hasil fermentasi buah pepaya menggunakan MOL (w/v) yang diperlakukan dengan rasio 1:1 (50%) dan 1:2 (100%). Hasil menunjukkan bahwa rerata kisaran kadar IAA antara 21,87 ppm (MOL-1 50%) hingga 37,08 (MOL-1 100%). Secara umum, tidak terdapat pola perlakuan MOL yang konsisten terhadap kadar IAA yang diperoleh, misalnya MOL-2 (100%) dan MOL-1+2 (100%) pada sampel namun hasil yang dianalisis menunjukkan perbedaan yang nyata ( $F_{12,5} = 53,06$ ;  $P = 0,000$ ). Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan komunitas

bakteri dan kemampuannya dalam memanfaatkan molase yang terdapat dalam pada medium fermentasi sebagai sumber energi untuk memicu produksi IAA.

Beberapa bakteri endofit yang juga diketahui mampu menghasilkan IAA yaitu *Agrobacterium tumefaciens*, *Azotobacter vinelandii*, *Azotobacter chroococcum*, *A. vinelandii* dan *A. paspali* (Silitonga *et al.*, 2013). Faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi produksi IAA antara lain faktor lingkungan (pH, tekanan osmotik, sumber karbon), nitrogen, ketersediaan asam amino dan ketersediaan triptofan sebagai prekursor biosintesis IAA (Soepriyanto *et al.*, 2021). Faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi produksi IAA yaitu faktor lingkungan (pH, tekanan osmotik, sumber karbon), nitrogen, ketersediaan asam amino dan ketersediaan triptofan sebagai prekursor biosintesis IAA. Produksi IAA dapat mengalami penurunan apabila jumlah koloni bakteri mengalami peningkatan (E. K. Sari, 2020) Peningkatan kadar IAA dalam media mengindikasikan berkurangnya nutrisi yang tersedia untuk pertumbuhan (Dalam kondisi tersebut, bakteri masih mampu membelah diri, namun bakteri juga dapat mengonsumsi IAA yang dihasilkannya untuk pertumbuhannya karena medium pertumbuhan sudah miskin nutrisi.

#### ***Kadar Nitrogen, Fosfor, dan Kalium (NPK) Produk MOL***

Analisis kadar NPK MOL pepaya menunjukkan adanya peningkatan dan penurunan terhadap masing-masing perlakuan dengan penambahan molase dan tanpa penambahan molase (Tabel 1). Kadar N-total tanpa molase lebih tinggi yaitu sebesar 0,18% dibandingkan dengan kadar N-total yang diberi penambahan molase hanya 0,06%. Hal ini kemungkinan bakteri menggunakan sumber nitrogen yang terdapat dalam MOL pepaya secara maksimal sehingga apabila ditambahkan molase dengan kadar nitrogen tinggi, nitrogen yang terdapat dalam molase digunakan oleh bakteri untuk proses metabolisme dan sisanya terlepas ke udara. Beberapa jenis bakteri penambat nitrogen yang bersifat non-simbiosis diantaranya *Azoarcus*, *Azotobacter*, *Acetobacter*, *Azospirillum*, *Burkholderia*, *Diazotrophicus*, *Enterobacter*, *Gluconacetobacter*, *Pseudomonas* dan Sianobakter (*Anabaena*, *Nostoc*) (Bhattacharyya & Jha, 2012).

**Tabel 1.** Hasil analisis kadar NPK pada produk MOL

No	Parameter uji	Kadar	
		MOL+Molase	MOL
1	Nitrogen (N-total, %)	0,06	0,18
2	Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %)	0,09	0,07
3	Kalium (K <sub>2</sub> O, %)	0,09	0,13

Kadar P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> yang diberi molase yaitu 0,09%, tidak berbeda jauh tanpa penambahan molase yaitu hanya 0,07%. Hal ini kemungkinan karena kadar fosfor yang terdapat pada MOL pepaya dan molase telah seimbang sehingga dapat digunakan oleh bakteri untuk diubah menjadi makronutrient yang dibutuhkan oleh tanaman. Keberadaan bakteri pelarut fosfat dalam produk MOL diharapkan mampu berkontribusi terhadap serapan fosfor nantinya bagi pertumbuhan tanaman. Bakteri pelarut fosfat umumnya menghasilkan asam organik ekstraseluler yang mampu berikatan dengan ion Ca yang terikat dalam bentuk Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> dan membebaskan ion H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>. Asam-asam organik



tersebut dapat berupa asam sitrat, glutamat, suksinat, laktat, oksalat, glikooksalat, malat, fumarat, tartarat ataupun asam alpha-ketobutirat (Rani *et al.*, 2017).

Kadar  $K_2O$  tanpa penambahan molase lebih tinggi yaitu 0.13% dibandingkan dengan penambahan molase yaitu sebesar 0,09%. Hal ini kemungkinan karena tingginya kadar kalium yang terdapat pada larutan MOL buah pepaya sehingga terjadi pengendapan kalium pada larutan MOL yang menyebabkan kalium tidak terdeteksi secara sempurna. Kemungkinan lainnya diduga karena adanya aktivitas mikroorganisme, dimana mikroorganisme selain merombak kalium juga menggunakan kalium untuk aktivitas metabolismenya. Kalium ( $K_2O$ ) digunakan oleh mikroorganisme dalam bahan substrat sebagai katalisator. Adanya aktivitas mikroorganisme tersebut sangat berpengaruh terhadap peningkatan kandungan kalium (Bachtiar *et al.*, 2018).

## **KESIMPULAN**

Fermentasi buah pepaya matang menghasilkan produk MOL yang dikaji kualitasnya dalam penelitian ini. Berdasarkan hasil perhitungan ALT terhadap kepadatan dari kelompok bakteri dalam produk MOL menunjukkan keberadaan bakteri pengikat nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan bakteri kitinolitik selain dari kelompok bakteri kosmopolit. Kadar IAA pada hasil fermentasi buah pepaya berikutnya menunjukkan bahwa terdapat perlakuan optimum yaitu MOL+molase (100%) sementara profil NPK masih lebih tinggi pada perlakuan MOL tanpa molase.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Bachtiar, R. A., Rifki, M., Nurhayat, Y. R., Wulandari, S., Kutsiadi, R. A., Hanifa, A., & Cahyadi, M. (2018a). Komposisi Unsur Hara Kompos yang Dibuat dengan Bantuan Agen Dekomposer Limbah Bioetanol pada Level yang Berbeda. *Sains Peternakan*, 16(2), 63-. <https://doi.org/10.20961/sainspet.v16i2.23176>
- Bachtiar, R. A., Rifki, M., Nurhayat, Y. R., Wulandari, S., Kutsiadi, R. A., Hanifa, A., & Cahyadi, M. (2018b). Komposisi Unsur Hara Kompos yang Dibuat dengan Bantuan Agen Dekomposer Limbah Bioetanol pada Level yang Berbeda. *Sains Peternakan*, 16(2), 63–68. <https://doi.org/10.20961/sainspet.v16i2.23176>
- Bhattacharyya, P. N., & Jha, D. K. (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): Emergence in agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28(4), 1327–1350. <https://doi.org/10.1007/s11274-011-0979-9>
- Hadi, R. A. (2019). Pemanfaatan Mol (Mikroorganisme Lokal) Dari Materi Yang Tersedia Di Sekitar Lingkungan. *Jurnal*, 9(1), 12-21.
- Huda, M. K. (2013). *Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Urin Sapi Dengan Aditif Tetes tebu (molasses) Metode Fermentasi*. Skripsi. Prodi Biologi Universitas. halaman
- Husnaeni, F., Setiawati, M. R., Raya Bandung, J., & Djati Nangor, S. (2018). Pengaruh Pupuk Hayati Dan Anorganik Terhadap Populasi Azotobacter, Kandungan N, Dan Hasil Pakcoy Pada Sistem Nutrient Film Technique. *Jurnal Biodjati*, 3(1), 90–98. <http://journal.uinsgd.ac.id/index.php/biodjati>

- Idham, I., Sudiarmo, S., N Aini, N., & Nuraini, Y. (2016). Isolation and identification on microorganism decomposers of Palu local cow manure of Central Sulawesi, Indonesia. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 3(4), 625–629. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2016.034.625>
- Jumadi, O. L., & Hartono. (2015). Produksi zat pengatur tumbuh IAA (Indole Acetic Acid) Dan Kemampuan Pelarutan Fosfat Pada Isolat Bakteri Penambat Nitrogen Asal Kabupaten Takalar. *Jurnal Bionature*, 16(1), 43–48.
- Liandri, N. P. T. (2017). *Pengaruh Bioaktivator Em4 Dan Aditif Tetes Tebu (Molasses) Terhadap Kandungan N, P Dan K Dalam Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Limbah Cair Tahu*. Skripsi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas. halaman
- Liu, K., Yuan, C., Li, H., Chen, K., Lu, L., Shen, C., & Zheng, X. (2018). A Qualitative Proteome-Wide Lysine Crotonylation Profiling Of Papaya (*Carica papaya* L.). *Scientific Reports*, 8(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-26676-y>
- Rani, I. M., Lestari, P. R., Rahmayani, D. E., Asan, M., & Astriani, M. (2017). Uji Bakteri Pelarut Fosfat Dan Penghasil IAA pada MOL Buah Bintaro (*Cerbera manghas* L.). *Jurnal Florea*, 4(2), 11–21.
- Ryan, I., & Doo, B. (2021). Pengaruh pemberian pupuk MOL Buah Pepaya (*Carica papaya* L.) Dengan Dosis Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaeae* L.) di Kelurahan Bumi Wonorejo Distrik Nabire. *Jurnal FAPERTANAK: Jurnal Pertanian Dan Peternakan*, 6(1), 1–11.
- Safitri, R. N., Shovitri, M., & Hidayat, A. (2018). Potensi Bakteri Koleksi Sebagai Biofertilizer. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2), 2337–2520. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.37137>
- Sari, cut mulia, & Karnilawati. (2020). Uji Efektivitas Mol Buah Pepaya Dan Nasa Cair Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Terong (*Solanum melongena* L.). *Jurnal*, 7(2), 242–256.
- Sari, E. K. (2020). Penetapan Kadar Klorofil dan Karotenoid Daun Sawi (Brassica) Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Fullerene Journal of Chemistry*, 5(1), 49-56. <https://doi.org/10.37033/fjc.v5i1.150>
- Setiawati, M. R., Damayanti, M., Herdiyantoro, D., Suryatmana, P., & Khumairah, F. H. (2017). Uji Formulasi Pupuk Hayati Padat Berbasis Azolla Terhadap Populasi dan Fungsional Mikroba Tanah Menguntungkan. *SoilREns*, 15(2), 21–25. <https://doi.org/10.24198/soilrens.v15i2.21461>
- Spaepen, S., Vanderleyden, J., & Remans, R. (2007). Indole-3-Acetic Acid In Microbial And Microorganism-Plant Signaling. *FEMS Microbiology Reviews*, 31(4), 425–448. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2007.00072.x>
- Torres-Rubio, M. G., Valencia-Plata, S. A., Bernal-Castillo, J., & Martinez-Nieto, P. (2000). Isolation of Enterobacteria, Azotobacter sp. and Pseudomonas sp., producers of indole-3 acetic acid and siderophores, from Colombian rize rhizosphere. *Revista Latinoamericana de Microbiologia*, 42, 171–176.



Tuhuteru, S., Paling, S., Sanger, J., (2019). Pembuatan Mikroorganisme Lokal Bonggol Pisang pada Kelompok Tani Tunas Harapan Distrik Walelagama, Jayawijaya, Papua. *Agrokreatif*, 5(3), 188–194.

Vionita, Y., Sri Rahayu, Y., Lisdiana F. (2015). *Potensi Isolat Bakteri Endofit dari Akar Tanaman Ubi Jalar (Ipomoea batatas) dalam Penambatan Nitrogen Potential of Endophytic Bacteria Isolates of Sweet Potato (Ipomoea batatas) Roots in Nitrogen Fixation. Jurnal Lentera Biologi*, 4(2), 124–130. <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio>

**How To Cite This Article, with APA style :**

Simarmata W., Yurnaliza., Nurwahyuni. I. (2022). Quality of Effective Microorganism-based Liquid Fertilizer from Fermented Papaya Fruits (*Carica papaya* L.). *Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus*, 8(2), 364-372. <https://doi.org/10.36987/jpbn.v8i2.2733>