

**PERKEMBANGAN LARVA *Tramea transmarina euryale* SELYS, 1878
(INSECTA: ODONATA)**

[LARVAL DEVELOPMENT OF *Tramea transmarina euryale* SELYS, 1878
(INSECTA: ODONATA)]

Chee Yen Choong

Pusat Sistemik Serangga,
Fakulti Sains dan Teknologi,
Universiti Kebangsaan Malaysia,
43600 UKM Bangi, Selangor
Email Pengarang: cychoong@ukm.edu.my

Penghantaran: 15 Jun 2022; Penerimaan: 26 September 2022

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk merekodkan perkembangan larva spesies *Tramea transmarina euryale* Selys, 1878. Telur *T. transmarina euryale* dieram di makmal hingga kemunculan larva. Telur dikutip daripada individu betina yang sedang bertelur di sebuah kolam di Universiti Kebangsaan Malaysia, Kampus Bangi, Selangor, Malaysia. Telur yang segar kelihatan berwarna kuning dengan purata panjang 0.46 ± 0.01 mm dan purata lebar 0.37 ± 0.01 mm. Tempoh pengeraman telur memerlukan sekurang-kurangnya tujuh hari. Perkembangan larva *T. transmarina euryale* mengandungi 12–14 stadia. Sarung sayap asas mula muncul pada peringkat instar ke-7. Larva berubah menjadi warna kuning kehijauan pada beberapa peringkat instar terakhir. Secara keseluruhannya, perkembangan larva mengambil masa 50–62 hari untuk dilengkapkan. Tempoh perkembangan larva spesies *T. transmarina euryale* adalah pendek jika dibandingkan dengan spesies Libellulidae yang lain. Maklumat perkembangan larva hingga ke peringkat dewasa *T. transmarina euryale* ini adalah penting bagi tujuan pembiakan dan pemeliharaannya serta potensinya untuk diaplikasi sebagai agen kawalan biologi.

Kata kunci: Instar, larva, Libellulidae, papatung, stadia, telur

ABSTRACT

The objective of the study was to record the larval development of *Tramea transmarina euryale* Selys, 1878. The eggs of *T. transmarina euryale* were incubated until larval emergence in the laboratory. The eggs were collected from an egg-laying female at a pond in Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi Campus, Selangor, Malaysia. The fresh eggs were in yellow colour with a mean length of 0.46 ± 0.01 mm and mean width of 0.37 ± 0.01 mm. The egg incubation period needed at least seven days. The larval development of *T. transmarina euryale* consisted of 12–14 stadia. The rudimentary wing sheaths appeared at the 7th instar. The larvae turned into a greenish yellow colour in the last few instar stages. The whole larval development took 50–62 days to complete. The duration of larval development in *T. transmarina euryale* is generally short if compared to the other Libellulidae species. The information of larval

development until adult stage of *T. transmarina euryale* is important for the breeding and conservation purposes, as well as its potential to be applied as biological control agent.

Keywords: Instar, larva, Libellulidae, dragonfly, stadia, egg

PENGENALAN

Kajian perkembangan larva spesies pepadung (Odonata) adalah masih terhad dan kebanyakan kajian berkisarnya telah dijalankan dari Asia Selatan (Begum et al. 1982; Kumar 1971, 1972, 1984a, 1984b, 1989), Afrika (Hassan 1977) dan Eropah (Waringer 1983). Masih belum ada lagi kajian yang melibatkan perkembangan larva spesies Odonata dari Malaysia yang berkemungkinan besar disebabkan oleh kesukaran dalam menyelenggara larva Odonata yang bersifat akuatik dan karnivor di dalam makmal. Walau bagaimanapun, kebanyakan kajian larva Odonata adalah tertumpu kepada perubahan morfologi larva pada peringkat instar terakhir (Okude et al. 2021).

Tramea transmarina euryale Selys, 1878 merupakan spesies pepadung daripada famili Libellulidae. Ia boleh dijumpai di Guam, Hong Kong, Indonesia, Japan, Laos, Malaysia, Filipina, Palau, Thailand dan Cambodia (Wilson et al. 2020). Ia biasa dijumpai di habitat kolam, tasik dan longkang yang mempunyai vegetasi yang baik (Orr 2005). Banyak spesies pepadung daripada famili Libellulidae ini mempamerkan oviposisi dalam penerbangan seiring dan spesies daripada genus *Tramea* merupakan salah satu spesies Libellulidae yang mempamerkan kelakuan ini (Martens et al. 1997; Kumar & Prasad 1977).

Maklumat mengenai larva *T. transmarina* boleh diperolehi dalam pelbagai sumber (Ishida et al. 1988; Ishida 1996; Lieftinck 1962; Ozono et al. 2012). Namun, semua maklumat daripada sumber ini adalah memperihalkan morfologi larva atau eksuvia *T. transmarina* dan tidak memberikan sebarang maklumat tentang perkembangan larvanya. Maka, pelbagai aspek dalam perkembangan larva *T. transmarina* masih belum diketahui. Ini kerana maklumat perkembangan larva adalah penting bagi tujuan pemuliharaan dan pembiakan spesies ini. Dalam kajian ini, perkembangan larva *T. transmarina euryale* dari peringkat oviposisi hingga peringkat penetasan larva telah direkodkan dan diperihalkan.

BAHAN DAN KAEDAH

Lokasi dan Persampelan Telur

Penangkapan individu betina *T. transmarina euryale* telah dijalankan ketika ia berada dalam keadaan penerbangan seiring dengan seekor jantan selepas proses pengawanan pada 1 Ogos 2021 di sekitar kolam yang terletak di tepi hutan [101°47'15" E; 2°55'22" U] di Universiti Kebangsaan Malaysia, Kampus Bangi, Selangor, Malaysia. Hujung abdomen betina telah dicelup berulang kali ke dalam vial kecil (diameter 2.5 cm) yang telah diisi dengan air daripada kolam tersebut. Seterusnya jisim telur dilepaskan daripada hujung abdomen terus tenggelam ke dasar vial itu (Kumar 1971; Rice 2008). Telur disimpan di dalam vial kecil yang mengandungi air dengan kedalaman 4 cm. Sepanjang tempoh pengeraman telur, vial diletakkan di tempat berhampiran tingkap untuk menerima cahaya semula jadi (tidak mendapat cahaya matahari secara terus). Suhu air dalam vial kecil berada pada 26–28°C (suhu bilik) sepanjang tempoh pengeraman. Telur diperiksa setiap hari untuk merekodkan proses penetasan telur.

Pengeraman Telur

Sejurus selepas penetasan telur, 11 individu larva dipilih secara rawak daripada vial kecil itu dan dipindahkan ke dalam 11 vial kecil baharu secara berasingan untuk pemantauan

perkembangannya. Apabila larva sampai ke peringkat instar ke-5, ia dipindahkan dari vial kecil ke dalam bekas plastik yang bersaiz lebih besar secara berasingan untuk proses tumbesaran dalam ruang yang lebih luas. Sebatang kayu kecil diletakkan ke dalam bekas plastik sebagai sokongan ke atas larva. Air yang digunakan untuk perkembangan larva diperolehi daripada kolam di mana telur dikutip. Air dalam vial dan bekas plastik ditukar apabila ia menjadi kotor. Larva (sehingga peringkat instar ke-10) diberi makan *Daphnia* (Begum et al. 1982; Rice 2008). Untuk peringkat instar yang lebih matang, larva diberi makan anak ikan guppy. Makanan berlebihan sentiasa dibekalkan kepada larva sepanjang tempoh perkembangan larva. Vial kecil dan bekas plastik yang mengandungi larva diletakkan di tempat berhampiran tingkap untuk cahaya semula jadi, dan suhu dikekalkan pada 26–28°C untuk sepanjang tempoh perkembangan larva.

Pemerhatian dan Merekod Data Perkembangan

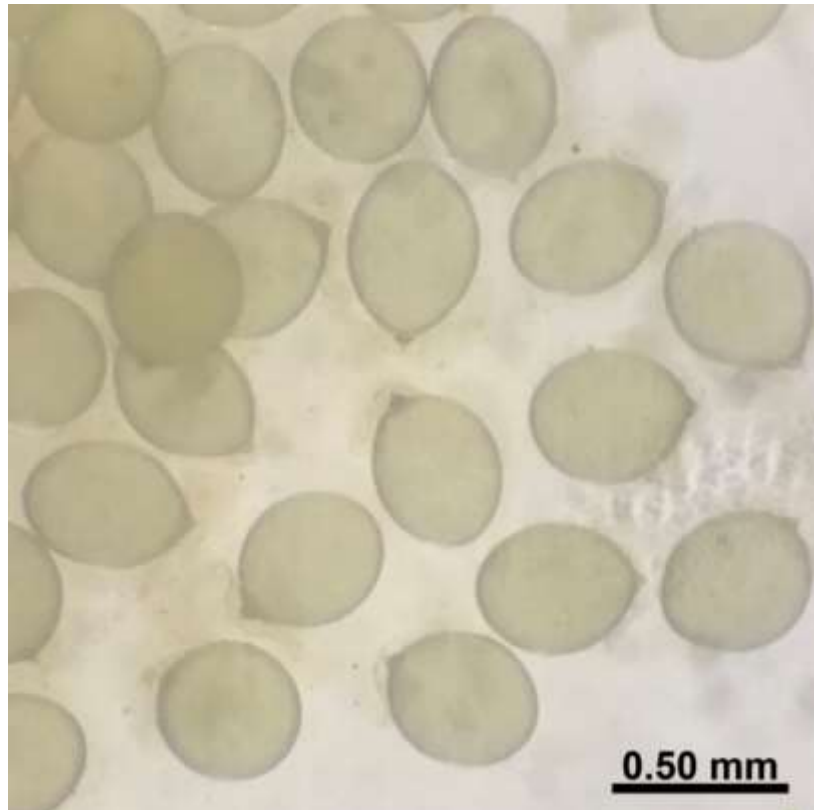
Larva diperhatikan setiap hari untuk merekodkan bilangan hari bagi setiap peringkat instar. Satu larva telah dipilih daripada 11 individu larva tersebut untuk mendapatkan ukuran saiz larva pada setiap peringkat instar. Dua parameter saiz telah diambil – panjang badan (dari kepala hingga piramid anus) dan lebar kepala (Waringer 1983). Pengukuran diambil pada hari larva bersalin kulit (pertukaran daripada satu peringkat instar ke peringkat yang lain) menggunakan mikrometer (bagi larva pada peringkat instar yang awal) dan pembaris (bagi larva pada peringkat instar yang lebih matang).

HASIL DAN PERBINCANGAN

Ovipositi dan Struktur Telur

Tamea transmarina euryale mempamerkan ovipositi secara penerbangan seiring semasa di kolam di mana sampel telur telah dikutip untuk kajian perkembangan larva. Ovipositi secara penerbangan seiring adalah kelakuan biasa bagi spesies *Tamea* (Martens et al. 1997; Kumar & Prasad 1977). Semasa persampelan di lapangan, beberapa ekor betina *T. transmarina euryale* juga diperhatikan bertelur secara bersendirian di kolam tanpa kehadiran serangga jantan.

Telur *T. transmarina euryale* dihasilkan dalam bentuk kelompok. Telur berbentuk bujur bulat dengan warna kuning ketika masih segar (Rajah 1). Telur mempunyai purata panjang 0.46 ± 0.01 mm (n=10) dan purata lebar 0.37 ± 0.01 mm (n=10). Saiz telur *T. transmarina euryale* berada dalam lingkungan saiz bagi spesies setanding yang lain seperti *Orthetrum brunneum* (Kumar 1971) dan *Sympetrum danae* (Waringer 1983). Telur *T. transmarina euryale* dihasilkan pada 1 Ogos 2021 dan mula menetas pada 7 Ogos 2021. Kebanyakan telur menetas pada 7 Ogos 2021 dan ada telur menetas dalam 1–2 hari kemudian. Oleh itu, tempoh pengeraman telur *T. transmarina euryale* memerlukan sekurang-kurangnya tujuh hari. Telur *T. transmarina euryale* ini telah dieram secara *ex situ* pada suhu 26–28°C. Adalah kurang jelas sama ada pengeraman secara *in situ* (habitat kolam) yang sememangnya lebih panas (pendedahan terus kepada cahaya matahari) akan mempunyai kadar perkembangan telur yang lebih cepat atau sebaliknya. Namun begitu, ada kajian menunjukkan bahawa kadar perkembangan telur pematang boleh dipengaruhi oleh suhu, di mana suhu yang lebih tinggi boleh memberikan kadar perkembangan yang lebih cepat (Leggott & Pritchard 1985; Pilon & Masseau 1984).



Rajah 1. Telur *T. transmarina euryale* pada hari pengutipan (1 Ogos 2021). Skala bar = 0.50 mm

Perkembangan Larva

Sebanyak 11 individu larva *T. transmarina euryale* (L1–L11) telah dipilih secara rawak daripada penetasan telur pada 1 Ogos 2021 untuk pemerhatian perkembangan larva (Jadual 1). Larva L11 telah dipilih untuk pengukuran saiz pada setiap peringkat instar (Jadual 2). Imej larva L11 pada peringkat instar yang berbeza turut direkodkan (Rajah 2). Daripada 11 individu larva itu, hanya tujuh individu sahaja berjaya melengkapkan keseluruhan proses perkembangan larva sehingga peringkat penetasan larva. Empat individu larva mati sebelum sampai ke peringkat penetasan larva (Jadual 1) – seekor mati pada peringkat instar ke-5 (L9), satu pada peringkat instar ke-8 (L8) dan dua pada peringkat instar ke-12 (L5 dan L6). Kematian larva Odonata dalam pembelaan di makmal adalah perkara biasa walaupun faktor makanan dan persekitaran dikawal (Begum et al. 1982).

Jadual 1. Rekod pembiakan larva *T. transmarina euryale* (L1–L11). Semua larva berasal daripada stok telur yang sama yang dikutip pada 1 Ogos 2021

Peringkat Instar	Tarikh Penyalinan Kulit (Tempoh Instar Dalam Hari)											
	L1	L2	L3	L4	L5*	L6*	L7	L8*	L9*	L10	L11	
1	7 Ogos (0)	7 Ogos (0)	7 Ogos (0)	7 Ogos (0)	7 Ogos (0)	7 Ogos (0)	7 Ogos (0)	7 Ogos (0)	7 Ogos (0)	7 Ogos (0)	7 Ogos (0)	7 Ogos (0)
2	7 Ogos (1)	7 Ogos (1)	7 Ogos (1)	7 Ogos (1)	7 Ogos (1)	7 Ogos (1)	7 Ogos (1)	7 Ogos (1)	7 Ogos (1)	7 Ogos (1)	7 Ogos (1)	7 Ogos (1)
3	8 Ogos (3)	8 Ogos (2)	8 Ogos (2)	8 Ogos (2)	8 Ogos (2)	8 Ogos (3)	8 Ogos (2)	8 Ogos (2)	8 Ogos (3)	8 Ogos (3)	8 Ogos (3)	8 Ogos (3)
4	11 Ogos (2)	10 Ogos (3)	10 Ogos (3)	10 Ogos (3)	10 Ogos (3)	11 Ogos (2)	10 Ogos (3)	10 Ogos (3)	11 Ogos (2)	11 Ogos (2)	11 Ogos (1)	11 Ogos (1)
5	13 Ogos (3)	13 Ogos (3)	13 Ogos (2)	13 Ogos (2)	13 Ogos (2)	13 Ogos (2)	13 Ogos (4)	13 Ogos (2)	13 Ogos Mati pada 17 Ogos	13 Ogos (4)	12 Ogos (2)	12 Ogos (2)
6	16 Ogos (3)	16 Ogos (3)	15 Ogos (1)	15 Ogos (3)	15 Ogos (3)	15 Ogos (3)	17 Ogos (3)	15 Ogos (3)		17 Ogos (3)	14 Ogos (2)	14 Ogos (2)
7	19 Ogos (3)	19 Ogos (3)	16 Ogos (3)	18 Ogos (4)	18 Ogos (3)	18 Ogos (4)	20 Ogos (4)	18 Ogos (4)		20 Ogos (3)	16 Ogos (3)	16 Ogos (3)
8	22 Ogos (6)	22 Ogos (6)	19 Ogos (3)	22 Ogos (5)	21 Ogos (5)	22 Ogos (5)	24 Ogos (3)	22 Ogos Mati pada 23 Ogos		23 Ogos (4)	19 Ogos (3)	19 Ogos (3)
9	28 Ogos (6)	28 Ogos (4)	22 Ogos (5)	27 Ogos (4)	26 Ogos (5)	27 Ogos (5)	27 Ogos (7)			27 Ogos (3)	22 Ogos (7)	22 Ogos (7)
10	3 Sept (7)	1 Sept (4)	27 Ogos (3)	31 Ogos (5)	31 Ogos (7)	1 Sept (7)	3 Sept (6)			30 Ogos (6)	29 Ogos (5)	29 Ogos (5)
11	10 Sept (7)	5 Sept (6)	30 Ogos (5)	5 Sept (8)	7 Sept (11)	8 Sept (8)	9 Sept (8)			5 Sept (6)	3 Sept (7)	3 Sept (7)
12	17 Sept (18)	11 Sept (7)	4 Sept (6)	13 Sept (16)	18 Sept	16 Sept Mati pada	17 Sept (18)			11 Sept (9)	10 Sept (16)	10 Sept (16)

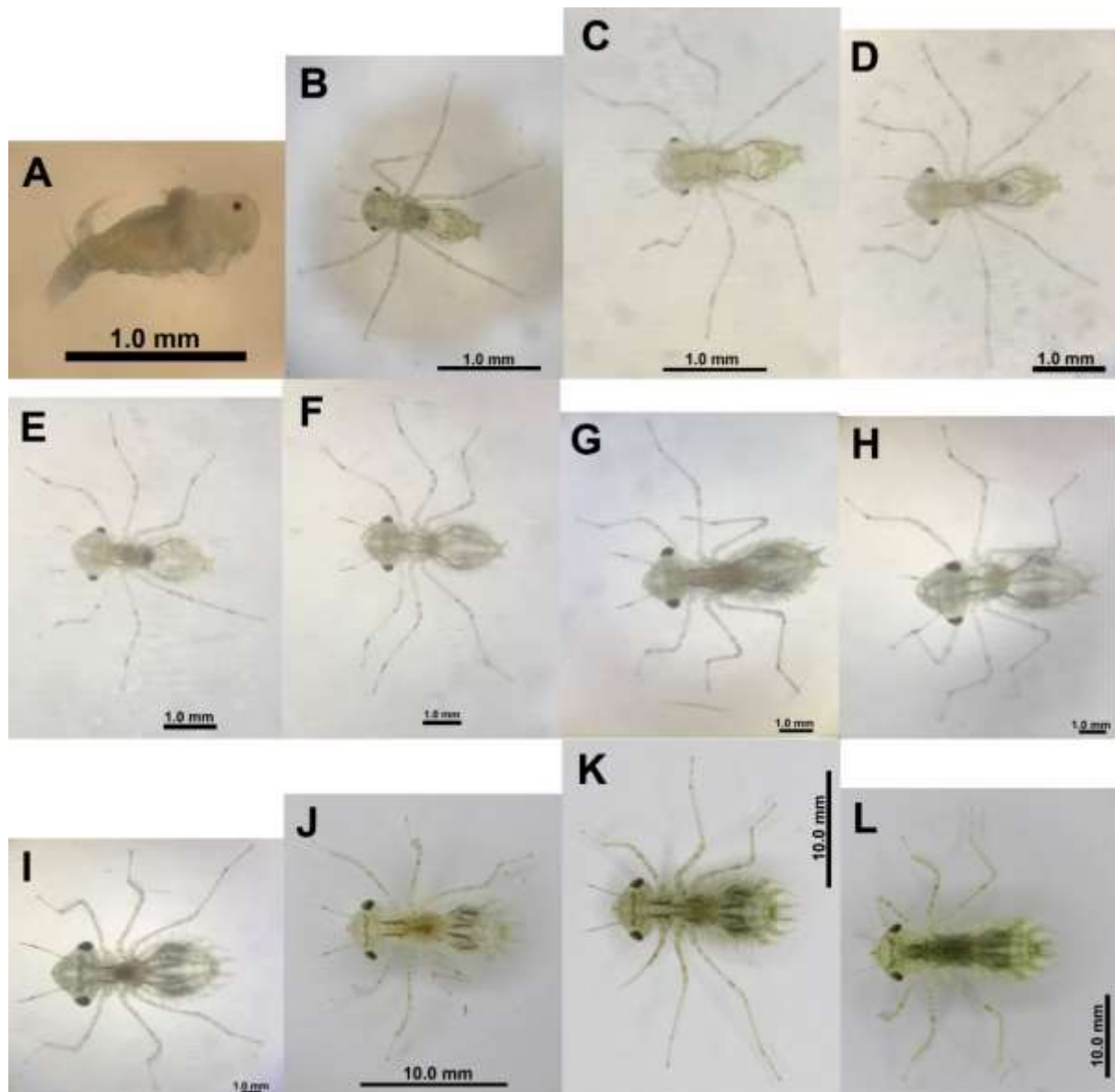
					Mati pada 8 Okt	5 Okt					
13		18 Sept (19)	10 Sept (8)							20 Sep (18)	
14			18 Sept (18)								
Penetasan larva	5 Okt betina	7 Okt betina	6 Okt jantan	29 Sept betina	-	-	5 Okt jantan	-	-	8 Okt betina	26 Sept jantan
Jumlah hari	59	61	60	53	-	-	59	-	-	62	50

*menandakan larva mati sebelum peringkat penetasan larva

Jadual 2. Saiz larva *T. transmarina euryale* pada setiap peringkat instar. Saiz untuk instar ke-2 hingga ke-11 adalah daripada individu yang sama (L11), dan saiz untuk instar pertama adalah daripada individu yang berbeza

Peringkat Instar	Kepanjangan Badan (mm)	Kelebaran Kepala (mm)
1	1.25	0.35
2	1.30	0.45
3	1.45	0.65
4	2.20	0.80
5	2.75	1.05
6	3.95	1.45
7	5.15	1.85
8	7.15	2.45
9	9.55	3.30
10	12.5	4.25
11	16.0	5.50
12	23.0	6.80

Peringkat instar pertama ialah peringkat prolarva (Rajah 2A). Tempoh instar pertama adalah sangat singkat bagi *T. transmarina euryale*, iaitu selama 1–3 minit. Peringkat instar pertama ialah peringkat sementara. Kebanyakan kajian perkembangan larva pematang secara ringkas maklum tentang tempoh peringkat prolarva yang sangat singkat (Kumar 1971, 1972; 1984a, 1984b, 1989). Hassan (1977) merekodkan tempoh peringkat prolarva *Urothemis assignata* (famili Libellulidae) pada purata 67 saat. Begum et al. (1982) merekodkan tempoh peringkat prolarva untuk spesies Libellulidae yang lain, *Brachythemis contaminata*, selama 15–30 minit.

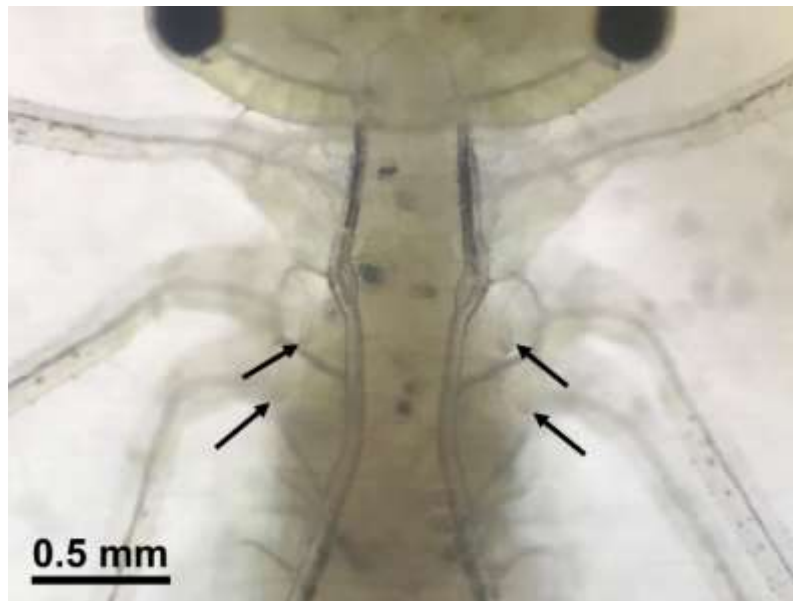


Rajah 2. Larva *T. transmarina euryale* (L11; pandangan dorsal) daripada peringkat instar yang berbeza. A, prolarva (instar pertama); B, instar ke-2; C, instar ke-3; D, instar ke-4; E, instar ke-5; F, instar ke-6; G, instar ke-7; H, instar ke-8; I, instar ke-9; J, instar ke-10; K, instar ke-11; L, instar ke-12. Instar ke-2 hingga ke-12 adalah daripada individu yang sama (L11), dan instar pertama adalah daripada individu yang berlainan. Skala bar untuk A–I = 1.0 mm dan skala bar untuk J–L = 10.0 mm

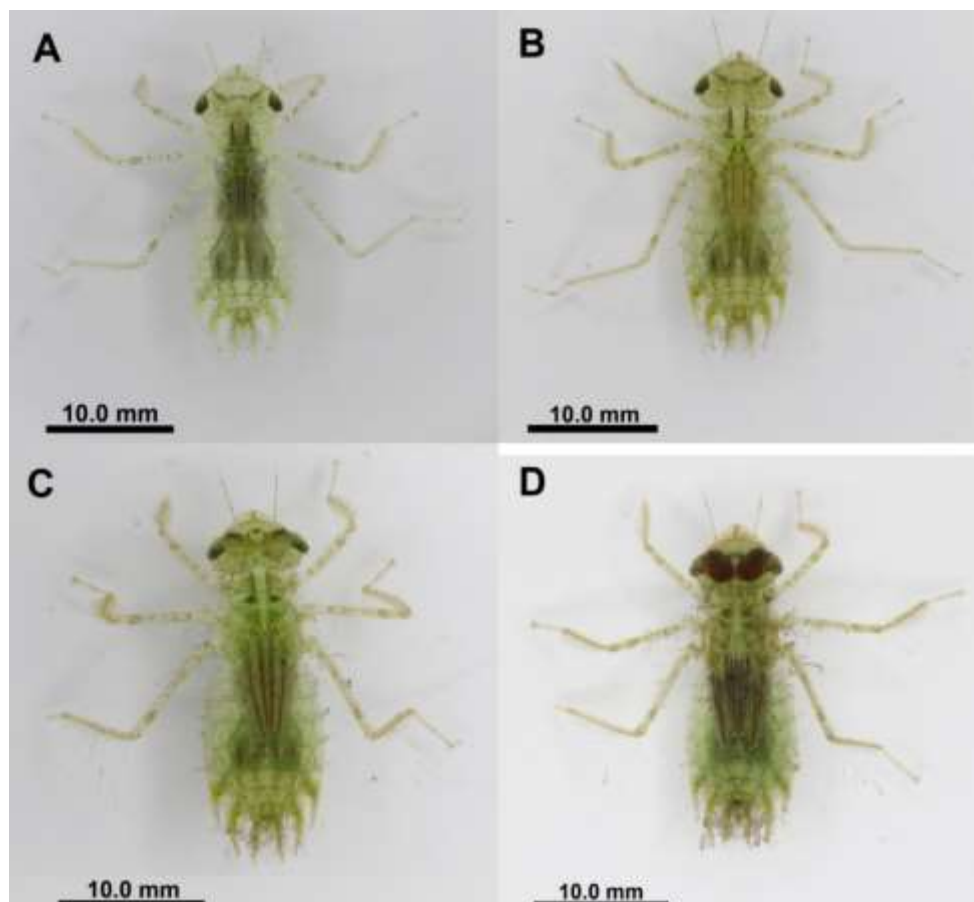
Perkembangan larva *T. transmarina euryale* terdiri daripada 12–14 stadia (Jadual 1). Empat ekor larva (L1, L4, L7 dan L11) mempunyai 12 stadia, dua ekor larva (L2 dan L10) mempunyai 13 stadia dan satu ekor larva (L3) mempunyai 14 stadia. Bilangan stadia dalam Odonata boleh berbeza antara lapan hingga 18 dengan nilai purata 12.2 pada famili Libellulidae (Corbet 2002). Oleh itu, bilangan stadia yang direkodkan pada *T. transmarina euryale* berada dalam julat larva Libellulidae. Keadaan bilangan stadia yang berbeza dalam satu spesies juga boleh berlaku pada larva Odonata (Corbet 2002). Oleh itu, keadaan bilangan stadia yang berbeza (12–14 stadia) pada *T. transmarina euryale* adalah perkara yang biasa.

Perubahan morfologi (Rajah 2) and saiz (Jadual 2) bagi larva L11 telah direkodkan. Larva L11 mempunyai 12 stadia. Saiz larva (L11) mencapai kepanjangan badan dengan ukuran 23.0 mm dan kelebaran kepala dengan ukuran 6.80 mm pada peringkat instar terakhir (Jadual 2). Empat sarung sayap asas mula muncul di bahagian dorsal toraks pada peringkat instar ke-7 (Rajah 3). Pemerhatian sarung sayap asas yang sama (pada peringkat instar ke-7) telah direkodkan dalam *Orthetrum brunneum* (Kumar 1971), *Urothemis assignata* (Hassan 1977) dan *Acisoma panorpoides* (Kumar 1984a). Walau bagaimanapun, Begum et al. (1982) merkodkan kehadiran sarung sayap asas pada instar ke-6 dalam *Brachythemis contaminata*. Larva *T. transmarina euryale* didapati berubah dari warna kuning keputihan ke warna kuning kehijauan pada beberapa peringkat terakhir instar. Perubahan pada mata agak ketara pada peringkat instar terakhir (stadia ke-12 bagi L11). Kedua-dua mata kelihatan semakin gelap dan membesar sepanjang perkembangan larva pada peringkat instar terakhir (Rajah 4). Okude et al. (2021) menunjukkan perubahan ciri mata pada larva Odonata pada peringkat instar terakhir dan mengatakan kepentingan ciri ini dalam kefahaman evolusi metamorfosis.

Secara keseluruhan perkembangan larva *T. transmarina euryale* mengambil masa 50–62 hari. Tempoh perkembangan larva dalam *T. transmarina euryale* secara amnya adalah pendek jika dibandingkan dengan spesies Libellulidae yang lain: 82 hari bagi *Trithemis festiva* (Kumar 1972), purata 124.4 hari bagi *Urothemis assignata* (Hassan 1977), 67–69 hari dalam *Acisoma panorpoides* (Kumar 1984a) dan 91–99 hari bagi *Orthetrum sabina* (Kumar 1989). Namun, tempoh perkembangan larva *Diplacodes trivialis* (44–47 hari) adalah lebih pendek daripada *T. transmarina euryale* (Kumar 1984b). Tempoh perkembangan larva yang pendek merupakan satu kelebihan dalam pembiakan spesies. Dalam perkembangan larva *T. transmarina euryale*, kepanjangan tempoh perkembangan larva didapati tidak berhubung-kait terus dengan bilangan stadia (Jadual 1). Larva yang mempunyai bilangan stadia yang rendah (12 stadia) boleh mempunyai tempoh perkembangan larva yang berlainan (50 hari bagi L11; 53 hari bagi L4; 59 hari bagi L1 dan L7), dan larva yang mempunyai bilangan stadia yang banyak (14 stadia; L3) tidak mempunyai tempoh perkembangan larva yang paling panjang atau paling pendek. Begitu juga dengan tempoh perkembangan larva yang paling panjang (62 hari dalam L10) bukan datang daripada larva yang mempunyai bilangan stadia yang rendah (12 stadia) atau tinggi (14 stadia). Namun, hubungan antara tempoh perkembangan larva dengan bilangan stadia perlu dikaji secara lebih terperinci dengan menggunakan bilangan sampel yang banyak.



Rajah 3. Larva instar ke-7 *T. transmarina euryale* (L11; pandangan dorsal). Anak panah menunjukkan sarung sayap asas. Skala bar = 0.50 mm



Rajah 4. Instar ke-12 larva *T. transmarina euryale* (L11; pandangan dorsal) pada peringkat kematangan yang berbeza. A, pada hari penyalinan kulit (10 September 2021); B, 3 hari selepas penyalinan kulit (13 September 2021); C, 8 hari selepas penyalinan kulit (8 September 2021); D, 13 hari selepas penyalinan (13 September 2021). Penetasan larva berlaku pada 16 September 2021. Skala bar = 10.0 mm

KESIMPULAN

Perkembangan larva *T. transmarina euryale* buat pertama kali diperihalkan. Larva *T. transmarina euryale* mempunyai 12–14 stadia. Tempoh pengeraman telur adalah sekurang-kurangnya tujuh hari dan tempoh perkembangan larva adalah 50–62 hari. Maklumat perkembangan larva *T. transmarina euryale* ini adalah penting untuk program pembiakan spesies ini dalam pemuliharaan biologi dan kawalan secara biologi.

PENGHARGAAN

Kajian ini merupakan sebahagian daripada program pembiakan larva Odonata untuk kawalan biologi di Tropicana Golf & Country Resort, Selangor, Malaysia.

PERCANGGAHAN KEPENTINGAN

Tiada.

RUJUKAN

- Begum, A., Bashar, M.A. & Biswas, B.R. 1982. Life history and external egg and larval morphology of *Brachythemis contaminata* (Fabricius) (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica* 11(2): 89–97.
- Corbet, P.S. 2002. Stadia and growth ratio of Odonata: A review. *International Journal of Odonatology* 5(1): 45–73.
- Hassan, A.T. 1977. The larval stages of *Urothemis assignata* (Selys) (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica* 6(3): 151–161.
- Ishida, K. 1996. *Monograph of Odonata larvae in Japan*. Sapporo: Hokkaido University Press.
- Ishida, S., Ishida, K., Kojima, K. & Sugimura, M. 1988. *Illustrated Guide for Identification of the Japanese Odonata*. Tokyo: Tokai University Press.
- Kumar, A. 1971. The larval stages of *Orthetrum brunneum brunneum* (Fonscolumbe) with a description of the last instar larva of *Orthetrum taeniolatum* (Schneider) (Odonata: Libellulidae). *Journal of Natural History* 5: 121–132.
- Kumar, A. 1972. Studies on the life history of *Trithemis festiva* (Rambur, 1842) (Odonata: Libellulidae). *Odonatologica* 1(2): 103–112.
- Kumar, A. 1984a. Studies on the life history of Indian dragonflies, *Acisoma panorpoides panorpoides* Rambur, 1842 (Libellulidae: Odonata). *Records of the Zoological Survey of India* 81(3&4): 203–213.
- Kumar, A. 1984b. Studies on the life history of Indian dragonflies, *Diplacodes trivialis* (Rambur, 1842) (Libellulidae: Odonata). *Records of the Zoological Survey of India* 81(3&4): 13–22.
- Kumar, A. 1989. Studies on the life history of Indian dragonflies: *Orthetrum sabina sabina* (Drury) (Odonata: Libellulidae). *Records of the Zoological Survey of India* 85(4): 573–581.
- Kumar, A. & Prasad, M. 1977. On the larvae of *Tramea virginia* (Rambur, 1842) from India, with notes on the larvae of Indian representatives of the genus *Tramea* Hagen, 1861 (Libellulidae: Odonata). *Journal of the Bombay Natural History Society* 74(1): 199–202.
- Leggott, M. & Pritchard, G. 1985. The effect of temperature on rate of egg and larval development in populations of *Argia vivida* Hagen (Odonata: Coenagrionidae) from habitats with different thermal regimes. *Canadian Journal of Zoology* 63: 2578–2582.
- Lieftinck, M.A. 1962. Insects of Micronesia Odonata. *Insects of Micronesia* 5(1): 1–95.
- Martens, A., Grabow, K. & Hilfert, D. 1997. Use of female's legs in tandem-linkage during flight of libellulid dragonflies (Anisoptera). *Odonatologica* 26(4): 477–482.

- Okude, G., Fukatsu, T. & Futahashi, R. 2021. Comprehensive comparative morphology and developmental staging of final instar larvae toward metamorphosis in the insect order Odonata. *Scientific Reports* 11: 5164.
- Orr, A.G. 2005. *Dragonflies of Peninsular Malaysia and Singapore*. Kota Kinabalu: Natural History Publications (Borneo).
- Ozono, A., Kawashima, I. & Futahashi, R. 2012. *Dragonflies of Japan*. Japan: Bunichi-Sogo Syuppan.
- Pilon J.-G. & Masseur, M.J. 1984. The effect of temperature on egg development in Zygoptera: a preliminary discussion. *Advances in Odonatology* 2: 177–193.
- Rice, T.M. 2008. A review of methods for maintaining odonate larvae in the laboratory, with a description of a new technique. *Odonatologica* 37(1): 41–45.
- Waringer, J. 1983. A study on embryonic development and larval growth of *Sympetrum danae* (Sulzer) at two artificial ponds in Lower Austria (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica* 12(4): 331–343.
- Wilson, K.D.P., Rowe, R. & Marinov, M. 2020. *Tramea transmarina*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T167183A83375536. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-1.RLTS.T167183A83375536.en>. [19 July 2022].