

ASESMEN PENGAMBARAN CIRI FENOTIPE DAN LUBANG SARANG

Tetragonula laeviceps OLEH KECERDASAN ARTIFISIAL STABLE DIFFUSION

Priyambodo Priyambodo^{1)*}, Nindy Permatasari²⁾

¹Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Lampung

Jl. Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

²Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Negeri Lampung

Jl. Soekarno-Hatta No. 10, Bandar Lampung, 35144, Indonesia

e-mail: priyambodo@fmipa.unila.ac.id

Abstrak

Tetragonula laeviceps merupakan salah satu jenis lebah tanpa sengat yang sering dibudidayakan di Indonesia. Organisme *T. laeviceps* dapat menghasilkan madu, propolis, beebread, dan produk lainnya, di samping dapat berperan sebagai polinator bagi berbagai tumbuhan, termasuk bagi tanaman perkebunan. Pengenalan akan ciri fenotipe *T. laeviceps* sangat dibutuhkan masyarakat guna mengoptimalkan peran *T. laeviceps* di masyarakat. Penggunaan kecerdasan artifisial yang semakin meningkat menjadi tantangan tersendiri. Stable diffusion, merupakan salah satu kecerdasan artifisial yang dapat memberikan gambaran dari perintah teks yang diberikan kepadanya. Penelitian ini menguji stable diffusion dalam memberikan visualisasi atas karakter fenotipe dan lubang sarang *T. laeviceps*. Asesmen atas hasil visualisasi stable diffusion menunjukkan bahwa ada ketidaktepatan hasil visualisasi stable diffusion apabila dibandingkan dengan referensi ilmiah. Hal ini menunjukkan perlunya peningkatan performa pengembang stable diffusion, dan kebijaksanaan dalam penggunaan hasil visualisasi stable diffusion, khususnya untuk kepentingan karakterisasi ilmiah.

Kata kunci: *asesmen, ciri fenotipe, T. laeviceps, stable diffusion*

Abstract

Tetragonula laeviceps is a stingless bee species frequently cultivated in Indonesia. *T. laeviceps* organisms can produce honey, propolis, beebread, and other products, in addition to functioning as pollinators for various plants, including agricultural crops. The knowledge of the phenotypic characteristics of *T. laeviceps* is urgently required by the community in order to optimise the role of *T. laeviceps* in the community. The increasing utilisation of artificial intelligence is a challenge in itself. Stable diffusion, is one of the artificial intelligence that can illustrate the text instructions given to it. This study tested stable diffusion in providing visualisation of phenotypic characters and nest holes of *T. laeviceps*. The assessment of the stable diffusion visualisation results showed that there was inaccuracy in the stable diffusion visualisation results

when compared to scientific references. This suggests the need to improve the performance of stable diffusion developers, and wisdom in the use of stable diffusion visualisation results, especially for scientific characterisation purposes.

Keywords: *assessment, phenotypic traits, T. laeviceps, stable diffusion*

1. PENDAHULUAN

Tetragonula laeviceps merupakan salah satu jenis lebah tanpa sengat yang mempunyai peran penting dalam budidaya pertanian, terutama dalam proses penyerbukan. *T. laeviceps* berkontribusi pada peningkatan keanekaragaman penyerbuk, yang sangat penting untuk praktik pertanian berkelanjutan (Nurdiansyah et al., 2023). Hasil penelitian menunjukkan bahwa lebah *T. laeviceps* menunjukkan efisiensi penyerbukan sebesar 45% pada lingkungan rumah kaca dan 80% untuk lingkungan terbuka (Putra et al., 2024). Penelitian lain menyebutkan bahwa kontribusi *T. laeviceps* sebagai penyerbuk cukup besar, dengan peningkatan jumlah buah dan jumlah biji hingga tiga kali lipat dibandingkan dengan penyerbukan angin dan hingga lima kali lipat dibandingkan dengan penyerbukan sendiri (Mubin et al., 2022).

Penelitian tentang *T. laeviceps* di Indonesia selain membahas tentang perannya sebagai penyerbuk, juga berkaitan dengan budidaya dan signifikansi ekologisnya. Penelitian tentang peran *T. laeviceps* sebagai penyerbuk salah satunya menunjukkan bahwa *T. laeviceps* mampu meningkatkan jumlah polong per tanaman sebesar 141% dan berat biji sebesar 204% (Wulandari et al., 2017). Lebah tanpa sengat *T. laeviceps* mampu menghasilkan propolis dengan senyawa bioaktif yang beragam, yang menunjukkan aktivitas antioksidan dan antiinflamasi yang signifikan, sehingga mempunyai arti penting dalam aplikasi pengobatan (Abduh et al., 2024). Kajian ekologis menunjukkan *T. laeviceps* banyak ditemukan di permukiman, dengan sarang yang terletak di spesies pohon tertentu seperti *Swietenia mahagoni* (Emil et al., 2024)

Ciri-ciri *fenotipe T. laeviceps* mempunyai makna penting untuk memahami peran ekologisnya, terutama dalam penyerbukan tanaman budidaya (Razafimandimby et al., 2020). Ciri-ciri fenotipik menjadi cara pengenalan paling mudah, karena dapat dilakukan secara langsung tanpa menggunakan alat yang rumit, sehingga dapat

dilakukan di berbagai lokasi. Data fenotipik juga dapat berkontribusi pada ketepatan dalam praktik pertanian sehingga dapat berperan dalam mengoptimalkan produksi tanaman (Paracha et al., 2017)

Perkembangan kecerdasan artifisial menjadi salah satu alat bantu manusia dalam pengenalan terhadap ciri *fenotipe* makhluk hidup. Kecerdasan artifisial dengan basis kerja *generative adversarial network* (GAN) telah dilatih pada set data yang beragam untuk memastikan ketepatan visual untuk menciptakan gambar berkualitas tinggi dari teks (Park et al., 2024). Namun, perlu pengecekan ulang dalam menentukan ketepatan kecerdasan buatan dalam memberikan informasi tentang karakter *fenotipe* suatu makhluk hidup. Beberapa jenis kecerdasan artifisial gagal dalam menghasilkan gambar dengan detail yang rumit dan warna-warna cerah, sehingga sering kali menghasilkan gambar yang kurang realistis (Yadav et al., 2024). Priyambodo & Permatasari (2024) telah melaporkan pula bahwa kecerdasan buatan ChatGPT dalam menggambarkan karakter *fenotipe Heterotrigona itama*. Hal ini menunjukkan bahwa perlu pengecekan atas hasil visualisasi kecerdasan buatan.

Stable diffusion merupakan aplikasi GenAI untuk menghasilkan gambar pada nomor pertama dalam daftar yang direkomendasikan oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi dalam pembelajaran di perguruan tinggi (Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, 2024). Hasil penelitian yang telah dilaksanakan oleh Cao et al. (2024) menemukan bahwa *stable diffusion* dapat membantu membantu memperkaya pengalaman belajar siswa dalam tahap desain awal. Penelitian lain juga menemukan informasi bahwa kecerdasan buatan *stable diffusion* dapat meningkatkan belanja *online* dengan memungkinkan pelanggan memvisualisasikan kecocokan dan gaya pakaian tanpa uji coba fisik (Sunny, 2024). Namun, belum ada penelitian tentang penggunaan *stable diffusion* dalam menggambarkan karakter *fenotipe T. laeviceps*. Penelitian ini didesain untuk memberikan asesmen atas hasil karakter *fenotipe T. laeviceps* oleh *stable diffusion* yang dapat digunakan dalam pengayaan pengetahuan Masyarakat, khususnya pembudidaya tanaman.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2024 s.d. Januari 2025 dengan menggunakan *stable diffusion* pada laman <https://stablediffusionweb.com/app/image-generator> dengan menggunakan *browser google chrome*. Lama diproses menggunakan laptop ASUS Zenbook 14 OLED (UX3402), dengan spesifikasi prosesor intel® Evo™. Sifat *fenotipe T. laeviceps* yang dikarakterisasi meliputi (a) warna mata, (b) venasi sayap depan, (c) bentuk tubuh tampak lateral, dan (d) bentuk lubang sarang.

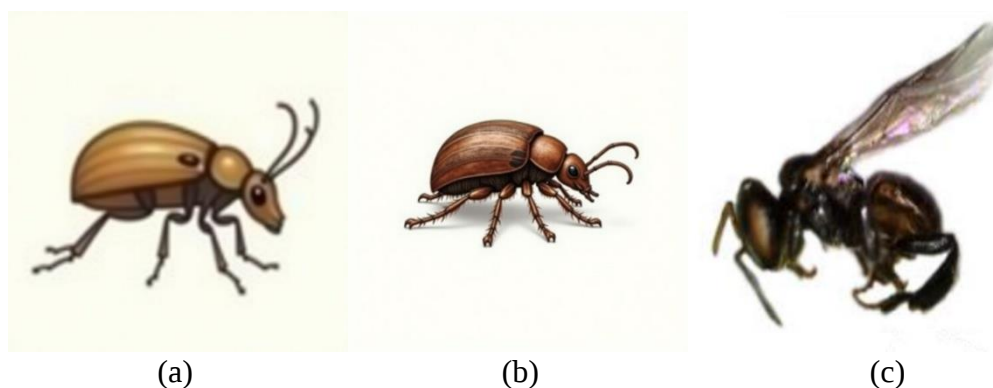
Perintah kepada *stable diffusion* diberikan menggunakan *prompt* khusus untuk dapat mendeskripsikan karakter morfologi *T. laeviceps* (Tabel 1). Asesmen atas karakter *fenotipe T. laeviceps* oleh *stable diffusion* dilakukan dengan menggunakan pembandingan karakter morfologi (a) bentuk tubuh tampak lateral dan (b) warna mata berdasarkan hasil penetian (Trianto & Purwanto, 2020), (c) venasi sayap depan berdasarkan artikel karya (Ador et al., 2023), sedangkan karakter bentuk lubang sarang berdasarkan artikel karya (Jasmi, 2023).

Tabel 1. *Prompt yang diberikan kepada stable diffusion*

No.	Kelompok Karakter yang Divisualisasi	Prompt yang Diberikan kepada Stable Diffusion
1	Bentuk tubuh (tampak samping)	<i>Take on the role of an entomologist who has theoretical understanding and practical experience for 30 years. Illustrate real and scientific morphological characters of Tetragnola laeviceps in close up on character of whole body with lateral view.</i>
2	Warna mata	<i>Take on the role of an entomologist who has theoretical understanding and practical experience for 30 years. Illustrate real and scientific morphological characters of Tetragnola laeviceps in close up on eye colour characters.</i>
3	Venasi sayap depan	<i>Take on the role of an entomologist who has theoretical understanding and practical experience for 30 years. Illustrate real and scientific morphological characters of Tetragnola laeviceps in close up on character of forewing venation.</i>
4	Bentuk lubang sarang	<i>Take on the role of an entomologist who has theoretical understanding and practical experience for 30 years. Illustrate real and scientific characters of Tetragnola laeviceps beehive nest hole.</i>

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Stable diffusion berhasil memberikan visualisasi berdasarkan *prompt* yang telah diberikan (Tabel 1). *Stable diffusion* menghasilkan dua gambar untuk masing-masing *prompt*. Berdasarkan *prompt* nomor 1, tentang bentuk tubuh *T. laeviceps* nampak dari samping/lateral, *stable diffusion* memberikan dua gambar yang secara visual nampak berupa sketsa kartun yang tidak bersifat nyata dan berbeda dengan gambar referensi (Gambar 1).



Gambar 1. Bentuk tubuh (tampak samping/lateral) *T. laeviceps*, (a) hasil penggambaran pertama *stable diffusion*, (b) hasil penggambaran kedua *stable diffusion*, dan (c) foto referensi/penampakan asli (Triatno & Purwanto, 2020).

Representasi *stable diffusion* (Gambar 1a dan b) hanya menggambarkan bentuk dasar proporsi morfologi *T. laeviceps* saja, namun rincian anatomi yang lebih detail (misalnya, segmentasi dada dan perut, serta struktur antena) tampak tidak jelas. Apabila dibandingkan dengan foto referensi, nampak penanda morfologi yang berbeda, seperti toraks dan abdomen yang tersegmentasi dengan jelas, dan adanya struktur *setae* yang terlihat pada tubuh. Apabila ditelaah, visualisasi yang dihasilkan oleh *stable diffusion* menunjukkan ciri morfologi serangga selain lebah tanpa sengat.

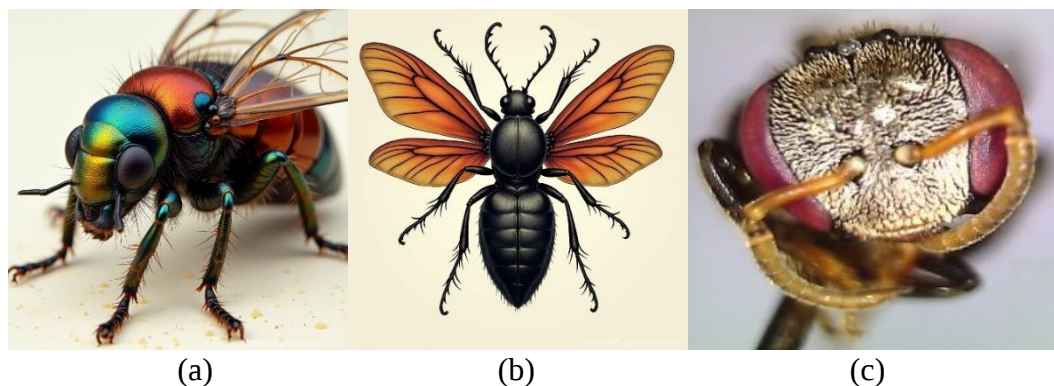
Hasil visualisasi pertama dari *stable diffusion* (Gambar 1a) menggambarkan serangga dengan ciri morfologi bentuk tubuh yang oval dan mempunyai sayap tebal dengan segmentasi yang menunjukkan eksoskeleton yang keras. Selain itu, tubuhnya digambarkan memiliki sisi dorsal yang halus dan pemisahan yang jelas antara kepala,

toraks, dan perut. Bentuk ini lebih mengarah ke ciri morfologi kelompok kumbang, daripada ciri lebah tanpa sengat (Krinsky & Oliver, 2001) (Purba et al., 2023). Organisme *T. laeviceps* mempunyai struktur antena, tampak panjang dan sedikit melengkung. Visualisasi lain menggambarkan seekor serangga yang memiliki enam kaki berartikulasi dengan *setae*. Warna tubuh coklat menggambarkan dengan serangga yang mengandalkan kamuflase di habitat alami mereka, seperti serasah daun atau tanah. Hasil visualisasi ini tidak selaras dengan ciri morfologi *T. laeviceps* yang digambarkan oleh Efin et al. (2019) dan Li et al. (2021) yaitu tubuh berwarna hitam dominan dan terdapat rambut berwarna keputihan pada permukaan ventral abdomen dengan warna coklat hanya nampak pada bagian caput, thoraks dan abdomen.

Hasil visualisasi kedua dari *stable diffusion* (Gambar 1b) pun menggambarkan ciri morfologi serangga yang tidak jauh berbeda dengan gambar pertama yang dihasilkan. Perbedaannya nampak dari resolusi gambar yang lebih bagus dan warna tubuh yang lebih gelap. Namun, dari sisi penggambaran morfologi, tetap sangat mirip dengan hasil visualisasi pertama yang lebih mengarah pada anggota ordo coleoptera yang mempunyai ciri khusus adanya sayap perisai. Hal ini berbeda dengan karakter sayap dari lebah tanpa sengat yang seharusnya merupakan sayap transparan (Anaktototy et al., 2021)(Manarudin et al., 2021). Oleh karena itu, dua gambar hasil visualisasi *stable diffusion* menunjukkan ciri-ciri yang selaras dengan ciri morfologi yang lebih mengarah pada serangga dari ordo coleoptera, khususnya dari subfamili chrysomelinae atau tenebrionidae (Brown, 1944).

Jumlah kaki lebah tanpa sengat pada hasil visualisasi *stable diffusion* juga tidak menunjukkan jumlah kaki sesungguhnya. Pada hasil visualisasi pertama, lebah tanpa sengat digambarkan memiliki kaki berjumlah lima buah, sedangkan pada visualisasi kedua, digambarkan lebah tanpa sengat mempunyai enam kaki, namun pada salah satu sisinya terdapat empat buah kaki. Hal ini berbeda dengan karakter lebah tanpa sengat yang seharusnya hanya memiliki tiga pasang kaki (Foottit & Adler, 2009).

Karakter kedua yang divisualisasikan adalah karakter mata *T. laeviceps*. Berdasarkan *prompt* yang telah diberikan, *stable diffusion* menghasilkan dua gambar dan dapat dibandingkan penggambarannya dengan gambar referensi (Gambar 2).

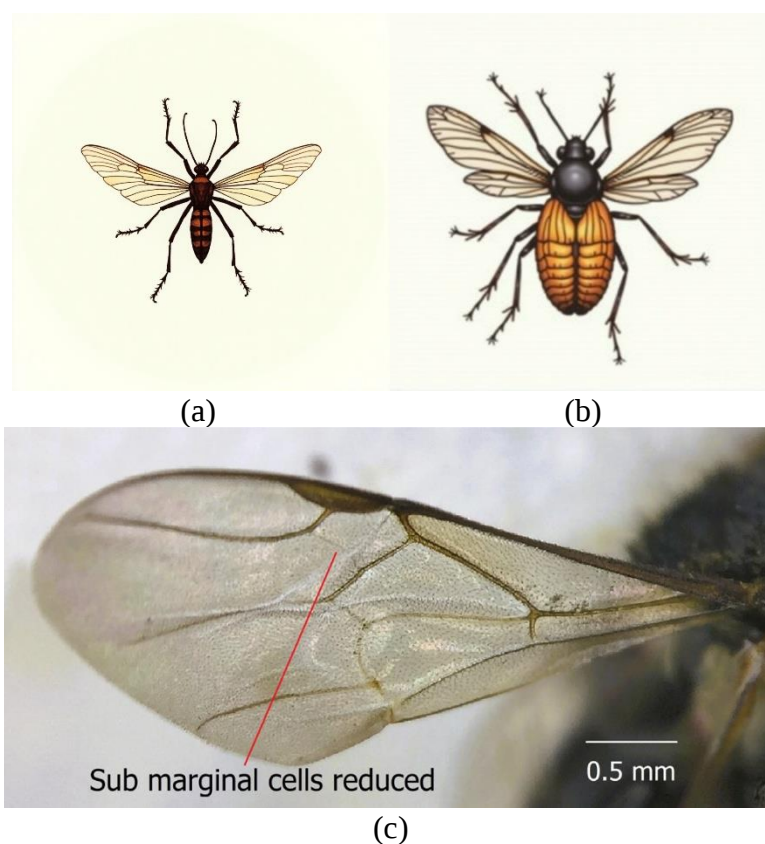


Gambar 2. Warna mata *T. laeviceps*, (a) hasil penggambaran pertama *stable diffusion*, (b) hasil penggambaran kedua *stable diffusion*, dan (c) foto referensi/penampakan asli (Triatno & Purwanto, 2020).

Penggambaran karakter mata *T. laeviceps* oleh *stable diffusion* (Gambar 2a dan b) menunjukkan warna mata secara keseluruhan, tetapi tidak menangkap tekstur rinci, seperti karakter mata majemuk atau gradien warna pada individu. Bahkan, pada hasil visualisasi kedua oleh *stable diffusion*, karakter mata tidak nampak dengan jelas. Apabila dibandingkan dengan gambar referensi (Gambar 2c) aspek karakter mata yang mendetail dan karakteristik pantulan cahaya sangat merepresentasikan karakter mata lebah tanpa sengat. Adanya ommatidia (unit visual individu) merupakan salah satu penciri karakter mata lebah tanpa sengat, termasuk *T. laeviceps* (Jezeera et al., 2022). Namun, karakter ini tidak muncul dalam hasil visualisasi *stable diffusion*.

Karakter *fenotipe* ketiga yang divisualisasi oleh *stable diffusion* adalah karakter venasi sayap depan. Karakter venasi sayap sangat penting untuk membedakan jenis pada berbagai serangga, termasuk lebah tanpa sengat, sehingga menjadi salah satu karakter utama dalam analisis morfometrik (Abou-Shaara, 2013). Pada kajian taksonomi pada lebah, analisis rinci tentang venasi sayap depan telah menghasilkan

akurasi lebih dari 97% dalam identifikasi spesies (Kozmus et al., 2011). Penggambaran venasi pada sayap depan oleh *stable diffusion* menghasilkan bentuk yang berbeda (Gambar 3a dan b) jika dibandingkan dengan gambar referensi (Gambar 3c).



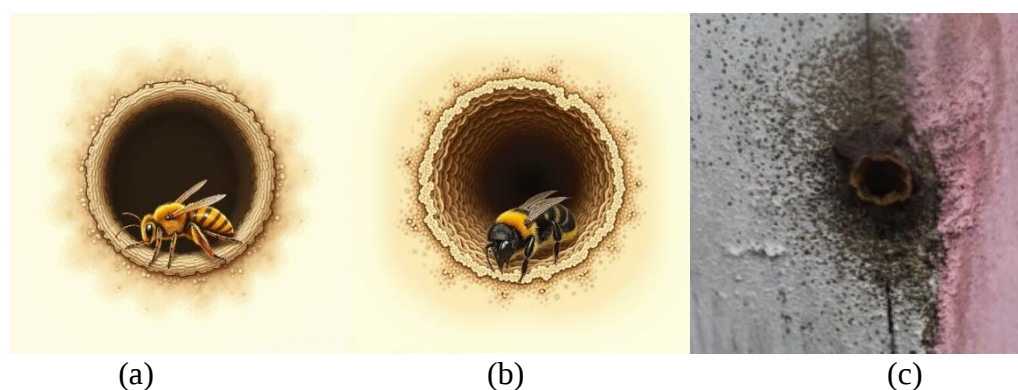
Gambar 3. Venasi sayap depan *T. laeviceps*, (a) hasil penggambaran pertama *stable diffusion*, (b) hasil penggambaran kedua *stable diffusion*, dan (c) foto referensi/penampakan asli (Ador et al., 2023)

Gambar yang dihasilkan oleh *stable diffusion* tidak menunjukkan karakter *close up* pada sayap depan saja, namun keduanya menunjukkan bentuk utuh individu *T. laeviceps* (Gambar 3a dan b), tidak sesuai dengan *prompt* yang meminta untuk menggambarkan karakter venasi sayap depan secara *close up*, sebagaimana gambar pembandingan (Gambar 3c). Pada penggambaran ini, visualisasi pertama oleh *stable diffusion* menggambarkan lebah tanpa sayap mempunyai sepasang sayap (Gambar 3a),

sedangkan hasil visualisasi kedua oleh *stable diffusion* menggambarkan lebah tanpa sengat mempunyai dua pasang sayap, dengan ukuran sayap depan jauh lebih besar jika dibandingkan dengan sayap belakang. Hal ini tidak sesuai dengan pernyataan Wootton (2022) bahwa sebagian besar serangga, termasuk lebah tanpa sengat, mempunyai dua pasang sayap.

Sayap lebah berupa membran yang mempunyai pola venasi tertentu untuk membentuk struktur yang kuat yang mampu menahan beban dan perubahan bentuk secara efektif (Zhao *et al.*, 2018). Pada lebah tanpa sengat, adanya variasi venasi sayap sangat penting untuk diferensiasi spesies dan subspecies (Laksono *et al.*, 2020). Namun, ciri *fenotipe* ini tidak dapat ditunjukkan oleh hasil visualisasi oleh *stable diffusion*. Kendati keduanya menunjukkan pola venasi pada sayap yang digambarkan, namun tidak cukup mampu mendeskripsikan pola venasi *T. laeviceps* sebagaimana yang ditunjukkan oleh referensi.

Karakter keempat yang divisualisasi oleh *stable diffusion* adalah bentuk lubang sarang lebah tanpa sengat *T. laeviceps*. Kecerdasan *stable diffusion* mampu menghasilkan dua gambar yang nampak seperti sketsa yang tidak riil (Gambar 4a dan b), berbeda dengan foto lubang sarang *T. laeviceps* pada referensi (Gambar 4c).



Gambar 4. Bentuk lubang sarang *T. laeviceps*, (a) hasil penggambaran pertama *stable diffusion*, (b) hasil penggambaran kedua *stable diffusion*, dan (c) foto referensi/penampakan asli (Jalmi, 2023)

Hasil visualisasi *stable diffusion* tentang karakter lubang sarang *T. laeviceps* tidak memberikan kekhasan sebagaimana kondisi riil dari sarang lebah tanpa sengat jenis tersebut. Bahkan, karakter lebah yang ditampilkan pada kedua hasil visualisasi tersebut lebih mengarah ke ciri lebah madu (lebah bersengat) jika dibandingkan dengan ciri morfologi *T. laeviceps*. Lebah tanpa sengat *T. laeviceps* menunjukkan preferensi untuk bersarang di rumah-rumah yang terbuat dari kayu dan celah bangunan dan lubang pada batang tanaman (Jasmi, 2023)(Withaningsih et al., 2023).

Berdasarkan empat karakter lebah tanpa sengat *T. laeviceps* yang telah divisualisasikan oleh *stable diffusion* di atas, berbagai kelemahan dan ketidaktepatan yang disajikan, sehingga perlu dipertimbangkan kembali apabila hasil visualisasi dari *stable diffusion* ini akan digunakan sebagai acuan dari kegiatan ilmiah, khususnya terkait karakterisasi ciri *fenotipe T. laeviceps*. Keterbatasan ini berasal dari kerentanan yang melekat dan kompleksitas proses generatif *stable diffusion*, sehingga menghasilkan gambaran visualisasi yang tidak konsisten (Zhan et al., 2024). Kerentanan model pada *stable diffusion* juga dapat dijumpai melalui aksi yang menghasilkan *output* visual yang tidak diinginkan (Zhang et al., 2024).

Kecerdasan artifisial *stable diffusion* telah dilatih dengan set data yang sangat besar yang terdiri dari gambar umum dari berbagai sumber. Namun, dimungkinkan bahwa kumpulan data yang telah dilatihkan tersebut tidak memiliki gambar khusus beresolusi tinggi dari spesies serangga tertentu, misalnya *T. laeviceps* dengan ciri-ciri diagnostik. Oleh karena itu, gambar umum berdasarkan interpretasi dari masukan deskriptif dan bukan pada data yang akurat secara morfologis, anatomis, dan taksonomis.

Pengembangan kecerdasan artifisial *text-to-image* di masa depan seyogyanya perlu perhatian serius dalam meningkatkan ketepatan dalam deskripsi objek melalui metodologi inovatif dan model-model canggih. Kecerdasan artifisial sangat perlu mengakomodasi teknik dari pemrosesan bahasa alami dan visioner untuk menghasilkan ketepatan dan konsistensi semantik dari gambar yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan

saran (Wang, 2024) bahwa model difusi perlu diintegrasikan secara lebih komprehensif agar mampu memberikan peningkatan yang signifikan dalam akurasi visual dan penyelarasan semantik dalam kecerdasan artifisial *text-to-image*. Upaya peningkatan lain juga dapat dilakukan dengan menggunakan mekanisme kerja pada model *infinite impulse response inspired network* (IIR-Net) dan metode berbasis transformer yang dapat meningkatkan kemampuan model untuk fokus pada detail tekstual yang relevan dan meningkatkan representasi objek (Ashwath & Shetty, 2024).

Meskipun kemajuan kecerdasan artifisial sangat menjanjikan untuk fasilitasi pemahaman masyarakat yang signifikan, namun masih ada tantangan dalam mencapai akurasi universal di berbagai konteks dan memastikan bahwa gambar yang dihasilkan sesuai dengan keinginan pengguna. Hal ini juga perlu diiringi dengan kebijakan dalam menggunakan kecerdasan artifisial, termasuk dalam menggunakan etika ilmiah dan memastikan praktik penggunaan kecerdasan artifisial yang bertanggung jawab (Vinothkumar et al., 2024).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan asesmen yang telah dilakukan secara manual atas empat karakter fenotipe *T. laeviceps*, disimpulkan bahwa kecerdasan artifisial *stable diffusion* tidak mampu menghasilkan visualisasi yang tepat terhadap bentuk tubuh, karakter mata, venasi sayap, dan bentuk lubang sarang jika dibandingkan dengan referensi ilmiah yang ada.

4.2 Saran

Perlu dikembangkan *prompt engineering* khusus agar *stable diffusion* dapat digunakan untuk menghasilkan data yang lebih representatif secara morfologis, anatomis, dan taksonomis. Selain itu, perlu dilakukan peningkatan pelatihan bagi *stable diffusion*, termasuk dengan menambahkan set *big data* yang menjadi acuan *stable diffusion* dalam memvisualisasikan *prompt* dengan tema khusus, misalnya karakterisasi makhluk hidup.

5. REFERENSI

- Abduh, M. Y., Shafitri, T. R., & Elfahmi, E. (2024). Chemical profiling, bioactive compounds, antioxidant, and anti-inflammatory activities of Indonesian propolis extract produced by *Tetragonula laeviceps*. *Heliyon*, 10(19), e38736. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38736>
- Abou-Shaara, H. F. (2013). Wing Venation Characters of Honey Bees. *Journal of Apiculture*, 28(2).
- Ador, K., Gobilik, J., & Benedick, S. (2023). Phylogenetic and Morphological Characteristics Reveal Cryptic Speciation in Stingless Bee, *Tetragonula laeviceps* s.l. Smith 1857 (Hymenoptera; Meliponinae). *Insects*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/insects14050438>
- Anaktototy, Y., Priawandiputra, W., Sayusti, T., Lamerlabel, J. S., & Raffiudin, R. (2021). Morfologi dan variasi morfometrik stingless bees di Kepulauan Maluku, Indonesia. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 18(1). <https://doi.org/10.5994/jei.18.1.10>
- Ashwath, S., & Shetty, J. (2024). Advancements in Text-To-Image Synthesis: A Comprehensive Review of Techniques, Challenges, and Future Directions. *2024 8th International Conference on Inventive Systems and Control (ICISC)*, 625–629. <https://doi.org/10.1109/ICISC62624.2024.00109>
- Brown, W. J. (1944). Some new and poorly known species of coleoptera, II. *The Canadian Entomologist*, 76(1). <https://doi.org/10.4039/Ent764-1>
- Cao, Y., Abdul Aziz, A., & Mohd Arshard, W. N. R. (2024). Stable diffusion in architectural design: Closing doors or opening new horizons? *International Journal of Architectural Computing*. <https://doi.org/10.1177/14780771241270257>
- Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, R. dan T. K. P. K. R. dan T. (2024). *Buku Panduan Penggunaan Generative Artificial Intelligence pada Pembelajaran di Perguruan Tinggi*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Emil, M. F. P., Priawandiputra, W., Kahono, S., & Atmowidi, T. (2024). Diversity and nesting ecology of Indo-Malayan stingless bees (Hymenoptera: Apidae) in Aceh Province, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 25(10). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d251023>
- Footitt, R. G., & Adler, P. H. (2009). Insect Biodiversity: Science and Society. In *Insect Biodiversity: Science and Society*. <https://doi.org/10.1002/9781444308211>
- Jasmi. (2023). Nesting Preferences of *Tetragonula laeviceps* (Hymenoptera: Melliponinae) Colony in West Sumatera. *Jurnal Biologi Indonesia*, 19(1). <https://doi.org/10.47349/jbi/19012023/1>
- Jezeera, M. A., Tichit, P., Balamurali, G. S., Baird, E., Kelber, A., & Somanathan, H. (2022). Spatial resolution and sensitivity of the eyes of the stingless bee, *Tetragonula iridipennis*. *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, 208(2). <https://doi.org/10.1007/s00359-021-01521-2>
- Kozmus, P., Virant-Doberlet, M., Meglič, V., & Dovč, P. (2011). Identification of *Bombus* species based on wing venation structure. *Apidologie*, 42(4). <https://doi.org/10.1007/s13592-011-0037-5>

- Krinsky, W., & Oliver, M. (2001). *Ground beetles of Connecticut (Coleoptera: Carabidae, excluding Cicindelini). An annotated checklist.*
- Manarudin, M. F., Atmowidi, T., & Prawasti, T. S. (2021). Karakteristik Morfologi Lebah Tanpa Sengat (Apidae: Meliponinae) Asal Pandeglang, Banten. *Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal*, 38(3).
- Mubin, N., Kusmita, A. O., Rohmah, A., & Nurmansyah, A. (2022). Economic values of pollination service of open pollination with the help of *Tetragonula laeviceps* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) on tomato and chili. *Biodiversitas*, 23(5). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230535>
- Nurdiansyah, M. A., Abduh, M. Y., & Permana, A. D. (2023). Effects of meliponiculture *Tetragonula laeviceps* on pollinator diversity and visitation rate and citrus productivity in West Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 24(10). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d241058>
- Paracha, R. Z., Obaid, A., & Ali, A. (2017). Phenotyping in Precision Medicine. In *Progress and Challenges in Precision Medicine* (pp. 55–77). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809411-2.00003-9>
- Park, J., Ko, B., & Jang, H. (2024). Text-to-Image Synthesis for Any Artistic Styles: Advancements in Personalized Artistic Image Generation via Subdivision and Dual Binding. *ArXiv:2404.05256v1*.
- Priyambodo, P., & Permatasari, N. (2024). Evaluation of ChatGPT Visualisation in Characterising Phenotypic Traits of *Heterotrigona itama* as a Coffee Pollinator Agent. *BIO-CONS: Jurnal Biologi Dan Konservasi*, 6(2), 500–511.
- Purba, M. S., Lamerlabel, J. S. A., & Patty, J. A. (2023). Karakter Morfologi dan Morfometrik Lebah Sosial (Aphidae) di Pertanian Organik BEEMA HONEY Bogor. *Jurnal Pertanian Kepulauan*, 7(2). <https://doi.org/10.30598/jpk.2023.7.2.97>
- Putra, R. E., Novitasari, N., Rosmiati, M., Husna, I. Z., Setiyarni, E., & Kinasih, I. (2024). Efisiensi Penyerbukan *Tetragonula laeviceps* Pada Budi Daya Tumpang Sari Tomat Dan Mentimun Di Greenhouse. *Al-Kauniah: Jurnal Biologi*, 17(2), 293–302. <https://doi.org/10.15408/kauniah.v17i2.29769>
- Razafimandimby, H., Gautier, L., Bouvet, J. M., Danthu, P., & Ramamonjisoa, L. (2020). Characterization of the phenotypic diversity of tsiperifery (*Piper* spp.), the wild pepper from Madagascar under-studied in spite of its international fame. *Acta Horticulturae*, 1267. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1267.7>
- Sunny, D. (2024). Enhancing Virtual Try-Ons with Stable Diffusion: A Review. *Interantional Journal Of Scientific Research In Engineering And Management*, 08(04), 1–5. <https://doi.org/10.55041/IJSREM29910>
- Trianto, M., & Purwanto, H. (2020). Morphological characteristics and morphometrics of stingless bees (Hymenoptera: Meliponini) in Yogyakarta, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(6). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210633>
- Vinothkumar, S., Varadhaganapathy, S., Shanthakumari, R., Dhanushya, S., Guhan, S., & Krisvanth, P. (2024). Utilizing Generative AI for Text-to-Image Generation. *2024 15th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT61001.2024.10725454>

- Wang, Z. (2024). Enhancing Text-to-Image Generation: Integrating CLIP and Diffusion Models for Improved Visual Accuracy and Semantic Consistency. *Applied and Computational Engineering*, 105(1), 16–22. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/105/2024TJ0053>
- Withaningsih, S., Diaz, F., Rozi, F., & Parikesit, P. (2023). Distribution and Characteristics of Two Species of Stingless Bee Hives (*Tetragonula* spp.) in the Rural Landscape of Sumedang Regency (Indonesia). *Diversity*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/d15091018>
- Wulandari, A. P., Atmowidi, T., & Kahono, D. S. (2017). Peranan Lebah Trigona laeviceps (Hymenoptera: Apidae) dalam Produksi Biji Kailan (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*). *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 45(2). <https://doi.org/10.24831/jai.v45i2.13236>
- Yadav, N., Sinha, A., Jain, M., Agrawal, A., & Francis, S. (2024). Generation of Images from Text Using AI. *International Journal of Engineering and Manufacturing*, 14(1), 24–37. <https://doi.org/10.5815/ijem.2024.01.03>
- Zhan, G., Zheng, C., Xie, W., & Zisserman, A. (2024). What Does Stable Diffusion Know about the 3D Scene? *ArXiv:2310.06836v2*.
- Zhang, C., Wang, L., & Liu, A. (2024). *Revealing Vulnerabilities in Stable Diffusion via Targeted Attacks*. <http://arxiv.org/abs/2401.08725>