



ENSIKLOPEDIA MINI  
PERIKANAN:

# Lobster Air Tawar

*(Cherax quadricarinatus)*



Cetakan 2023

© Institut Penyelidikan Perikanan (FRI) Malaysia

Hak Cipta Terpelihara. Tidak dibenarkan mengeluarkan ulang mana-mana bahagian artikel, ilustrasi, dan isi kandungan buku ini dalam apa jua bentuk dan dengan apa jua sama ada cara elektronik, fotokopi, mekanik, rakaman, atau cara lain sebelum mendapat izin daripada Ketua Pengarah Jabatan Perikanan Malaysia. Perundingan tertakluk kepada perkiraan royalti atau honorarium.

All rights reserved. No part of the articles, illustrations and contents of this Awamation may be reproduced in any form and by any means, electronic, photocopying, mechanical, recording or otherwise without prior permission of the Director General of Fisheries Malaysia. Negotiations are subject to the calculation of royalty or honorarium.

#### ENSIKLOPEDIA MINI PERIKANAN: LOBSTER AIR TAWAR

(*Cherax quadricarinatus*) / Perceval Conder, Wan Norhana Md Noordin, Siti Norita Mohamad, Saadiah Ibrahim, Mohamad Sufiyon Salmi & Iftikhar Ahmad Abdul Rafi



Diterbitkan oleh  
Institut Penyelidikan Perikanan (IPP)  
11960 Batu Maung,  
Pulau Pinang  
No Tel: 04 – 626 3925 / 26  
No Fak: 04 – 626 2210  
Email: fri\_helpdesk@dof.gov.my



# KANDUNGAN

---

Perutusan Pengarah Kanan.....	iv
Prakata.....	v
BAB 1 Pengenalan.....	1
BAB 2 Maklumat Biologi Lobster Air Tawar.....	7
BAB 3 Lobster Air Tawar Sebagai Spesies Invasif.....	15
BAB 4 Penyakit Lobster Air Tawar.....	17
BAB 5 Penyelidikan dan Pembangunan berkaitan Lobster Air Tawar di Malaysia.....	19
BAB 6 Penyelidikan dan Pembangunan berkaitan Lobster Air Tawar oleh Institut Penyelidikan Perikanan.....	23
Penutup.....	46
Rujukan.....	47

# PERUTUSAN PENGARAH KANAN

---



Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh dan selamat sejahtera. Alhamdulillah, syukur ke hadrat Allah SWT kerana dengan izinNya, Ensiklopedia Mini Perikanan: Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*) berjaya diterbitkan. Di kesempatan ini, saya ingin merakamkan ucapan tahniah kepada pasukan pengarang kerana telah berjaya menghasilkan satu dokumen yang mempunyai banyak maklumat tentang Lobster Air Tawar (LAT) yang kini semakin banyak diusahakan oleh penternak tempatan samada sebagai makanan manusia dan udang hiasan khususnya maklumat daripada Malaysia. Walaupun mempunyai nilai daripada segi ekonomi, gastronomik dan estetik, LAT ini juga bersifat invasif. Justeru, perlu maklumat daripada sumber tempatan bagi tujuan rujukan setempat. Diharapkan buku ini dapat membantu semua pihak berkepentingan seperti penternak, pengusaha, pengurus perikanan, ahli akademik, penyelidik, pelajar serta masyarakat umum dalam mendapatkan gambaran umum tentang LAT.

Sekian, terima kasih.

YBrs. Dr. Azhar bin Hamzah



## PRAKATA

---

Setinggi-tinggi syukur ke hadrat Allah SWT kerana dengan rahmat dan limpah kurniaNya, dapatlah buku “Ensiklopedia Mini Perikanan: Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*)” diterbitkan hasil daripada pengumpulan data di dalam Rancangan Malaysia Ke-11. Buku ini diterbitkan untuk berkongsi maklumat-maklumat penting mengenai LAT di Malaysia, khususnya maklumat seperti sejarah ternakan, maklumat biologi umum, potensi, pola pengeluaran, status konservasi, dan impak.

Bertitik tolak daripada permohonan daripada Bahagian Akuakultur Jabatan Perikanan supaya kajian dibuat untuk menghasilkan model bagi ternakan LAT di belakang rumah, telah menggerakkan penyelidik untuk mengkaji lebih dalam lagi perihal LAT ini. Tambahan pula, semakin banyak permohonan untuk memternak LAT sebagai salah satu produk akuakultur. Selain daripada tujuan untuk membantu meningkatkan pengeluaran udang air tawar, kami sebagai penyelidik juga bertanggungjawab untuk memastikan warisan negara kita tidak pupus. Di kesempatan ini, kami ingin merakamkan ucapan terima kasih kepada En. Danial bin Mohd Taufik, En. Muhammad bin Jamal, En. Mustafa bin Asmuni selaku kakitangan pelaksana IPP Glami Lemi yang membantu dalam kajian berkaitan LAT ini.

Harapan kami agar buku ini dapat dimanfaatkan oleh penternak dan juga pegawai Jabatan Perikanan dalam menangani isu pelepasan LAT ke perairan umum.

## PENGENALAN

Lobster air tawar (LAT) atau *crayfish*, *crawfish*, *mudbugs*, *crawdads* adalah kumpulan krustasea di bawah order Decapoda (mempunyai 10 kaki). Terdapat tiga famili utama di bawah order Decapoda iaitu Astacidae, Cambaridae dan Parastacidae. Order ini mempunyai kepelbagaian mencecah yang tinggi sehingga 638 species (**Rajah 1**) (Crandall & Buhay, 2008). Maklumat terkini merekodkan hampir 700 spesies dengan purata 4-5 spesies baharu diperincikan setiap tahun (Taylor et al., 2019). LAT secara umumnya bersaiz besar, mempunyai tempoh hayat yang panjang dan membiak secara seksual. Udang ini bersifat omnivorus (maserba atau yang memakan daging dan tumbuhan), nokturnal (aktif di malam hari) serta pemakan yang rakus.



**Foto 1:** Lobster air tawar

Astacidae	Cambaridae	Parastacidae
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Astacus</li> <li>• Atlantostacus</li> <li>• Austropotamobius</li> <li>• Caspiastacus</li> <li>• Pacifastacus</li> <li>• Pontastacus</li> </ul> <p>• <b>39 spesies</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barbicambarus</li> <li>• Bouchardina</li> <li>• Cambarellus</li> <li>• Cambaroides</li> <li>• Cambarus</li> <li>• Distocambarus</li> <li>• Fallicambarus</li> <li>• Faxonella</li> <li>• Hobbsseus</li> <li>• Orconectes</li> <li>• Procambarus</li> <li>• Troglocambarus</li> </ul> <p>• <b>445 spesies</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Astacoides</li> <li>• Astacopsis</li> <li>• Cherax</li> <li>• Engaeus</li> <li>• Engaewa</li> <li>• Euastacus</li> <li>• Geocharax</li> <li>• Gramastacus</li> <li>• Ombrastacoides</li> <li>• Paranephrops</li> <li>• Parastacus</li> <li>• Samastacus</li> <li>• Spinastacoides</li> <li>• Tenuibranchiurus</li> <li>• Virilastacus</li> </ul> <p>• <b>175 spesies</b></p>

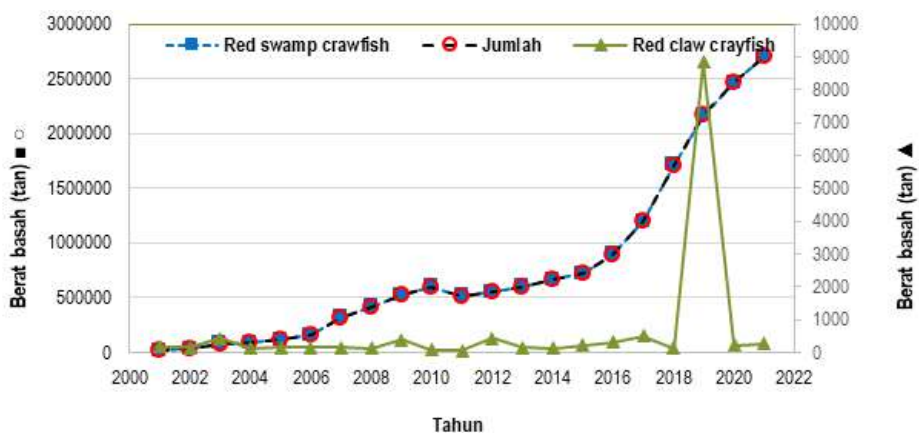
**Rajah 1:** Jumlah spesies LAT di bawah Order: Decapoda

LAT berkepentingan dalam ekosistem sebagai pemangsa, pemproses biologi, sumber makanan yang kritikal kepada ikan, organisma akuatik dan daratan. Ada beberapa spesies dalam kumpulan ini yang bersifat invasif (mampu membiak dan merebak sehingga menjejaskan keseimbangan ekosistem dan populasi organisma asal di habitatnya) (Lodge et al., 2012), diancam kepupusan (Blaha et al., 2016) dan ada juga yang mempunyai impak positif sebagai sumber makanan, umpan (Huner, 2002) dan spesies hiasan (Patoka et al., 2018; Weiperth et al.,

2019; Morningstar et al., 2020). LAT adalah spesies yang lasak, sesuai hidup di pelbagai lokasi geografi, mempunyai kitaran hidup yang ringkas, tahan tebaran stok yang tinggi, memerlukan diet rendah protein, teknologi pengeluaran yang mudah dan ekonomik untuk ditenak. Warna yang menarik menyebabkan LAT ideal untuk industri akuakultur dan akuarium. Selain itu, perkembangan juvenil LAT adalah secara terus tanpa melalui peringkat larva (Holdich, 1993) dan tidak memerlukan air masin seperti udang galah, justeru lebih mudah untuk ditenak walaupun fekunditinya lebih rendah daripada krustasea yang lain. Tekstur dan rasa LAT juga setanding dengan spesies udang yang lain dan dengan rupa yang seakan-akan udang karang air laut yang mahal, meletakkan LAT dalam kategori premium di pasaran udang global.

## 1.2 Jumlah pengeluaran lobster air tawar global

Pengeluaran LAT dunia didominasi oleh dua (2) spesies utama iaitu *red swamp crawfish*, *Procambarus clarkii* dan *red claw crayfish*, *Cherax quadricarinatus*. *P. clarkii* menduduki tangga kedua senarai spesies krustasea dalam pengeluaran akuakultur global dengan jumlah pengeluaran 2469 juta tan pada tahun 2020 yang merupakan 22% daripada jumlah keseluruhan pengeluaran krustasea (FAO, 2023). **Rajah 2**, menunjukkan peningkatan yang konsisten dalam pengeluaran *P. clarkii* semenjak tahun 2000 (FAO, 2023). Menurut laman sesawang *expertmarketreserach.com*, pasaran LAT dunia bernilai USD 7,123 juta dalam tahun 2020 dan dijangka meningkat pada kadar 31.5% setahun untuk tempoh 2023-2028, dengan 85% pengeluaran didominasi oleh *P. clarkii*. Salah satu pengeluar LAT yang penting adalah Australia dengan tiga spesies utama yang ditenak adalah *C. destructor* (*the yabbies*); *C. tenuimanus* (*marron*) dan *C. quadricarinatus* (*red claw*).



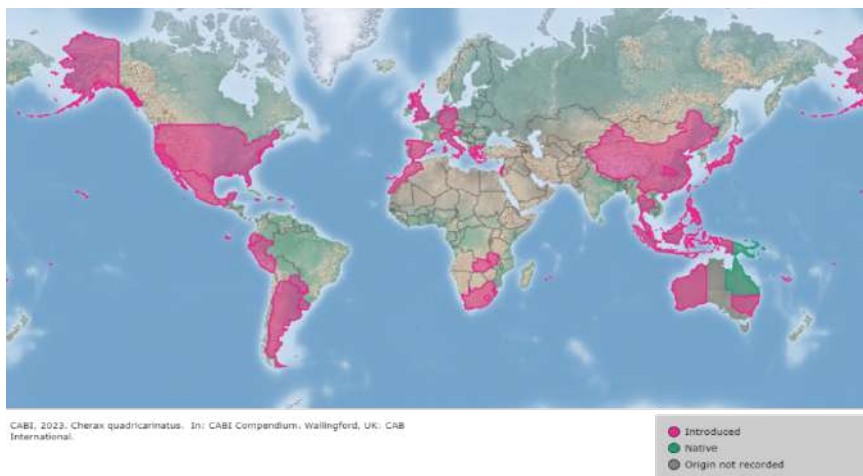
**Rajah 2:** Pengeluaran dua spesies utama lobster air tawar (2000-2022)

### 1.3 Taburan lobster air tawar di seluruh dunia

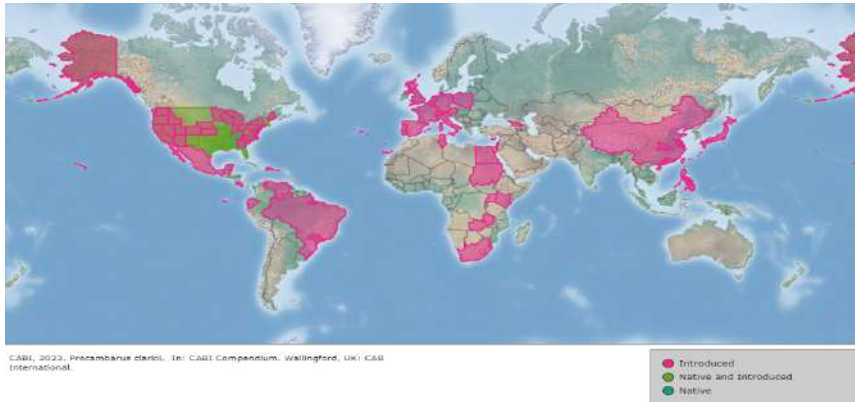
Lobster air tawar telah dipindahkan dengan meluas ke 67 negara atau wilayah, khususnya untuk tujuan akuakultur atau udang hiasan. Pelbagai populasi liar telah dilaporkan di setiap benua melibatkan 22 negara, kecuali Antartika (Haubrock et al., 2021). Spesies ini telah diperkenalkan secara meluas ke seluruh dunia bermula lewat tahun 1980an. Sehingga kini, spesies ini ditanam di kawasan yang melebihi 3.5 juta km<sup>2</sup>. **Jadual 1** menunjukkan tahun kemasukkan spesies ini ke pelbagai benua yang diperolehi daripada CABI digital library serta tujuan kemasukan. **Rajah 3** dan **4** menunjukkan taburan LAT terkini di seluruh dunia.

**Jadual 1:** Sejarah dan tahun translokasi LAT ke pelbagai negara

Negara	Tahun	Tujuan
Amerika Utara (US)	1990an	Akuakultur
Eropah (Russia)	1988	Akuakultur, hiasan dan penyelidikan
Afrika Selatan	1988	Akuarium
Amerika Selatan (Argentina)	1990	Akuakultur, hiasan dan penyelidikan
China	1992	Akuakultur dan penyelidikan
Jepun	1992	Akuakultur, hiasan dan penyelidikan
Malaysia	1988	Akuakultur
Taiwan	1990an	Akuakultur dan penyelidikan



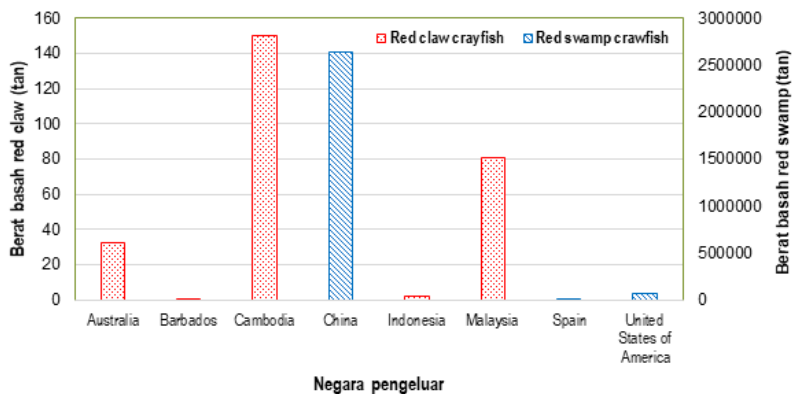
**Rajah 3:** Taburan lobster air tawar *Cherax quadricarinatus* di seluruh dunia (Cabi, 2023)



Rajah 4: Taburan lobster air tawar, *Procambarus clarkii* di seluruh dunia (Cabi, 2022)

## 1.4 Negara pengeluar

Negara China dan Amerika Syarikat adalah antara pengeluar utama *P. clarkii* manakala Australia, Cambodia dan Malaysia adalah pengeluar utama *C. quadricarinatus* (Rajah 5)



Rajah 5: Negara pengeluar lobster air tawar

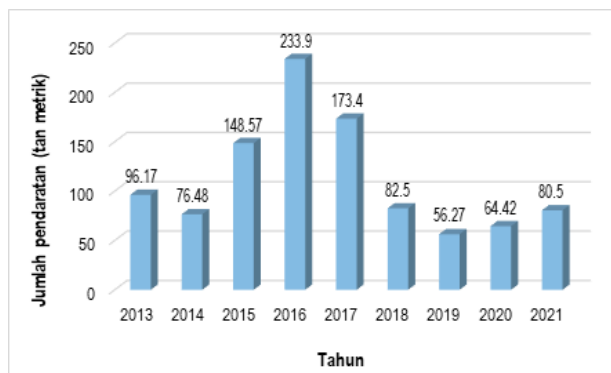
## 1.5 Sejarah kemasukan dan pengeluaran lobster air tawar di Malaysia

### 1.5.1 Sejarah kemasukan LAT

Lobster air tawar adalah spesies asing yang dibawa masuk ke Malaysia sekitar tahun 1990an dengan kemasukan pertama direkodkan di Kulai, Johor (Alimon

et al., 2003). Semenjak itu, ternakan LAT semakin berkembang di Malaysia. Sehingga tahun 2022, spesies LAT yang dibenarkan masuk ke Malaysia hanyalah *C. quadricarinatus* sahaja, selepas mengambil kira impak minima spesies ini terhadap ekosistem semulajadi di Malaysia.

**Rajah 6** menunjukkan jumlah pendaratan LAT dari tahun 2013 sehingga 2021 di Malaysia. Negeri Johor adalah pengeluar utama LAT. Dari tahun 2013-2017, pengeluaran LAT hanya direkodkan dari negeri Johor, pada tahun 2018 dan 2019, Negeri Sembilan dan Selangor mengeluarkan masing-masing 0.05 dan 0.27 tan metrik. Statistik terkini menunjukkan pengeluaran dari negeri Kedah, Pulau Pinang, Melaka, Perak, Terengganu dan Kelantan. Pengeluaran LAT masih rendah walaupun mendapat tawaran harga yang agak lumayan.



**Rajah 6:** Jumlah pendaratan lobster air tawar di Malaysia (2013 sehingga 2021)

Harga pasaran untuk LAT berbeza mengikut saiz dan gred dan boleh mencapai sehingga RM120/kg. Ini telah menarik minat ramai penternak dan pengemar spesies akuatik ke arah pengeluaran secara komersil (Norshida et al., 2021). **Jadual 2** menyenaraikan maklumat harga LAT di Malaysia pada tahun 2020 yang diperolehi daripada pengusaha tempatan.

**Jadual 2:** Harga lobster air tawar, *C. quadricarinatus* di Malaysia tahun 2020 (pers comm.)

Saiz (cm)	Harga RM	Harga RM
<b>Benih</b>	<b>Ekor</b>	<b>Ekor</b>
2.5	1.00	2.00
5.0	3.00	3.00
7.5	5.00	6.00
<b>Induk</b>	<b>Kg</b>	<b>Ekor</b>
10.0-12.7	75.00	12.00
12.7-15.2	90.00	15.00
15.2 -17.8	120.00	18.00

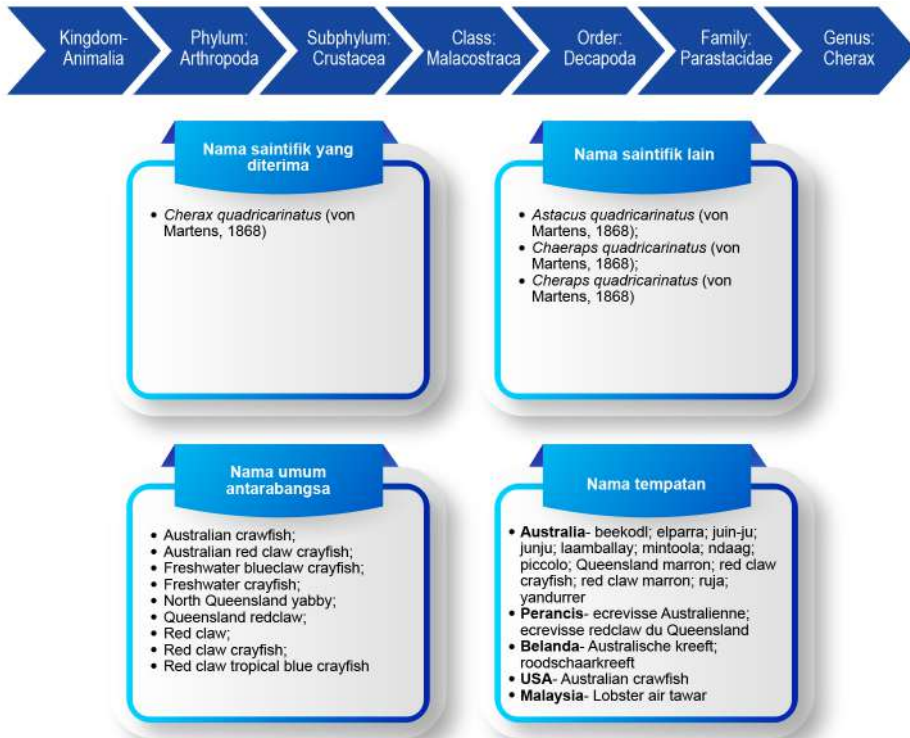
Walaupun LAT memberi kesan positif daripada segi jaminan bekalan makanan dan sumber pendapatan, ia juga menimbulkan beberapa kesan negatif seperti kehilangan biodiversiti (Chandra & Gerhardt, 2008), gangguan kepada keseimbangan persekitaran akibat persaingan untuk tempat perlindungan dan sumber makanan. LAT juga boleh menyebabkan penyebaran penyakit, pemangsa kepada spesies tempatan dan telur ikan, serta merosakkan habitat akibat aktiviti mengorek tanah ((Holdich, 1988; Light et al., 1995; Laurent, 1997; Lodge et al., 2000; Geiger et al., 2005 and Rodríguez et al., 2005) serta mengakibatkan kerosakan kepada pukut dan hasil tangkapan.

Ternakan LAT dilihat semakin berkembang di Malaysia. Banyak panduan serta tawaran kursus ternakan LAT diiklan di laman sesawang. Bagi mengimbangi maklumat yang ada, Institut Penyelidikan Perikanan (IPP), Jabatan Perikanan Malaysia bertindak menerbitkan buku ini untuk berkongsi maklumat yang lebih sahih dan saintifik. Buku ini dibahagikan kepada beberapa bahagian iaitu bahagian satu yang memberikan pengenalan ringkas berkaitan LAT dan kepentingannya. Bahagian dua memberi penekanan tentang maklumat biologi LAT terutamanya daripada aspek pengelasan taksonomi, deskripsi morfologi, taburan ekologi, nilai nutrisi dan status konservasi. Bahagian tiga memfokus tentang sifat invasif yang sering dikaitkan dengan spesies LAT. Bahagian empat menghuraikan secara ringkas penyakit yang selalu menyerang LAT. Bahagian lima menyenaraikan rujukan penyelidikan yang telah dijalankan di Malaysia. Bahagian enam pula memperincikan tentang penyelidikan LAT yang telah dijalankan di IPP Glami Lemi, Jelebu, Negeri Sembilan. Bahagian tujuh menyediakan anggaran kos untuk penternakan LAT dan diakhiri dengan penutup dan rujukan.

## MAKLUMAT BIOLOGI LOBSTER AIR TAWAR

### 2.1 Pengkelasan/Taksonomi

**Rajah 7** menunjukkan kekunci pengkelasan dan nama-nama LAT dipelbagai negara.



**Rajah 7:** Kekunci pengkelasan dan nama-nama lobster air tawar

Pengecaman spesies LAT khususnya *C. quadricarinatus* boleh dibuat secara molekular menggunakan primer-primer universal LCO1490 and HCO2198 yang telah direka oleh Folmer et al. (1994) serta primer-primer spesies-spesifik yang baharu dibangunkan (Baudry et al., 2021).

### 2.2 Taburan dan ekologi

Lobster air tawar adalah spesies asal di persekitaran air tawar Australia khususnya di Queensland dan Northern Territory serta south-eastern Papua New Guinea yang beriklim tropika (FAO, 2021; Haubrock et al., 2021; Lawrence & Jones, 2002; Bláha et al., 2016; Patoka et al., 2016). Populasi liar spesies ini

telah direkodkan di Afrika Selatan, Mexico, Jamaica and Puerto Rico (Ahyong & Yeo, 2007). Di Malaysia, populasi liar LAT pertama kali direkodkan di Parit Sulong, Johor di Semenanjung Malaysia dan di Bintulu, Sarawak (Johan et al., 2012).

### **2.3 Ciri biologi**

Kelebihan LAT yang amat ketara ialah ia boleh membiak dengan mudah dalam persekitaran air tawar, tanpa perkembangan tahap larva. LAT adalah spesies yang menggali (*non-burrowing*) serta rintang terhadap pelbagai habitat. Spesies ini boleh membiak di kawasan sungai yang berarus laju, sungai pesisir pantai, hulu sungai, tasik, laguna, dan air berarus perlahan (Wingfield, 2002). Walau bagaimanapun, LAT lebih suka kawasan berbatu untuk mencari makan, dan terlindung semasa menyalin kulit (Souty-Grosset et al., 2006). Habitat pilihannya adalah di kawasan air keruh, berarus perlahan atau lubuk sungai (FAO, 2021).

Benih LAT menyerupai bentuk LAT dewasa dan tetap melekat di bahagian bawah induk betina selama beberapa minggu sebelum berpisah untuk berenang dengan sendirinya. Berbeza dengan udang galah, selepas telur menetas ia mempunyai beberapa fasa daripada larva sehingga kepada pasca-larva dan memerlukan air masin. Ketahanan yang baik kepada julat persekitaran yang besar dan warna yang menarik menyebabkan LAT menjadi spesies yang ideal untuk akuakultur dan industri akuarium. Walaubagaimanapun, LAT hanya boleh menghasilkan 200 hingga 1,000 telur dalam dalam satu kantung berbanding udang galah yang boleh menghasilkan lebih 20 ribu telur per induk.

### **2.4 Deskripsi Fizikal**

Bentuk badan LAT dibahagikan kepada dua bahagian, iaitu bahagian kepala (sefalotorak) dan bahagian badan atau abdomen yang diliputi dengan cengkerang yang keras. Cengkerang (karapas) melindungi organ dalaman badan dengan rostrum yang tajam dan kuat di bahagian depan. Bahagian kepala mempunyai sepasang antena, lima pasang kaki jalan termasuk sepasang sepit pada bahagian paling hadapan kepala dan mulut (**Foto 1**). Bahagian abdomen mempunyai enam segmen atau ruas yang nipis. Permukaan dorsal telson tanpa tulang belakang, separuh bahagian posterior diselaputi membran.

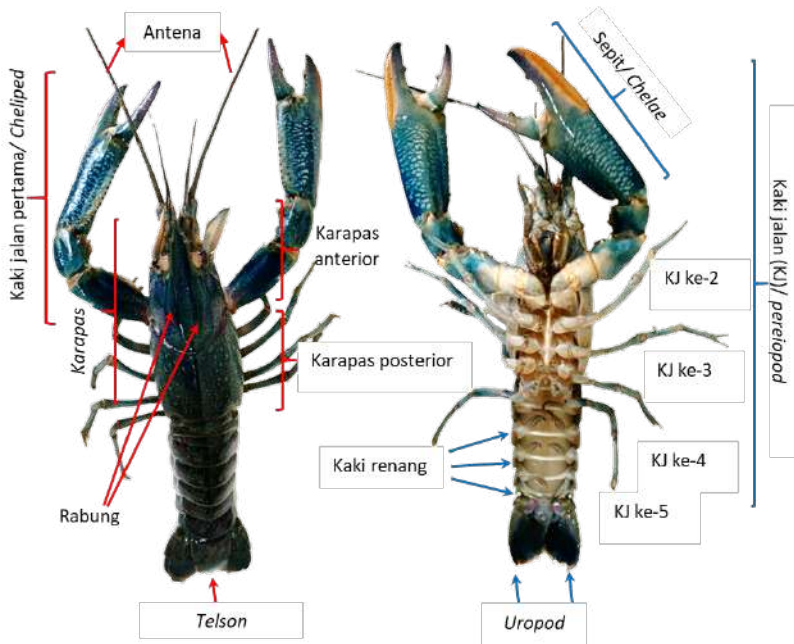


Foto 1: Pandangan dorsal (atas) dan ventral (bawah) lobster air tawar

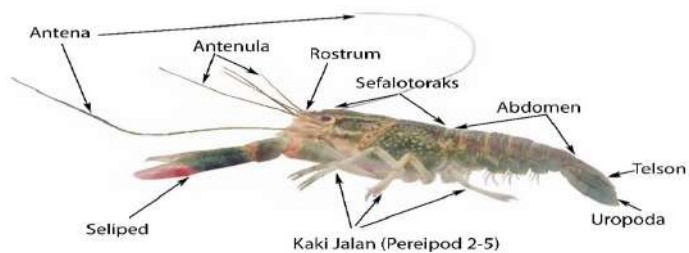


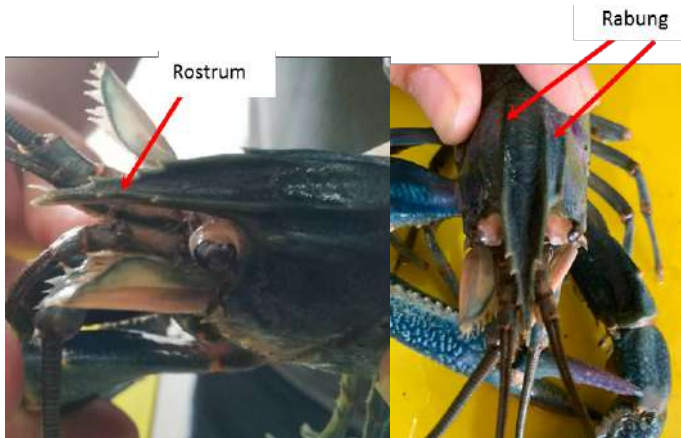
Foto 2: Pandangan sisi lobster air tawar

Deskripsi morfologi fizikal *C. quadricarinatus* boleh dirujuk dalam Souty-Grosset et al. (2006) di pautan berikut: <https://thefishsite.com/articles/cultured-aquatic-species-red-claw-crayfish>

Secara umumnya, badan *C. quadricarinatus* berwarna biru, dengan titik-titik kuning air dan merah pada sendi dan badan serta tompok merah di segmen abdomen. Organ-organ utama adalah seperti berikut:

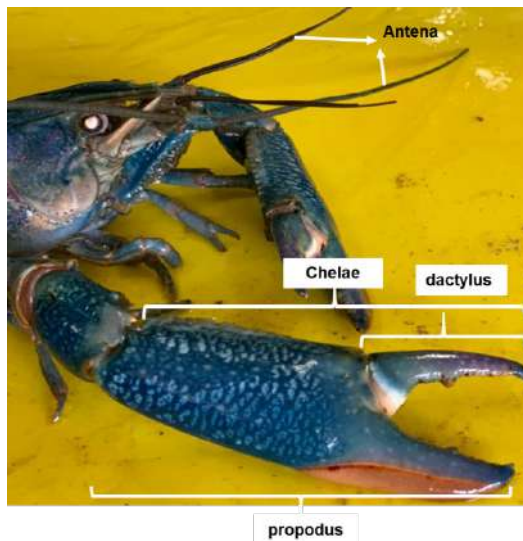
Karapas: Karapas licin dengan sepasang rabung pasca-orbital panjang membentuk dua struktur seperti tulang belakang perahu atau kapal yang menonjol secara memanjang pada karapas anterior (bahagian hadapan); duri di bahu karapas di belakang alur serviks - yang menonjol.

Rostrum: Panjang dengan gerigi yang menonjol; sempadan proksimal lebih kurang selari, dinaikkan dan memanjang ke belakang sebagai dua rabung; tiga pasang tulang belakang lateral (sisi) yang pendek (**Foto 3**).



**Foto 3:** Struktur rostrum

Seliped (*Cheliped*): Kaki yang mengandungi sepit (*chela*) boleh menjadi sangat panjang pada induk jantan yang matang. Sepit adalah licin, lurus dengan tepi pemotong yang sempit; ruang dalaman *chela propodus* lebih panjang daripada *dactylus*; pada tepi *propodus* induk jantan matang terdapat tompokan merah-oren yang terang (**Foto 4**).







**Foto 4:** Struktur seliped

Antena: Walaupun mempunyai struktur mata yang sangat menonjol, penglihatan LAT tidak berapa baik. Organ deria utama adalah sesungut besar (*antennae*) yang berfungsi sebagai deria sentuh dan beberapa sesungut kecil di bahagian tengah (*antennules*) yang lebih sensitif untuk sentuhan dan rasa terutama kedudukan makanan dan mengesan parameter air seperti suhu dan kemasinan air (saliniti). Pangkal antena mempunyai tulang belakang yang menonjol. Antena mungkin lebih panjang daripada panjang keseluruhan badan pada induk jantan matang.

## 2.4 Kitaran Hidup

LAT merupakan spesies yang memerlukan pasangan untuk membiak atau menghasilkan benih. Saiz LAT jantan yang sesuai untuk pembiakan adalah daripada 10 cm dan ke atas atau berat badan 70 g dan ke atas manakala untuk induk betina, saiz sekitar 8.8 ke 10.0 cm ke atas telah sesuai untuk proses mengawan atau dibiakkan secara dalam kurungan. Perbezaan antara jantina LAT ini boleh dilakukan dengan pemerhatian fizikal pada induk LAT ini seperti disenaraikan dalam **Jadual 3**. LAT betina mudah dicam kerana biasanya mempunyai telur di bahagian abdomen dan akan membengkokkan atau melipat ekornya ke dalam untuk melindungi telurnya dan sering berada di kawasan yang mempunyai pengudaraan yang baik untuk mengering telurnya.

**Jadual 3:** Perbezaan fizikal di antara induk jantan dan betina

Ciri	Jantan	Betina
<i>Chelae</i> dan <i>chelipeds</i>	Lebar dan panjang	Kecil dan pendek
Karapas	Jantan dengan panjang karapas 43 dan 45 mm mempunyai <i>chelae</i> yang lebih lebar dan <i>cheliped</i> yang lebih panjang daripada betina	Betina dengan panjang karapas 43 dan 45 mm mempunyai <i>chelae</i> yang lebih runcing dan <i>cheliped</i> yang lebih pendek
Saiz dan warna	Saiz besar, berkulit biru tua dan berkulit licin, dengan jantan menunjukkan warna merah terang di tepi sepit mereka.	Lebih kecil dan tepi sepitnya tidak berwarna
Sepit	Sepit besar	Sepit kecil
		
Berat maksimum	500 g	400 g
Jantina	Kedudukan <i>gonopore</i> , berdekatan dengan <i>periopod</i> kelima (kaki berjalan)	Kedudukan <i>gonopore</i> , berdekatan dengan <i>periopod</i> kaki ketiga untuk betina
		

## 2.5 Status konservasi

Menurut laman web International Union for Conservation of Nature (IUCN), pada tahun 1996, *C. quadricarinatus* telah dinilai sebagai - *Vulnerable* (VU) iaitu mudah terdedah pada bahaya. Penilaian semula pada 1 Jun 2009 meletakkan LAT di bawah kategori- *Least Concern* (LC) atau “kurang dibimbangi”. Ini adalah kerana tiada ancaman besar yang memberi kesan kepada spesies ini atau habitatnya dan tidak mungkin akan mengalami penurunan populasi yang ketara. Spesies ini dapat menyesuaikan diri dengan pelbagai jenis habitat dan dianggap sebagai spesies invasif di bahagian tertentu di Australia dan di banyak negara lain. Kajian lanjut diperlukan untuk menentukan kelimpahan spesies ini, dan sama ada ia dipengaruhi oleh sebarang proses ancaman utama.

## 2.6 Nilai nutrisi

Bahagian LAT yang paling disukai pengguna adalah isi di bahagian abdomen dan ekor, manakala bahagian lain dibuang sebagai sisa. Rata-rata pengguna gemar produk yang telah diproses. **Jadual 4, 5 dan 6** menunjukkan komposisi nutrien isi LAT. Dapat disimpulkan LAT boleh dikategorikan sebagai makanan sihat dan sesuai untuk mereka yang ingin menurunkan berat badan. Ini adalah kerana ia mempunyai kandungan protein yang tinggi (14.8 g/100 g) dan kalori (72 kcal, 301 kJ/100 g) yang rendah. Ia juga merupakan sumber mineral (fosforus, potassium, kalsium, selenium dan magnesium) dan vitamin (niacin, vitamin C) yang baik.

**Jadual 4:** Komposisi nutrien dalam isi atau daging mentah lobster air tawar

Nutrien	100 g		
Air	84 g		
Tenaga	72 k cal, 301 kJ		
Protein	14.8 g		
Lipid	0.97 g		
Abu	1.0		
Karbohidrat	0		
Serat	0		
Mineral		Vitamin	
Kalsium (Ca)	25 mg	Vitamin C	0.5 mg
Besi (Fe)	0.55 mg	Thiamin	0.045 mg
Magnesium (Mg)	30 mg	Roboflavin	0.032 mg
Fosforus (P)	218 mg	Niacin	1.87 mg
Potassium (K)	261 mg	Panthenic acid	0.57 mg
Sodium (Na)	62 mg	Vitamin B-6	0.076 mg
Zink (Zn)	1.01 mg	Folat	30 ug
Kuprum (Cu)	0.237 mg	Vitamin B-12	2.1 ug
Manganese (Mn)	0.146 mg	Retinol	15 ug
Selenium (Se)	28.4 mg	Vitamin A	50 IU

**Jadual 5:** Kandungan asid lemak dalam LAT

Jenis asid lemak	Jumlah (g) dalam 100 g
Asid lemak keseluruhan	
SFA 14:0	0.002 g
SFA 16:0	0.103 g
SFA 18:0	0.044 g
Jumlah asid lemak mono tak tepu	0.178 g
MUFA 16:1	0.031 g
MUFA 18:1	0.134 g
MUFA 20:1	0.005 g
MUFA 22:1	0.002 g
Jumlah asid lemak poli tak tepu	0.313 g
PUFA 18:2	0.076 g
PUFA 18:3	0.025 g
PUFA 18:4	0.005 g
PUFA 20:4	0.05 g
PUFA 20:5 n-3 EPA	0.117 g
PUFA 22:5 n-3 DPA	0.005 g
PUFA 22:6 n-3 DHA	0.027 g
Kolestrol	

SFA-Saturated Fatty Acid  
 MUFA- MonoUnsaturated Fatty Acid  
 PUFA-Polyunsaturated Fatty Acid

**Jadual 6:** Kandungan asid amino dalam LAT

Jenis asid amino	Jumlah (g) dalam 100 g
<i>Tryptophan</i>	0.207
<i>Threonine</i>	0.599
<i>Isoleucine</i>	0.718
<i>Leucine</i>	1.18
<i>Lysine</i>	1.29
<i>Methionine</i>	0.418
<i>Cystine</i>	0.166
<i>Phenylalanine</i>	0.625
<i>Tyrosine</i>	0.494
<i>Valine</i>	0.696
<i>Arginine</i>	1.3
<i>Histidine</i>	0.302
<i>Alanine</i>	0.839
<i>Aspartic acid</i>	1.53
<i>Glutamic acid</i>	2.53
<i>Glycine</i>	0.893
<i>Proline</i>	0.489
<i>Serine</i>	0.584

## LOBSTER AIR TAWAR SEBAGAI SPESIES YANG INVASIF

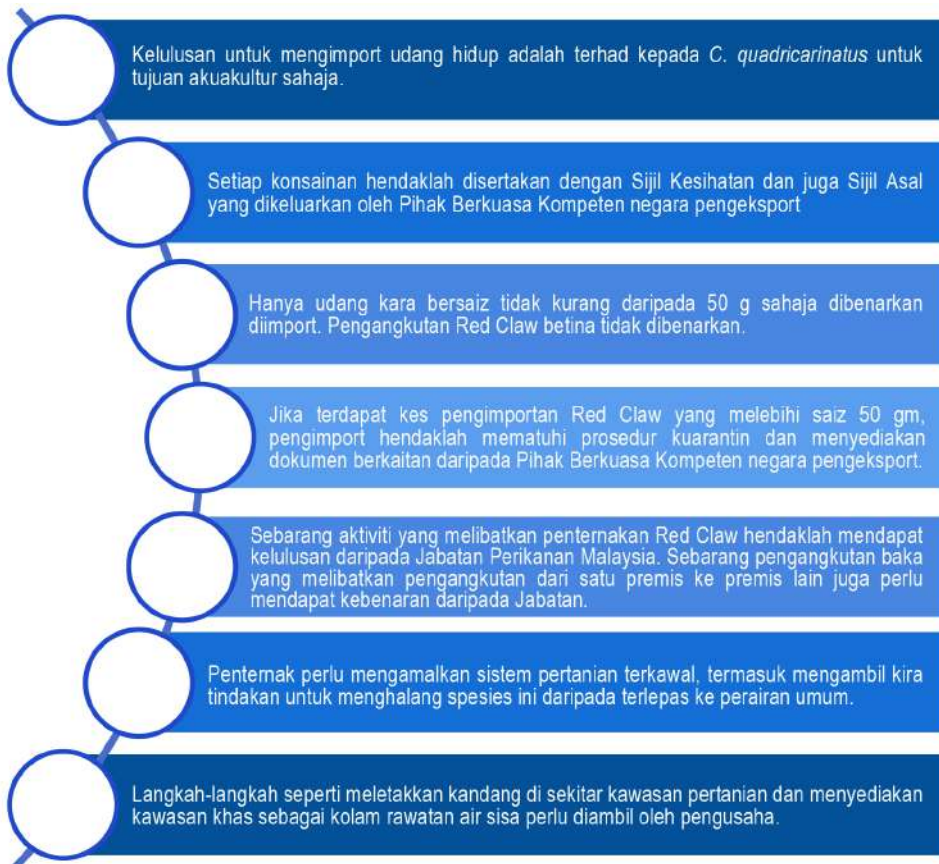
Terlepasnya LAT daripada aktiviti akuakultur dan industri akuarium ke persekitaran luar biasanya berlaku secara sengaja atau tidak sengaja dan menyebabkan LAT menghuni perairan semulajadi (Norshida et al., 2021). LAT, *C. quadricarinatus* dikenali sebagai spesies invasif di banyak negara ia diperkenalkan termasuk Indonesia (Patoka et al., 2018), Malaysia (Naquiddin et al., 2016), Martinique (Baudry et al., 2020), Mexico (Vega-Villasante et al., 2015), Brazil (Amato et al., 2005, 2010), Singapore (Ahyong & Yeo, 2007) dan Amerika Syarikat (Morningstar et al., 2020). Spesies ini boleh bertoleransi dalam keadaan iklim yang pelbagai dan mampu hidup dalam julat suhu antara 23°C hingga 31°C (FAO, 2021). Persamaan keadaan persekitaran antara Malaysia dan tempat asal LAT menyebabkan LAT boleh hidup dengan baik di banyak tempat. *C. quadricarinatus* mempamerkan ciri umum penceroboh yang berjaya dengan keperluan diet yang pelbagai serta potensi pembiakan yang tinggi.

Maklumat impak negatif LAT terhadap ekosistem masih kurang dikaji terutama di Malaysia dan mungkin menyebabkan risiko pencerobohan LAT dipandang ringan seperti yang diutarakan oleh Haubrock et al. (2021) yang menyatakan penilaian impak menyeluruh LAT masih kurang walaupun terdapat beberapa petunjuk kesan negatif diperhatikan. Antara potensi kesan negatif yang mungkin timbul adalah menyebabkan kehilangan biodiversiti, kepupusan spesies krustasea dan ikan asli di perairan umum serta sebagai vektor parasit dan penyakit (Cabi, 2021). LAT juga boleh mengancam kesihatan manusia jika dimasak dengan tidak sempurna. Ada spesies LAT diketahui menjadi perumah kepada parasit cacing pita *digean* dan parasit seakan *Rickettsia* yang boleh dipindahkan kepada vertebrata dan pernah dikaitkan dengan pelbagai penyakit dalam manusia (Romero & Jiminez 2002). Sehubungan dengan itu, FAO telah mencadangkan langkah-langkah kuarantin dan keselamatan yang ketat diterapkan dalam ternakan LAT (FAO, 2021).

Di Malaysia beberapa kajian telah dijalankan untuk melihat sejauh mana LAT telah berkembang biak di perairan umum. Semenjak diperkenalkan, populasi liar *C. quadricarinatus* telah diperhatikan di bahagian selatan (Johor) dan pantai barat Semenanjung Malaysia (Selangor) serta Pulau Borneo (Sarawak) (Johan et al., 2012). Selepas itu, rekod populasi *feral* (liar atau terlepas daripada peliharaan) *C. quadricarinatus* di perairan Malaysia telah dilaporkan oleh Naquiddin et al. (2016), Norshida et al. (2021) dan Hassan et al. (2022a). Naquiddin et al. (2016) menemui *C. quadricarinatus* liar di Empangan Machap, Sungai Benut (Johor),

Tasik Ayer Keroh dan Sungai Timun (Melaka), Tasik Perdana (Selangor) and sungai Suai (Sarawak). Populasi liar *C. quadricarinatus* yang pertama di Pantai Timur Semenanjung Malaysia telah direkodkan di Besut, Terengganu (Norshida et al., 2021).

Memandangkan sifat LAT yang invasif, kemasukan spesies ini dipantau rapi oleh Jabatan Perikanan Malaysia. Langkah berjaga-jaga perlu diambil bagi memastikan spesies tersebut tidak mengganggu dan menjadi pemangsa kepada spesies tempatan jika ia terlepas ke perairan umum. Oleh itu, pengusaha yang ingin membawa masuk dan menjalankan ternakan spesies ini, hendaklah mendapat kelulusan rasmi Jabatan Perikanan Malaysia dan mematuhi syarat-syarat seperti yang diperincikan dalam **Rajah 8**.



**Rajah 8:** Syarat-syarat Jabatan Perikanan Malaysia dalam membawa masuk dan menjalankan ternakan lobster air tawar

## PENYAKIT

Seperti komoditi lain yang diperkenalkan untuk akuakultur, LAT juga berisiko dijangkiti penyakit semasa ternakan dijalankan. Beberapa jenis virus, parasit dan bakteria telah dijumpai pada LAT dan sesetengah bakteria patogenik boleh menyebabkan kerugian besar akibat penyakit kepada pengusaha hatceri LAT (Hayakijkosol et al., 2017). Penyelidikan histopatologi tisu LAT menunjukkan tanda-tanda ko-infeksi pelbagai patogen termasuk bakteria, kulat dan virus pada LAT (Syahidah & Owens, 2020).

Beberapa jenis virus telah diasingkan daripada LAT seperti *Cherax quadricarinatus* bacilliform virus (CqBV) (Anderson & Prior, 1992), *Cherax Gardiavirus-like virus* (CGV) (Edgerton et al., 1994), *virus spawner-isolated mortality* (Owens & McEInea, 2000), sejenis parvovirus putatif insang dan *virus reolike* (Edgerton et al., 2000). Pada musim panas tahun 1999/2000, satu kejadian wabak penyakit telah berlaku di satu kawasan ternakan LAT yang melibatkan juvenil *C. quadricarinatus* yang diternak. Kematian berlaku selama 4 minggu dengan kadar kematian sehingga 96% di kolam yang mengandungi juvenil udang tersebut. Ini adalah kes pertama kematian secara besar-besaran *C. quadricarinatus* yang disebabkan oleh jangkitan virus seakan parvo (Bowater et al., 2002). Selain daripada itu, sejenis iridovirus patogenik iaitu *C. quadricarinatus* iridovirus (CQIV) juga telah dipencilkan daripada udang *C. quadricarinatus* daripada sebuah ladang di Fujian, China (Xu et al., 2016).

Bagi penyakit disebabkan oleh bakteria pula, *Aeromonas hydrophila* telah dikenalpasti menyebabkan kematian yang tinggi (Hayakijkosol et al., 2017). Selain daripada *Aeromonas* sp., bakteria *Vibrio mimicus* juga telah diasingkan dari *C. quadricarinatus* yang menjangkiti secara oportunistik apabila tekanan persekitaran ternakan meningkat seperti kadar tebaran yang tinggi, pengurusan ternakan yang tidak baik dan kualiti air yang buruk. Lebih membimbangkan lagi manusia boleh mendapat penyakit gastroenteritis yang berpunca dari bakteria ini jika memakan LAT yang mentah atau tidak dimasak sempurna (Eaves & Ketterer, 1994). Organisma seakan *rickettsia* juga telah dijumpai pada *C. quadricarinatus* yang berpenyakit daripada ladang ternakan di Utara Queensland, Australia (Edgerton & Prior, 1999).

Organisma siliat *aspostomat* dan *epibiont* protozoa telah dilaporkan ditemui pada LAT di Australia oleh Herbert (1987) dan Ketterer et al. (1992) serta juga di Ecuador oleh Romero & Jiménez (2002). Walaubagaimanapun, sesetengah siliat seperti *Tetrahymena pyriformis* boleh menyebabkan *C. quadricarinatus* menjadi lesu, lemah dan tidak boleh membengkokkan ekor jika disentuh serta hilang keupayaan meluruskan badan (Edgerton et al., 1996).

Selain daripada patogen-patogen yang telah disebutkan, kulat juga didapati boleh menjangkiti LAT sepertimana yang dilaporkan oleh Victor & Pahirulzaman (2020). Kulat terutamanya daripada jenis *Aphanomyces astaci* boleh menyebabkan wabak penyakit dan sangat virulen sehingga boleh menyebabkan kematian sehingga 100% pada udang (Unestam, 1972; Alderman et al., 1987). **Foto 5** dan **Foto 6** menunjukkan jangkitan kulat pada ternakan LAT di IPP Glami Lemi.



**Foto 5:** LAT yang dijangkiti fungus/kulat



**Foto 6:** Kulat yang menjangkiti LAT di bawah mikroskop

## PENYELIDIKAN & PEMBANGUNAN (R&D)

**Jadual 7** menyenaraikan sebilangan besar kertas-kertas penyelidikan berkaitan LAT yang telah diterbitkan di Malaysia dalam bidang tertentu, manakala **Jadual 8** menyenaraikan senarai tesis berkaitan dengan LAT yang ditulis oleh penyidik-penyidik Malaysia.

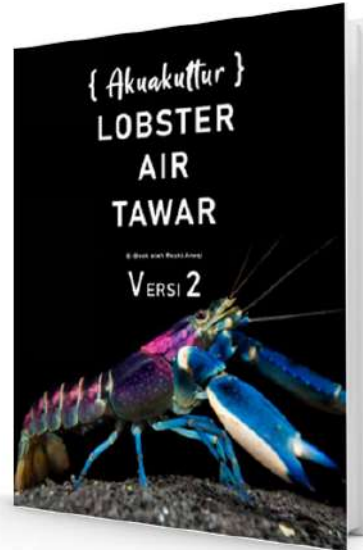
**Jadual 7:** R & D dalam pembiakan, pembenihan dan ternakan lobster air tawar

Skop	Tajuk	Rujukan
Ternakan	1. Polyculture of red claw crayfish ( <i>Cherax quadricarinatus</i> ) with plants in a recirculated hydroponics system.	Aliomon et al. (2003)
	2. Effects of stocking density on growth and survival of bicultured red claw crayfish <i>Cherax quadricarinatus</i> (Von Martens 1868) with Lemon Fin Barb hybrid in recirculating aquaculture system.	Junaid et al. (2018)
	3. Effect of substrate on growth, survival and molting in juvenile red claw, <i>Cherax quadricarinatus</i> .	Fatihah et al. (2020)
	4. Determine the growth performance of red claw, <i>Cherax quadricarinatus</i> in aquaponics system	Fatihah & Chen (2022)
	5. Polyculture of red claw crayfish ( <i>Cherax quadricarinatus</i> ) with plants in a recirculated hydroponics system	Hamid et al. (2023)
Nutrisi	1. Effect of dietary protein energy ratio on reproduction performance of red claw crayfish <i>Cherax quadricarinatus</i> broodstock.	Saad et al. (2003)
	2. Effects of different mineral inclusions in anchovy byproduct based feeds on growth performance of red claw crayfish, <i>Cherax quadricarinatus</i> .	Jamil et al. (2022)
	3. Comparative study on the nutritional content and physical attributes of giant freshwater prawn ( <i>Macrobrachium rosenbergii</i> ) and redclaw crayfish ( <i>Cherax quadricarinatus</i> ) meats	Tee et al. (2022)
	4. Effects of eggshell and seashell powder as natural dietary calcium supplements on growth, molting frequency, and carapace calcium composition of juvenile red claw crayfish, <i>Cherax quadricarinatus</i> .	Shahroom et al. (2023)
Genetik	1. The complete mitogenome of the red claw crayfish <i>Cherax quadricarinatus</i> (Von Martens, 1868) (Crustacea: Decapoda: Parastacidae).	Gan et al. (2014)
	2. Genetic diversity of redclaw crayfish <i>Cherax quadricarinatus</i> von Martens 1868 using 16S mitochondrial DNA marker.	Mohd Dali et al. (2021)
	3. Predicting <i>Cherax quadricarinatus</i> habitat distribution patterns through the usage of GIS and eDNA analysis in Terengganu, Malaysia.	Mohd Dali et al. (2023a)
	4. Genetic variability of wild populations of invasive redclaw crayfish ( <i>Cherax quadricarinatus</i> ) von Martens 1868 across Peninsular Malaysia.	Mohd Dali et al. (2023b)

Agen Penyakit	1. Molecular identification of fungi isolated from infected redclaw crayfish, <i>Cherax quadricarinatus</i> .	Victor & Pahirulzaman (2020)
	2. Morphological and molecular identification of <i>Diceratocephala boschmai</i> Baer, 1953 and <i>Decadidymus</i> sp. Cannon, 1991 on wild and cultured environment of <i>Cherax quadricarinatus</i> in Malaysia.	Hassan et al. (2022)
	3. Prevalence of temnocephalids on cultured and wild <i>Cherax quadricarinatus</i> in Malaysia.	Hassan et al. (2023)
	4. First molecular identification of <i>Craspedella pedum</i> (Cannon and Sewell, 1995) infestation on wild and cultured <i>Cherax quadricarinatus</i> in Malaysian freshwaters.	Azri-Shah et al. (2023)
Lain-lain	1. Study on the impact of Australian redclaw crayfish on local Malaysian giant freshwater prawn cultured in earthen tank condition.	Suhaili et al. (2011)
	2. Distribution of cellulase activities in <i>Acetes</i> shrimps living in the Matang mangrove forest reserve, Malaysia.	Tanimura et al. (2013)
	3. The spread of the Australian redclaw crayfish ( <i>Cherax quadricarinatus</i> von Martens, 1868) in Malaysia.	Naquiddin et al. (2016)
	4. Characterization and identification of bacteriocin-like substances producing lactic acid bacteria from the intestine of freshwater crayfish, <i>Cherax quadricarinatus</i> .	Lim et al. (2020)
	5. First wild record of Australian redclaw crayfish <i>Cherax quadricarinatus</i> (von Martens, 1868) in the East Coast of Peninsular Malaysia.	Norshida et al. (2021)
	6. Length-weight relationship and condition factor of Australian red claw crayfish ( <i>Cherax quadricarinatus</i> ) from three locations in Peninsular Malaysia.	Idrus et al. (2021)
	7. First wild record of Australian redclaw crayfish <i>Cherax quadricarinatus</i> (von Martens, 1868) in the East Coast of Peninsular Malaysia.	Norshida et al. (2021)
	8. Review on the global distribution of wild population of Australian Redclaw Crayfish, <i>Cherax quadricarinatus</i> (von Martens, 1868).	Ahmad Safuan et al. (2021)
	9. Comparative study on the nutritional content and physical attributes of giant freshwater prawn ( <i>Macrobrachium rosenbergii</i> ) and redclaw crayfish ( <i>Cherax quadricarinatus</i> ) meats.	Tee et al. (2022)
	10. Development of fog detector and pH level monitoring for lobster's farming.	Muhammad Adib et al. (2022)
	11. Evaluation of nutritional quality of complementary foods formulated from blends of Nigerian yellow maize ( <i>Zea mays</i> ), soybean ( <i>Glycine max</i> ) and crayfish ( <i>Procambarus clarkii</i> ).	Adegbusi et al. (2022)
	12. Nutritional composition and antioxidant activity of freshwater lobster in Malaysia: A Short Review.	Abidin et al. (2023)

**Jadual 8:** Tesis berkaitan lobster air tawar oleh penyelidik Malaysia

Bil	Tajuk	Tahun	Peringkat pengajian	IPTA	Pengarang
1.	Evaluation of Growth and Amino Acid Profile of Red Claw Crayfish Juveniles ( <i>Cherax quadricarinatus</i> ) Reared Under Different Tank Conditions in the Presence & Absence of Soil.	2001	PhD	Universiti Putra Malaysia	Roze Muhamad Noor Mohamad
2.	The Biology of Red Claw, <i>Cherax quadricarinatus</i> .	2004	PhD	Universiti Putra Malaysia	Razihaini Abd Razak
3.	Histology of Crayfish ( <i>Cherax quadricarinatus</i> ) Female Gonad.	2004	PhD	Universiti Putra Malaysia	Nur Adyani Khairuddin
4.	Broodstock Nutrition of Australian Red Claw Crayfish <i>Cherax quadricarinatus</i> (von martens).	2004	PhD	Universiti Putra Malaysia)	Ladan Asgari
5.	Optimisation of Extraction Methods and Flavour Profiling of Redclaw ( <i>Cherax quadricarinatus</i> ) Crayfish.	2005	PhD	Universiti Putra Malaysia	Mohd Nazri Zayapor
6.	Population Biology of Red Claw Crayfish <i>Cherax quadricarinatus</i> (von martens, 1868) (Decapoda: Parastacidae) in Sungai Macap, Johor, Malaysia.	2012	PhD	Universiti Malaysia Terengganu	Abdullah Abdul Wahab
7.	Distribution and Potential Culture of Introduced Crayfish <i>Cherax quadricarinatus</i> (von Martens 1868) in Malaysia.	2020	PhD	Universiti Malaysia Sarawak	Awangku Shahrir Naquiddin Awg Suhaili



Buku-buku berkaitan LAT di Malaysia

## **PENYELIDIKAN DAN PEMBANGUNAN (R&D) BERKAITAN LOBSTER AIR TAWAR OLEH INSTITUT PENYELIDIKAN PERIKANAN**

R&D LAT untuk tujuan akuakultur kurang diberi perhatian oleh IPP disebabkan spesies ini bukan spesies asli Malaysia, bersifat invasif serta berisiko terhadap biodiversiti. Namun begitu disebabkan ternakan LAT telah bertapak dan berkembang di Malaysia dan semakin giat diusahakan, R&D spesies ini mula diberi perhatian bagi mengimbangi maklumat-maklumat ternakan LAT daripada internet serta pengalaman individu sahaja. R&D ternakan LAT telah banyak dilaksanakan oleh penyelidik luar negara. Antaranya adalah pembangunan sistem ternakan secara individu menggunakan kotak yang disusun bertingkat serta kesan saiz awal udang terhadap tumbesaran (Barki et al., 2006; Manor et al., 2002). Sistem ternakan di dalam kolam dan tangki bagi meningkatkan kadar tumbesaran dan kadar hidup juga ada dilaporkan (Shun et al., 2020). IPP Glami Lemi telah memulakan R&D dalam pembiakan, asuhan dan ternakan LAT bermula tahun 2020. Berikut adalah penerangan ringkas R&D yang telah dilaksanakan.

### **6.1 Pembiakan dan asuhan**

Pembiakan LAT boleh dijalankan di dalam tangki atau kolam tanah. Penggunaan kolam tanah untuk pengeluaran benih LAT secara komersil adalah lebih sesuai seperti yang dipraktikkan oleh pengusaha LAT di Kahang, Johor. Pembiakan berskala sederhana dan kecil dijalankan di dalam tangki. Di dalam usaha untuk mengumpul maklumat dan menentusah maklumat sedia ada di Malaysia, kajian pembiakan telah dijalankan di IPP Glami Lemi menggunakan tangki. Objektif kajian adalah untuk menentukan kadar tumbesaran LAT yang diternak dalam sistem ternakan yang ringkas, praktikal, berkos efektif dan sesuai untuk ternakan di belakang rumah.

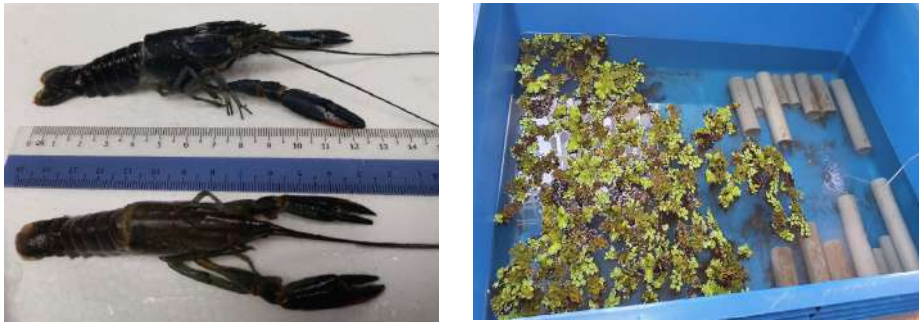
#### **6.1.1 Pengurusan induk LAT**

Pengurusan induk dibahagikan kepada dua bahagian iaitu:

- i) Bahagian kuarantin: Terdiri daripada empat unit tangki plastik (1.8 x 0.9 x 0.6 m) untuk menempatkan induk-induk LAT yang baharu diperolehi.
- ii) Bahagian simpanan induk: Mengandungi enam unit tangki fiber 1 tan (3 x 1.2 m) untuk menerima induk-induk selepas tamat tempoh kuarantin.

Induk-induk dikuarantin selama seminggu untuk memastikan tiada bawaan agen penyakit, serta untuk menstabilkan induk-induk kepada persekitaran baharu supaya dapat mengurangkan tekanan dan mengelakkan kematian

akibat perubahan persekitaran yang mengejut. Kesemua tangki dibekalkan dengan tukun tiruan (potongan paip *poly vinyl chloride* (PVC), 10-13 cm), tumbuhan akuatik (bunga kiambang) dan sistem pengudaraan bagi menyokong tumbesaran dan kadar hidup induk (**Foto 7**). Tumbuhan akuatik lain yang sesuai juga boleh digunakan.



**Foto 7:** Induk lobster air tawar dalam tangki kuarantin

Induk jantan dan betina diasingkan dengan meletakkan induk jantan di dalam dua unit tangki secara berasingan. Induk LAT diberikan penjagaan yang rapi dan diberi makanan berprotein tinggi serta berkualiti (40% (protein kasar, *Gold Coin Starter*) pada kadar 5% daripada berat keseluruhan badan. Selepas tempoh kuarantin, induk akan dipilih untuk proses kacukan atau “*mating*”. Induk betina dan jantan yang berkualiti dipindahkan dan disatukan di dalam akuarium pembiakan (0.9 x 0.3 m) (**Foto 8**) mengikut nisbah pembiakan yang ditentukan.

#### 6.1.2 Pengurusan pembenihan

Induk jantan dan betina LAT mengikut nisbah tertentu dimasukkan ke dalam akuarium kaca (0.9 x 0.3 x 0.3 m) untuk proses kacukan. Segala kelengkapan atau persiapan untuk aktiviti kacukan seperti tukun tiruan, sistem pengudaran dan kawalan pencahayaan untuk menjamin kejayaan proses ini.



**Foto 8:** Akuarium yang digunakan untuk proses pembenihan lobster air tawar



**Foto 9:** Tangki pembiakan - plastik (1.8 x 0.9 m)



**Foto 10:** Lobster air tawar dikacukkan mengikut nisbah tertentu

Sebelum proses kacukan dibuat, pemilihan LAT matang dilakukan terlebih dahulu. LAT dewasa jantan bersaiz 10.0 cm ke atas dan LAT dewasa betina bersaiz 9.0 - 10.0 cm ke atas sesuai digunakan sebagai induk. Selain itu, induk jantan dan betina yang aktif bergerak dan menghabiskan makanan dengan cepat juga merupakan indikator yang digunakan dalam pemilihan induk yang sihat dan berkualiti.

Nisbah induk jantan dan betina ditentukan mengikut keperluan atau sasaran pengeluaran benih. Nisbah 1:1, 1:2 dan 1:3 induk jantan kepada betina telah digunakan dalam kajian ini dengan jumlah keseluruhan induk jantan dan betina bagi setiap nisbah kacukan adalah sebanyak 12 ekor. Sebanyak 40 L air dimasukkan ke dalam tangki akuarium untuk sistem ini (**Foto 10**). Proses kacukan akan mengambil masa selama 1-2 bulan sehingga penghasilan telur oleh induk betina. Penghasilan induk telur dipantau dalam semua tangki kajian selepas dua bulan. Kesimpulannya, nisbah 1:3 induk jantan kepada betina adalah nisbah yang paling banyak bilangan betina bertelur dihasilkan berbanding nisbah 1:2 dan 1:1

Induk betina boleh menghasilkan sebanyak 300-800 telur bagi setiap induk. Telur berwarna hijau zaitun bagi yang baru disenyawakan daripada *spermatophore* induk jantan yang telah disimpan pada pangkal kaki berjalannya (*pereiopod*) semasa mengawan. Telur yang tersenyawa melekat pada *pleopod* induk betina, yang terletak di bahagian bawah ekor.

### 6.1.3 Pengurusan pengeraman dan penetasan telur

Peringkat pengeraman telur merupakan peringkat yang kritikal kerana prosesnya yang lama. LAT melalui beberapa peringkat kematangan iaitu daripada peringkat telur berwarna hijau, coklat dan oren sehingga menjadi benih (**Rajah 9**). Peringkat warna telur yang paling awal adalah berwarna hijau. Tempoh telur hijau berubah ke coklat mengambil masa sekurang- kurangnya 15 hari, dan daripada coklat ke oren pula dalam tempoh 11 hari. Tempoh warna ini bertukar kepada warna seterusnya mengambil masa selama 10 ke 11 hari. Seterusnya, warna telur akan bertukar kepada coklat dan kekal sehingga hari ke-18 atau 19 bergantung kepada keadaan induk betina. Akhir sekali, telur akan menetas pada hari ke-31 sehingga hari ke-40 bergantung kepada keadaan kesihatan induk betina.

Benih baru menetas akan melekat di bawah abdomen induk betina sehingga ia memisahkan diri dan berenang bebas selepas 4 hingga 5 hari. Secara keseluruhannya, proses pengeraman telur memerlukan tempoh sekurang-kurangnya 30 hingga 45 hari untuk menjadi benih. Jika diambil kira daripada proses kacukan (1-2 bulan), induk betina menghasilkan telur, menetas atau menjadi benih, tempoh keseluruhan yang diambil untuk menghasilkan benih LAT ialah selama lebih kurang empat bulan bermula daripada proses kacukan atau pembiakan.



Telur baru selepas disenyawakan Tempoh telur hijau berubah ke peringkat coklat mengambil masa sekurang-kurangnya 15 hari.



Telur coklat ke peringkat oren dalam tempoh 11 hari.



Telur oren selepas 26-30 hari



Telur yang telah menetas dan bersedia untuk pelepasan daripada induk betina. Pengeraman telur selama kira-kira 30-45 hari sehingga telur menjadi benih

**Rajah 9:** Peringkat warna telur lobster air tawar

Apabila induk betina telah mempunyai kantung telur, induk tersebut diasingkan ke dalam akuarium yang lain untuk proses pengeraman telur. Pada peringkat akhir pengeraman, induk betina dimasukkan ke dalam bekas atau bakul yang mempunyai lubang kecil cukup untuk benih yang telah menetas berenang keluar daripada melekat di abdomen induk betina. Induk diletak di dalam bakul yang berada di dalam akuarium supaya induk tidak mendapat gangguan atau tekanan untuk proses pengeraman telur dan mengelak daripada induk memakan benih (**Foto 11**). Selepas semua benih menetas dan mula berenang secara bebas di dalam akuarium, induk betina dikeluarkan dan dimasukkan ke dalam tangki simpanan induk untuk kegunaan pada masa akan datang. Tukun tiruan diletakkan di dalam tangki benih sebagai perumah dan dapat mengelakkan benih kecil daripada dimakan oleh benih yang lebih besar. Benih ini dibiarkan di dalam akuarium dan dipindahkan ke tangki asuhan apabila mencapai saiz 2.5-4.0 cm



**Foto 11:** Raga dengan induk bertelur dimasukkan ke dalam akuarium pengeraman sehingga benih dilepaskan daripada abdomen induk betina.

#### 6.1.4 Asuhan benih

Benih bersaiz 2.5-4.0 cm dipindahkan daripada akuarium penetasan ke akuarium asuhan (0.9 x 0.6 m) dengan isipadu air sebanyak 50 L. Kadar tebaran yang digunakan adalah 5 ekor/ L air (250 ekor/akuarium). Tukun tiruan, pengudaraan dan sumber air hijau dibekalkan sepanjang tempoh asuhan. Makanan berprotein tinggi diberikan setiap hari (pagi dan petang) pada kadar 10% biomassa. Makanan hidup seperti *Moina* diberikan pada peringkat ini. Selain daripada itu, makanan komersial seperti pelet pemula (Gold coin starter) dan makanan serbuk (tepung ikan) diberikan kepada benih. Makanan tambahan seperti kacang hijau dan kacang soya juga diberikan. Pada peringkat asuhan ini, bekalan air hijau yang mengandungi plankton (fitoplankton dan zooplankton) juga turut dibekalkan kepada benih LAT.

Benih LAT diasuh sehingga mencapai saiz 5.0-6.5 cm dan dipindahkan ke sistem ternakan atau grow-out bagi menjamin kadar hidup yang lebih baik. Pengredan dilakukan sebelum dipindahkan untuk memastikan saiz yang seragam digunakan untuk ternakan. Proses asuhan ini memerlukan tempoh sekurang-kurangnya satu bulan, bergantung kepada kadar tumbesaran benih LAT yang diasuh dan cara pengurusan.

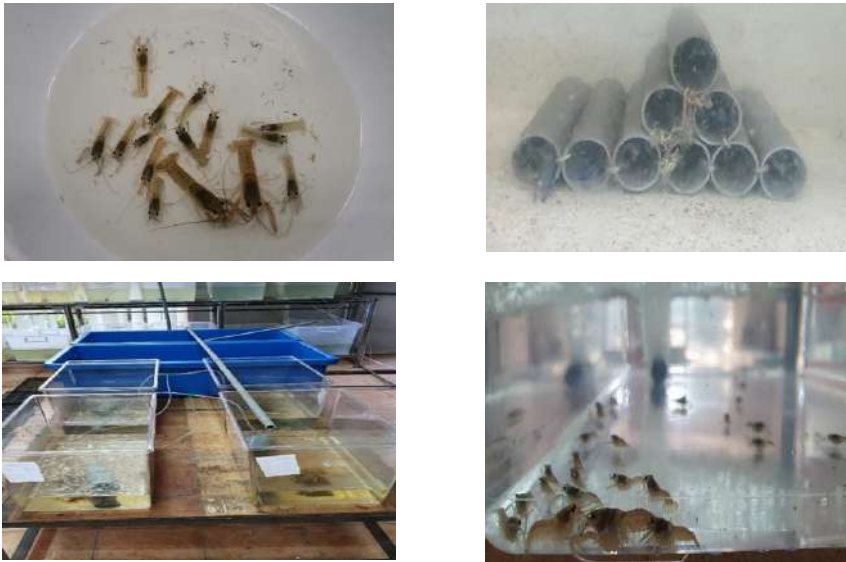


Foto 12: Asuhan benih LAT

## 6.2 Pengurusan ternakan

### 6.2.1 Ternakan LAT dalam tangki

#### Pengenalan

Industri ternakan LAT masih baharu di Malaysia dan tidak banyak laporan mengenai kadar tumbesaran dan kadar hidup di dalam tangki atau kolam atau ternakan secara umum (Fatihah et al., 2020). Terkini, Fatihah & Chen (2022) melaporkan ternakan LAT bersama tanaman sayuran secara akuaponik. IPP Glami Lemi telah menjalankan kajian ternakan LAT dalam tangki untuk menentukan prestasi ternakan dalam persekitaran di Malaysia. Ini adalah kerana penggunaan tangki (fiber, simen atau kanvas) ada diusahakan oleh sejumlah penternak LAT berskala kecil dengan pengeluaran sekitar 7.9 tan metrik sahaja berbanding sistem ternakan dalam kolam (72.18 tan metrik) (Perangkaan Perikanan 2022, Jabatan Perikanan Malaysia).

#### Kaedah

Ternakan LAT dijalankan dalam enam unit tangki fiber (3.0 x 1.4 x 0.5 m) dengan keluasan 4.2 m<sup>2</sup>. Air dimasukkan ke dalam tangki pada ketinggian antara 0.2 - 0.3 m. Pengudaraan dibekalkan ke dalam semua tangki. Penapis air digunakan untuk memastikan kualiti air dalam keadaan yang baik. Sebanyak 8-unit tukan tiruan yang diperbuat daripada paip PVC dengan panjang 0.3 m diletakkan di dalam setiap tangki sebagai tempat persembunyian LAT (**Foto 13**). Benih bersaiz 5.0-6.5 cm digunakan dengan kadar penebaran 65 ekor untuk 1 m<sup>2</sup> (280 ekor/ tangki). Ternakan dijalankan selama 121 hari. Sepanjang tempoh ternakan,

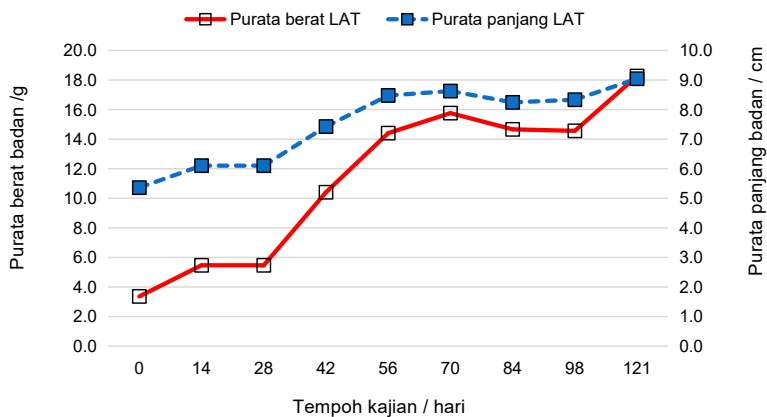
benih LAT diberi makan pelet komersial *Grower* (10% daripada biomass) serta makanan hidup, *Moina*. Selain itu, air hijau dan makanan tambahan seperti kacang hijau, kacang soya dan jagung juga diberikan. Persampelan secara berkala dilakukan untuk pemantauan kadar tumbesaran LAT.



**Foto 13:** Tukuran tiruan PVC sebagai rumah lobster air tawar

### Keputusan

Peningkatan berat dan panjang LAT di dalam tangki fiber ditunjukkan dalam **Rajah 10**. Saiz LAT meningkat daripada purata berat awal  $3.4 \pm 1.4$  g ke  $18.3 \pm 8.2$  g dan purata panjang awal  $5.4 \pm 0.7$  cm ke  $9.0 \pm 1.1$  cm dalam tempoh 121 hari ternak dengan kadar tumbesaran spesifik (SGR) 1.4%/ hari (**Jadual 11**).



**Rajah 10:** Pertambahan berat dan panjang lobster air tawar sepanjang tempoh ternakan di dalam tangki fiber

**Jadual 11:** Kadar tumbesaran lobster air tawar untuk ternakan di dalam tangki fiber selama 121 hari

Parameter	Tangki
Kadar penebaran (ekor/m <sup>2</sup> )	65
Tempoh ternakan (hari)	121
Panjang awal (cm)	5.4 ± 0.7
Panjang akhir (cm)	9.0 ± 1.1
Berat awal (g)	3.4 ± 1.4
Berat akhir (g)	18.3 ± 8.2
Pertambahan berat badan (g)	14.9
SGR (%/hari)	1.4

### 6.2.2 Ternakan LAT dalam kolam

#### Pengenalan

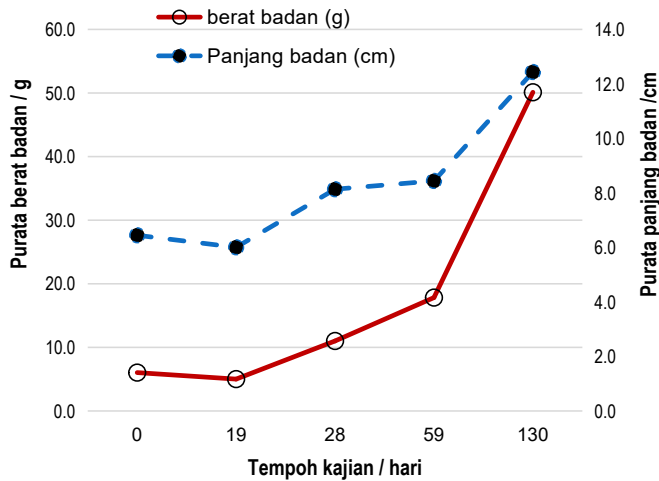
Ternakan LAT di dalam kolam dilaporkan memberi kadar tumbesaran yang lebih baik berbanding tangki. Kajian ini dijalankan untuk mengumpul maklumat mengenai tumbesaran LAT di dalam kolam tanah milik seorang pengusaha LAT dalam persekitaran tempatan.

#### Kaedah

Kolam tanah dengan saiz 10 m x 20 m x 1.8 m dibersihkan dan disediakan mengikut prosedur piawai penyediaan kolam ternakan. Air dimasukkan ke dalam kolam sehingga sekitar 1.0 m tinggi. Sebanyak 5,000 ekor benih LAT bersaiz sekitar 5.0 - 6.0 cm (**Foto 14**) dimasukkan ke dalam kolam berkeluasan 200 m<sup>2</sup> dengan kadar tebaran sebanyak 25 ekor untuk 1 m<sup>2</sup>. Makanan pelet komersial digunakan sepanjang tempoh ternakan dengan kadar 5% sehari dan diberi makan sebanyak dua kali sehari. Persampelan dijalankan secara berkala bagi memantau kadar tumbesaran ternakan.

#### Keputusan

Selepas 130 hari (4.3 bulan) ternakan, peningkatan berat dan panjang badan LAT yang diternak di dalam kolam ditunjukkan pada **Rajah 11**.



**Rajah 11:** Peningkatan berat dan panjang lobster air tawar di dalam kolam ternakan

Bagi ternakan yang dijalankan di dalam kolam tanah, pada persampelan terakhir iaitu pada hari ke-130 ternakan, purata berat badan yang direkod adalah  $50.1 \pm 18.0$  g dengan panjang badan sebanyak  $12.4 \pm 1.2$  cm (**Jadual 12**). Kadar tumbesaran spesifik (SGR) untuk ternakan di dalam kolam adalah 1.6%/hari.

**Jadual 12 :** Kadar tumbesaran lobster air tawar untuk ternakan di dalam kolam

Parameter	Kolam
Kadar penebaran (ekor/m <sup>2</sup> )	25
Tempoh ternakan (hari)	130
Panjang awal (cm)	$6.5 \pm 2.5$
Panjang akhir (cm)	$12.4 \pm 1.2$
Berat awal (g)	$6.0 \pm 2.5$
Berat akhir (g)	$50.1 \pm 18.0$
Pertambahan berat badan (g)	44.1
SGR (%/hari)	1.6

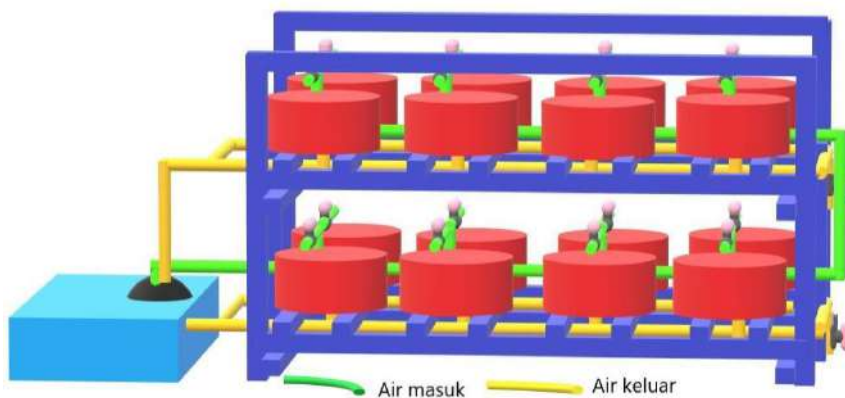


Foto 14: Saiz benih lobster air tawar yang digunakan untuk stok awal kajian

### 6.3 Pembangunan sistem ternakan tangki modular

#### Pengenalan

Sistem ternakan ini dibangunkan khusus untuk operasi di ruang yang terhad seperti di kawasan belakang rumah. Sistem ini berasaskan sistem akuakultur aliran semula atau *recirculating aquaculture system* (RAS) dengan 16-unit besen plastik sebagai tangki ternakan. Besen-besen disusun bertingkat di atas rak dan disambungkan dengan paip PVC untuk aliran air keluar dan masuk dengan hanya menggunakan satu unit pam. Sistem ini juga dilengkapi dengan penapis fizikal, biologi dan cengkerang bagi menstabilkan pH. **Rajah 11** menunjukkan ilustrasi sistem ini dengan aliran air keluar dan air masuk.



Rajah 11: Sistem modular tangki bersama aliran air masuk dan keluar

Bilangan besen boleh ditambah bergantung kepada keperluan dan kawasan yang ada. Pada aras pertama dan kedua, lapan unit besen disusun seperti dalam **Rajah 11**. Semua besen ditebuk lubang di bahagian tengah untuk mengeluarkan air dan disambung ke paip PVC air keluar. Diameter besen pada bahagian atas adalah 81.3 cm dan pada bahagian bawah adalah 66.0 cm dengan keluasan permukaan dasar besen 0.34 m<sup>2</sup> (**Foto 15**). Tiga unit potongan paip PVC dimasukkan ke dalam semua tangki kajian sebagai tempat persembunyian atau tukun. Besen, pam (model A66O) serta sambungan paip PVC aliran air masuk dan keluar direka agar menghasilkan satu pusingan air yang dapat mengumpul dan mengeluarkan semua kotoran ringan yang terkumpul di tengah besen dan keluar melalui paip PVC di bahagian tengah besen seperti di dalam **Foto 16**.



**Foto 15:** Netlon yang dijadikan sebagai tukun tiruan



**Foto 16:** Model ternakan menunjukkan aliran air masuk ke dalam besen dari paip PVC, pandangan sisi dan pandangan belakang

Kebaikan model ini ialah ianya mudah dipasang, mudah dikendalikan, penyelenggaraan yang minima, pengurusan yang ringkas, murah serta menjimatkan ruang. Model ternakan ini telah diuji untuk ternakan LAT menggunakan sistem aliran semula.

### 6.3.1 Asuhan dan ternakan menggunakan sistem tangki modular

#### Kaedah

Benih LAT (anggaran 5.0 cm) diperolehi daripada pengusaha LAT di Kahang, Johor (Guowell Resources Sdn Bhd). Benih diaklimatisasi di dalam tangki asuhan (1 m x 1 m x 0.5 m) selama lebih kurang tiga minggu sehingga tiada kematian benih direkodkan. Dua set eksperimen telah dijalankan menggunakan model ternakan ini. Kadar penebaran yang digunakan untuk Eksperimen A ialah sebanyak 30 ekor/besen (87 ekor/m<sup>2</sup>), manakala bagi Eksperimen B pula adalah sebanyak 10 ekor/besen (29 ekor/m<sup>2</sup>). Perbezaan saiz awal dan kadar penebaran dalam setiap eksperimen diringkaskan seperti di dalam **Jadual 13**.

**Jadual 13:** Maklumat kadar penebaran dan saiz awal ternakan yang dijalankan

Ekperiment	Kadar tebaran	Tempoh kajian (Feeding trial)	Berat awal (g)	Panjang awal (mm)
A	30 ekor / besen (87 ekor / m <sup>2</sup> ).	48 hari	4.0 ± 1.2	54.5 ± 6.0
B1	10 ekor / besen (29 ekor / m <sup>2</sup> )	60 hari	3.9 ± 0.2	52.6 ± 2.2
B2	10 ekor / besen (29 ekor / m <sup>2</sup> )	60 hari	8.8 ± 0.27	70.3 ± 2.1

Tiga replikat besen digunakan untuk setiap kajian ini. Makanan udang komersial digunakan sepanjang tempoh kajian dengan pemberian makanan sebanyak dua kali sehari pada hari bekerja dan sekali sehari pada hari cuti. Kajian ditamatkan pada hari ke 48 dan 60 untuk Ekperimen A dan B, masing-masing.

#### Keputusan

**Jadual 14:** Parameter tumbesaran lobster air tawar dalam model tangki dalam Eksperimen A

Parameter	Bacaan
Kadar tebaran	78 ekor/m <sup>2</sup>
Panjang awal (mm)	54.5 ± 6.0
Panjang akhir (mm)	61.5 ± 1.9
Berat awal (g)	4.0 ± 1.2
Berat akhir (g)	6.4 ± 0.2
SGR (%/day)	1.8 ± 0.0
Pertambahan berat badan sepanjang kajian(g)	2.3 ± 0.2
Peratus pertambahan berat (%)	58.1 ± 5.2
Kadar hidup (%)	68.9 ± 0.2

Purata dari tiga replikat ± SD

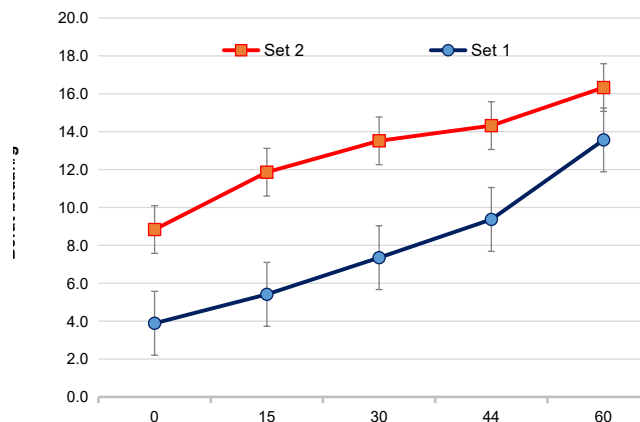
Keputusan eksperimen A adalah seperti dalam **Jadual 14**. Benih LAT dengan saiz awal sekitar 54.5 mm telah mencapai purata panjang dan berat akhir, 61.5 ± 1.9 mm dan 6.4 ± 0.2 g, masing-masing selepas 48 hari diternak menggunakan

sistem ini. Kadar hidup LAT yang direkod adalah dalam julat 66.0 – 73.0%, dengan purata  $68.9 \pm 0.2\%$ . Kadar tumbesaran spesifik (SGR) adalah antara 1.8 – 1.9%/ hari, manakala peratus pertambahan berat badan adalah dalam julat 49 – 67% dengan purata  $58.1 \pm 5.2\%$ . Keputusan eksperimen A menunjukkan kadar hidup yang rendah iaitu dalam julat 66 - 73% untuk setiap replikat tangki kajian. Penambahbaikan dalam operasi pengurusan seperti kekerapan pengredan saiz mungkin dapat meningkatkan kadar hidup. Keputusan ini mencadangkan kadar penebaran benih yang tinggi memberi impak kepada ternakan LAT menggunakan sistem ini.

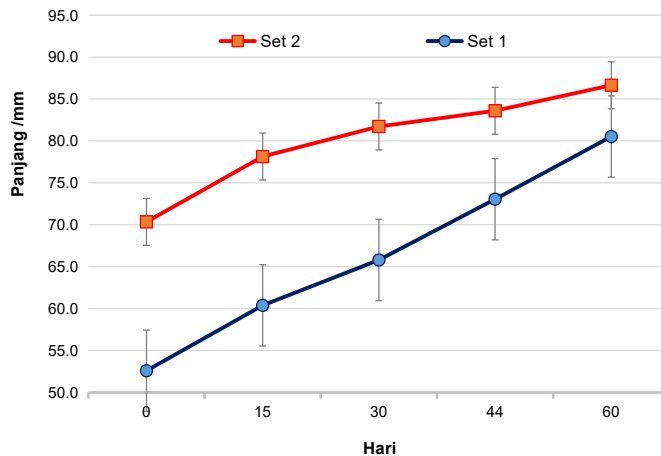
**Jadual 15:** Parameter tumbesaran lobster air tawar bagi eksperimen B

Parameter tumbesaran	Set 1	Set 2
Kadar penebaran	29 ekor/m <sup>2</sup>	29 ekor/m <sup>2</sup>
Panjang awal (mm)	52.6 ± 2.2	70.3 ± 2.1
Panjang akhir (mm)	80.5 ± 4.3	86.6 ± 1.0
Berat awal (g)	3.9 ± 0.2	8.8 ± 0.3
Berat akhir (g)	13.6 ± 4.3	16.33 ± 1.0
SGR (% / day)	2.6 ± 0.1	2.8 ± 0.1
Pertambahan berat badan sepanjang kajian (g)	9.7 ± 1.4	7.5 ± 0.7
Peratus pertambahan berat (%)	246.5 ± 24.3	84.6 ± 6.3
Kadar hidup (%)	93.9 ± 3.0	97.0 ± 3.0

Keputusan bagi eksperimen B pula adalah seperti dalam **Jadual 15**. Eksperimen B menggunakan saiz awal LAT yang berbeza iaitu  $3.9 \pm 0.2$  g (set 1) dan  $8.8 \pm 0.3$  g (set 2) dengan umur yang sama. Set 1 menunjukkan purata peratus pertambahan berat badan sekitar  $246.5 \pm 24.3\%$ , sementara Set 2 menunjukkan purata peratus pertambahan berat badan yang rendah iaitu sekitar  $84.6 \pm 6.3\%$ . Keputusan ini mencadangkan kesan bilangan stok awal memberi impak yang besar terhadap pertambahan berat badan. Kadar hidup yang direkodkan adalah tinggi bagi kedua-dua set kajian iaitu di dalam julat 90–100%.



**Rajah 12:** Pertambahan berat badan lobster air tawar untuk ternakan selama 60 hari



**Rajah 13:** Pertambahan panjang badan lobster air tawar untuk ternakan selama 60 hari

Eksperimen A dijalankan untuk peringkat asuhan benih di mana kadar penebaran yang lebih tinggi digunakan pada peringkat ini. Keputusan kadar tumbesaran yang direkodkan dengan menggunakan sistem ini juga menunjukkan kadar tebaran benih memberi kesan terhadap tumbesaran LAT. Kadar tumbesaran spesifik (SGR) yang direkodkan untuk Eksperimen A dengan kadar tebaran yang tinggi iaitu 30 ekor/besen (87 ekor/m<sup>2</sup>) adalah 1.7–1.8%/hari dan pertambahan berat badan pada kadar 49–67%. Keputusan tumbesaran yang lebih baik direkodkan untuk ternakan yang menggunakan kadar penebaran 10 ekor/besen (29 ekor/m<sup>2</sup>) seperti keputusan direkod untuk Eksperimen B. Keputusan Eksperimen B menunjukkan nilai SGR iaitu antara 2.5–2.8%/ hari.

Keputusan Ekperimen B ini menunjukkan nilai SGR yang tidak jauh bezanya seperti yang dilaporkan oleh Hernández-Vergara et al. (2003) iaitu sekitar 2.5–2.6%/hari dengan kadar penebaran 5 ekor/m<sup>2</sup> dan saiz awal 4.0 g seekor. Kadar tumbesaran, SGR yang lebih rendah iaitu 1.2 ± 0.3%/hari dilaporkan oleh Manor et al. (2002) bagi sistem ternakan secara individu. Kadar penebaran sebanyak 10 ekor/besen adalah lebih baik daripada segi tumbesaran dan kadar hidup berbanding 30 ekor/besen menggunakan model ternakan ini. Berdasarkan keputusan daripada Eksperimen B menunjukkan model ternakan ini dengan kadar penebaran 29 ekor/m<sup>2</sup> atau 10 ekor/besen adalah lebih baik, berbanding yang dicadangkan iaitu di antara 5 - 15 ekor/m<sup>2</sup> (Jones & Ruscoe, 2000) dan mampu memberi kadar tumbesaran serta kadar hidup yang lebih tinggi.

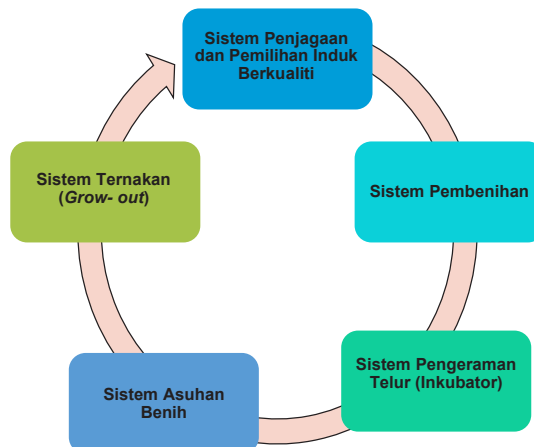
Model ternakan ini ditempatkan di dalam bilik makmal yang bertutup dan berbumbung sepanjang tempoh kajian dijalankan. Kadar tumbesaran ini mungkin berbeza sekiranya model ini ditempatkan di ruang yang terdedah kepada sinaran matahari berbanding dengan ruang tertutup. Ini adalah kerana terdapat laporan kajian yang menunjukkan kesan positif pendedahan cahaya matahari terhadap

tumbesaran dan metamorfosis udang (Abeel et al., 2019).

Kos untuk menghasilkan model ternakan ini bergantung kepada bajet pengusaha. Bahan untuk pembuatan rak bagi meletakkan besen boleh diubahsuai mengikut modal masing-masing. Pam akuarium dan paip PVC sahaja yang perlu disediakan bagi memastikan sistem aliran air masuk dan keluar berfungsi dengan baik. Anggaran hasil pengeluaran menggunakan model ini adalah sekitar RM 600 – 1000/ pusingan dalam tempoh 6 bulan (90% kadar hidup) bergantung kepada harga pasaran. Keluasan untuk menempatkan satu unit model hanya sekitar 9 m<sup>2</sup> dengan keluasan model ternakan 3.6 x 2.0 m dan juga tambahan untuk tangki pam air sekitar 1 m<sup>2</sup>. Namun begitu, pengeluaran boleh dipertingkatkan dengan menambah bilangan model ini bergantung kepada keluasan kawasan yang ada. Model ternakan ini sesuai digunakan dengan menggunakan sistem tangki besen yang mudah diperolehi dan dipasang. Kadar tumbesaran yang direkod juga setara dengan sistem ternakan yang lain. Model ternakan ini sesuai untuk pemindahan teknologi kepada kumpulan sasar untuk meningkatkan pengeluaran ternakan LAT dan kebarangkalian LAT terlepas ke perairan umum secara tidak sengaja akan dapat dikawal dengan menggunakan sistem ini. Sistem ini juga boleh diketengahkan sebagai salah satu model untuk *urban farming*.

#### 6.4 Unjuran Kos Ternakan

Aktiviti ternakan LAT merangkumi tiga bahagian utama iaitu pembenihan, asuhan dan ternakan. Anggaran kos ini dibuat berdasarkan skala ternakan kecil-kecilan atau industri *backyard*. Aktiviti skala kecil ini lebih mudah diurus supaya pelepasan induk atau benih ke perairan semulajadi dapat dielakkan.



**Rajah 14:** Kitaran hidup lobster air tawar mengikut peringkat ternakan

### 6.4.1 Anggaran kos untuk aktiviti pembenihan: Tempoh 2 bulan

Aktiviti pembenihan melibatkan kos modal untuk penyediaan tangki, pam dan peralatan tangan untuk menguruskan induk dan benih. Seterusnya, kos operasi melibatkan perolehan induk dan makanan untuk induk serta benih. Anggaran kos terlibat untuk aktiviti pembenihan diringkaskan dalam **Jadual 16** di bawah. Pada pusingan pertama pembenihan, dianggarkan hasil adalah negatif kerana perlu menyelesaikan kos modal yang tinggi. Keuntungan hanya akan diperolehi pada pusingan kedua biarpun pembelian induk secara berulang dilakukan. Keuntungan akan menjadi lebih tinggi jika induk yang sama digunakan pada pusingan kedua.

**Jadual 16:** Pengiraan kos bagi aktiviti pembenihan

	RM/Unit	Kuantiti	Jumlah (RM)
<b>Kos Modal</b>			
Tangki plastik kacukan (saiz 450 L)	450.00	4	1800.00
Pam akuarium 150 watt	185.00	4	740.00
Tangki plastik 300 L	300.00	2	600.00
Bakul plastik	10.00	20	200.00
Tukun (PVC)- 3.5 m	10.00	3	30.00
Tukun (netlon) – 20 m x 2 m segulung, saiz mata jaring 1.5 cm x 1.5 cm	120.00	1	120.00
		<b>JUMLAH</b>	<b>3,490.00</b>
<b>Kos Operasi</b>			
Induk jantan (10.0 cm)	8.00	10	80.00
Induk betina (ada telur)	20.00	40	800.00
Pelet udang Starter (25 kg)	180.00	1 beg	180.00
Makanan tambahan/ hidup (kacang hijau/soya/jagung)	8.00- 10.00/kg	1 kg	10.00
Elektrik (150 watt)	0.218/ kwh	60 hari	188.00
		<b>JUMLAH</b>	<b>1,258.00</b>
<b>Jualan</b>			
Saiz 2.5 cm	1.00	30 x 150 ekor	<b>4,500.00</b>
<b>Keuntungan</b>			
Pusingan pertama		4,500.00 - 4,748.00	-248.00
Pusingan kedua		4,500.00-1,258.00	<b>3,242.00</b>

### 6.4.2 Anggaran kos untuk aktiviti asuhan dan ternakan

Asuhan benih LAT dijalankan menggunakan benih bersaiz 2.5-5.0 cm dengan kadar penebaran 30 ekor/besen atau 78 ekor/m<sup>2</sup> dengan penggunaan tukun netlon dalam besen asuhan. Penggunaan air adalah minima kerana menggunakan sistem aliran semula air. Sistem pengudaraan pula menggunakan pergerakan air masuk ke besen asuhan tanpa sistem pengudaraan berasingan. Pam air menggunakan *rotary pump* akuarium berkuasa 150-watt digunakan untuk sistem

modular dengan 16-unit besen. Anggaran keseluruhan kos asuhan dan ternakan dalam tempoh dua bulan dan tambahan tiga bulan untuk ternakan diperincikan dalam **Jadual 17**. Keuntungan bagi menjalankan aktiviti ternakan hanya akan diperolehi pada pusingan ke empat setelah mengambil kira kos modal untuk membuat sistemnya.

Ternakan menggunakan sistem modular belakang rumah (*backyard*) atau dalam skala kajian ini memberi kadar tumbesaran yang lebih rendah berbanding sistem ternakan secara konvensional di dalam kolam tanah. Pendekatan penggunaan sistem *urban farming* ini memberi peluang untuk pengusaha di bandar menjalankan aktiviti ternakan LAT berskala kecil dan sederhana bergantung kepada kapasiti tangki yang digunakan. Pengiraan kos untuk ternakan LAT dalam tangki adalah berdasarkan jumlah maksimum satu set model dengan benih permulaan sekitar 480 ekor benih. Contoh yang diberikan adalah berdasarkan apabila benih yang diasuh pada peringkat awal akan diteruskan ke peringkat ternakan bagi mendapatkan harga jualan yang lebih tinggi, menggunakan sistem tangki yang sama dengan asuhan. Keuntungan hanya akan diperolehi selepas ternakan bagi pusingan ke tiga. Penggunaan tangki yang lebih besar mampu memberi kadar tumbesaran yang lebih baik berbanding tangki kecil dan kos pengurusan juga berbeza.

**Jadual 17:** Pengiraan kos bagi aktiviti asuhan dan ternakan

Asuhan dan ternakan	RM/ Unit	Kuantiti	Jumlah (RM)
<b>Kos Modal</b>			
Besen 70 cm	45.00	16	480.00
Pam akuarium 150 watt	185.00	1	185.00
Tangki plastik 300 L	300.00	1	300
Rak aluminium	pukul		2,000
Tukun (netlon) – 20 m x 2 m segulung, mesh size 1.5 cm x 1.5 cm	120	1	120.00
		<b>Jumlah</b>	<b>3,085.00</b>
<b>Kos operasi</b>			
Benih (kadar tebaran 30 ekor per bekas)	1.00	480	480.00
Pelet udang Starter (25 kg)	180.00	1 beg	180.00
Elektrik (150 watt)	0.218/ kwh	60 hari	47.00
		<b>Jumlah</b>	<b>707.00</b>
		<b>Jumlah total</b>	<b>3,792.00</b>
<b>Jualan</b>			
Saiz 15 - 18 g (kadar hidup = 70%) *	5.00/ ekor	80% x 480 = 384	1,920.00
<b>Untung</b>			
Pusingan pertama		1,920.00 – 3,792.00	-1,872.00
Pusingan ke dua		1,920.00 – 1,872.00 - 707.00	-659.00
Pusingan ke tiga		1,920.00 – 1,872.00 – 707.00	554.00

\*Purata kadar hidup peringkat asuhan dan ternakan

## 6.5 Taburan spesies asing akuatik invasif (termasuk *Cherax quadricarinatus*) di Sungai Perai Pulau Pinang: Satu penilaian impak awalan

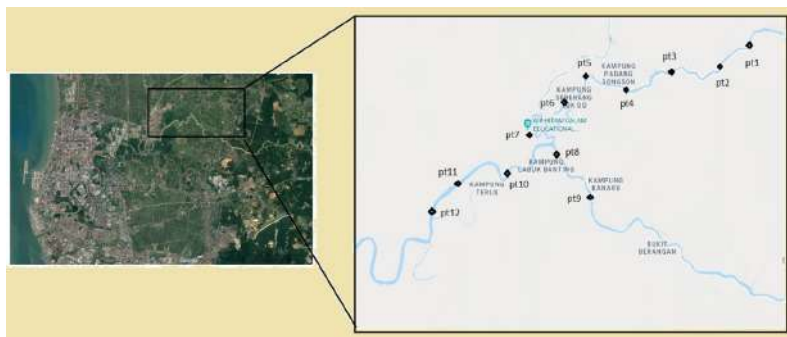
### Pengenalan

Sungai Perai/ Prai adalah sungai terpanjang di Pulau Pinang dengan jarak melebihi 20 kilometer. Air sungai ini mengalir ke barat iaitu ke sebelah selatan Selat Pulau Pinang bermula dari Daerah Kulim di Kedah. Ianya merupakan sempadan daerah semulajadi yang memisahkan Seberang Perai Utara dan Seberang Perai Tengah. Kawasan sungai ini adalah kawasan paya gambut yang menyimpan pelbagai khazanah kepelbagaian hidupan flora dan fauna.

Sungai Perai dikenali sebagai antara lubuk 'udang galah sepit biru' yang terkenal di kalangan nelayan tempatan, juga kaki pancing. Semenjak beberapa tahun kebelakangan ini nelayan-nelayan terbabit telah mengalami kemerosotan hasil tangkapan. Majoriti nelayan di sungai tersebut menjadikan udang galah antara hasil tangkapan utama. Dalam tahun 2017, terdapat laporan mengenai isu spesies akuatik asing di Sungai Perai, Pulau Pinang yang mengganggu pendapatan nelayan. IPP Glami Lemi telah mengambil inisiatif untuk menyiasat aduan ini. Satu kajian telah dijalankan untuk menentukan taburan spesies hidupan akuatik di perairan Sungai Perai terutamanya komposisi spesies ikan asing invasif di sini

### Kaedah

Persampelan telah dilakukan sebanyak dua kali, pada bulan April dan Julai 2018 untuk melihat taburan spesies yang hadir di Sungai Perai. Sebanyak 12 stesen persampelan telah dikenalpasti di sepanjang sungai (**Rajah 15**). Sebanyak 4 peralatan digunakan untuk menangkap hidupan akuatik di sungai ini iaitu jaring bersaiz mata 2.5, 3.8, 5.1, 7.6 dan 10.2 cm, jala, belat serta bubu (kambang). Ia dipasang dan diperiksa setiap 12 jam selama 3 hari (72 jam) berturut-turut. Setiap sampel yang dikutip diukur jumlah panjang (cm) dan berat (g) untuk dianalisis.



Rajah 15: Lokasi kajian dan stesen persampelan



(A)



(B)



(C)



(D)

Foto 17: Empat peralatan yang digunakan untuk menangkap hidupan akuatik iaitu (A) jaring, (B) jala; (C) bubu (kambang) dan (D) belat.

### Keputusan

**Jadual 16** menyenaraikan komposisi ikan yang ditemui di Sungai Perai. Sebanyak 21 spesies ikan direkodkan daripada 16 famili. Secara umumnya sebanyak 15 spesies tempatan daripada 12 famili ditemui di 12 stesen yang dipilih, manakala terdapat tujuh spesies asing (daripada 6 famili berlainan) telah direkodkan. Spesies asing LAT (*C. quadricarinatus*) mencatat bilangan tangkapan dan peratus paling tinggi dengan bilangan,  $n=508$  (45.4%), diikuti udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) ( $n=350$ , 31.3%) dan ketam padi ( $n=151$ , 13.5%). Saiz LAT yang paling kerap ditemui adalah antara 10-20 g ( $n=103$ ), 21-30 g ( $n=96$ ) dan 31-50 g ( $n=71$ ) (**Rajah 16**). LAT betina paling kerap ditemui ( $n=351$ ) berbanding LAT jantan ( $n=146$ ) dan 11 (3.1%) daripada LAT betina adalah betina yang bertelur (**Rajah 17, Foto 18**).

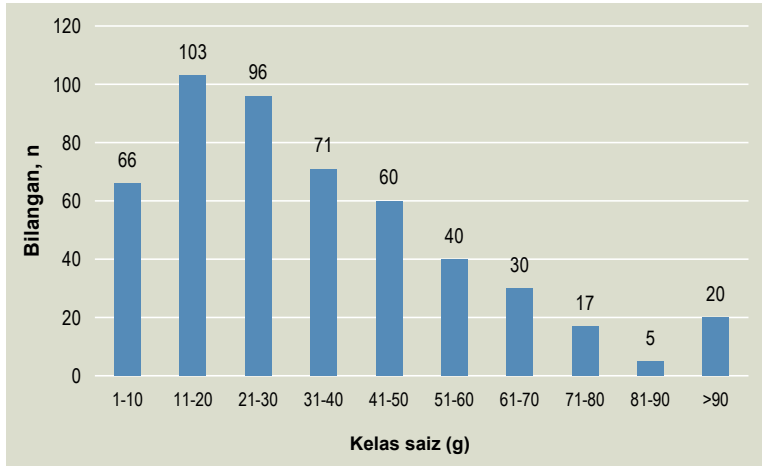
Indeks Kepelbagaian Spesies Shannon (*Shannon Diversity Index/ Shannon Wiener Index*) yang disimbulkan sebagai  $H'$  di Sungai Perai adalah pada 1.47. Indeks  $H'$  adalah satu kaedah untuk mengukur kepelbagaian spesies dalam satu-satu komuniti. Lebih tinggi nilai  $H'$  bermaksud lebih tinggi kepelbagaian spesies dalam komuniti tersebut dan lebih rendah nilai  $H'$ , menunjukkan kepelbagai yang rendah. Sekiranya nilai  $H'$  bersamaan 0, ini bermaksud komuniti tersebut mempunyai hanya satu spesies sahaja. Keputusan ini mencadangkan kepelbagaian spesies di Sungai Perai masih lagi tinggi. Selain

itu, keputusan Indeks Kesamarataan Spesies (*Pielou's Evenness Index*) Sungai Perai mencatatkan nilai 0.47. Pielou's evenness adalah indeks yang mengukur kepelbagaian dan kekayaan spesies secara sekaligus. Kekayaan spesies adalah bilangan pelbagai spesies berbeza dalam sesuatu kawasan manakala kesamarataan pula adalah hitungan bilangan individu dalam setiap spesies di dalam sesuatu kawasan. Nilai Indeks Kesamarataan Spesies berjulat daripada 0 (tiada kesamarataan) hingga 1 (kesamarataan sempurna). Nilai Indeks Kekayaan Spesies (*Margalef's Richness Index*) ( $D_{Mg}$ ) pula dicatatkan pada 6.89.  $D_{Mg}$  adalah pengukuran kepelbagaian spesies dalam sesuatu kawasan atau sampel yang dikira berdasarkan spesies yang muncul dan jumlah individu keseluruhan spesies yang muncul.

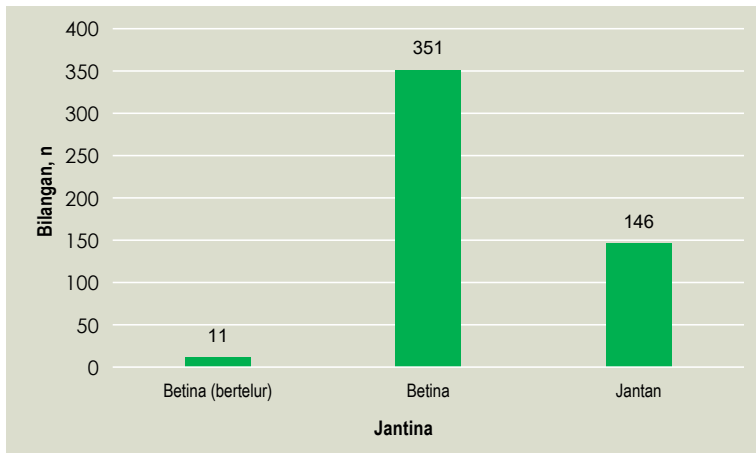
Kajian ini memberi maklumat dan gambaran awal mengenai komposisi dan taburan ikan di Sungai Perai, di mana spesies asing lobster air tawar adalah yang dominan dan populasinya menunjukkan pembiakan yang agak selesa. Sifat *C. quadricarinatus* yang mempunyai toleransi tinggi terhadap perubahan kualiti air menyebabkan ia mampu membiak dengan mudah. Sifatnya yang mempertahankan kawasan/ wilayah memberi saingan kepada spesies tempatan iaitu udang galah daripada segi ruang dan makanan. Keputusan kajian mencadangkan walaupun kepelbagaian spesies masih lagi tinggi di Sungai Perai namun taburan spesies adalah kurang sekata.

**Jadual 16:** Komposisi ikan di Sungai Perai pada tahun 2018

Nama Tempatan	Nama Saintifik	Famili	No of individual (n)	Peratus
Bandaraya	<i>Hypostomus plecostomus</i>	Loricariidae	29	2.59
Belungkor pasir	<i>Pseudogobiopsis oligactis</i>	Gobiidae	1	0.09
Bulan	<i>Megalops cyprinoides</i>	Megalopidae	4	0.36
Lobster air tawar	<i>Cherax quadricarinatus</i>	Parastacidae	508	45.40
Haruan	<i>Channa striata</i>	Channidae	7	0.63
Keli Afrika	<i>Clarias gariepinus</i>	Clariidae	13	1.16
Keli Bunga	<i>Clarias macrocephalus</i>	Clariidae	3	0.27
Ketam padi	<i>Sayamia sexpunctata</i>	Gecarcinucidae	151	13.49
Ketutu	<i>Oxyeleotris marmorata</i>	Eleotridae	8	0.71
Lampam Jawa	<i>Barbonymus gonionotus</i>	Cyprinidae	9	0.80
Patin	<i>Pangasius sp.</i>	Pangasiidae	2	0.18
Puyu	<i>Anabas testudianus</i>	Anabantidae	4	0.36
Selat	<i>Notopterus notopterus</i>	Notopteridae	10	0.89
Tebal sisik	<i>Barbodes binotatus</i>	Cyprinidae	1	0.09
Terbul	<i>Osteochilus vittatus</i>	Cyprinidae	4	0.36
Tilapia hitam	<i>Oreochromis niloticus</i>	Cichlidae	10	0.89
Udang galah	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	Palaemonidae	350	31.28
Red cichlid	<i>Amphilophus citrinellus</i>	Cichlidae	1	0.09
Enge enge	<i>Mystus singaringan</i>	Bagridae	2	0.18
Belut	<i>Monopterus albus</i>	Synbranchidae	1	0.09
Baung sungai	<i>Hemibagrus nemurus</i>	Bagridae	1	0.09



**Rajah 16:** Kelas-kelas saiz LAT yang ditemui di Sungai Perai



**Rajah 17:** Jantina LAT yang direkodkan di semua stesen persampelan di Sungai Perai






Foto 18: Sampel LAT yang ditemui di Sungai Perai

### Kesimpulan


Sungai Perai didapati didominasi oleh spesies invasif *C. quadricarinatus*. Kajian selanjutnya perlu bagi menilai kesan kehadiran spesies ini terhadap ekosistem Sungai Perai. Dikhawatiri jika perkara ini tidak ditangani dengan baik, ia akan memberi kesan kepada populasi udang galah di Sungai Perai pada masa hadapan.


## 6.6 Kajian impak LAT yang ditanak bersama udang galah dalam kolam tanah




**International Fisheries Symposium 2011**  
3-7 October 2011

“Penyelidikan & Penyelidikan Perikanan in South East Asia”






### STUDY ON THE IMPACT OF AUSTRALIAN REDCLAW CRAYFISH ON LOCAL MALAYSIAN GIANT FRESHWATER PRAWN CULTURED IN EARTHEN TANK CONDITION



**Redclaw crayfish**

Norhanizan Sahidin and Siti Azamah Mustapha  
Freshwater Fisheries Research Division  
FR1 Glani Lemi,  
71650 Titi, Jelebu, N.Sembilan.  
Email: norhanizan@gmail.com



**Giant freshwater prawn**

#### Introduction:

- Redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) – native to Australia; price in local market is RM 50.00/kg
- Giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) – native to Malaysia; price in local market is RM 45.00/kg
- High demand for the redclaw attracts farmers to culture the prawn locally.
- Research objective is to study the impact of redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) on giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) when cultured together.

#### Materials and Methods:

3 types of culture: a) monoculture of giant freshwater prawn, b) monoculture of redclaw crayfish and freshwater prawn, c) monoculture of freshwater prawn. 30 individuals/tank, initial average weight for redclaw: 10 g, giant freshwater prawn: 7 g

Each tank (9.5m<sup>2</sup>) was planted with the aquatic plant *Fimbristylis nil*. Culture duration was 40 days. All shrimp feeding was done twice daily.

Final weights and observations on plant condition were taken after 40 days.




Figure 1. Diagram of the recirculating culture system

**Results:**

Table 1. Results of percentage weight gain of cultures after 40 days.

	Tank 1	Tank 2	Tank 3	Tank 4	Tank 5	Tank 6
Crayfish	37.90	0	76.38	129.77	0	43.45
Giant freshwater prawn	0	61.53	62.64	39.61	91.76	0

**Discussions:**

- Each tank was planted with the aquatic plant *Fimbristylis nil*. After 40 days, burrows were detected under the aquatic plants in the redclaw crayfish culture tanks.
- Average weight after 40 days: tank 1 - redclaw crayfish 18.08g; tank 2 - giant freshwater prawn 10.18 g; tank 3 - redclaw crayfish 18.30 g and giant freshwater prawn 14.8 g; tank 4 - redclaw crayfish 23.85 g and giant freshwater prawn 11.56 g; tank 5 - giant freshwater prawn 9.78 g; and tank 6 - redclaw crayfish 17.53 g. Research were also done on polyculture system for redclaw crayfish and Nile tilapia as reported in David (1998) and Ponre- Marhan et al. (2006).
- Study by David (1998) showed that after 135 days culture, average weights were 76 g in monoculture and 48 g in both poly culture treatments (with tilapia). This showed that the weight of redclaw crayfish were low when culture with more aggressive animals such as tilapia.

**Conclusions:**

- The results showed that redclaw crayfish had better weight gain than giant freshwater prawn when cultured together.
- A possible synergistic effect was that both species seemed to grow better when cultured together.
- The redclaw crayfish's habit of burrowing under the plants would have a negative impact on the plants and the surrounding.




Plate 1. Aquatic plants *Fimbristylis nil* were planted in all 6 tanks





Plate 2. Aquatic plants *Fimbristylis nil* were spotted with big burrows under all the plants in tanks with redclaw.

**References:**

- Rosas, D. B and Kahn, B.M. (1998). Production of Australian Red Claw *Cherax quadricarinatus* in Polyculture with Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, Volume 29, Issue 3, pages 340-344.
- Ponre- Marhan, D, Hernandez, J.M, Garcia-Leyva, E. (2006) Stimulating the economic viability of Nile tilapia and Australian redclaw crayfish polyculture in Tuxtla, Mexico. *Aquaculture*, Volume 261, Issue 1, 16 November 2006, Pages 151-159



Kementerian Pertanian, Perikanan dan Kehutanan

## PENUTUP

Lobster air tawar ini menyajikan spesies alternatif untuk industri akuakultur terutama kepada penternak kecil-kecilan kerana beberapa kelebihan yang ada pada spesies udang air tawar asing ini. Di antara kelebihan LAT ini berbanding spesies asli udang galah Malaysia ialah ia boleh membiak tanpa memerlukan air masin serta tidak memerlukan pengudaraan yang intensif. Ia boleh hidup selama beberapa jam tanpa air atau hanya memerlukan keadaan yang lembab sahaja untuk pengangkutan.

Walau bagaimanapun, spesies ini mempunyai beberapa keburukan jika ditenak tanpa kawalan yang ketat. Ia mudah membiak dan boleh menyesuaikan diri di dalam keadaan yang baru, yang menyebabkan ia dapat mendominasi kawasan parit atau sungai apabila terlepas daripada kolam ternakan. Ini adalah kerana ia mempunyai sifat boleh mengorek tanah dan boleh berjalan di atas tanah tanpa air. Dengan pertambahan jumlah penternak lobster air tawar dalam industri akuakultur dan akuarium populasi *Cherax quadricarinatus* invasif ini boleh ditemui dengan banyak di tasik, sungai kecil atau berarus perlahan, dan parit di beberapa lokasi di Malaysia terutamanya berdekatan dengan kawasan ternakannya. Oleh itu, setiap pengusaha LAT atau yang memperolehi spesies ini untuk tujuan dijadikan hiasan, perlu bertanggungjawab dan mematuhi panduan yang telah disediakan oleh Jabatan Perikanan Malaysia bagi menjaga biodiversiti perairan umum Malaysia. Semua pihak perlu memastikan penyebaran spesies ini ke perairan umum tidak berlaku atau terkawal supaya udang atau ikan asli kita tidak menjadi pupus disebabkan kehadiran udang asing ini.

## RUJUKAN

- Abeel et al. (2019). Effect of Photoperiod on Juvenile Redclaw (*Cherax quadricarinatus*) Performance in a Closed Aquaculture System. Uppsala University-Campus Gotland.
- Abidin et al. (2023). Nutritional composition and antioxidant activity of freshwater lobster in Malaysia: a short review. *Asian Journal of Chemistry*, 35(2): 1-4.
- Adegbusi et al. (2022). Evaluation of nutritional quality of complementary foods formulated from blends of Nigerian yellow maize (*Zea mays*), soybean (*Glycine max*) and crayfish (*Procambarus clarkii*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 07
- Ahyong & Yeo (2007). Feral populations of the Australian red-claw crayfish (*Cherax quadricarinatus* von Martens) in water supply catchments of Singapore. *Biological Invasions*, 9: 943-946.
- Alimon et al. (2003). Polyculture of red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) with plants in a recirculated hydroponics system. In *The Proceedings of the 25th Malaysian Society of Animal Production Annual Conference: Natural Products and Nutraceuticals in Animal Production*, Melaka (Malaysia).
- Alderman et al. (1987). *Aphanomyces astaci* pathogenicity under laboratory and field conditions. *Journal of Fish Diseases*, 10:385-393
- Anderson & Prior (1992). Baculoviral infections in the mud crab, *Scylla serrata*, and a freshwater crayfish, *Cherax quadricarinatus*, from Australia. *Journal of Invertebrate Pathology*, 60:265–273.
- Azri-Shah et al. (2023). First molecular identification of *Craspedella pedum* (Cannon and Sewell, 1995) infestation on wild and cultured *Cherax quadricarinatus* in Malaysian freshwaters. *Regional Studies in Marine Science*. 63: 103028.
- Barki et al. (2006). Growth of redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in a three-dimensional compartments system: Does a neighbor matter? *Aquaculture*, 252: 348-355.
- Baudry et al. (2021). Mapping a super-invader in a biodiversity hotspot, an eDNA-based success story. *Ecological indicators*. 126.
- Blaha et al. (2016). Unrecognized diversity in New Guinean crayfish species (Decapoda, Parastacidae): The evidence from molecular data. *Integrative Zoology*, 11: 457–468.
- Bowater et al. (2002). A parvo-like virus in cultured redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* from Queensland, Australia. *Diseases of Aquatic Organisms*, 50: 79-86.
- CABI (2021, June 10). *Cherax quadricarinatus* (redclaw crayfish) Datasheet.
- Chandra & Gerhardt (2008). Invasive species in aquaticecosystems: Issue of global concern. *Aquatic Invasions*. 3 (1):1-2.
- Crandall & Buhay (2008). Global diversity of crayfish (Astacidae, Cambaridae, and Parastacidae - Decapoda) in freshwater. *Hydrobiologia* 595(1): 295–301.
- Dali et al. (2021). Genetic diversity of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* von Martens 1868 using 16S mitochondrial DNA marker. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 919(1): 012023.
- Dali et al. (2023). Predicting *Cherax quadricarinatus* habitat distribution patterns through the usage of GIS and eDNA analysis in Terengganu, Malaysia. *Sains Malaysiana*, 52(2): 343-354.
- Dali et al. (2023a). Genetic variability of wild populations of invasive redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) von Martens 1868 across Peninsular Malaysia. *Malaysian Applied Biology*, 52(1): 35-42.
- Eaves & Ketterer (1994). Mortalities in red claw crayfish *Cherax quadricarinatus* associated with systemic *Vibrio mimicus* infection. *Diseases of Aquatic Organisms*, 19: 233-237.
- Edgerton et al (1996). Systemic infection of freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus* by

hymenostome ciliates of the *Tetrahymena pyriformis* complex. *Diseases of Aquatic Organisms*, 27: 123-129.

Edgerton & Prior (1999). Description of a hepatopancreatic rickettsia-like organism in the redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 36: 77-80.

Edgerton et al. (1994). Description of a small dsRNA virus from freshwater crayfish, *Cherax quadricarinatus*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 18: 63–69.

Edgerton et al. (2000). Description of a presumptive hepatopancreatic reovirus and a putative gill parvovirus in the freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 41:83–90.

FAO (2021). [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Cherax\\_quadricarinatus/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Cherax_quadricarinatus/en) (diakses pada 10 Jun 2021)

FAO. 2023. Fishery and Aquaculture Statistics. Global aquaculture production 1950-2021 (FishStatJ). In: FAO Fisheries and Aquaculture Division [online]. Rome. Updated 2023. [www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en](http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en)

Fatihah & Chen (2022). Determine the growth performance of redclaw, *Cherax quadricarinatus* in aquaponics system. *Politeknik & Kolej Komuniti. Journal of Social Sciences and Humanities*, 7(1): 96-102.

Fatihah et al. (2020). Effect of substrate on growth, survival and molting in juvenile red claw, *Cherax quadricarinatus*, [Preprints.org, 2020090163](https://preprints.org/2020090163)

Folmer et al. (1994). DNA primers for amplification of mitochondrial Cytochrome C oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 3: 294-9.

Geiger et al. (2005). Impact of an introduced crustacean on the trophic webs of Mediterranean wetlands. *Biological Invasions*, 7(1): 49–73.

Hamid et al. (2003). Polyculture of red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) with plants in a recirculated hydroponics system. *Proceedings of the 25th Malaysian Society of Animal Production Annual Conference: Natural Products and Nutraceuticals in Animal Production*, Melaka (Malaysia).

Hassan et al. (2022a). Morphological and molecular identification of *Diceratocephala boschmai* Baer, 1953 and *Decadidymus* sp. Cannon, 1991 on wild and cultured environment of *Cherax quadricarinatus* in Malaysia. *BioInvasions Records*, 11(2): 495-509.

Hassan et al. (2022b). Prevalence of temnocephalids on cultured and wild *Cherax quadricarinatus* in Malaysia. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*.

Haubrock et al. (2021). The redclaw crayfish: A prominent aquaculture species with invasive potential in tropical and subtropical biodiversity hotspots. *Reviews in Aquaculture*, 13:1488–1530.

Hayakijkosol et al. (2017). Case report of bacterial infections in a redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) hatchery. *Aquaculture*, 475: 1-7.

Herbert (1987). Notes on diseases and epibionts of *Cherax quadricarinatus* and *C. tenuimanus* (Decapoda: Parastacidae). *Aquaculture* 64: 165-173.

Hernández-Vergara et al. (2003). Effects of dietary lipid level and source on growth and proximate composition of juvenile redclaw (*Cherax quadricarinatus*) reared under semi-intensive culture conditions. *Aquaculture*, 223(1–4): 107–115.

Holdich & Lowery (1988). *Freshwater crayfish: biology, management and exploitation*. London: Croom Helm

Holdich (1993). A review of astaciculture: freshwater crayfish farming. *Aquatic Living Resources*, 6 (4): 307 - 317.

Huner, J.V. (2002). A brief description of the burrows of the commercial procambarid crayfishes in Louisiana research and demonstration ponds. *Freshw. Crayfish*, 13: 247–252.

Idrus et al. (2021). Length-weight relationship and condition factor of Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) from three locations in Peninsular Malaysia. *Bioscience Research*, 18: 413-420.

Jamil et al. (2022). Effects of different mineral inclusions in anchovy byproduct based feeds on growth performance of red claw crayfish, *Cherax quadricarinatus*. *Malaysian Applied Biology*, 51(3): 137-145

Johan et al. (2012). Morphological characteristics of freshwater crayfish from natural habitat in Sarawak, Malaysia. *International Biological Symposium Sustainable Management of Bio-Resources*, 11-12th June 2012, Residence Hotel, Selangor Malaysia, University Putra Malaysia, pp 114–115

Jones & Ruscoe (2000). Assessment of stocking size and density in the production of redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (Von Martens) (Decapoda: Parastacidae), cultured under earthen pond conditions. *Aquaculture*, 189: 63-71.

Junaid et al. (2018). Effects of stocking density on growth and survival of bicultured red claw crayfish *Cherax quadricarinatus* (Von Martens 1868) with lemon fin barb hybrid in recirculating aquaculture system. Paper presented in the 8th International Agriculture Congress 2018 And 6th International Symposium for Food & Agriculture 2018 (8th Iac – 6 Th Isfa 2018)

Ketterer et al. (1992) Systemic rickettsialike infection in farmed freshwater crayfish, *Cherax quadricarinatus*. In: Shariff M, Subasinghe RP, Arthur JR (eds) *Diseases in Asian aquaculture I*. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila, p 173-179

Laurent (1997). Crayfish introductions into France & in the world, history & consequences. *Bulletin français de la pêche et de la pisciculture (En ligne)*, 344/ 45: 345-356.

Lawrence & Jones (2002). *Cherax*. In: Holdich DM (ed), *Biology of freshwater crayfish*. Blackwell Science, United Kingdom: 645–666.

Light et al. (1995). Decline of the shasta crayfish (*Pacifastacus fortis* Faxon) of Northeastern California. *Conservation Biology*, 9: 1567-1577.

Lim et al. (2020). Characterization and identification of bacteriocin-like substances producing lactic acid bacteria from the intestine of freshwater crayfish, *Cherax quadricarinatus*. *International Journal of Aquatic Science*, 11(1): 52-60.

Lodge et al. (2000). Nonindigenous crayfishes threaten North American freshwater biodiversity: Lessons from Europe. *Fisheries*, 25(8), 7–20.

Lodge et al. (2012). Evaluating the impact of species invasions on ecosystem services. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 43(1), 449–472.

Manor et al. (2002). Intensification of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* culture: II. Growout in a separate cell system. *Aquacultural Engineering*, 26 (4): 263-276.

Morningstar et al. (2020). The first occurrence of the Australian redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (Von martens, 1868) in the contiguous United States. *BiolInvasions Records*, 9(1): 120–126.

Naqiuddin et al. (2016). The spread of the Australian redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus* von Martens, 1868) in Malaysia. *Journal of Sustainability Science and Management*, 11(2):31-38

Norshida et al. (2021) First wild record of Australian redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) in the East Coast of Peninsular Malaysia. *Bioinvasions Rec*, 10 (2): 360–368.

Owens & McElnea (2000). Natural infection of the redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* with presumptive spawner-isolated mortality virus. *Diseases of Aquatic Organisms*, 40: 219–223.

Patoka et al. (2016). *Cherax quadricarinatus* (von Martens) has invaded Indonesian territory west of the Wallace Line: Evidences from java. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, (417): 39.

Patoka et al. (2018). Redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868), widespread throughout Indonesia. *BiolInvasions Records*, 7(2): 185–189.

- Romero & Jimenez (2002). Histopathological survey of diseases and pathogens present in redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (Von Martens), cultured in Ecuador. *Journal of Fish Diseases*, 25(11), 653–667.
- Saad et al. (2003). Effect of dietary protein energy ratio on reproduction performance of red claw crayfish *Cherax quadricarinatus* broodstock. Proceedings of the 25th Malaysian Society of Animal Production Annual Conference: Natural Products and Nutraceuticals in Animal Production, Melaka (Malaysia).
- Sahidin et al. (2011). Study on the impact of Australian redclaw crayfish on local Malaysian giant freshwater prawn cultured in earthen tank condition. In International Fisheries Symposium (2011), "Towards A Sustainable Fisheries in South East Asia", 3-5 October 2011 at Permai Hotel Kuala Terengganu, Malaysia (Poster).
- Scholtz et al. (2003). Parthenogenesis in an outsider crayfish. *Nature*, 421(6925): 806–806.
- Shahroom et al. (2023). Effects of eggshell and seashell powder as natural dietary calcium supplements on growth, molting frequency, and carapace calcium composition of juvenile red claw crayfish, *Cherax quadricarinatus*. *PeerJ* 11: e15449 <https://doi.org/10.7717/peerj.15449>
- Shun et al. (2020). The exploration of artificial incubation of *Cherax quadricarinatus* eggs. *Aquaculture*, 529, 735576.
- Souty-Grosset et al. (2006). Atlas of crayfish in Europe. *Publ. Scientifiques du Muséum National d'Histoire Naturelle*.
- Syahidah & Owens (2020). Histopathology of mixed infections in redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) tissues. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(2): 207-213.
- Tanimura et al. (2013). Distribution of cellulase activities in acetes shrimps living in the Matang mangrove forest reserve, Malaysia. *Malaysian Journal of Science*, 32(3): 1–10.
- Taylor et al. (2019). Towards a cohesive strategy for the conservation of the United States' diverse and highly endemic crayfish fauna. *Hydrobiologia*, 846(1): 39–58.
- Tee et al. (2022). Comparative study on the nutritional content and physical attributes of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) and redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) meats. *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1695209/v1>
- The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. (2022). In *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022*. FAO.
- Unestam (1972). On the host range and origin of the crayfish plague fungus. *Drottningholm: Institute of the Freshwater Research*:192-198
- Victor & Pahirulzaman (2020). Molecular identification of fungi isolated from infected redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus*. *IOP Conference Series*, 596(1), 012092.
- Weiperth et al. (2019). Risk assessment of pet-traded decapod crustaceans in Hungary with evidence of *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) in the wild. *North-Western Journal of Zoology*, 15. e171303.
- Wingfield (2008). An updated overview of the Australian crayfish farming industry. *Freshwater Crayfish*, 16(1):15-17.
- Xu et al. (2016). Isolation and preliminary characterization of a new pathogenic iridovirus from redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 120(1): 17–26.
- Zanudin et al. (2022). Development of fog detector and pH level monitoring for lobster's farming. *Progress in Engineering Application and Technology*, 3(2): 399–411.



## **INSTITUT PENYELIDIKAN PERIKANAN (FRI)**

11960 Batu Maung, Pulau Pinang.

**TEL:** (604) 626 3925 / 26

**FAKS:** (604) 626 2210

**Website:** [www.dof.gov.my](http://www.dof.gov.my)

<http://fri.dof.gov.my>