

Pengaruh Fermentasi Ekstrak Keong Mas (*Pomacea canaliculate* L.) dalam *Effective Microorganism 4* (EM4) Terhadap Kadar NPK, Asam Amino dan Fitohormon

The Effect of Fermentation of Golden Snail (*Pomacea canaliculate* L.) Extract in *Effective Microorganism 4* (EM4) on NPK, Amino Acid and Phytohormone Levels

Rahmawati¹, Sepdian Luri Asmono*², Suharjono³, Nisa Budi Arifiana⁴

^{1,2,3,4}Politeknik Negeri Jember

*E-mail : sepdian@polije.ac.id

ABSTRACT

This study aims to determine the levels of NPK, amino acids, and phytohormones in golden snail extract fermented using EM4 (Effective Microorganism 4). This research was carried out by adding active EM4 consisting of 6 concentration levels (0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%) and sugar water into a reactor containing golden snail extract waste. The fermentation process was carried out for 14 days. Next, samples were taken on day 0 and day 14 to analyze the macronutrient content consisting of N-total, P₂O₅ and K₂O, amino acid content, and phytohormones using the Kjeldhal and LCMS methods. The results of the research showed that total N and potassium levels were very significantly different, where there was a decrease in total N levels from golden snail extract at several active EM4 concentrations during the fermentation process, the highest nitrogen content was detected in fermentation without EM4 (0%), namely 1.766 % (v/v). The smallest nitrogen content was in fermentation using 25% active EM4, namely 1.474%. Meanwhile, phosphorus content did not decrease significantly during 14 days of fermentation in all treatments. As the concentration of active EM4 increased, there was a decrease in 12 types of amino acids from fresh golden snail extract. Cytokinin and Gibberellin content was not identified, while IAA (Indole acetic acid) increased during the 14-day fermentation process in all treatments.

Keywords: Concentration, EM4, Golden snail.

Disubmit : 30 November 2023, **Diterima:** 15 Agustus 2024, **Disetujui:** 12 Januari 2025;

PENDAHULUAN

Keong mas merupakan salah satu hama untuk tanaman, terutama pada tanaman padi muda dengan daya rusak mencapai 10 - 100% serta kemampuan merusak yang relatif cepat (Iqbal Shukri, 2023). Tidak cukup dengan serangan hama, permasalahan utama yang dialami petani adalah mahal dan langkanya pupuk kimia di pasaran. Kenyataan yang terjadi selama ini, penggunaan pupuk kimia dilahan pertanian Indonesia sudah berjalan sangat lama, dengan dosis aplikasinya dari tahun ketahun semakin meningkat sehingga berdampak pada kerusakan fisik, kimia dan biologi tanah serta residunya juga berdampak pada pencemaran lingkungan.

Selama kurun waktu 10 tahun ke belakang, petani semakin sadar akan dampak yang ditimbulkan dari penggunaan pupuk kimia yang terus menerus terhadap lingkungan dan produk-produk pertanian yang



Lisensi

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional.

dihasilkan. Masyarakat juga semakin sadar bahwa produk-produk pertanian harus aman dikonsumsi dan didukung dengan sistem budidaya yang berkelanjutan. Untuk menjawab permasalahan tersebut, salah satu upaya untuk mengatasinya adalah dengan penggunaan pupuk organik. Penggunaan pupuk organik dapat meningkatkan kesuburan tanah, ramah lingkungan dan juga biaya pupuk yang murah. Pupuk organik dapat berbentuk padatan dan cair. Pupuk organik cair merupakan larutan hasil pembusukan bahan-bahan organik seperti sisa tanaman, kotoran hewan dan manusia (Satriawi et al., 2019).

Pupuk organik pada dasarnya dapat dibuat dari bahan-bahan organik yang banyak dijumpai di lingkungan sekitar seperti kotoran sapi, kambing, ayam, seresah daun, sisa sayuran dan buah serta bahan organik lainnya. Hama pertanian seperti keong mas juga dapat dimanfaatkan dan diolah menjadi bahan baku pupuk organik dan juga biostimulan bagi tanaman. Menurut (Fransiska Fenti Damayanti, 2015) keong mas memiliki kandungan asam amino yang berpotensi sebagai biostimulan yang dapat menyehatkan tanaman. Biostimulan adalah zat atau mikroorganisme yang diberikan pada tanaman untuk meningkatkan efisiensi penyediaan nutrisi, meningkatkan daya adaptasi terhadap cekaman abiotik serta meningkatkan kualitas tanaman. Asam humat, chitosan, ekstrak tanaman, hydrolysis protein, senyawa N serta jamur dan bakteri adalah bahan-bahan yang tergolong biostimulan (du Jardin, 2015).

Keong mas mengandung mikroba pelarut fosfat, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus* (Suharjono, Asmono and Wardana, 2022). Bakteri-bakteri tersebut dikenal bermanfaat sebagai mikroorganisme penyubur tanaman. Tetapi berdasarkan kajian yang lebih mendalam, keong mas ternyata juga memiliki kandungan protein, asam amino serta hormon tumbuhan (Erika Mei S. Payuran, 2019) dan (Posaluk and Junkasiraporn, 2017). Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan formulasi produk biostimulan untuk tanaman melalui pemanfaatan hama keong mas.

Penggunaan Biostimulan asam amino dari bahan alami tentunya lebih aman untuk digunakan dan berkelanjutan dalam praktek pertanian yang ramah lingkungan. Oleh sebab itu, hasil penelitian diharapkan mampu menjadi alternatif bagi para petani dalam menyediakan kebutuhan Biostimulan bagi tanaman. Selain itu, hasil dari penelitian ini juga bermanfaat dalam mengurangi dosis pupuk kimia melalui substitusi dengan menggunakan ekstrak keong mas yang telah difermentasi.

Penelitian ini dibagi menjadi 2 tahapan kegiatan penelitian. Kegiatan pertama yaitu optimalisasi hasil biostimulan asam amino, hormon endogen dan NPK ekstrak keong mas melalui proses fermentasi menggunakan EM4 (*Effective Microorganism 4*). Selanjutnya dilakukan pengujian dari ekstrak keong mas yang telah difermentasi menggunakan EM4 aktif pada tanaman.

METODE PENELITIAN

Langkah-langkah dalam penelitian ini diadopsi dari penelitian Munawaroh, Sutisna, dan Pharmawati (Munawaroh, Sutisna and Pharmawati, 2013). Kegiatan penelitian dilaksanakan pada bulan Juni s.d November 2023 di TEFA (*Teaching Factory*) Rumah Organik dan Laboratorium Tanaman Politeknik Negeri Jember. Alat yang digunakan antara lain: pH Meter, HPLC, Blender, Pipet, Timbangan analitik, Gelas ukur, Wadah reaktor. Bahan yang digunakan antara lain: Keong mas, EM4, Gula, Aquadest, Alkohol, H₂SO₄. Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok Non Faktorial dengan 6 perlakuan konsentrasi EM4 (v/v) yaitu : (0%; 5%; 10%; 15%; 20%; dan 25%) dengan 4 kali ulangan.

Variabel yang diamati adalah kadar N,P,K, Asam amino dan Fitohormon dari ekstrak keong mas. Data hasil penelitian di analisis menggunakan analisis sidik ragam dengan uji F pada taraf kepercayaan 95% untuk melihat pengaruh perlakuan. Apabila hasil ragam berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Rentang Ganda Duncan atau DMRT (*Duncan Multiple Range Test*).

Pelaksanaan Penelitian. Pengaktifan EM4 dilakukan dengan mencampurkan EM4 dan aquadest dengan rasio perbandingan 1:20 (5%). Kemudian didiamkan pada kondisi anaerob di suhu ruang selama 5-7 hari (Munawaroh, Sutisna and Pharmawati, 2013). Kegiatan awal dalam mempersiapkan sampel adalah

menghaluskan keong mas segar bersama dengan cangkangnya, selanjutnya menambahkan EM4 aktif pada masing-masing perlakuan, kemudian difermentasikan secara anaerob selama 14 hari dan mengukur pH setiap 5 hari sekali. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 2 kali pada hari ke 0 dan hari ke 14 untuk melihat kandungan NPK-total, asam amino dan fitohormon.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Fermentasi Ekstrak Keong Mas dalam EM4 Terhadap Kadar NPK. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar total NPK pada beberapa konsentrasi EM4 aktif berpengaruh nyata (hasil analisis disajikan pada tabel 1).

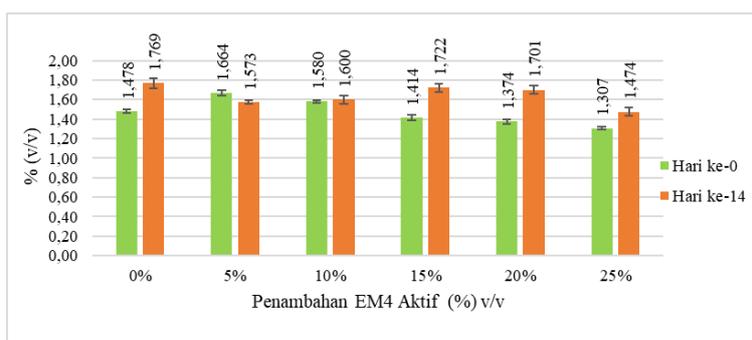
Tabel 1. Rerata total NPK pada beberapa konsentrasi EM4 Aktif

Penambahan EM4 Aktif	Rerata Total N (%)	Rerata Total P ₂ O ₅ (%)	Rerata Total K ₂ O (%)
0%	1.623 ^a	0.204 ^a	0.185 ^a
5%	1.618 ^a	0.201 ^a	0.185 ^a
10%	1.590 ^{ab}	0.190 ^a	0.179 ^a
15%	1.568 ^{bc}	0.186 ^a	0.186 ^a
20%	1.538 ^c	0.169 ^a	0.087 ^b
25%	1.390 ^d	0.136 ^b	0.202 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5 %.

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa rerata total kadar Nitrogen (N) dan P₂O₅ (P) mengalami penurunan seiring dengan penambahan level konsentrasi EM4 aktif. Kadar N paling tinggi terdeteksi pada perlakuan EM4 (0%), yaitu sebesar 1,623 % (v/v), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan penambahan EM4 aktif (5%) dan (10%). Sedangkan kadar N paling kecil pada penambahan EM4 aktif (25%) sebanyak 1,39 (v/v). Kadar K₂O (K), paling tinggi terdeteksi pada perlakuan penambahan EM4 aktif (25%) sebanyak 0,2% (v/v).

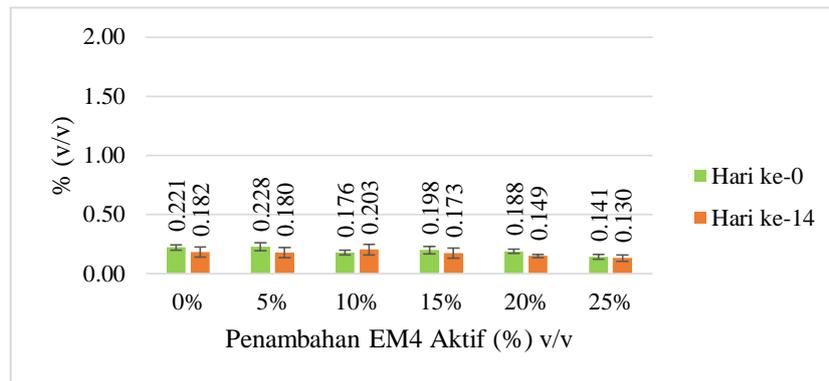
Adanya penurunan kadar N ekstrak keong mas dengan adanya penambahan EM4 aktif diduga karena semakin tinggi konsentrasi EM4 dapat meningkatkan aktifitas mikroorganisme sehingga nitrogen diperlukan untuk proses hidupnya. Hal ini sejalan dengan penelitian (Widyabudiningsih, et al., 2021) bahwa unsur nitrogen yang terdapat dalam bahan organik akan hilang dalam bentuk NH₃ yang menguap ke udara dan metabolisme sel. Lebih lanjut, dalam penelitian tersebut juga dinyatakan bahwa bahan organik juga dapat digunakan sebagai nutrisi oleh mikroorganisme untuk keberlangsungan hidupnya.



Gambar 1. Perbandingan kadar N ekstrak Keong Mas pada lama fermentasi

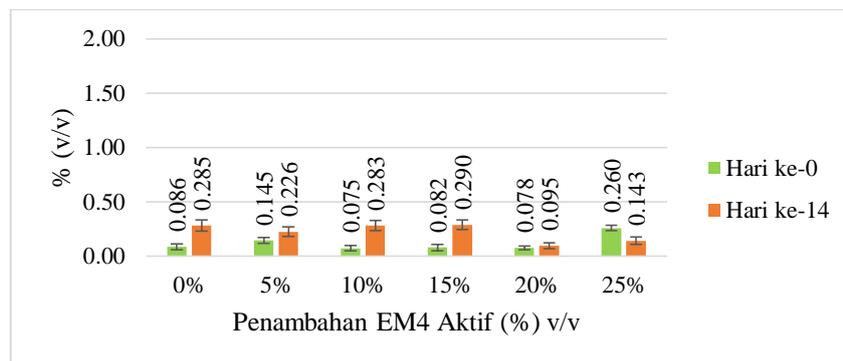
Pada gambar 1 terlihat adanya peningkatan kadar N pada tiap level konsentrasi EM4 Aktif selama proses fermentasi, hal ini diduga karena adanya proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme

mengubah amoniak menjadi nitrit (Bachtiar et al., 2019). Selain itu penurunan kadar Nitrogen juga dapat terjadi dikarenakan adanya penguapan Nitrogen dalam bentuk NH_3 , serta untuk aktivitas metabolisme mikroorganisme (Suharjo, Asmono and Wardana, 2022).



Gambar 2. Perbandingan kadar P ekstrak Keong Mas pada lama fermentasi

Pada gambar 2 terlihat bahwa kadar P pada tiap level konsentrasi EM4 aktif, rata-rata terjadi penurunan selama proses fermentasi. Hal ini terjadi karena penguraian P oleh mikro organisme kurang optimal sehingga terjadi penurunan kadar P (Bachtiar et al., 2019). Kadar P rata-rata semakin kecil terlihat pada perlakuan fermentasi menggunakan EM4 aktif 25%. Hal ini dikarenakan dalam keong mas juga ada bakteri pelarut fosfat yang aktif sehingga hasil konsentrasi P yang terdeteksi tidak berbeda nyata dengan fermentasi yang menggunakan EM4 aktif. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan peneliti terdahulu bahwa dalam Mikroorganisme Lokal (MOL) keong mas terdapat bakteri pelarut fosfat seperti *Pseudomonas*, *Bacillus* dan *Azotobacter* (A. Siregar, 2017).



Gambar 3. Perbandingan kadar K ekstrak Keong Mas pada lama fermentasi

Pada gambar 3. menunjukkan adanya peningkatan kadar K pada tiap level konsentrasi EM4 aktif mulai dari konsentrasi EM4 aktif 0% hingga 20%. Kenaikan K selama proses fermentasi disebabkan oleh aktifitas mikroorganisme yang menguraikan bahan organik (Bachtiar *et al.*, 2019). Sedangkan pada konsentrasi 25% terjadi penurunan kadar K selama proses fermentasi. Adanya penurunan K selama proses fermentasi ini terjadi dan diduga karena sudah tidak ada lagi penambahan unsur K pada proses fermentasi, sehingga bakteri atau mikroorganisme lain dalam EM4, menggunakan ion K^+ bebas untuk keperluan metabolismenya. Secara garis besar, unsur hara dalam pupuk akan semakin menurun karena proses perlakuan dan penyimpanan baik itu unsur nitrogen, kalium maupun fosfor (Harry Oliver Buckman, 2015).

Adanya variasi nilai kadar K antara lain disebabkan karena adanya perbedaan kecepatan mikroorganisme dalam melakukan proses dekomposisi bahan organik saat fermentasi.

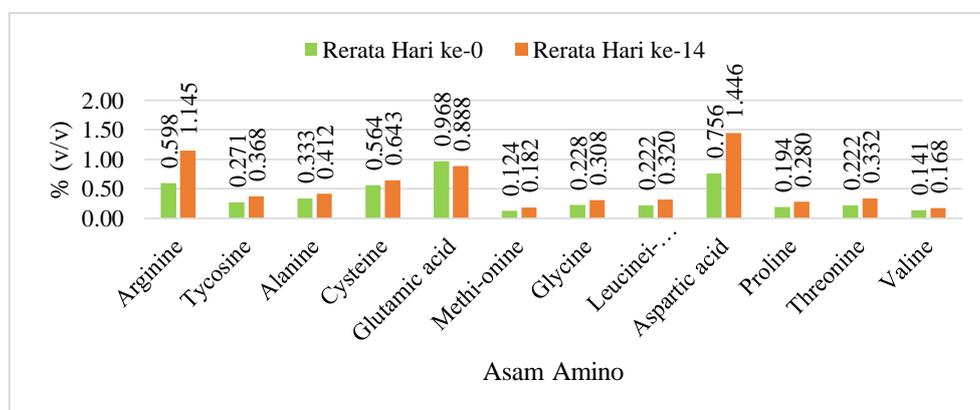
Pengaruh Fermentasi Ekstrak Keong Mas dalam EM4 Terhadap Kadar Asam Amino. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar total asam amino pada beberapa konsentrasi EM4 aktif menunjukkan pengaruh nyata (hasil analisis disajikan pada tabel 2.).

Tabel 2. Rerata total Asam Amino pada beberapa konsentrasi EM4 Aktif

Penambahan EM4 Aktif % (v/v)	Jenis dan Rerata Konsentrasi Asam Amino % (v/v)											
	Arginine	Tyrosine	Alanine	Cysteine	Glutamic acid	Methi-onine	Glycine	Leucinei-soleucine	Aspartic acid	Proline	Threonine	Valine
0% Kontrol	1.415 a	0.403 a	0.492 a	0.743 a	1.069 a	0.215 a	0.426 a	0.379 a	1.873 a	0.326 a	0.391 a	0.195 a
5%	1.033 b	0.347 b	0.436 b	0.677 b	0.837 d	0.191 a	0.416 a	0.306 b	1.126 b	0.276 b	0.292 b	0.149 bc
10%	0.896 c	0.295 cd	0.364 c	0.592 c	1.007 b	0.139 b	0.250 b	0.252 c	1.030 c	0.220 c	0.266 bc	0.158 b
15%	0.681 d	0.298 cd	0.378 c	0.598 c	0.911 c	0.124 b	0.240 b	0.244 cd	1.125 b	0.192 d	0.243 cd	0.158 b
20%	0.685 d	0.304 c	0.328 d	0.574 c	0.917 c	0.129 b	0.176 c	0.228 cd	0.974 d	0.195 cd	0.237 cd	0.144 bc
25%	0.520 e	0.268 d	0.238 e	0.437 d	0.828 d	0.122 b	0.099 d	0.219 d	0.478 e	0.213 cd	0.233 d	0.123 c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5 %.

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa beberapa konsentrasi EM4 aktif yang diujikan berpengaruh nyata pada masing-masing kadar asam amino. Pada perlakuan kontrol (0%) rata-rata kadar asam amino terdeteksi memiliki nilai paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Terlihat pula bahwa kadar EM4 aktif 25% memiliki nilai rata-rata asam amino paling kecil. Pada proses hidrolisis enzimatis, bakteri asam laktat termasuk dalam bakteri proteolitik yang mampu menghasilkan enzim protease, sebagai pemecah protein, namun untuk pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri asam laktat, ternyata membutuhkan nitrogen dan asam amino bebas sebagai makanannya (Suwarny, 2022). Kebutuhan bakteri akan asam amino bebas tersebut diduga menjadi penyebab menurunnya konsentrasi asam amino.



Gambar 4. Perbandingan kadar Asam Amino ekstrak Keong Mas pada lama fermentasi

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa perbandingan kadar asam amino ekstrak keong mas mengalami peningkatan selama proses fermentasi. Adanya peningkatan kadar asam amino selama proses fermentasi diakibatkan oleh mikroorganisme yang memiliki aktifitas proteolitik yang mampu mengurai protein menjadi bentuk lebih sederhana yaitu asam amino sehingga kadarnya pun meningkat (Max *et al.*, 2016).

Beberapa peran asam amino bagi tumbuhan antara lain: Proline dapat mengurangi efek cekaman abiotik dan mempercepat waktu pemulihan dari stres abiotik dengan memperkuat dinding sel, serta meningkatkan kesuburan serbuk sari (Hayat *et al.*, 2012); L-Glycine dan L-Glutamic Acid adalah komponen kunci untuk produksi klorofil, dapat mengkelat nutrisi ion logam dan memfasilitasi penyerapan dan pergerakan tanaman ke dalam sel (Mattioli *et al.*, 2018). Asam amino L-Metionin adalah prekursor etilen yang merangsang pematangan (Zhao, 2012); L-Arginine adalah prekursor produksi sitokinin yang terlibat dalam pertumbuhan sel, pertumbuhan tunas ketiak dan penuaan daun (Winter *et al.*, 2015).

Pengaruh Fermentasi Ekstrak Keong Mas dalam EM4 Terhadap Kadar Fitohormon. Hasil analisis fitohormon dari ekstrak keong mas menunjukkan bahwa kadar hormon sitokinin dan giberelin tidak teridentifikasi, sedangkan pada kadar total IAA yang termasuk dalam hormon auksin menunjukkan bahwa pada beberapa konsentrasi EM4 aktif terdapat pengaruh berbeda nyata (hasil analisis disajikan pada tabel 3.).

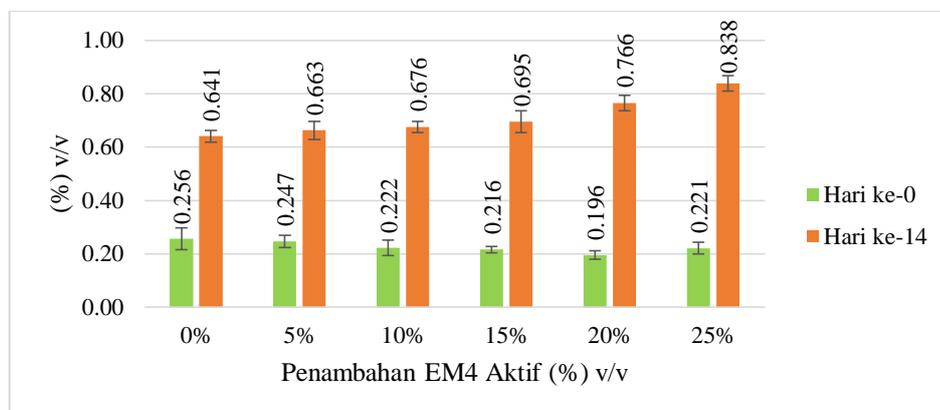
Tabel 3. Rerata total IAA pada beberapa konsentrasi EM4 Aktif

Penambahan EM4 Aktif	Rerata Total IAA (%)	Rerata Total Sitokinin (%)	Rerata Total Giberelin (%)
0%	0.448 ^a	nd	nd
5%	0.455 ^{ab}	nd	nd
10%	0.449 ^a	nd	nd
15%	0.456 ^{ab}	nd	nd
20%	0.481 ^b	nd	nd
25%	0.530 ^c	nd	nd

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5 %.

nd : tidak teridentifikasi (*no detected*)

Pada tabel 3. menunjukkan bahwa kadar total IAA mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan konsentrasi EM4 aktif yang ditambahkan pada ekstrak keong mas. Peningkatan jumlah IAA tertinggi mencapai 0,53 % dihasilkan dari ekstrak keong mas dengan penambahan EM4 aktif 25%. Beberapa peneliti mengemukakan bahwa hormon Salisic Acid dalam lendir molusca *D. Reticulatum* (Kästner *et al.*, 2014). Namun keberadaan IAA dalam Keong Mas ini belum diketahui pasti apakah keong bisa melakukan sintesa IAA sendiri atau berasal dari bakteri yang bersimbiosis dengan Keong Mas.



Gambar 4. Perbandingan kadar IAA ekstrak Keong Mas pada lama fermentasi

Pada gambar 4. Terlihat bahwa kadar IAA ekstrak keong mas mengalami peningkatan pada semua level konsentrasi EM4 aktif selama proses fermentasi. IAA yang terdeteksi dalam penelitian ini diduga berasal dari mikroorganisme dalam keong mas dan juga dalam EM4. Peneliti sebelumnya menyatakan

bahwa dalam Keong Mas terdapat bakteri *Pseudomonas fluorescens* (Mudi, Anwar and Ali Sadikin, 2023). Bakteri tersebut mampu menghasilkan IAA dan juga berperan sebagai pelarut fosfat. Selain itu semakin banyak konsentrasi EM4 aktif diduga memacu produksi IAA. Karna dalam EM4 merupakan bioaktivator yang berisi mikroorganisme seperti *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus* sp., *Aeromonas* sp., dan *Aspergillus* sp. menunjukkan aktivitasnya sebagai pelarut fosfat dan menghasilkan hormon IAA (Istiqomah, 2017).

KESIMPULAN

Pada penelitian ini disimpulkan bahwa terjadi penurunan kadar N total dari ekstrak keong mas pada beberapa konsentrasi EM4 aktif selama proses fermentasi, kadar N paling tinggi terdeteksi pada fermentasi tanpa EM4 (0%), yaitu sebesar 1,766 % (v/v). Kadar N paling kecil pada fermentasi menggunakan 25% EM4 aktif yaitu sebesar 1,474%. Sedangkan kandungan P tidak mengalami penurunan kadar secara signifikan selama fermentasi 14 hari di semua perlakuan. Semakin bertambahnya konsentrasi EM4 aktif, terjadi penurunan pada 12 jenis asam amino dari ekstrak keong mas segar. Kandungan Sitokinin dan Giberelin tidak teridentifikasi, sedangkan IAA (*Indole acetic acid*) terjadi peningkatan selama proses fermentasi 14 hari pada semua perlakuan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih atas dukungan pendanaan dari PNBPN Politeknik Negeri Jember Tahun 2023 dengan nomor kontrak: 901/PL17.4/PG/2023 sehingga penelitian dan penulisan artikel ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Siregar, T.K.L. (2017) 'Utilization Of Golden Snail As Alternative Liquid Organic Fertilizer (LOF) On Paddy Farmers In Dairi, Indonesia', *Semantic scholar* [Preprint].
- Bachtiar, B. *et al.* (2019) *Analisis Kandungan Hara Kompos Johar Cassia siamea Dengan Penambahan Aktivator Promi Analysis Of The Nutrient Content Of Compost Cassia siamea With Addition Of Activator Promi*. ON LINE.
- Barades, E., Alimuddin, A. and Sudrajat, A.O. (2013) 'Elektroporasi dan transplantasi sel testikular dengan label GFP pada ikan nila Electroporation and GFP-labelled transplantation of testicular cells in Nile tilapia', *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 12(2), pp. 186–192. Available at: <https://doi.org/10.19027/jai.12.186-192>.
- Erika Mei S. Payuran (2019) 'Fermented Apple Snails (*Pomacea canaliculata*) as Source of Amino Acids Used as Pesticide and Fertilizer in Pechay', *Ascendens Asia Journal of Multidisciplinary Research Abstracts*, 3(2).
- Fransiska Fenti Damayanti (2015) *Pengaruh Konsentrasi Mikroorganisme Lokal (MOL) Berbahan Dasar Keong Mas (*Pomacea canaliculata* L.) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Keriting (*Capsicum annum*)*. Universitas Sanata Dharma.
- Harry Oliver Buckman, N.C.B. (2015) *The Nature and Properties of Soils - Scholar's Choice Edition*.
- Iqbal Shukri (2023) *Cara Alami Maengatasi Hama Keong Mas*, <https://trubus.id/cara-alami-mengatasi-hama-keong-mas/>.
- Istiqomah, L.Q.A.A.L.A. (2017) 'Kemampuan *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* dalam Melarutkan Fosfat dan Memproduksi Hormon IAA (Indole Acetic Acid) Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat', *Buana Sains*, 17(1), pp. 75–84.

- Rahmawati, dkk : Pengaruh Fermentasi Ekstrak Keong Mas (*Pomacea canaliculate L.*) dalam Effective ...
- du Jardin, P. (2015) 'Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation', *Scientia Horticulturae*, 196, pp. 3–14. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>.
- Kästner, J. *et al.* (2014) 'Salicylic Acid, a Plant Defense Hormone, Is Specifically Secreted by a Molluscan Herbivore', *PLoS ONE*, 9(1), p. e86500. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0086500>.
- Mattioli, R. *et al.* (2018) 'Proline synthesis in developing microspores is required for pollen development and fertility', *BMC Plant Biology*, 18(1), p. 356. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12870-018-1571-3>.
- Max, G. *et al.* (2016) *Pengaruh Fermentasi Terhadap Kandungan Protein Dan Asam Amino Pada Tepung Gapek Yang Difortifikasi Tepung Kedelai (Glycine max (L))*, AGRITECH.
- Mudi, L., Anwar, R. and Ali Sadikin, dan (2023) Peningkatan Kualitas Bioaktivator Keong Mas dengan Penambahan Rumen Kambing yang Berbeda, *Jurnal Hutan Tropis*. Cetak.
- Munawaroh, U., Sutisna, M. and Pharmawati, K. (2013) *Penyisihan Parameter Pencemar Lingkungan pada Limbah Cair Industri Tahu menggunakan Efektif Mikroorganisme 4 (EM4) serta Pemanfaatannya, Reka Lingkungan ©Teknik Lingkungan Itenas |.*
- Posaluk, K. and Junkasiraporn, S. (2017) *The effects of bio-extract from water hyacinth (Eichhornia crassipes (C. Mart.) Solms) and golden apple snail (Pomacea canaliculata Lamarck) on photosynthetic pigment and ascorbic acid contents of Chinese cabbage (Brassica chinensis var. pekinensis Rupr.) grown in hydroponic culture, NU. International Journal of Science.*
- Satriawi, W. *et al.* (2019) 'Pengaruh Pemberian Pupuk Limbah Organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun (Cucumis sativus L.) The Effects of Giving Organic Waste Fertilizer on The Growth and Yield of Cucumber (Cucumis sativus L.)', *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 19(2). Available at: <https://doi.org/10.25181/jppt.v19i2.1324>.
- Suharjo, S., Asmono, S.L. and Wardana, R. (2022) 'Pemanfaatan Keong Mas Untuk Pupuk Organik Cair di Kelompok Tani Podo Tentrem Kecamatan Wuluhan Jember', *Journal of Community Development*, 3(3), pp. 272–278. Available at: <https://doi.org/10.47134/comdev.v3i3.108>.
- Suwarny, N. (2022) 'Identifikasi Bakteri Asam Laktat (BAL) Penghasil Enzim Protease Pada Sampel Beras Wakawondu Yang Berasal Dari Ereke (Buton Utara)', *Jurnal MediLab Mandala Waluya*, 6(2).
- Winter, G. *et al.* (2015) 'Physiological implications of arginine metabolism in plants', *Frontiers in Plant Science*, 6. Available at: <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00534>.
- Widyabudiningsih, D., Troskialina, L., Fauziah, S., Shalihattunnisa, Riniati, Djenar, N. S., . . . Abdilah, F. (2021). Pembuatan dan Pengujian Pupuk Organik Cair dari Limbah Kulit Buah-buahan dengan Penambahan Bioaktivator EM4 dan Variasi Waktu Fermentasi. *Indonesian Journal of Chemical Analysis*, 30-39.
- Yokoyama, H. (2013) 'Growth and food source of the sea cucumber *Apostichopus japonicus* cultured below fish cages - Potential for integrated multi-trophic aquaculture', *Aquaculture*, 372–375, pp. 28–38. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.10.022>.
- Zhao, Y. (2012) 'Auxin Biosynthesis: A Simple Two-Step Pathway Converts Tryptophan to Indole-3-Acetic Acid in Plants', *Molecular Plant*, 5(2), pp. 334–338. Available at: <https://doi.org/10.1093/mp/ssr104>.