
Pengelolaan Penanaman Bayam Brazil Pada Tanah Tandus Secara Matematika dengan Menggunakan *Eco-Enzyme*

**Fitri Maya Puspita^{1*}, Sisca Octarina¹, Evi Yuliza¹, Laila Hanum²
Ayu Nursafitri¹, Dewi Lisandra¹, Destia Maharani¹, Fidella Oktariana¹
Reza Andeka¹, Tri Handayani¹, Venty¹, Yolanda Fitria¹**

Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia¹

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia²

✉ Email Korespodensi: fitrimayapuspita@unsri.ac.id

INFO ARTIKEL

Histori Artikel:

Diterima 25-06-2025

Disetujui 04-07-2025

Diterbitkan 07-07-2025

Katakunci:

Brazilian spinach;
Eco-enzyme;
Land Condition;
Mathematical Modeling

ABSTRAK

Penanaman Bayam Brazil (*Alternanthera sissoo*) di lahan kritis seperti tanah tandus dan rawan banjir memerlukan pendekatan pengelolaan yang inovatif. Penelitian ini membahas strategi pengelolaan berbasis *eco-enzyme* yang dikombinasikan dengan pemodelan matematika untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan hasil tanaman. *Eco-enzyme* hasil fermentasi limbah organik, terbukti meningkatkan kesuburan dan retensi air tanah. Dalam praktiknya, pengelolaan dilakukan melalui persiapan tanah, aplikasi dosis *eco-enzyme* yang terukur, serta evaluasi pertumbuhan tanaman secara berkala. Evaluasi menunjukkan peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman secara signifikan. Penelitian ini menunjukkan bahwa pengelolaan berkelanjutan berbasis matematika dan teknologi bio-organik seperti *eco-enzyme* dapat menjadi solusi adaptif terhadap perubahan iklim dan degradasi lahan.

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan merupakan tantangan strategis di tengah krisis iklim global yang ditandai oleh meningkatnya frekuensi cuaca ekstrem, degradasi tanah, dan menurunnya produktivitas lahan. Salah satu upaya untuk meningkatkan ketahanan pangan dan memperbaiki kualitas lingkungan adalah dengan mengembangkan pertanian berkelanjutan berbasis teknologi organik dan pendekatan ilmiah yang adaptif terhadap kondisi agroekologi lokal. Bayam Brazil (*Alternanthera sissoo*) menjadi salah satu komoditas alternatif yang menjanjikan. Tanaman ini dikenal memiliki nilai nutrisi tinggi, mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, antioksidan, dan mineral penting seperti Ca, Zn, dan Fe serta memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap berbagai kondisi lingkungan (Pakki *et al.*, 2021).

Namun demikian, potensi Bayam Brazil (Budiarso *et al.*, 2022; Wuni *et al.*, 2022) seringkali tidak dimanfaatkan secara maksimal, terutama di wilayah dengan tanah lahan tandus, padat, atau sering tergenang air. Lahan-lahan kritis ini membutuhkan pendekatan pengelolaan yang tidak hanya mengandalkan masukan kimia, tetapi juga solusi ekologis yang dapat memperbaiki kondisi tanah dan meningkatkan retensi air serta ketersediaan nutrisi. Salah satu pendekatan yang mulai banyak dikaji adalah penggunaan *Eco-enzyme*, yaitu cairan hasil fermentasi limbah organik yang memiliki kandungan enzim aktif, hormon pertumbuhan alami, dan asam organik yang mampu meningkatkan kesuburan tanah secara biologis dan kimiawi (Hasanah *et al.*, 2021; Land, 2025).

Eco-enzyme mampu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan aktivitas mikroba tanah, mempercepat dekomposisi bahan organik, dan meningkatkan efisiensi serapan nutrisi oleh tanaman (Ichsan *et al.*, 2023; Land, 2025; Salvi *et al.*, 2024). Selain itu, penggunaan *eco-enzyme* juga mendukung prinsip ekonomi sirkular dengan memanfaatkan limbah rumah tangga sebagai bahan baku pupuk cair alami. Efektivitas *eco-enzyme* dalam berbagai praktik pertanian telah dilaporkan dalam penelitian terbaru, termasuk dalam budidaya sayuran daun, tanaman hortikultura, dan dalam sistem pengelolaan air limbah pertanian (Larasati *et al.*, 2020; Manalu *et al.*, 2024; Maula *et al.*, 2020).

Agar aplikasi *eco-enzyme* berjalan optimal, diperlukan pendekatan ilmiah yang sistematis dan dapat diadaptasi oleh petani secara luas. Pemodelan matematika menjadi peran sangat penting (Gürbüz & Çalık, 2021; Leyira, 2022). Dengan menggunakan model matematis, dosis dan frekuensi aplikasi *eco-enzyme* dapat dihitung secara presisi berdasarkan variabel lingkungan seperti kelembapan tanah, umur tanaman, dan tingkat serapan hara (Gea *et al.*, 2024). Model semacam ini juga membantu petani untuk melakukan penyesuaian terhadap dinamika lahan dan iklim, sehingga efisiensi penggunaan input pertanian dapat ditingkatkan dan kerusakan lingkungan dapat diminimalkan.

Kombinasi *eco-enzyme* dan model matematika memberikan sinergi yang kuat dalam pengembangan sistem pertanian presisi berbasis organik (Puspita *et al.*, 2023, 2024). Penelitian ini bertujuan untuk strategi pengelolaan dan perkembangan penanaman Bayam Brazil pada lahan kritis dengan pendekatan tersebut. Fokus utama penelitian mencakup perumusan model dosis *eco-enzyme*, analisis respon pertumbuhan tanaman terhadap variasi dosis dan sistem irigasi, serta evaluasi keberlanjutan lingkungan dan ekonomi dari pendekatan ini.

METODE PELAKSANAAN

Pengelolaan penanaman bayam Brazil menggunakan *Eco enzyme* pada tanah rentan banjir/tanah

gandus di Desa Semambu dilaksanakan dengan metode sebagai berikut:

1. Riset/Observasi

Tahap ini melibatkan observasi terhadap kondisi lahan gandus di Desa Semambu yang rentan terhadap banjir. Kegiatan dilakukan selama dua hari untuk menilai kesesuaian lahan bagi penanaman bayam Brazil, sekaligus menentukan rasio optimal campuran EE dan air yang dibutuhkan sesuai kondisi tanah.

2. Konseling/Pengarahan

Proses konseling diadakan untuk memberikan pemahaman kepada peserta mengenai penggunaan EE. Sesi ini mencakup materi tentang pentingnya *eco-enzyme* sebagai pupuk alami, pemodelan matematika sederhana dalam pencampuran EE dan air, serta manfaat *eco-enzyme* bagi tanaman dan tanah. Konseling dilaksanakan dalam satu hari, diikuti dengan diskusi untuk mengukur pemahaman peserta.

3. Praktik/Implementasi

Setelah sesi pengarahan, peserta mengikuti praktik lapangan dalam menyiapkan campuran *eco-enzyme* untuk tanah dan tanaman. Pada tanah, digunakan rasio campuran EE 30 ml dengan air sebanyak 90.000 ml, sementara untuk tanaman, digunakan campuran 30 ml EE dengan 25.200 ml air. Sistem irigasi otomatis menggunakan kain flanel dan tali sumbu dipasang untuk menjaga kelembapan tanah dan memudahkan perawatan.

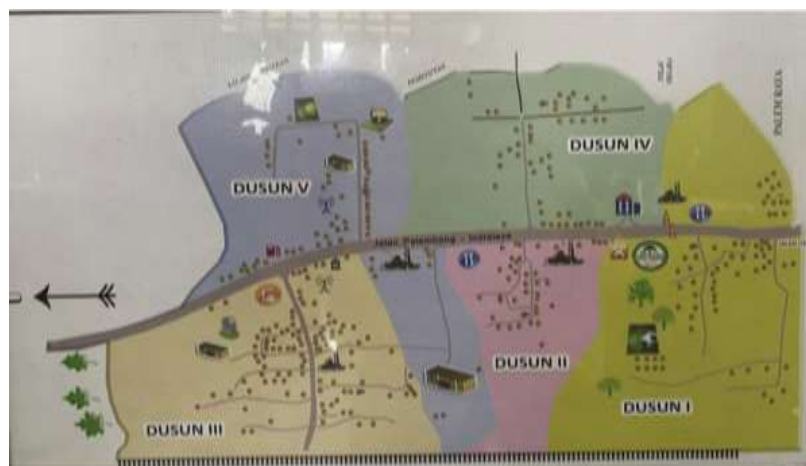
4. Hasil/Evaluasi

Evaluasi dilakukan tiap dua minggu dengan mengamati warna daun, tinggi tanaman, dan kelembapan tanah. Data ini dimasukkan ke dalam model regresi sederhana untuk memprediksi kebutuhan EE selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Program pengabdian desa berupa pendampingan pengelolaan secara matematika pada penanaman bayam brazil pada tanah yang rentan banjir atau tanah gandus, solusi tanam dan pengaplikasiannya menggunakan *eco-enzyme* yang dilaksanakan di Desa Semambu. Bayam brazil merupakan bayam yang penuh manfaat baik sebagai makanan yang sehat dengan berbagai kandungan bioaktif juga dapat menjadi obat-obatan. Hal ini sesuai dengan pendapat (López-Cristoffanini *et al.*, 2021) menyatakan bahwa bayam brazil merupakan sumber mineral penting seperti Ca, Zn, Mn, Cu.

Model perbandingan untuk campuran EE dan air untuk tanah dan untuk tanaman digunakan pada kegiatan tersebut. Pada tanah diberikan campuran EE sebanyak 30 ml dan air sebanyak 6 galon $\times$ 15.000 ml atau sebanyak 90.000 ml air, menghasilkan perbandingan 30: 90.000. Sedangkan pada tanaman diberikan campuran EE sebanyak 30 ml dan air sebanyak 42 botol $\times$ 600 ml air atau sebanyak 25.200 ml, menghasilkan perbandingan 30: 25.200. Campuran ini disiapkan dan diterapkan dalam sistem penanaman Bayam Brazil menggunakan 6 galon berukuran 15.000 ml dan 42 botol berukuran 600 ml yang dihubungkan dengan kain flanel selanjutnya di ikat dengan tali sumbu dan kain flanel sebagai mekanisme irigasi otomatis. Penyiraman dilakukan dua kali seminggu untuk memastikan tanaman mendapatkan suplai nutrisi dan kelembapan yang cukup.



Gambar 1. Peta dari 6 dusun yang terletak di Desa Pulau Semambu

Dalam kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat, perwakilan dari enam dusun di Desa Pulau Semambu, penduduk sekitar Desa Semambu yang sebagian besar adalah petani sayur, dan Ibu Rumah Tangga juga ikut hadir dala kegiatan tersebut.

Tabel 1. Tabulasi Perbandingan EE dan air pada tanah dan tanaman

Minggu ke-	Tanah		Tanaman		Perbandingan <i>eco-enzyme</i> : air	
	Volume EE	Volume Air (6 galon)	Volume EE	Volume Air (42 botol)	Tanah	Tanaman
1	30 ml	90.000 ml (6×15.000 ml)	30 ml	25.200 ml (42×600 ml)	30 : 90.000	30 : 25.200
2	30 ml	90.000 ml (6×15.000 ml)	30 ml	25.200 ml (42×600 ml)	30 : 90.000	30 : 25.200
4	18 ml	90.000 ml (6×15.000 ml)	30 ml	25.200 ml (42×600 ml)	18 : 90.000	30 : 25.200
6	15ml	90.000 ml (6×15.000 ml)	30 ml	25.200 ml (42×600 ml)	15 : 90.000	30 : 25.200

Pemodelan matematika dalam Tabel 1, membantu mengatur dosis EE yang tepat agar sesuai dengan kebutuhan tanaman di lahan yang cenderung tandus, memungkinkan penduduk desa untuk menyesuaikan rasio campuran secara efisien sesuai kondisi lingkungan. Penurunan bertahap dosis EE pada tanah bertujuan untuk mengoptimalkan adaptasi tanah tandus terhadap nutrisi dari EE, sementara dosis untuk tanaman dijaga konstan untuk mendukung pertumbuhan bayam Brazil. Model ini tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan EE dan air, tetapi juga mendukung keberlanjutan pertanian di lahan kering dengan meminimalkan kebutuhan akan input eksternal yang berlebihan. Selain itu, model matematika sederhana ini memungkinkan petani lokal untuk dengan mudah mengaplikasikan teknologi ramah lingkungan ini

tanpa memerlukan perhitungan yang kompleks, sehingga meningkatkan aksesibilitas dan penerapan *eco-enzyme* dalam skala yang lebih luas.



Gambar 2. Pemambaran Materi Pengaplikasian EE pada Tanah dan Bayam Brazil



Gambar 3. Proses pencampuran EE beserta pemasangan kain flannel kedalam botol 600 ml dan galon 15.000 ml



Gambar 4. Proses penyiraman EE dengan campuran air



Gambar 5. Pertumbuhan bayam brazil dengan pencampuran EE dan air

Setelah sesi pengarahan yang meliputi pemaparan materi, praktik langsung, serta diskusi interaktif bersama para peserta seperti ditunjukkan dalam Gambar 2-5. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengecekan berkala setiap 2 minggu sekali untuk mengevaluasi kegiatan pelaksanaan PPM. Tujuan dari evaluasi ini adalah untuk memastikan bahwa teknik budidaya bayam Brazil yang telah diajarkan dengan *eco-enzyme* (EE) dapat diterapkan dengan benar dan memberikan hasil yang optimal. Tim pelaksana

melakukan beberapa kunjungan selama kegiatan pemantauan untuk memeriksa kondisi tanah, perkembangan tanaman, dan efektivitas teknik irigasi yang digunakan. Sebagai contoh, kunjungan pertama dan kedua menunjukkan bagaimana kelembapan tanah memengaruhi pertumbuhan bayam. Pada kunjungan pertama, pertumbuhan tanaman terhambat oleh kondisi tanah yang kering; namun, pada kunjungan kedua, metode irigasi dan media penyaluran air diubah, mulai dari tali sumbu hingga kain flanel yang lebih cerah, yang memungkinkan untuk mempertahankan kelembapan tanah lebih lama. Meskipun kunjungan ketiga mengalami kondisi kering yang menimbulkan stres bagi tanaman, kunjungan keempat mengalami hujan yang meningkatkan kelembapan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman.

Pada kunjungan terakhir, kondisi tanah yang selalu lembap memungkinkan bayam Brazil berkembang dengan sempurna. Daunnya berwarna hijau terang dan memiliki ukuran daun yang besar. Secara keseluruhan, temuan menunjukkan bahwa penggunaan EE sebagai nutrisi dan pengaturan irigasi yang efektif melalui kain flanel sangat membantu dalam menjaga kelembapan dan kualitas nutrisi tanah. Pemantauan rutin ini menemukan hambatan baru, seperti kondisi tanah yang kering, sehingga teknik irigasi dan pemberian nutrisi dapat segera diubah untuk menjaga kesehatan tanaman. Program kegiatan PPM berfokus pada distribusi nutrisi yang merata dan kelembapan tanah khususnya bagi tanah yang rentan banjir atau gandum.



Gambar 6. Perkembangan bayam brazil **sebelum** dilakukan pencampuran EE dan air secara berkala



Gambar 7. Perkembangan bayam brazil setelah dilakukan pencampuran EE dan air secara berkala

Berdasarkan Gambar 6 dan Gambar 7 menunjukkan hasil perbedaan yang signifikan terhadap

perkembangan bayam brazil. Sebelum pencampuran *eco-enzyme* (EE) dan air secara berkala dilakukan, kondisi awal tanaman bayam Brazil ditunjukkan pada Gambar 6. Pada tahap ini, tanaman tampak kurang optimal dalam pertumbuhannya, dengan daun kecil dan warna daun pucat atau hijau kekuningan, yang menunjukkan bahwa tanaman kekurangan nutrisi. Tanah yang digunakan juga tampak kering dan tandus, terutama di daerah pertanian yang rentan terhadap kekurangan air. Karena keadaan ini, pentingnya penambahan nutrisi alami melalui *eco-enzyme* dan irigasi yang lebih baik untuk meningkatkan kesehatan tanaman dan mendukung pertumbuhannya menjadi lebih jelas. Sebaliknya, pada Gambar 7 menunjukkan perkembangan tanaman bayam Brazil setelah pencampuran EE dan air secara berkala.

Tanaman menunjukkan perubahan yang signifikan sebagai hasil dari irigasi dan pemberian nutrisi yang teratur. Daun bayam tumbuh lebih lebar dan lebih hijau, menunjukkan kesehatan dan ketersediaan nutrisi yang lebih baik. Penggunaan kain flanel sebagai media irigasi mempertahankan kelembapan tanah lebih lama, sehingga tanaman dapat menyerap nutrisi dari campuran EE dengan lebih baik, menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik dengan tanaman yang lebih besar dan memiliki daun yang lebih kuat. Perubahan ini menunjukkan bahwa EE dan sistem irigasi berbasis kain flanel sangat efektif untuk mendukung pertanian berkelanjutan di wilayah yang kering dan kurang subur.

Secara keseluruhan, metode ini dapat menjadi contoh keberhasilan yang dapat digunakan oleh petani lokal untuk budidaya tanaman lainnya. Metode ini dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia dan sumber daya air yang berlebihan dengan memanfaatkan EE sebagai sumber nutrisi alami dan sumber irigasi yang efektif. Tidak hanya meningkatkan hasil pertanian, tetapi juga meningkatkan keberlanjutan ekosistem pertanian desa, sehingga program ini mampu meningkatkan kesejahteraan dan ketahanan pangan masyarakat setempat.

KESIMPULAN

Pengelolaan bayam Brazil menggunakan *eco-enzyme* berbasis pendekatan matematis terbukti efektif meningkatkan hasil dan kualitas tanaman pada lahan kritis. Metode ini hemat biaya, ramah lingkungan, dan mudah direplikasi di wilayah lain. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa pengaplikasian *eco-enzyme* yang terukur dan tepat waktu dapat menjadi pendekatan inovatif dalam pertanian di lahan kritis, memberikan hasil yang optimal sekaligus menjaga keseimbangan lingkungan.

Saran untuk pengembangan lebih lanjut, diperlukan penelitian jangka panjang mengenai efisiensi EE pada jenis tanah dan iklim berbeda, serta integrasi dengan teknologi digital seperti IoT untuk pemantauan otomatis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Publikasi artikel ini dibiayai oleh Anggaran DIPA Badan Layanan Umum Universitas Sriwijaya Tahun Anggaran 2024. SP DIPA-023.17.2.677515/2024, tanggal 24 November 2023, Sesuai dengan SK Rektor Nomor: 0007/UN9/SK.LP2M.PM/2024 tanggal 10 Juli 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiarso, T. Y., Amarantini, C., & Prihatmo, G. (2022). Pemberdayaan Ekonomi Umat: “Pemanfaatan Lingkungan Disekitar Rumah Untuk Budidaya Bayam Brazil Di Era Pandemi.” *Servirisma*, 2(1), 45–53. <https://doi.org/10.21460/servirisma.2022.21.10>
- Gea, C. J., Ndruru, E. J., Lase, S., Endang, M., & Laoli, L. (2024). Optimasi Penggunaan Pupuk Dengan Model Matematika. *Jurnal Ilmu Pertanian Dan Perikanan*, 1(2), 248–254.
- Gürbüz, R., & Çalık, M. (2021). Intertwining Mathematical Modeling With Environmental Issues. *Problems of Education in the 21st Century*, 79(3), 412–424. <https://doi.org/10.33225/pec/21.79.412>
- Hasanah, Y., Mawarni, L., & Hanum, H. (2021). Eco enzyme and its benefits for organic rice production and disinfectant. *Journal of Saintech Transfer*, 3(2), 119–128. <https://doi.org/10.32734/jst.v3i2.4519>
- Ichsan, C. N., Erida, G., Halim, A., & Jumini, J. (2023). Aplikasi Media Tanam Campuran Untuk Budidaya Bayam Brazil Secara Vertikultur. *Jurnal Pengabdian Pembangunan Pertanian Dan Lingkungan*, 1(1), 20–31. <https://jurnal.lkppl.org/index.php/jp3l/article/view/6%0Ahttps://jurnal.lkppl.org/index.php/jp3l/article/download/6/6>
- Land, M. D. (2025). Chemical Characteristics of Eco-enzymes as Liquid Organic Fertilizer from Vegetable Waste and Its Impact to Improve the Growth of Red Onion (*Allium ascalonicum* L.) on. *International Journal of Agriculture and Biosciences*, 14(4), 582–588.
- Larasati, D., Astuti, A. P., & Maharani, E. T. (2020). Uji Organoleptik Produk Eco-Enzyme dari Limbah Kulit Buah (Studi Kasus di Kota Semarang). *Seminar Nasional Edusainstek*, 278–283.
- Leyira, K. G. (2022). *Mathematical Modeling Methods for Solving Environmental Problems for Sustainable Development in Ogoniland*. 8(6), 17–21.
- López-Cristoffanini, C., Bundó, M., Serrat, X., San Segundo, B., López-Carbonell, M., & Nogués, S. (2021). A comprehensive study of the proteins involved in salinity stress response in roots and shoots of the FL478 genotype of rice (*Oryza sativa* L. ssp. indica). *Crop Journal*, 9(5), 1154–1168. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2020.10.009>
- Manalu, R. S., Tamba, L. O. B., Lubis, D., Barus, E., Serika, E., Pasaribu, A., Simbolon, K., Napitupulu, K., Sianipar, M. D., Lubis, N. A., & others. (2024). Pemanfaatan Eco Enzyme dari Bahan Sayuran dan Buah Buahan sebagai Bahan Pupuk Organik. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Ilmu Pertanian*, 2(2), 56–64.
- Maula, N. R., Astuti, A. P., & Maharani, E. T. W. (2020). Analisis Efektifitas Penggunaan Eco-enzyme pada Pengawetan Buah Stroberi dan Tomat dengan Perbandingan Konsentrasi. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 4(1), 1–3.
- Pakki, T., Adawiyah, R., Yuswana, A., Namriah, Dirgantoro, M. A., & Slamet, A. (2021). Pemanfaatan Eco-Enzyme Berbahan Dasar Sisa Bahan Organik Rumah Tangga dalam Budidaya Tanaman Sayuran di Pekarangan. *Prosiding PEPADU 2021: Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(November), 126–134.
- Puspita, F. M., Octarina, S., Yuliza, E., Hanum, L., & Anisawati, Y. (2023). Model Matematika Sederhana Pada Pemanfaatan Bayam Brazil Menggunakan Eco Enzyme Pada Lahan Pekarangan Masyarakat Desa Pulau Semambu. *Jurnal Gema Ngabdi*, 5(1), 1–5.
- Puspita, F. M., Octarina, S., Yuliza, E., Hanum, L., Aryani, R., & Hernanda, E. D. (2024). Pendampingan

- Pemupukan Bayam Brazil Dengan Eco Enzyme dengan Keseimbangan Bahan Sesuai Pola Matematika Di Desa Pulau Semambu Indralaya. *Gema Ngabdi, Maret*, 1–9.
- Salvi, S., Sabale, R., Bobade, S., & Dhawale, A. (2024). Innovative Use of Eco-Enzymes for Domestic Wastewater Purification. *Journal of Environmental Nanotechnology*, 13(3), 435–439. <https://doi.org/10.13074/jent.2024.09.242771>
- Wuni, P. M., Madyaningrana, K., & Prakasita, V. C. (2022). Efek Ekstrak Daun Bayam Brasil (*Alternanthera sissoo hort*) Terhadap Jumlah Limfosit dan Indeks Organ Timus dan Limpa Mencit Jantan. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 9(2), 397–406. <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2022.v09.i02.p19>