

<https://doi.org/10.17576/serangga-2024-2903-14>

**PERIHALAN LENGKAP MORFOLOGI LUARAN *Cosmodela aurulenta*
(FABRICIUS, 1801) BERSERTA PERIHALAN GENITALIA
JANTAN DAN BETINANYA**

[COMPLETE DESCRIPTION OF EXTERNAL MORPHOLOGY OF *Cosmodela aurulenta*
(FABRICIUS, 1801) AND DESCRIPTION OF ITS MALE AND FEMALE]

Amanina Abu Bakar¹ & Izfa Riza Hazmi^{*1,2}

¹Pusat Sistemantik Serangga, Fakulti Sains dan Teknologi,
Universiti Kebangsaan Malaysia,
43600 Bangi, Selangor, Malaysia.

²Jabatan Sains Biologi dan Bioteknologi,
Fakulti Sains dan Teknologi,
Universiti Kebangsaan Malaysia,
43600 Bangi, Selangor, Malaysia.

*Pengarang berutusan: izfahazmi@ukm.edu.my

Hantar: 15 Mei 2024; Terima: 7 Ogos 2024

ABSTRAK

Cosmodela aurulenta tersebar luas di seluruh wilayah Indo-Malaya. Kajian ini bertujuan untuk membuat perihalan morfologi luaran spesies Kumbang Harimau *C. aurulenta* dan pencirian genitalia jantan dan betina bagi spesies ini. Sehingga kini, tiada perihalan lengkap telah dibuat bagi spesies kumbang *C. aurulenta* di Malaysia. Sebanyak 120 spesimen dari seluruh Malaysia telah diperiksa. Spesimen yang diperiksa merupakan koleksi *C. aurulenta* yang terdapat di repositori Pusat Sistemantik Serangga, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM). Pemerhatian dan pengukuran ciri morfologi dan pengekstrakan genitalia jantan dan betina dari abdomen kumbang dewasa telah dijalankan. Genitalia jantan dan betina *C. aurulenta* juga diilustrasi di dalam kajian ini.

Kata kunci: Taksonomi, Malaysia, Genitalia, *Cosmodela aurulenta*, Morfometrik

ABSTRACT

Cosmodela aurulenta is widespread throughout the Indo-Malaya region. This study aims to describe the external morphology of the tiger beetle species *C. aurulenta* and characterize the male and female genitalia of this species. Until now, no complete description has been made for the *C. aurulenta* species in Malaysia. A total of 120 specimens from all over Malaysia were examined. The specimen examined is a collection of *C. aurulenta* in the repository of the Center of Insect Systematics, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM). Observation and measurement of morphological characteristics and extraction of male and female genitalia from the abdomen of adult beetles were carried out. Male and female genitalia of *C. aurulenta* are also illustrated in this study.

Keywords: Taxonomy, Malaysia, Genitalia, *Cosmodela aurulenta*, Morphometric

PENDAHULUAN

Kumbang Harimau (Coleoptera: Cicindelidae) merupakan antara kumbang yang mempunyai taburan meluas dan lebih daripada 2850 spesies yang direkodkan di seluruh dunia. Kumbang Harimau merupakan kumpulan serangga pemangsa yang terkenal dengan kelajuan pergerakan dan penglihatan yang baik (Duran & Gough 2020; López-López & Vogler 2017). Cicindelidae terdapat dalam hampir setiap ekosistem dan kerap digunakan sebagai bioindikator dalam kajian ekologi (Rainio & Niemelä 2003; Pearce & Venier 2006) atau sebagai kawalan agen terhadap perosak pertanian, disebabkan oleh tabiat pemangsa mereka (de Heij & Willenborg 2020; Kromp 1999). Taksonomi dan pengkelasan spesies memainkan peranan penting dalam memahami hubungan adaptasi dan peranan ekologi Kumbang Harimau di persekitaran. Kajian terhadap morfologi, struktur badan dan bentuk rahang bawah serta corak warna pada elitra amat membantu dalam pengecaman Kumbang Harimau (Barraclough et al. 1999).

Cosmodela aurulenta telah diperihal di bawah genus *Cicindela*. *Cicindela* mempunyai taburan global di seluruh benua (Pearson 1988; Pearson & Vogler 2001). Rivalier (1961) menyatakan *Cicindela* telah dipindahkan kepada *Cosmodela* Rivalier, 1961 yang kini mengandungi 13 spesies yang telah dijelaskan. Kini, terdapat dua subspecies *C. aurulenta* iaitu *Cosmodela aurulenta aurulenta* Fabricius, 1801 dan *Cosmodela aurulenta juxtata* Acciavatti & Pearson, 1989. *Cosmodela aurulenta aurulenta* diperihalkan dari sampel Sumatera (Indonesia) (Rivalier 1961) manakala *Cosmodela aurulenta juxtata* Acciavatti & Pearson, 1989 pula diperihalkan daripada sampel Macau (China). *Cosmodela aurulenta* merupakan spesies tip kepada genus *Cosmodela* Rivalier, 1961. Di Malaysia, *C. aurulenta* telah direkodkan di Borneo (Sarawak, Sabah) (Sazali et al. 2023), Melaka, Negeri Sembilan dan Johor (Wiesner 2007, 2013). Isaac et al. (2020) telah melaporkan *C. aurulenta* sebagai spesies yang paling dominan di dalam spesimen baucar daripada Koleksi Rujukan Serangga Universiti Malaysia Sarawak (UNIMAS).

Dalam taksonomi kumbang, genitalia adalah satu ciri penting dalam pengecaman dan pengkelasan spesies. Genitalia mempunyai ciri unik yang berbeza antara spesies, terutamanya dari segi bentuk, saiz dan struktur dan ini menyediakan ciri diagnostik penting untuk pengecaman spesies dalam pengkelasan taksonomi yang tepat pada peringkat spesies kumbang, dan juga dalam penyelesaian hubungan spesies dalam analisis filogenetik (Richmond et al. 2016). Perihal morfologi dan struktur genitalia bagi *C. aurulenta* belum dijelaskan secara komprehensif dalam pencirian sedia ada. Putschkov dan Markina (2020) memperihalkan instar larva *C. aurulenta* (Fabricius 1801) berdasarkan sampel dari Pulau Bali (Indonesia). Justeru, objektif kajian ini ialah untuk membuat perihalan lengkap morfologi spesies *C. aurulenta* dan ciri genitalia jantan dan betina bagi spesies *C. aurulenta* yang direkodkan di Malaysia. Hasil kajian ini akan dapat meningkatkan pemahaman tentang taksonomi dan pencirian spesies ini.

BAHAN DAN KAEDAH

Spesimen Kumbang Harimau

Sebanyak 120 individu *C. aurulenta* telah diperiksa. Spesimen yang diperiksa merupakan koleksi spesimen Kumbang Harimau yang terdapat di dalam Repositori Pusat Sistematik Serangga, Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM). Label pada setiap spesimen yang diperiksa telah direkodkan.

Pengukuran Morfometrik dan Pengecaman

Pengukuran spesimen dilakukan dengan menggunakan mikroskop Nikon SMZ 745T. Proses pengecaman dilakukan berdasarkan kunci dan penerangan oleh Horn (1931), Wiesner (2016, 2019), Matalin dan Cassola (2000). Pengukuran morfometrik dibuat untuk morfologi luaran kumbang *C. aurulenta*. Ukuran yang dibuat ialah panjang keseluruhan (PK) dari klipeus ke hujung elitra, panjang elitra (PE), lebar maksimum elitra (LE), panjang pronotum (PP) dan lebar pronotum (LP). Pemerihalan dan deskripsi ini dilakukan berdasarkan ciri yang diperhatikan di bawah mikroskop dan juga merujuk perihalan Kumbang Harimau sedia ada.

Pembedahan Genitalia

Abdomen kumbang *C. aurulenta* (1 jantan dan 1 betina) dicabut menggunakan pin serangga yang tajam. Abdomen direndam dalam larutan NaOH yang panas selama 3 minit (atau masa yang sesuai yang diperlukan untuk melembutkan tisu yang tidak berkaitan). Genitalia diambil keluar dari abdomen yang terendam, dan tisu lembut yang menyelaputi genitalia dibersihkan dengan teliti menggunakan pin serangga. Genitalia jantan dan betina diletakkan di atas piring petri mengandungi gliserin untuk fotografi. Foto diambil dengan kamera Image Analyser yang disambung dengan mikroskop Zeiss. Ilustrasi struktur genitalia disunting menggunakan Adobe Photoshop CC 2020.

HASIL

Cosmodela aurulenta (Fabricius, 1801)

Jumlah spesimen diperiksa: 120 individu

Spesimen diperiksa: MALAYSIA: Pahang: Kuala Lipis, 1 ex, 26.12.1982, Amina Abdullah; Kuala Lompat, 1 ex, 30.01.1993, Abd Karim; Kg. Tekek, Pulau Tioman, 1 ex, 02.05.1995, Ismail, Ruslan & Ariffin; **Kuala Lumpur:** Petaling; 1 ex, 1.11.1974, Mizan; Jalan Pantai Baru, 1 ex, 3.11.1975, Tiada pengumpul; Kampus Universiti Malaya, 1 ex 9.01.1979, Hew Kok Wah; 1 ex, 9.9.1995, Ahmad Ismail; Bukit Lanjan, 1 ex, 17.01.1976, Radzali M.; Kampung Kerinchi, 1 ex, 30.01.1979, Mohd A. Bakar; Lucky Garden, 20.01.1981, Norbanun Hashim; **Selangor:** Universiti Kebangsaan Malaysia Bangi, 1 ex, 09.01.1974, W. Zahari; 1ex, 03.01.1983, Kamrie; 1 ex, 30.01.1989, Jins Johan; 1, 11.03.1989, Mohd Hashim; 1 ex, 22.12.1990, Shahrom; 1 ex, 03.03.1990, Aswedy; 1 ex, 17.02.1990, Riza Hambadley; 1ex, 10.03.1990, Zulms; 1 ex, 01.02.1990, Anfri; Bkt. Bukit Lanjan, 1 ex, 17.01.1976, Sampoman; 1 ex, 5.02.1984, Mazinah Muda; Bukit Belacan, 1 ex, 02.04.1990, Osman Md; Gombak Batu, 2 ex, 03.03.1990, Azid; 1 ex, 03.03.1990, Kamirudin; 1 ex, 03.03.1990, Saiful; Hutan Genting Highlands, 1 ex, 05.01.1990, Tiada rekod nama pengumpul; Hutan Simpan Gombak, 1 ex, 22.12.1990, Nazly; Klang, 17.10.1974, M.Yusuf; 23.07.1977, Che Tam Awang; Petaling Jaya, 03.01.1974, D. Kurtak H.; Seksyen 17, Petaling jaya; 1 ex, 18.11.1976, Foong; Hutan Lipur Sungai Lalang, Semenyih, 1 ex, 16.01.1988, Badau; 1 ex, 27.06.1994, Tang Pek Yee; Taman Templar, 20km N.K.L., 1 ex, 10.12.1974, Md. Azemi; Templer Park; 1 ex, 12.01.1983, Majidah; UKM KL; 1 ex, 01.03.1979, Nooraini Awanis; Ulu Langat, 1 ex, 15.09.1974, A. Rahman Y; **Sabah:** Babagoh, 1 ex, 19.08.1983, Norhda; Beufort, Kg. Selangor, 1 ex, 31.10.1991, Khamis Selamat; Bundu Tuhan, 1 ex, 23.03.1985, Zaiton Nordin; Gunung Kinabalu, Sayap, 1 ex, 03.06.1992, Zaidi, Ismail, Ruslan; Keningau kg. Mansiat (500m), 1 ex, 08.05.1988, Nordin Wahid leg.; Keningau, Kg. Lembaga (500m), 3 ex, 09.05.1988, Nordin Wahid leg.; 1 ex, 10.05.1988, Nordin Wahid leg.; Keningau, Taman. Bandukan (450m), 1 ex, 06.08.1988, Lai Choon Ming leg.; 1 ex, 06.08.1988, Zarinah. W leg.; 1 ex, 07.08.1988, Choon Teng leg.; 1 ex, 07.08.1988, L.B. TAY leg.; 1 ex, 07.08.1988, Samina H. leg.; 2 ex, 07.08.1988,

Azlina leg.; 1 ex, 07.08.1988, Lee Yoke Kit leg.; 1 ex, 07.08.1988, Bahiah leg.; 1 ex, 08.08.1988, Zul. D leg.; Kg. Keningau, Senoa (500m), 8 ex, 09.05.1988, Nordin Wahid leg.; 2 ex, 10.05.1988, Nordin Wahid leg.; 10 ex, 12.05.1988, Nordin Wahid leg.; Kg. Sayap, Kota Belud, 1 ex, 27.09.1986, Dean.; 1 ex, 27.09.1986, A. Yeda leg.; Kota Kinabalu, Bukit Padang (50m), 2 ex, 30.07.1988, Walwo leg.; Kunak, 1 ex, 24.07.1970, Tiada rekod nama pengumpul; Lahad Datu Tabin (650m), 1 ex, 28.09.1988, Nordin Wahid leg., 2 ex, 29.09.1988, Nordin Wahid leg., 1 ex, 07.08.1988, Nordin Wahid leg., 2 ex, 28.9.1988, Ismail Salleh leg.; Poring Ranau, 1 ex, 28.10.1986, Akila, Dean, Ranau, 1 ex, 8.02.1987, Nor Hananie; Ranau Mensilau, 1 ex, 8.02.1987, S. Norkaya S. Latif; Sepulut, Batu Tunggul (350-500m), 2 ex, 10.11.1987, Akira Ueda leg. Telapid, Lipaso FR, 1 ex, 18.01.1992, Khamis Selamat; UKMS, 1 ex 1.09.1983, Tiada rekod nama pengumpul, 1 ex, 6.09.1987, Rafiah, 1 ex, 20.09.1985, Noor Fisah.; **Johor:** Pengerang, 1 ex, 5.08.1977, Tiada rekod nama pengumpul; Muar, 1 ex, 30.03.1996, Kong Kien Hoong.; **Kedah:** Baling, Kedah, 1 ex, 1.01.1978, Tiada rekod nama pengumpul; 1 ex, 5.01.1979, Faridah; 1 ex, 15.01.1979, Faridah. **Melaka:** Peringgit, 14.01.1979, A-manat Muslimin; **Negeri Sembilan:** Port Dickson, 1 ex, 29.01.1990, Sudesh; 3 ex, 16.06.1988, Ismail & Mad. Nor; 1 ex, Tiada rekod tarikh dan nama pengumpul; **Pahang:** Kuala Lipis, 1 ex, 26.12.1982, Aminah Abdullah; Kuala Lompat, 1 ex, 30.01.1993, Abd Karim; Kg. Tekek, Pulau Tioman; 1 ex, 2.05.1995, Ismail, Ruslan & Ariffin.; **Perak:** Bagan Serai; 1 ex, 20.01.1979, Yusof Ahmad; Malim Nawar; 1 ex, 19.01.1979, Hassan Ibrahim.; **Sarawak:** Kucing, 1 ex, 19.06.1988, Adenan Bukra.; **Terengganu:** Paka, 1 ex, 12.01.1979, Nor Hayatee Md. Noor; 1 ex, 12.01.1979, Siti Zaleha Ibrahim; Dungun, 1 ex, 17.01.1979, Zainab; Felde Paka, Tro, 1 ex, 7.01.1983, Omar H. Osman; Calok Batu, 2 ex, 24.09.1987, Salleh & Ismail. Tiada rekod tempat, 1 ex, 13.03.1982, Fatimah Abang; Taman Negara, 1 ex, 15.08.1983, Tiada rekod nama pengumpul.

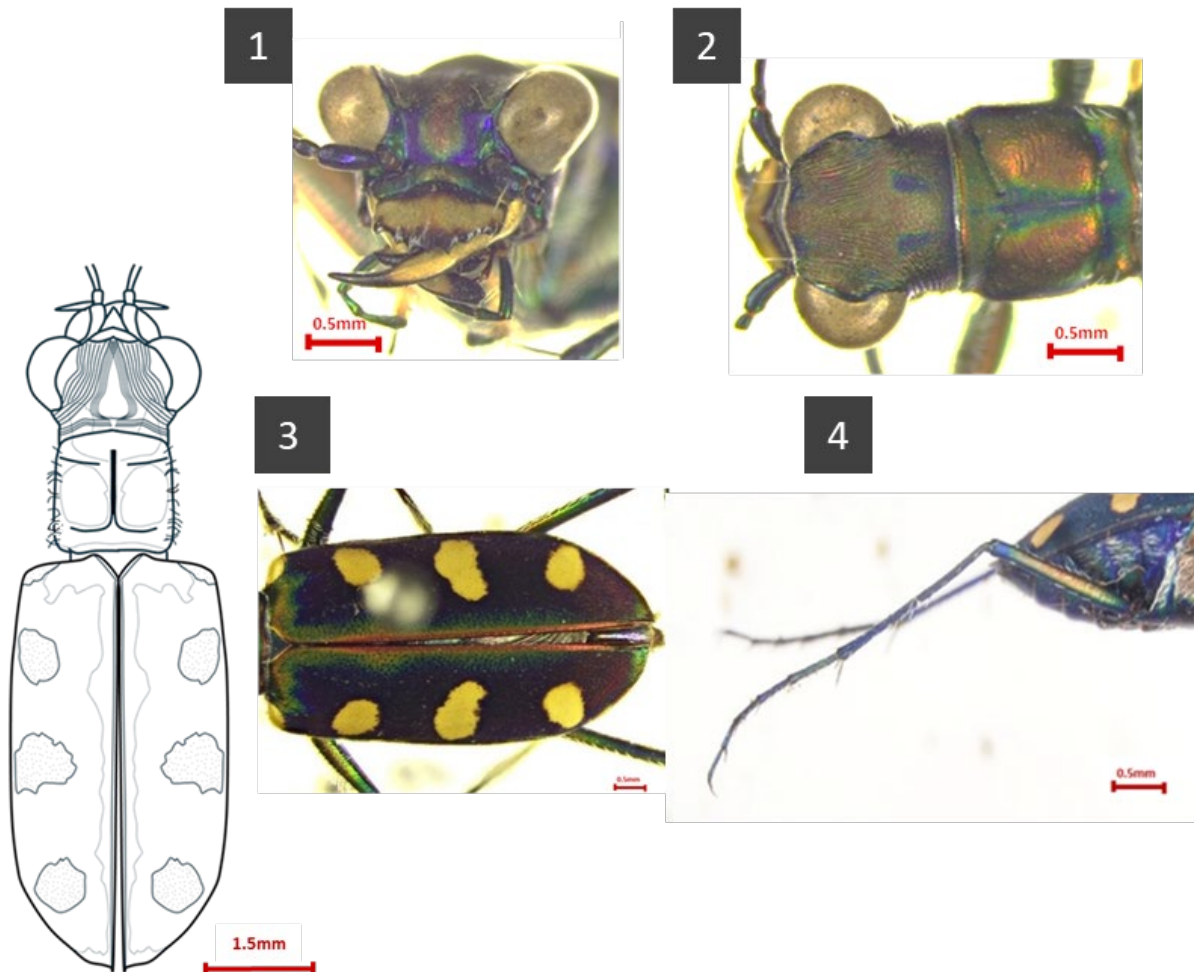
Deskripsi. Ukuran (n=10): PK 9.66 mm – 11.78 mm (purata: 10.64 mm), PL 6.38 mm – 7.08 mm (purata: 6.68 mm), LE 2.48 mm – 3.16 mm (purata: 2.76 mm), PP 1.80 mm – 2.08 mm (purata: 1.96 mm) dan LP 1.80 mm – 2.14 mm (purata: 1.98 mm).

Kepala: Mata majmuk jenis aposisi. Antena jenis filiform. Setiap flagelum mempunyai *spur* antena pada hujung segmen. Frons mempunyai ukiran alur (stria) melengkung yang bermula daripada supraorbital, mengelilingi mata majmuk. Klipeus berbentuk seperti 'V' terbalik dan berwarna hijau biru coklat metalik. Bahagian atas klipeus melengkung kedalam. Kawasan gena mempunyai stria melengkung bersambung dengan stria melengkung daripada supraorbital, mengelilingi mata majmuk. Tiada seta atau jika ada hanya satu pada setiap bahagian gena. Verteks (bahagian dorsal kepala) mempunyai struktur terukir dalam bentuk garisan stria melengkung bermula di sekeliling mata, memanjang dalam pelbagai lapisan sehingga mencapai bahagian tengah verteks. Labrum berwarna kuning dikelilingi dengan garisan hitam sepanjang unjuran labrum. Terdapat 7 unjuran bergigi (Rajah 1).

Toraks: Pronotum berwarna coklat keemasan dikelilingi oleh hijau metalik. Permukaan pronotum mempunyai stria yang garis tidak sekata dan jelas di bahagian tengah pronotum secara mendatar (Rajah 2). Elitra berwarna biru dengan sedikit warna kehijauan pada sekeliling elitra. Kehadiran corak atau tiga bintik bulatan tidak sekata berwarna kuning terang pada bahagian tengah elitra kiri dan kanan (Rajah 3). Prokoxa, mesokoxa dan metakoxa berwarna biru hijau metalik dan mempunyai seta yang penuh pada bahagian atas (Rajah 4).

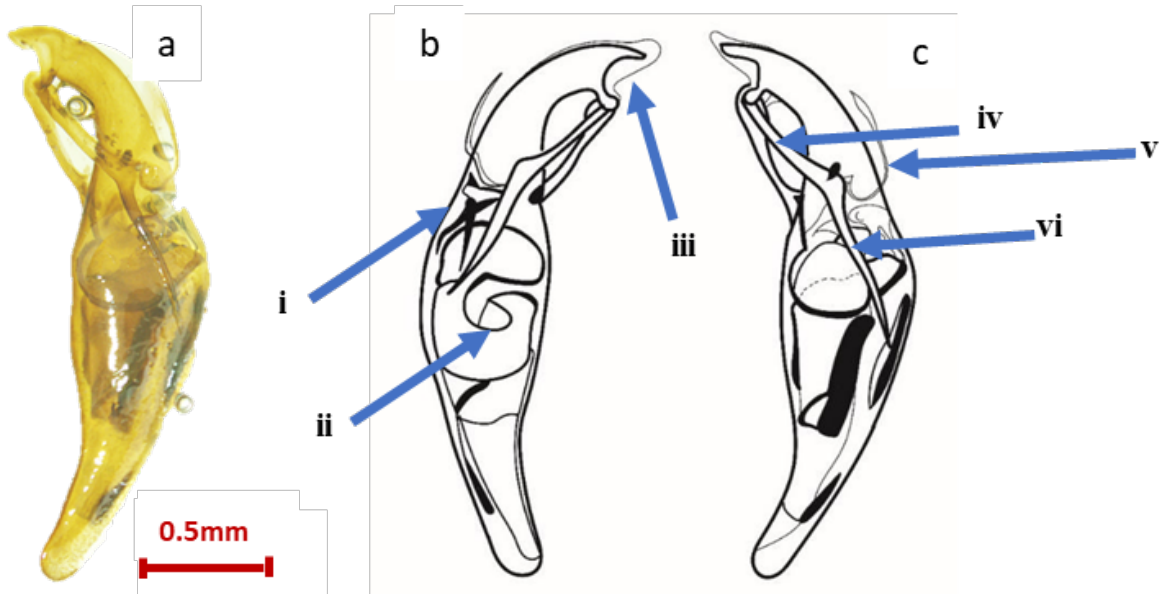
Abdomen: Abdomen mempunyai 6 segmen sterna. Dua sterna pada pandangan lateral dan empat dari pandangan ventral. Berwarna biru metalik dengan sedikit imbasan hijau metalik. Seta memenuhi bahagian lateral pada sterna pertama hingga lima. Dua atau tiga seta pada

bahagian tengah setiap sterna ketiga hingga kelima. Sterna ketiga dan enam lebih lebar daripada sterna empat dan lima. Epipleuron berwarna biru metalik dan tidak menimbul. Tiada seta pada epipleuron.



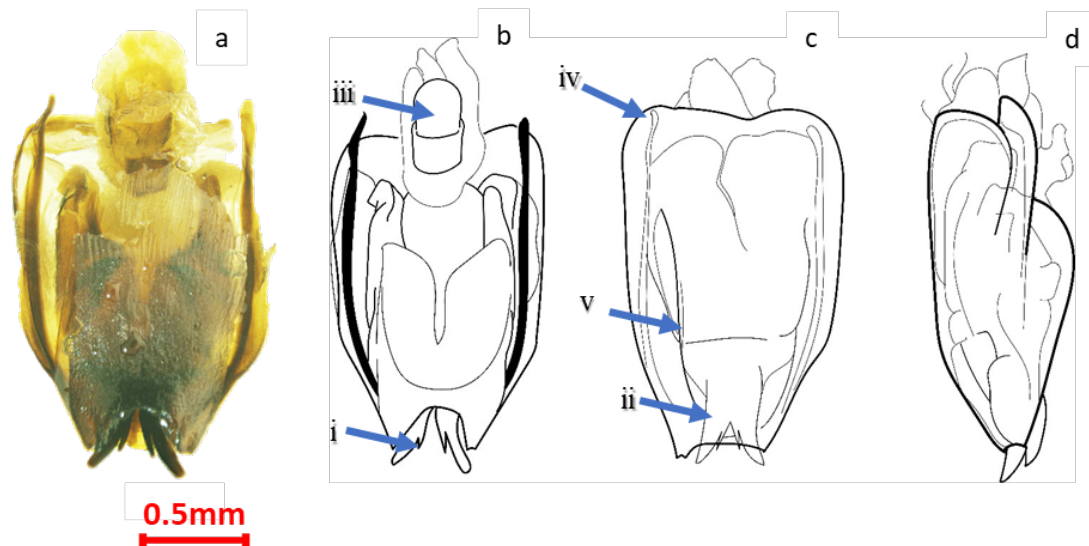
Rajah 1-4. *Cosmodela aurulenta* 1) Labrum 2) Pronotum, 3) Ilustrasi elitra dan pewarnaan elitra, 4) Kaki belakang

Genitalia jantan. Aedeagus kumbang jantan mempunyai kantung dalaman berpilin. Struktur bibir atas pembukaan alat kopulasi sama paras dengan bibir bawah. Mempunyai dua tegmen pada bahagian kiri dan kanan, bermula dari bibir bawah pembukaan alat kopulasi dan setiap satunya bercabang. Lobus median tirus pada bahagian atas dan bawah serta kembang ditengah. Tahap skleratisasi lobus median adalah nipis (Rajah 5 a-c).



Rajah 5. a) Lobus median bagi aedeagus kumbang jantan *Cosmodela aurulenta*; b,c) Lakaran skematik menunjukkan i) Lobus median ii) Struktur kantung dalaman yang berpilin iii) Pembukaan alat kopulasi iv) Tegmen v) Cabang pertama vi) Cabang kedua

Genitalia betina. Genitalia kumbang betina kelihatan seperti kapsul. Bahagian paling luar iaitu stergume kelihatan seperti bentuk hati pada pandangan belakang dan menutup sebahagian daripada keseluruhan genitalia. Lapisan kedua, di bahagian dalam iaitu syntergume bersaiz $\frac{3}{4}$ daripada stergume dan berada di dalam stergume. Tahap sklerotasi stergume dan syntergume adalah nipis. Bahagian paling dalam mempunyai dua struktur bertanduk (gonapophyses) keluar dari bukaan tirus stergume dan syntergume. Setiap satu gonapophyse bercabang dua dan satu cabang lebih pendek. Gonapophyse adalah cabang yang muncul daripada gonakoksa. Tahap sklerisasi lapisan yang paling dalam ini sangat tebal. Bursa copulatrix adalah kantung untuk menyimpan sperma kumbang jantan sebelum berlakunya persenyawaan. Bursa copulatrix mempunyai struktur globular seperti mentol. Di sekelilingnya mempunyai struktur yang kurang jelas kelihatan seperti kepulan awan (Rajah 6 a-d).



Rajah 6. a) Genitalia betina *Cosmodela aurulenta*; b) Lakaran skematik sisi hadapan; c) Sisi belakang; d) Sisi lateral; i) gonapophyses ii) gonakoksa iii) bursa copulatrix. iv) stergume. v) syntergume

PERBINCANGAN

Cosmodela aurulenta merupakan spesies yang paling biasa di Malaysia. Spesies ini boleh dibezakan dengan jelas kerana mempunyai mempunyai elitra biru-hijau, dengan enam bintik putih kekuningan atau kebiruan besar dan dua bintik yang lebih kecil di bahagian bahu elitra. Spesies ini menyerupai spesies *Cosmodela batesi* (Fleutiaux 1893) yang dilaporkan terdapat di Taiwan dan Jepun. Menurut Putchkov and Markina (2020), larva bagi subspecies *C. aurulenta aurulenta* sangat serupa secara morfologi dengan *C. batesi*. Namun begitu, berdasarkan saiz kumbang dewasa, *C. batesi* adalah lebih besar.

Taksonomi semasa Cicindelidae sebahagian besarnya adalah berdasarkan kajian Rivalier (1961), yang membahagikan genus sebelum ini iaitu *Cicindela* kepada lebih daripada 50 genera berdasarkan morfologi genitalia jantan. Rivalier (1961) menjalankan pengelompokan dengan penekanan yang kuat terhadap bentuk flagellum dalam kantung dalaman aedagus. Rivalier (1961) mengenal pasti *Cosmodela* sebagai genus kerana flagellum yang panjang dan *Calochroa* sebagai genus yang berasingan kerana flagellum adalah panjang pertengahan antara *Cicindela* dan *Cosmodela*. Spesies *C. aurulenta* kebanyakannya berkongsi ciri-ciri kedudukan kantung dalaman dengan *C. batesi* tetapi adalah dibezakan melalui apical *C. aurulenta* yang lebih pendek. Genitalia betina *C. aurulenta* lebar dan mempunyai sklerosis yang agak tebal. Di dalam perihalan Fukuda et al. (2019), genitalia betina tidak diperihalkan.

KESIMPULAN

Perihalan morfologi dan genitalia *C. aurulenta* adalah sangat penting sebagai salah satu usaha dalam pemerihalan taksonomi Kumbang Harimau di Malaysia. Perihalan terutamanya genitalia bagi jantan dan betina *C. aurulenta* yang diperolehi dalam kajian ini boleh dijadikan sebagai rujukan untuk mengenalpasti ciri genus seperti yang dikelompokkan oleh Rivalier (1961). Kajian selanjutnya mencadangkan untuk membuat pemerihalan spesies *Cosmodela* lain yang turut direkodkan di Malaysia.

PENGHARGAAN

Kami ingin berterima kasih pada kakitangan Pusat Sistemik Serangga (CIS), En. Ruslan Md Yusop dan Mohd Fauzi Mohd Muzamil yang membantu dalam penyelidikan ini. Projek ini disokong dan dibiayai oleh geran penyelidikan daripada Yayasan Alam Sekitar Nagao (Nagao Natural Environment Foundation) ke atas pengarang berutusan dalam artikel ini.

PENGISYTIHARAN PENGARANG

Pernyataan Biaya

Kajian ditaja oleh oleh geran penyelidikan daripada Yayasan Alam Sekitar Nagao (Nagao Natural Environment Foundation).

Percanggahan Kepentingan

Tidak berkaitan.

Penyataan Etika

Tidak berkaitan.

Pernyataan Kehadiran Data Tambahan

Tidak berkaitan.

Sumbangan Pengarang

Amanina Abu Bakar (AAB) menjalankan penelitian ke atas sampel dan menulis draf manuskrip. Izfa Riza Hazmi (IRH) membuat interpretasi, menilai dan membuat semakan ke atas manuskrip. Semua pengarang telah membaca dan bersetuju untuk manuskrip akhir.

RUJUKAN

- Barraclough, T.G., Hogan, J.E. & Vogler, A.P. 1999. Testing whether ecological factors promote cladogenesis in a group of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 266(1423): 1061–1067.
- de Heij, S.E. & Willenborg, C.J. 2020. Connected Carabids: Network interactions and their impact on biocontrol by Carabid beetles. *BioScience* 70(6): 490-500.
- Duran, D.P. & Gough, H.M. 2020. Validation of tiger beetles as a distinct family (Coleoptera: Cicindelidae), review and reclassification of tribal relationships. *Systematic Entomology* 45: 723–729.
- Fukuda, Y., Ogawa, R. & Hori, M. 2019. The reclassification of *Sophiodela* and other tiger beetles (Coleoptera, Cicindelidae) based on the structure of the everted internal sac of the male genitalia. *Zootaxa* 4661(2): 271–308.
- Horn, W. 1931. Some Cicindelinae from Mt. Kinabalu, North Borneo, including a new species. *Journal of the Federation of the Malay States Museum* 16: 287-289.
- Isaac, M. & Sazali, S.N., Hazali, R., Abdul Razak, A.I. & Abu Hasan Aidil Fitri, F.N. 2020. Species composition and ecological distribution of the subfamily *Cicindelinae latreille*, 1801 (Coleoptera: Carabidae) Based on Voucher Specimens in Sarawak. *Borneo Journal of Resource Science and Technology* 10: 190-195.
- Kromp, B. 1999. Ground beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 187-228.
- López-López, A. & Vogler, A.P. 2017. The mitogenome phylogeny of Adephaga (Coleoptera). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 114: 166–174.
- Matalin, A.V. & Cassola, F.2000. A new *Cylindera* Westwood, 1831 species of the subgenus *Leptinomera Rivalier*, 1961 from Peninsular Malaysia, with notes on two other tiger beetle species (Coleoptera: Carabidae: Cicindelinae). *Russian Entomological Journal* 9:191-193.
- Pearson, D.L. 1988. Biology of tiger beetles. *Annual Review of Entomology* 33: 123–147.
- Pearson D.L. & Vogler A.P. 2001. *Tiger beetles: The Evolution, Ecology, and Diversity of The Cicindelids*. Ithaca and London: Cornell University Press.
- Putchkov, A.V. & Markina, T.Y. 2020. The description of the tiger beetle larvae of *Cosmodela aurulenta* (Fabricius 1801)(Coleoptera, Cicindelidae). *Zootaxa* 4859 (4): 537–544.
- Pearce, J.L. & Venier, L.A. 2006. The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) as bioindicators of sustainable forest management: A review. *Ecological Indicators* 6: 780-793.
- Rainio, J. & Niemelä, J. 2003. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators.

Biodiversity and Conservation 12: 487-506.

- Richmond, M.P., Park, J. & Henry, C.S. 2016. The function and evolution of male and female genitalia in Phyllophaga Harris scarab beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Evolutionary Biology* 29: 2276-2288.
- Rivalier, E. 1961. Démembrement du genre *Cicindela* Linné, IV. Faune indomalaise. *Revue française d'Entomologie* 28: 121 –149
- Sazali, S.N., Lim, T.W., Zainaddin, N.A, Hambri, Z., Molujin, A.A., Abu Hasan Aidil Fitri, F.N., Hazali, R. & Othman, N.L. 2023. A Checklist of Beetles (Order: Coleoptera) From Sarikei, Sarawak, Malaysia. *Serangga* 28(3): 149-164.
- Wiesner, J. 2007. New records of tiger beetle species from the Malaysian Peninsula (II) (Coleoptera: Cicindelidae). *Mitteilungen des Internationalen Entomologischen Vereins, Frankfurt a. M.* 32(3/4): 111–116.
- Wiesner, J. 2013. New records of tiger beetle species from the Malaysian Peninsula (III) (Coleoptera: Cicindelidae). *Mitteilungen des Internationalen Entomologischen Vereins, Frankfurt a. M.* 38(3/4): 107–114.
- Wiesner, J. 2016. New Records of tiger beetle species from the Malaysian Peninsular (IV) (Coleoptera: Carabidae: Cicindelinae). *Mitteilungen des Internationalen Entomologischen Vereins, Frankfurt a. M.*, 40(3/4): 157–164.
- Wiesner, J. 2019. New records of tiger beetles from Peninsular Malaysia (V) (Coleoptera: Cicindelidae). *Giornale Italiano Di Entomologia* 15(64): 457-464.