



LAPORAN R&D MAKANAN AKUAKULTUR RMK-11



© Institut Penyelidikan Perikanan (FRI) Malaysia 2021

Hak Cipta Terpelihara. Tidak dibenarkan mengeluarkan 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 publication 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.

Perpustakaan Negara Malaysia

Data Pengkatalogan-dalam-Penerbitan

LAPORAN R&D MAKANAN AKUAKULTUR RMK-11. Laporan disediakan oleh: Mohammed Suhaimee Abd Manaf, Wan Norhana Md Noordin, Saadiah Ibrahim, Shaharah Mohd Idris, Hanan Mohd Yusof, Ahmad Daud Om, Teoh Pik Neng

ISBN 978-967-2946-15-1

1. Aquaculture Industry--Research.
 2. Fishes--Feeding and feeds--Research.
 3. Fishes--Food--Research.
 4. Government publications--Malaysia.
 5. Judul.
- 639.8072

Diterbitkan oleh/Published by:

INSTITUT PENYELIDIKAN PERIKANAN
Fisheries Research Institute (FRI)
11960 Batu Maung, Pulau Pinang
Tel: +604-6263925
Faks: +604-6262210
E-mel: fri_helpdesk@dof.gov.my

KANDUNGAN

	Halaman
Kata-kata Aluan Pengarah Kanan Penyelidikan	iii
Bab 1: Pengenalan	1
Bab 2: R&D Makanan Induk	15
Bab 3: R&D Makanan Ternakan	46
Bab 4: R&D Makanan Hidup	86
Bab 5: Output R&D Makanan Akuakultur:	109
Penerbitan	110
Inovasi	118
Harta Intelekt	140
Pengkomersialan	141
Anugerah	141
Halatuju Penyelidikan Makanan Akuakultur	159
Rujukan	162

KATA-KATA ALUAN PENGARAH KANAN PENYELIDIKAN

Alhamdulillah, segala puji-pujian dan syukur ke hadrat Allah SWT atas kurnia-Nya, buku Laporan R&D Makanan Akuakultur RMK-11 berjaya diterbitkan. R&D makanan ikan beberapa spesies ikan seperti kerapu, siakap, tilapia, udang galah dan udang harimau telah bermula di Institut Penyelidikan Perikanan (FRI), Jabatan Perikanan Malaysia semenjak RMK-9 lagi. Di dalam RMK-11, penyelidikan diteruskan dengan Program R&D yang lebih tersusun dengan tumpuan kepada penghasilan inovasi baharu, pengkomersialan dan kerjasama dengan penternak. Matlamat penerbitan buku ini adalah supaya semua aktiviti yang dijalankan dan output yang dihasilkan direkodkan agar dapat dijadikan panduan dan rujukan pihak-pihak berkepentingan terutama agensi penyumbang dana supaya mereka dapat gambaran lengkap tentang pelaksanaan dan output projek.



Terdapat lima bab di dalam buku ini. Bab pertama adalah bab pengenalan yang berkisar tentang definisi, status dan isu makanan akuakultur di Malaysia. Bab kedua pula menyentuh tentang kajian-kajian yang dijalankan untuk induk udang/ikan. Bab ketiga menghuraikan kajian-kajian yang dilaksanakan pada peringkat asuhan dan ternakan. Dalam bab keempat pula, dikongsikan maklumat kajian berkaitan teknologi penghasilan makanan hidup. Bab kelima pula menyenaraikan semua output projek. Buku ini diakhiri dengan ringkasan hala tuju R&D makanan akuakultur dalam sepuluh tahun akan datang.

Akhir kata, saya sebagai Pengarah Kanan Penyelidikan yang juga merangkap Pengurus Projek Penyelidikan Pembangunan Akuakultur dan Pra-Pengkomersialan RMK-11 ingin mengucapkan syabas dan tahniah kepada semua penyelidik yang telah memberi sumbangan maklumat dan gambar-gambar berkaitan dengan penyelidikan dan pembangunan makanan yang dijalankan. Semoga buku ini dapat menaikkan imej dan prestasi Jabatan amnya serta FRI khususnya sebagai peneraju penyelidikan perikanan.

YBrs Dr Zainoddin Jamari

Pengarah Kanan Penyelidikan

BAB 1

PENGENALAN



PENGENALAN

Makanan Akuakultur

Terma makanan akuakultur (aqua feed) adalah merujuk kepada jenis-jenis makanan yang diberikan kepada ternakan di dalam industri akuakultur seperti makanan segar, makanan hidup dan makanan rumusan.

Makanan segar

Makanan segar merujuk kepada makanan yang diberikan secara terus atau selepas proses penyejukbekuan. Ikan baja merupakan makanan segar yang masih digunakan sebagai makanan untuk peringkat ternakan ikan laut manakala makanan segar seperti ikan segar, sotong, kerang-kerangan dan umpun-umpun pula digunakan bagi peringkat induk ikan laut dan induk udang.

Makanan hidup

Makanan hidup merujuk kepada makanan awal yang diperlukan pada peringkat larva. Terdapat dua jenis makanan hidup utama iaitu, zooplakton dan fitoplakton.

Zooplankton

- fauna atau haiwan mikroskopik atau anak benih haiwan akuatik yang hanyut mengikut arus air sama ada air laut, sungai, tasik atau persekitaran akuatik buatan.
- merupakan organisma heterotrofik yang tidak boleh menghasilkan makanan sendiri dan mesti mendapat nutrien dari organisma lain.
- biasanya menjadi makanan kepada benih ikan, udang, sefalopod dan lain-lain.

Fitoplankton

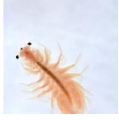
- tumbuhan mikroskopik dalam air laut, sungai, tasik atau persekitaran akuatik buatan atau lebih dikenali sebagai mikroalga.
- wujud dalam bentuk sel tunggal atau berantai.
- bersifat autotrofik, iaitu boleh menghasilkan makanan sendiri dengan menggunakan cahaya matahari, sumber karbon dan makronutrien.

Makanan hidup biasanya diberi terus kepada ikan atau udang. Ia juga boleh diproses terlebih dahulu, selalunya dibekukan supaya mudah untuk dikendalikan, disimpan atau diedar tanpa mengalami sebarang kerosakan. Makanan hidup juga dijual secara komersial. Sebagai contoh makanan hidup yang sering digunakan ditunjukkan dalam rajah.



Mikroalga

- Jenis diatom marin : seperti *Chaetoceros* sp. dan *Thalassiosira* sp.
- Bukan jenis diatom marin - *Chlorella* sp., *Nannochloropsis* sp., *Isochrysis* sp., *Pavlova* sp., *Dunaliella* sp., *Tetraselmis* sp. dan *Rhodomonas* sp.
- Mikroalga air tawar - *Arthrospira* *Cambarensis* atau *spirulina*, *Scenedesmus* sp. dan *Haematococcus* sp.
- Mikroalga untuk pembersihan ikan marin - *Nannochloropsis* sp. dan *Chlorella* sp.
- Mikroalga untuk pemberian udang marin adalah *Chaetoceros* sp. dan *Thalassiosira* sp. terutama pada peringkat protozoa
- Mikroalga untuk temakan moluska (tiram dan siput suudu) : adalah *Isochrysis* sp., *Pavlova* sp. dan *Chaetoceros* sp.



Krustasea

- Krustasea kecil (≤ 1 inci).
- Spesies yang kerap digunakan adalah *Artemia salina*.
- boleh membiak secara ovoviviparous dimana dalam persekitaran yang ekstrem, ia boleh menghasilkan sista dorman.
- Sista boleh menetas semula bila dieram dalam persekitaran yang sesuai seperti *Artemia* yang menetas boleh digunakan sebagai makanan hidup untuk benih ikan dan udang di peringkat mysis.
- boleh diternak sehingga saiz dewasa untuk dijadikan makanan ikan di peringkat asuhan.



Rotifera

- boleh dijumpai di air payau dan air laut.
- 2 spesies utama yang digunakan dalam akuakultur terutama untuk larva ikan marin adalah jenis *S* (*Brachionus rotundiformis*) dan jenis *L* (*Brachionus plicatilis*).
- memakan bahan-bahan organik yang mati atau terurai, alga unisel dan fitoplankton.
- tidak mempunyai nilai nutrisi sendiri tetapi bertindak sebagai pembawa nutrisi daripada alga yang dimakan olehnya kepada larva.
- membiak secara aseksual dan seksual.
- kadar pembiakan cepat berbanding makanan hidup lain
- kemampuan sebagai pembawa nutrisi, membolehkan kimia badannya diubah untuk memenuhi keperluan larva ikan.



Cladoceran

- Juga dikenali sebagai kutu air
- bersaiz kecil, tinggi kandungan nutrisi dan boleh diternak dengan kos yang murah.
- berupaya membiak sendiri secara sendiri (aseksual) atau boleh bersifat parthenogenesis apabila makanan dan kualiti air yang sesuai. Namun, ia boleh beradaptasi membiak secara seksual dan berupaya menghasilkan telur (ephippia) bila persekitaran tidak sesuai (tidak makanan atau pH tidak sesuai).
- merupakan alternatif yang paling sesuai kepada *Artemia* spp.. Namun, *Moina* sp. sering diperolehi dari persekitaran yang kotor seperti kolam kumbahan, parit dan kolam tercemar.

Jenis-jenis makanan hidup

Makanan rumusan

Makanan akuakultur rumusan merujuk kepada campuran beberapa ramuan dalam pecahan komposisi tertentu yang saling melengkapi dan membentuk adunan makanan yang lengkap dan berkhasiat. De Silva dan Hasan (2007) mengkelaskan jenis makanan ikan di Asia kepada empat kumpulan seperti berikut:-



Jenis-jenis makanan akuakultur di Asia

Pelet rumusan lembap merupakan pelet makanan buatan ladang yang diproses dan terus digunakan tanpa melalui proses pengeringan. Kebiasaannya dengan iklim khatulistiwa di Malaysia, pelet rumusan lembap boleh disimpan dan digunakan dalam tempoh 48 jam selepas diproses. Pelet rumusan kering merupakan pelet buatan ladang atau pelet komersial yang telah melalui proses pengeringan. Pelet rumusan kering mempunyai tarikh luput yang lebih lama iaitu diantara 90 hingga 120 hari jika dibungkus dan disimpan dalam keadaan baik

Diet mikro juga adalah makanan akuakultur rumusan khas peringkat larva atau rega yang mempunyai saiz kurang daripada 1.0 milimeter (mm) atau 1,000 mikrometer (um). Diet mikro boleh didapati dalam bentuk cecair dan kering.



Pelet rumusan lembap yang diberi terus kepada ikan tanpa perlu dikeringkan



Pelet rumusan kering



Diet mikro bersaiz kurang daripada 1 mm

Menurut Food and Agriculture Organization (FAO), makanan buatan ladang didefinisikan sebagai makanan, sama ada dalam bentuk pelet atau bentuk lain serta mengandungi satu atau lebih makanan buatan dan/atau makanan asli, yang dihasilkan untuk penggunaan eksklusif aktiviti akuakultur tertentu dan bukan untuk penjualan atau keuntungan komersial. Sisa bahan makanan di dapur juga boleh dianggap sebagai makanan buatan ladang menurut definisi ini kerana ia mengandungi satu atau lebih bahan makanan semula jadi dalam bentuk bukan pelet. Menurut De Silva dan Hasan (2007) pula, makanan buatan ladang adalah campuran bahan-bahan yang telah melalui beberapa langkah pemprosesan (penghancuran, pencampuran, pengadunan dan pemanasan) yang dilakukan sama ada di ladang atau di kilang pemprosesan yang berskala kecil. Kategori makanan ikan jenis ini sering menjadi asas untuk memulakan akuakultur yang berskala separa intensif. Makanan akuakultur komersial pula merujuk kepada semua jenis makanan akuakultur di pelbagai peringkat sama ada pada peringkat induk, benih, asuhan dan ternakan.

Status dan Isu Makanan Akuakultur

Penyelidikan dan pembangunan makanan induk ikan di FRI telah dirancang sejak 2015 dan dilaksanakan berdasarkan pelan Dasar Agromakanan Negara, (DAN) (2011–2020) yang menyasarkan hasil pengeluaran akuakultur (tidak termasuk kerang-kerangan) sebanyak 790 ribu tan metrik (MT) menjelang tahun 2020. Manakala, sasaran pengeluaran di bawah Dasar Pengeluaran Akuakultur 50:50 adalah sebanyak 1.76 juta. Bagi mencapai matlamat ini, dijangkakan keperluan benih ikan dan udang pada tahun 2020 adalah sebanyak 13.6 bilion ekor benih dengan kadar pengeluaran tahunan sebanyak 11.2%.

Sehingga tahun 2018, keperluan makanan akuakultur di Malaysia dianggarkan boleh mencecah sekitar 305,000 MT. Manakala sasaran keperluan makanan menjelang 2020 adalah sebanyak lebih kurang 1.0 juta MT.

Bil	Jenis	Hasil (MT) 2018	FCR*	Keperluan Makanan (MT)	
				2018 #	2020 (Sasaran DAN)
1	Ikan/udang air tawar	104,602	1.5	151,905	448,776
2	Ikan laut	101,934	1.8	90,365 [#]	321,354 ^Ø
3	Udang laut	53,400	1.4	64,278	302,464
	Jumlah			306,548	1,072,594

Sumber: Perangkaan Perikanan (DOF, 2018)

*FCR – Feed Conversion Ratio (Nisbah penukaran makanan)

Andaian 50% guna ikan baja

Ø Andaian penggunaan pelet rumusan secara keseluruhan tanpa ikan baja.

Di Malaysia, terdapat sekitar 80,453 MT makanan yang dihasilkan oleh kilang-kilang tempatan. Manakala, terdapat lebih 211,000 MT yang dihasilkan oleh penternak ikan dan udang dalam bentuk makanan buatan ladang dan selebihnya diimport dari luar negara.

Pengeluar pelet	Jumlah pelet (MT)	
	2018	2025
Kilang tempatan*	80,453	500,000
Buatan ladang	211,509[#]	500,000
Pelet import*	14,586	-
Jumlah keseluruhan	306,548^Ø	1,000,000

Sumber: Perangkaan Perikanan Jilid II 2018.

Anggaran buatan ladang = Jumlah - (hasil kilang tempatan + pelet import)

Biasanya, makanan akuakultur komersial digunakan oleh pengusaha akuakultur ikan berskala sederhana dan besar. Sebilangan kecil sahaja yang menggunakan pelet komersial sepenuhnya. Berbeza pula bagi pengusaha akuakultur udang terutamanya udang marin yang menggunakan pelet komersial sepenuhnya sepanjang tempoh ternakan dijalankan. Pemilihan makanan ini adalah disebabkan oleh harga pasaran bagi udang jauh lebih tinggi berbanding harga jualan bagi ikan. Jadi, margin keuntungan masih tinggi walaupun pelet komersial digunakan. Namun begitu, harga jualan bagi ikan lebih rendah terutamanya ikan air tawar seperti keli dan tilapia. Apabila pelet komersial digunakan sepenuhnya oleh pengusaha, kos pelet yang tinggi menyebabkan margin keuntungan yang sedikit. Oleh itu, ramai pengusaha yang menggunakan pelet komersial pada peringkat awal dan beralih kepada makanan buatan ladang sepenuhnya pada peringkat ternakan atau campuran pelet komersial bersama makanan buatan ladang dalam usaha untuk mengurangkan kos pengeluaran .

Kos makanan akuakultur komersial yang tinggi juga menjadi isu sejak dahulu lagi. Isu ini berterusan dan menyebabkan ramai pengusaha kecil terutamanya pengusaha akuakultur ikan, beralih kepada makanan buatan ladang sebagai jalan penyelesaian. Oleh itu, pembuatan makanan rumusan pada peringkat ladang perlu diberikan perhatian supaya pengusaha memproses makanan rumusan pada peringkat ladang menepati keperluan ternakan yang dijalankan.

Bagi menyokong industri akuakultur di Malaysia, salah satu faktor utama yang perlu diberikan tumpuan adalah bekalan makanan akuakultur yang mencukupi, ekonomik dan berkualiti. Rajah berikut menyenaraikan isu-isu dalam makanan akuakultur di Malaysia yang merangkumi peringkat induk, ternakan dan benih.



Isu-isu dalam makanan akuakultur di Malaysia

Bagi makanan induk, sehingga kini, pengusaha hatceri masih bergantung kepada makanan segar seperti ikan, sotong dan kerang-kerangan mentah, Artemia dewasa dan cacing umpun-umpun (poliket) sebagai makanan induk udang (Peixoto et al., 2004, Preston et al., 2004, Coman et al., 2006, Gandy et al., 2007, Anh et al., 2009).

Penggunaan makanan segar mempunyai risiko penularan patogen (parasit, bakteria dan virus) (FAO, 2007, Escobedo-Bonilla et al., 2008, Haliman, 2004). Terdapat banyak kajian yang membuktikan jangkitan parasit, bakteria dan virus pada induk udang yang diberikan makanan segar termasuk yang disejukbekukan (Durand et al., 2000). Risiko semakin bertambah disebabkan oleh pemancing-pemancing yang menjadikan makanan segar seperti umpun-umpun dan udang sebagai umpan kerana virus ini boleh mereplikasi dalam beberapa krustasea dekapoda dan bukan-dekapoda seperti *Artemia salina*, kopepoda dan haiwan akuatik lain seperti organisma pemakan menuras, umpun-umpun, artropoda akuatik termasuk larva serangga (Escobedo-Bonilla et al., 2008; Tendencia et al., 2011). Rentetan daripada peristiwa itu, makanan segar kecuali sotong telah dikeluarkan daripada

senarai makanan induk udang. Hal ini menyebabkan hasil pengeluaran benih udang merosot. Perkara ini juga disebabkan oleh pengusaha hatceri udang yang hanya memberi satu atau dua jenis makanan segar yang boleh menyebabkan ketidakseimbangan nutrisi untuk induk udang.

Penyelidikan perlu dijalankan bagi mengenal pasti bahan ramuan yang sesuai dalam penyediaan makanan formulasi sama ada makanan lembap atau pelet kering bagi induk udang melalui teknik rawatan tertentu bagi membasmi patogen, di samping penggunaan bahan aditif untuk pematangan induk udang. Dengan itu, pengeluaran benih berkualiti akan dapat dihasilkan secara konsisten dan bebas penyakit.

Bagi makanan ternakan pula, susulan daripada kenaikan harga makanan akuakultur komersial, penternak kini beralih kepada makanan yang dibuat di ladang. Secara umumnya, makanan buatan ladang sangat penting di Asia dan Malaysia. Menurut New et al. (1994) kebanyakan sistem akuakultur semi-intensif bergantung kepada makanan buatan ladang, seperti juga beberapa sistem intensif ikan keli, patin, kerapu dan siakap. Walaubagaimanapun, kebanyakan penternak kurang mahir dan mempunyai pengetahuan yang rendah dalam formulasi makanan ikan. Sementara itu harga bahan ramuan yang dijula secara runcit juga lebih mahal untuk menghasilkan makanan buatan ladang. Penternak juga menggunakan mesin yang tidak sesuai untuk memproses makanan ternakan di ladang.

Makanan yang dibuat di ladang dapat mengoptimalkan kos serta membantu memelihara persekitaran sesuai dengan konsep “Sisa Buangan Sifar” (*Zero Waste*) dan “Sisa kepada Kekayaan” (*Waste to Wealth*). Tambahan pula, makanan buatan ladang memenuhi kehendak penternak dalam kumpulan yang berbeza dengan kumpulan penternak akuakultur intensif yang hanya sesuai menggunakan makanan komersial.

Kebiasaannya, penternak yang memulakan aktiviti penternakan ikan secara kecil-kecilan akan menggunakan makanan buatan ladang. Terdapat beberapa faktor penting dalam menghasilkan makanan buatan ladang seperti berikut:-

- Kemahiran menghasilkan formulasi makanan

Kebanyakan penternak akuakultur tiada kemahiran untuk mengira formulasi makanan yang berasaskan kepada keperluan zat pemakanan ikan atau udang yang diternak. Lantas, kebanyakannya hanya meminta formulasi dan senarai bahan

ramuan yang diperlukan untuk spesies tertentu. Walau bagaimanapun, formulasi yang diberikan juga mengandungi bahan-bahan ramuan yang sukar didapati.

- Kesukaran memperolehi bahan ramuan

Terdapat pelbagai bahan ramuan yang digunakan untuk menyediakan makanan buatan ladang. Contoh-contoh bahan ramuan makanan buatan ladang termasuklah:



Contoh-contoh bahan ramuan makanan buatan ladang

Penternak mengalami kesukaran untuk mendapatkan bahan ramuan tertentu untuk makanan buatan ladang kerana bekalan yang mengikut musim dan mengikut kawasan pengeluaran bahan tersebut, seperti dedak padi yang hanya mudah diperolehi di kawasan kilang memproses beras pada harga murah. Jika bahan ramuan boleh didapati di pasaran, harga runcit bahan ramuan lebih mahal berbanding harga borong yang diperolehi oleh kilang-kilang besar. Keadaan ini telah dan sedang menjejaskan peningkatan hasil akuakultur bagi penternak kecil. Sisa

buangan rumah sembelihan haiwan pula adalah najis dan menimbulkan persoalan sama ada halal atau tidak untuk digunakan sebagai makanan akuakultur. Oleh itu, kajian penggantian sumber protein tepung ikan dengan sumber protein yang diharuskan seperti larva serangga dan juga sumber protein tumbuhan dijalankan agar industri akuakultur di Malaysia tidak terjejas akibat kenaikan harga komoditi akuakultur yang berasaskan kepada bahan import.

- Ketidadaan mesin yang sesuai untuk memproses makanan buatan ladang Pergantungan kepada mesin penghancur daging untuk menghasilkan makanan buatan ladang sejak lebih sedekad yang lalu amat menyukarkan para penternak. Penggunaan mesin penghancur daging boleh membentuk pelet makanan namun ia tidak mencukupi untuk membantu penghadaman ikan dan seterusnya melambatkan tumbesaran. Malah penggunaan mesin pelet stim yang biasa digunakan oleh pengilang makanan haiwan darat juga didapati tidak mencukupi untuk membantu penghadaman ikan. Penggunaan mesin ekstruder untuk menghasilkan pelet makanan juga dapat membantu meningkatkan penghadaman zat oleh udang dan ikan berbanding pelet yang dihasilkan dengan menggunakan mesin pengisar daging atau mesin pelet stim. Seterusnya, membolehkan penternak meningkatkan kepadatan ternakan dalam sistem tangki atau kolam dan dapat meningkatkan hasil ternakan.

Di Malaysia, penggunaan mesin ekstruder masih tidak digunakan secara meluas dalam kalangan penternak kecil kerana harganya yang mencecah ratusan ribu ringgit seunit (skala 1,000 kg/hari) dan melibatkan kos operasi yang tinggi. Sejak tahun 2016, kesemua mesin ekstruder memerlukan bekalan elektrik 3-fasa dan sukar digunakan di kawasan penternakan yang biasanya berada jauh di pedalaman. Tambahan pula, penternak juga perlu mempunyai tahap kemahiran teknikal yang tinggi untuk memproses makanan dengan menggunakan mesin ekstruder.

Masalah bekalan makanan hidup, terutamanya mikroalga (alga hijau, *Nannochloropsis* dan *Chlorella*) yang tidak mencukupi dan kurang berkualiti juga menjadi kekangan kepada kemajuan hatceri ikan marin tempatan. Penghasilan makanan hidup masih dilakukan secara ekstensif dalam tangki besar tanpa kawalan. Kaedah ini sering menyebabkan kematian alga. Kekurangan bekalan yang berterusan juga akan memberi tekanan kepada aktiviti pembenihan di hatceri. Justeru itu, pembangunan teknologi penghasilan mikroalga berkepadatan tinggi adalah amat diperlukan untuk menjamin kelancaran aktiviti pembenihan di hatceri.

Penyelidikan dan pembangunan sistem pengeluaran mikroalga yang berkepadatan tinggi, higienik dan kos yang efektif dengan input teknikal tempatan adalah sangat diperlukan.

Keberkesanan sesuatu makanan terhadap tumbesaran, tahap kesihatan dan kualiti spesies akuakultur bergantung juga kepada sistem ternakan dan persekitaran. Air di dalam tangki atau kolam ternakan perlu dipantau untuk memastikan kualiti parameter air berada dalam julat yang disyorkan. Penternak juga perlu mahir menggunakan pendekatan holistik dalam ternakan. Pengurusan ternakan yang baik perlu menjadi amalan pengusaha disamping penggunaan makanan yang berkualiti untuk menjamin pengeluaran yang menguntungkan. Teknologi “biofloc” merupakan salah satu contoh konsep keseimbangan ekosistem di antara ikan dan persekitaran dalam sistem ternakan terutamanya untuk menjaga kualiti air ternakan yang praktikal dan boleh digunakan dalam ternakan akuakultur pada masa ini. Selain teknologi bioflok, penggunaan probiotik juga berkesan untuk menjaga kualiti air ternakan. Terdapat beberapa produk dari dalam atau luar negara yang digunakan secara meluas oleh industri akuakultur yang memberi kesan yang berbeza mengikut kualiti produk tersebut.

Program Penyelidikan dan Pembangunan Makanan Akuakultur

Di bawah Rancangan Malaysia ke Sebelas (RMK-11), penyelidikan dan pembangunan (R&D) makanan akuakultur telah dirancang berdasarkan pelan Dasar Agromakanan Negara, (DAN) (2011–2020) yang menyasarkan 790 ribu tan metrik pengeluaran akuakultur (tidak termasuk kerang-kerangan) menjelang tahun 2020. Sementara itu, sasaran pengeluaran di bawah Dasar Pengeluaran Akuakultur 50:50 pula adalah sebanyak 1.76 juta MT. Bagi mencapai matlamat ini, dijangkakan keperluan benih ikan dan udang pada tahun 2020 adalah sebanyak 13.6 bilion ekor dengan 11.2% kadar pengeluaran tahunan. Program R&D makanan akuakultur FRI meliputi aspek teknikal pemakanan dan nutrisi bagi peringkat induk, pembenihan, asuhan dan ternakan udang dan ikan.

Berdasarkan status, isu dan jurang dalam makanan akuakultur seperti yang dibincangkan di atas, FRI telah menyenaraikan beberapa strategi R&D yang merangkumi aspek pemakanan dan nutrisi bagi peringkat induk, pembenihan, asuhan dan ternakan udang dan ikan. Sebanyak empat program telah di rangka seperti berikut:-



Program R&D makanan akuakultur dilaksanakan oleh pegawai-pegawai penyelidik di beberapa FRI seperti muka surat sebelah.

Buku ini disediakan untuk melaporkan R&D yang telah dijalankan dalam aspek makanan akuakultur sepanjang RMK 11. Buku ini penting kerana ia adalah rekod pelaksanaan aktiviti penyelidikan di FRI yang boleh diserahkan kepada pihak berkepentingan khususnya agensi penyumbang dana supaya mereka dapat mengetahui latar belakang dan perkembangan projek-projek penyelidikan yang telah dijalankan. Terdapat lima bab yang terkandung di dalam buku ini. Bab pertama adalah bab pengenalan mengenai definisi, status dan isu makanan akuakultur di Malaysia. Bab kedua pula menyentuh kajian-kajian makanan yang dijalankan untuk induk-induk udang dan ikan. Bab yang ketiga menghuraikan kajian-kajian makanan peringkat asuhan dan ternakan. Dalam bab keempat pula, dikongsikan kajian-kajian berkaitan teknologi penghasilan makanan hidup. Bab kelima pula menyenaraikan semua output projek yang dihasilkan. Buku ini diakhiri dengan ringkasan umum dan hala tuju R&D makanan akuakultur sepuluh tahun akan datang.



En. Mohammed Suhaimie bin Abd. Manaf

R&D: Makanan induk, makanan diet mikro, penggantian tepung ikan, pembangunan mesin ekstruder dan premiks makanan ternakan ikan.

FRI PULAU SAYAK, KEDAH

FRI TG. DEMONG, BESUT, TERENGGANU



En. Teoh Pjk Neng

R&D: Makanan hidup untuk asuhan udang dan ikan.



Dr. Ahmad Daud Om
R&D: Makanan dan makanan ternakan ikan marin.



En. Hanan Mohd Yusof

R&D: Makanan induk, makanan ternakan ikan air tawar dan makanan hidup air tawar.

FRI GLAMI LEMI, JELEBU, NEGERI SEMBILAN



Pn. Saadiyah Ibrahim

R&D: Makanan induk dan ternakan udang galah.



BAB 2

R&D MAKANAN

INDUK



Latar belakang

Di dalam RMK-11, penyelidikan dan pembangunan makanan induk terbahagi kepada tiga iaitu:-



Makanan Induk Udang

R&D makanan induk udang terbahagi kepada dua spesies udang utama yang biasa diternak di Malaysia iaitu udang air tawar, udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) dan udang laut, udang harimau (*Penaeus monodon*) dan udang putih (*Penaeus vannamei*).

Dua jenis makanan induk yang biasa digunakan semasa proses pematangan induk udang ialah makanan segar atau lembap dan makanan pelet kering seperti yang dicadangkan oleh Nascimento et al., (1991). Oleh yang demikian, penyelidikan dan pembangunan makanan induk udang dilaksanakan merangkumi kedua-dua jenis makanan induk tersebut.

Dalam krustasea, fungsi pembiakan seperti kadar penetasan (Holland et al., 1985) dan pematangan ovari (Sarojini et al., 1989) biasanya di bawah kawalan prostaglandin (PGS), satu kumpulan sebatian lipid yang aktif secara biologi. Prostaglandin diperolehi daripada rangkaian panjang asid lemak politaktepu ($C \geq 20$; lcPUFA) seperti asid arakidonik (20: 4n-6, ARA), asid dokosaheksaenoik (DHA; 22: 6n-3) dan asid ekosapentaenoik (EPA; 20: 5n-3) dan asid gamma-linolenik dimo (20: 6n-3, DGLA) (Smith et al., 2000). Asid lemak arakidonik adalah daripada kumpulan omega-6 yang diketahui menjadi pemangkin terhadap perkembangan gonad pembiakan (Wouters et al., 2001; Glencross, 2009; Coman et al., 2011). Namun begitu, kadar sebenar keperluan makanan untuk perkembangan induk udang tidak

diketahui dengan tepat. Kajian penambahan asid lemak politaktepu dalam aras yang sesuai dalam makanan induk udang akan dapat membantu meningkatkan perkembangan gonad dan produktiviti induk betina udang.

Pembangunan Makanan Lembap Berformulasi Induk Udang

Pada masa ini, kebanyakan hatceri udang laut dan udang galah masih bergantung sepenuhnya kepada makanan segar seperti sotong, ikan, cacing poliket dan kerang-kerangan sebagai makanan induk udang. Induk udang terdedah kepada risiko jangkitan penyakit daripada makanan segar ini walaupun telah disejukk bekukan.



Makanan segar sotong



Makanan segar poliket

Kebanyakan pengusaha hatceri berpendapat bahawa makanan segar mengandungi nutrisi lengkap dan lebih berkhasiat daripada makanan yang dimasak kerana zat seperti asid amino dianggap musnah akibat daripada penyahaslian protein semasa proses memasak. Namun begitu, Evenepoel *et al.* (1998) berjaya menunjukkan bahawa penghadaman telur yang dimasak adalah lebih tinggi ($90.9 \pm 0.8\%$) berbanding telur mentah ($51.3 \pm 9.8\%$). Selain itu, Artikel 9.7.3, OIE (2010) mencadangkan pemanasan pada suhu 60°C selama lebih daripada seminit dapat menyahaktif virus patogenik seperti *white spot syndrome virus* (WSSV). Rentetan daripada ini, satu makanan lembap berformula yang bebas penyakit untuk induk udang telah dibangunkan. Inovasi ini telah difailkan sebagai Harta Intelek (IP) sebagai paten (No. Pemfailan: PI 2017703947) dengan tajuk "Composition for Prawn Food and Method of Preparing, Storing and Utilizing Thereof".



Makanan lembap berformula menggantikan makanan segar yang dihasilkan

Kesan PrimEZeal ke atas Prestasi Induk Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*)

Sebanyak 120 ekor induk udang galah yang mempunyai telur telah diperolehi daripada kolam ternakan udang galah di Ulu Legong, Baling. Sejurus tiba di FRI Pulau Sayak, induk-induk distok di dalam tangki konkrit dengan isipadu air 40 MT dan sampel diambil untuk tujuan saringan penyakit. Saringan penyakit virus *M. rosenbergii* Nodavirus (MrNV) menggunakan PCR mengikut manual IQ 2000™ (2014). Proses aklimatasi dijalankan selama lebih 14 hari dan makanan yang digunakan dalam tempoh ini adalah sotong pada kadar 7.5% biomas/hari. Setelah induk betina menetas telur sedia ada, induk udang galah betina dengan berat purata 28.1 ± 5.8 g dipilih dan distok bersama dengan 40 ekor induk udang galah jantan (39.6 ± 10.1 g) dalam empat tangki 5.0 MT. Nisbah jantina betina (♂:♀) adalah 1:3 pada setiap tangki.

Kajian dimulakan dengan pemberian sotong segar dan pelet ternakan komersial (Diet 1) sebagai diet kawalan berbanding makanan lembap berformulasi (Diet 2) yang direka cipta iaitu PrimEZeal. Induk udang diberi makan pada kadar 7.5%/hari daripada berat biomas (0930 dan 1630 jam). Pemberian Diet 1 dan Diet 2 dilakukan dalam tempoh lebih dua minggu sebelum data prestasi induk udang galah diperolehi apabila induk-induk udang galah betina mula menunjukkan peringkat pematangan. Pertukaran air ternakan pada kadar 75% dilakukan setiap dua hari sekali untuk memastikan kualiti air yang baik sepanjang tempoh kajian. Kematian induk direkodkan dan sampel induk udang diambil untuk saringan penyakit virus.

Selepas tempoh kajian yang dijalankan selama dua bulan, prestasi induk udang galah yang diberi makan Diet 1 dan Diet 2 adalah seperti di Jadual 1. Tiada perbezaan ketara ($p>0.05$) dalam prestasi induk udang galah yang diberi Diet 1 dan Diet 2.

Jadual 1: Kesan Diet 1 dan Diet 2 terhadap prestasi induk udang galah

Parameter prestasi peneluran	Jenis Diet*	
	Diet 1	Diet 2
Berat induk (g)	28.4 ± 6.8	27.9 ± 5.4
Kadar hidup induk (%)	82.6 ± 4.8	70.3 ± 12.6
Induk bawa telur (%)	76.7 ± 0.0 ^a	46.7 ± 11.0 ^b
Berat telur (g)	3.8 ± 1.0	4.1 ± 0.8
Bil. naupli/induk	33,876 ± 5,827	31,708 ± 8,955
Bil. naupli/g	1,219.0 ± 213.8	1,155.1 ± 318.4
Kadar penetasan (%)	65.2 ± 4.8	73.3 ± 9.4

Superskrip berbeza menunjukkan perbezaan ketara ($p<0.05$).

* Diet 1 = Campuran sotong dan pelet ternakan komersial.

Diet 2 = Makanan lembap berformulasi

Keputusan ini menunjukkan bahawa Diet 2 (PrimEZeet) yang dibangunkan boleh menggantikan makanan segar tanpa menjejaskan prestasi dan fekunditi induk udang galah. Namun begitu, hanya 46.7% induk udang galah yang diberi makan Diet 2 didapati membawa telur berbanding 76.7% induk udang galah yang diberi makan Diet 1 ($p=0.001$). Kesan seperti ini sudah dijangka akan terjadi kerana kajian ini baru bermula dan tumpuan terhadap kandungan nutrisi khas untuk pematangan belum diberi perhatian dalam formulasi. Objektif kajian ini hanya tertumpu kepada penerimaan produk yang direka cipta (PrimEZeet) oleh induk udang galah. Penambahbaikan formulasi PrimEZeet untuk meningkatkan prestasi boleh diberi perhatian pada masa akan datang.

Kesan PrimEZeet Terhadap Kualiti Air Ternakan Induk Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*)

Kajian dijalankan dengan menggunakan diet PrimEZeet (Diet 2) berbanding sotong dan pelet terhadap induk udang galah betina dari segi tumbesaran dan kemandirian induk udang galah. Objektif utama kajian ini ialah untuk mengenal pasti kesan diet terhadap kualiti air ternakan, tumbesaran dan kemandirian induk udang galah. Sebanyak 40 ekor induk udang galah betina (27.2 ± 4.7 g) ditebar secara rawak ke dalam empat tangki 1.0 MT pada kadar 10 ekor/tangki dan diaklimatasekan selama 14

hari sebelum kajian dimulakan dan diberi makan diet kawalan iaitu Diet 1 (sotong dan pelet). Selepas mendapat pengesahan negatif daripada saringan penyakit MrNV, induk udang diasingkan dan air tangki ditukar. Diet 1 dan Diet 2 diberi sehingga 14 hari dalam replikasi. Parameter kualiti air, kadar tumbesaran, kekerapan salin kulit dan kadar kemandirian induk udang galah dalam tangki kajian direkodkan. Keputusan yang diperoleh menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan ($P > 0.05$) dalam berat akhir induk udang galah betina yang diberi Diet 1 (28.38 ± 5.67 g) dan Diet 2 (26.46 ± 3.33 g) dan juga perolehan berat induk udang galah betina yang diberi Diet 1 (0.70 ± 1.40 g) dan Diet 2 (0.01 ± 0.69 g). Di samping itu, kekerapan salin kulit udang yang diberi Diet 1 dan Diet 2 juga tidak berbeza secara signifikan ($P > 0.05$). Kadar kemandirian udang yang diberi Diet 2 lebih tinggi dengan signifikan ($P < 0.05$) berbanding udang yang diberi Diet 1. Ini berkemungkinan disebabkan oleh kandungan fosfat lebih tinggi ($p < 0.05$) dalam air tangki induk udang yang diberi Diet 1 (1.37 ± 0.05 mg/L) berbanding Diet 2 (0.55 ± 0.15 mg/L) seperti di dalam Jadual 2.

Jadual 2: Perbandingan bacaan parameter kualiti air dalam air ternakan induk udang yang diberi Diet 1 dan Diet 2

Jenis Diet	Tahap kepekatan (mg/L)*							
	Total Ammonia-Nitrogen		Nitrat		Nitrit		Fosfat	
Diet 1	0.17	± 0.014	9.50	± 2.40	0.570	± 0.00	1.37	$\pm 0.05^a$
Diet 2	0.16	± 0.014	5.10	± 0.14	0.565	± 0.00	0.55	$\pm 0.15^b$

* Nilai superskrip berbeza menunjukkan terdapat perbezaan ketara ($p < 0.05$).

Kestabilan pelet kering dalam air diketahui hanya dalam tempoh sekitar empat jam, berkemungkinan nutrien larut seperti posfat telah larut di dalam air ternakan dan menyebabkan tahap kepekatan fosfat lebih tinggi (1.37 ± 0.05 mg /L) bagi tangki yang diberi Diet 1 berbanding Diet 2 (0.55 ± 0.15 mg /L). Keputusan ini menunjukkan bahawa kestabilan makanan induk udang Diet 2 iaitu PrimEZeet yang melebihi 12 jam (Mohammed Suhaimee et al., 2017) berkemungkinan dapat mengurangkan pencemaran posfat dalam air tangki ternakan induk udang galah berbanding sotong dan pelet kering.

Pemberian makanan PrimEZeet kepada induk udang galah menunjukkan kesan yang lebih baik daripada segi kadar kemandirian dan juga tahap pencemaran PO_4 dalam air ternakan berbanding pemberian makanan segar sotong dan pelet komersial. Oleh itu, pengusaha hatceri udang disyorkan untuk menggantikan kaedah

pengurusan makanan induk udang tradisional kepada penggunaan makanan lembap berformula PrimEZeet yang dijangka dapat memberi impak yang lebih baik dengan peningkatan kadar kemandirian induk udang galah.

Kajian seterusnya dijalankan untuk mengenal pasti kesan PrimEZeet berbanding diet pematangan komersial ke atas prestasi induk udang tempatan. Keputusan kajian adalah seperti di dalam Jadual 3 yang menunjukkan tiada perbezaan yang ketara ($p > 0.05$) pada berat akhir induk udang, bilangan rega yang dihasilkan oleh setiap induk udang dan jumlah rega yang dihasilkan per gram induk udang.

Jadual 3: Keputusan analisis ANOVA Satu-Hala ke atas prestasi pematangan induk udang galah yang diberi makan Diet A, B dan C selepas 56 hari

Parameter	Diet*		
	Diet A	Diet B	Diet C
Purata berat akhir (g)	28.0 ± 2.4	28.9 ± 1.7	26.0 ± 1.6
Bil. rega/induk	13,913 ± 221	9,935 ± 4,255	10,904 ± 3,992
Bil. rega/g	499.4 ± 43.1	347.5 ± 189.8	330.1 ± 182.4

*Diet A: Diet lembap berformulasi (PrimEZeet); Diet B: Diet komersial; Diet C: Diet A + Diet B. Tiada superskrip menunjukkan tiada perbezaan ketara ($p > 0.05$) antara diet kajian

Kebanyakan pengusaha hatceri udang hanya menggunakan satu atau dua jenis makanan segar sebagai diet pematangan dan ini merupakan makanan yang tidak seimbang untuk udang. Marsden et al., (1997) melaporkan bahawa induk udang harimau menghasilkan bilangan larva yang lebih tinggi apabila diberi diet berformula lembap berbanding diet kawalan sotong segar. Oleh itu, makanan lembap bebas penyakit yang inovatif untuk udang galah telah dikembangkan di FRI Pulau Sayak, Kedah (PrimEZeet). PrimEZeet boleh didapati dalam bentuk sejuk beku dan mudah digunakan.

Secara keseluruhannya, penggunaan diet pematangan PrimEZeet pada udang galah menunjukkan kesan yang setara dengan diet pematangan komersial. Hasil kajian menunjukkan bahawa di bawah eksperimen ini, diet pematangan PrimEZeet dapat dijadikan sebagai alternatif yang lebih baik kepada pengusaha hatceri udang untuk memberi makan udang mereka dengan prestasi pembiakan yang setanding dengan diet pematangan komersial.

Pembangunan Makanan Formulasi Kering Induk Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*)

Udang galah adalah antara spesies yang popular dalam industri ternakan akuakultur dan banyak dijalankan di Asia termasuk di negara Malaysia. Selain itu, tempoh ternakan yang singkat iaitu sekitar lima bulan, harga pasaran yang tinggi dan stabil iaitu sekitar RM 60-75/kg pada peringkat ladang. Industri pengeluaran benih udang galah di Malaysia bergantung sepenuhnya terhadap penggunaan induk betina bertelur yang diperolehi daripada sungai. Induk udang galah biasanya hanya digunakan sekali sahaja untuk pengeluaran pasca-larva atau benih udang dan induk tersebut akan dilupuskan. Kaedah ini telah lama diamalkan dalam industri pengeluaran benih udang galah di Malaysia sejak tahun 1980-an sehingga sekarang. Namun begitu, sejak beberapa tahun kebelakangan ini, bekalan induk liar daripada sungai sudah berkurangan dan ia menjadi masalah kepada pengusaha hatceri udang galah. Sebilangan kecil pengusaha hatceri udang galah mula beralih kepada induk dari kolam, namun begitu, kualiti induk betina dari kolam lebih rendah daripada segi produktiviti larva berbanding induk dari sungai. Jabatan Perikanan melalui FRI Pulau Sayak dan FRI Glami Lemi telah menjalankan beberapa kajian untuk pembangunan induk udang melalui penghasilan induk domestikasi, penghasilan *neo female*, pendekatan genetik serta pembangunan makanan rumusan induk udang galah.

Penghasilan makanan rumusan induk udang galah yang berkualiti bukan sahaja membantu dalam meningkatkan produktiviti induk udang tetapi juga dapat mengurangkan bilangan penggunaan induk udang. Induk udang galah dapat digunakan berulang kali untuk penghasilan benih dengan penggunaan makanan induk berkualiti dan prosedur pengurusan induk yang sistematik. Makanan segar seperti sotong, kerang-kerangan dan isi ikan ialah makanan yang biasa digunakan untuk induk udang galah. Kombinasi makanan segar tersebut diberikan kepada induk bertelur semasa tempoh pengeraman telur dan memberi kesan yang positif. Induk udang galah biasanya digunakan sekali sahaja atau “pakai buang” selepas semua larva menetas.

Bagi menjamin keberkesanan makanan induk udang, asid lemak seperti asid arakidonik (ARA; 20: 4n-6), asid dokosaheksaenoik (DHA; 22: 6n-3) dan asid ekosapentaenoik (EPA; 20: 5n-3) perlu ditambah dalam makanan induk (Coman *et al.* 2011, Norambuena *et al.*, 2012, Hua dan Ako, 2014, Kangpanich *et al.*, 2016,

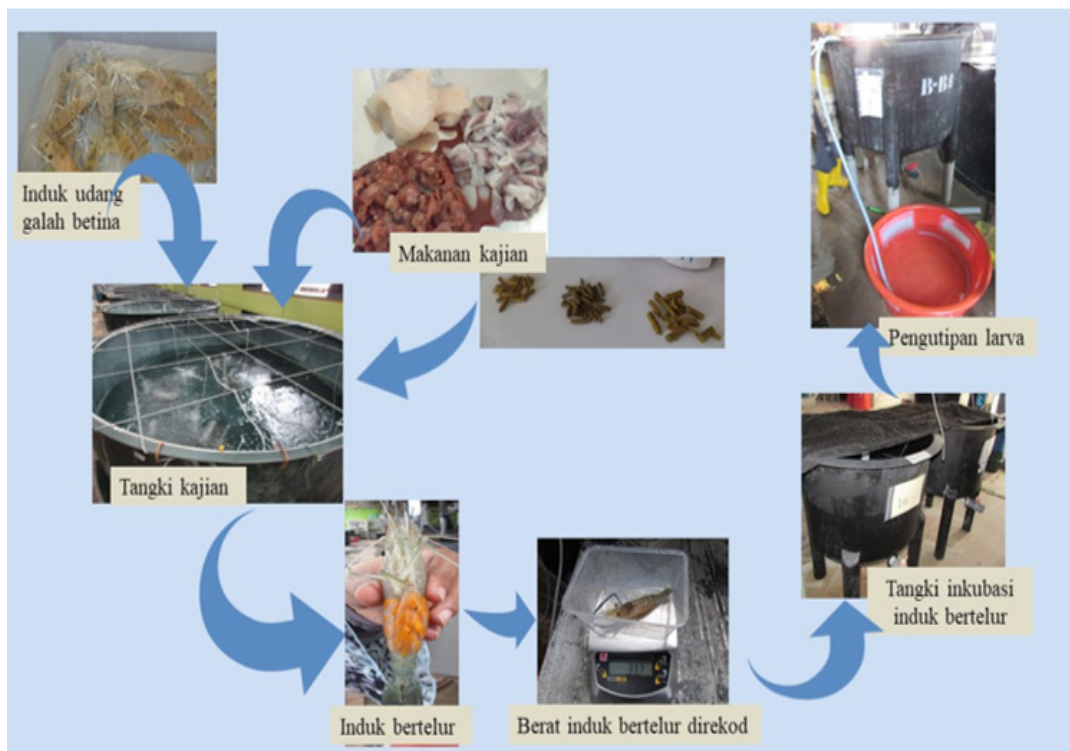
Masoudi Asil et al., 2017, Xu et al., 2017). Penggunaan makanan rumusan yang lengkap dengan nutrisi penting untuk induk udang galah perlu dibangun supaya induk berkualiti dapat dihasilkan. Keperluan untuk menghasilkan makanan rumusan yang spesifik untuk induk udang perlu diberikan perhatian untuk mengubah amalan biasa yang bergantung sepenuhnya terhadap makanan segar. Oleh itu, kajian mengenai keperluan optimum ARA dan DHA dalam makanan induk udang galah akan dapat membantu meningkatkan kualiti induk udang galah dan seterusnya meningkatkan kualiti benih udang yang dihasilkan. Berpandukan kepada maklumat mengenai keperluan optima ARA dan DHA dalam makanan rumusan induk udang galah, penyediaan makanan rumusan induk dengan menggunakan bahan mentah yang praktikal untuk kegunaan di hatceri dapat diusahakan. Kajian pembangunan makanan induk udang galah yang dijalankan melibatkan beberapa peringkat kajian iaitu kajian jenis makanan induk yang sesuai dan penambahan ARA yang berbeza dalam meningkatkan prestasi pembiakan induk udang galah betina.

Jenis makanan yang berbeza untuk induk udang galah

Objektif kajian ini adalah untuk menentukan jenis makanan yang dapat diterima baik oleh induk udang di samping meningkatkan prestasi pembiakan. Empat diet kajian yang *isonitrogen* (45% protein kasar) dan *isolipid* (10% lemak kasar) dirumus dan diproses mengikut cadangan Cavalli et al., (2001) dengan sedikit perubahan. Diet kajian ini menggunakan bahan mentah kering, bahan mentah segar dan gabungan bahan segar dan kering untuk menghasilkan diet kajian dalam bentuk pelet kering, separa basah atau lembab serta makanan segar. Diet kajian dalam bentuk pelet kering diproses daripada campuran bahan mentah asas iaitu sumber protein daripada tepung ikan dan tepung soya dikenali sebagai diet asas kering (DA). Pelet kering yang diproses dengan menggunakan campuran sumber protein daripada laut iaitu tepung kerang, tepung sotong dan tepung ikan dikenali sebagai diet campuran (DC). Sementara diet lembab diproses dengan menggunakan kombinasi bahan mentah segar dan bahan mentah kering yang dikenali sebagai diet lembab (DL) dan diet menggunakan bahan mentah segar bertindak sebagai diet kawalan (DS). Jadual 4 menunjukkan formulasi diet kajian.

Jadual 4: Formulasi diet kajian (g/100g bagi pelet kering) dan analisis proksimat

Bahan-bahan	DA	DC	DL	DS
	Berat kering (g)		Berat basah(g)	
Tepung sotong	-	12.06	-	
Tepung kerang	-	16.52	-	
Sotong segar	-	-	68.62	35.0
Kerang segar	-	-	91.95	30.0
Filet ikan	-	-	67.53	35.0
Tepung ikan	41.07	13.69	-	-
Bahan-bahan lain	58.93	57.72	63.61	-
Analisis proksimat				
Protein	45.84	45.51	45.82	-
Lipid	10.93	11.26	11.63	-
Abu	12.46	10.80	10.91	-



Kaedah kajian dijalankan dan pengumpulan data kajian

Berdasarkan kepada keputusan yang direkodkan bagi peratus induk bertelur yang dihasilkan, bilangan larva dan bilangan telur dalam kajian ini menunjukkan diet DS dan DL adalah lebih baik berbanding diet DA dan DC seperti dalam Jadual 5. Keputusan yang sama juga direkod untuk bilangan larva bagi berat setiap gram induk menunjukkan diet DS dan DL memberi keputusan yang terbaik berbanding diet DA dan DC (Jadual 6). Namun begitu, bagi beberapa parameter menunjukkan tiada perbezaan signifikan untuk keputusan yang direkod untuk diet DA berbanding diet DS dan DL walaupun nilainya rendah sedikit ($P > 0.05$). Rajah 1 menunjukkan kualiti telur dari segi isipadu telur menunjukkan tiada perbezaan ketara untuk semua diet kajian tetapi nilai paling tinggi direkodkan untuk diet DS.

Jadual 5: Prestasi pembiakan induk udang galah diberi makan diet kajian

	Diet DA	Diet DS	Diet DC	Diet DL
Bilangan stok awal induk udang / tangki	30	30	30	30
Berat awal induk / g	24.83 ± 3.55 ^a	24.84 ± 3.93 ^a	24.70 ± 4.17 ^a	25.76 ± 4.34 ^a
Berat induk ada telur/g	24.00 ± 5.80 ^a	28.38 ± 6.76 ^a	27.17 ± 7.62 ^a	27.88 ± 5.40 ^a
Induk bertelur dihasilkan (%)	48.33 ± 8.33 ^a	76.67 ± 0.00 ^a	61.67 ± 8.33 ^a	46.67 ± 10.00 ^a
Induk dengan telur hampas* ² daripada jumlah induk bertelur (%)	30.15 ± 5.15 ^a	34.78 ± 4.35 ^a	66.82 ± 14.44 ^a	26.74 ± 8.56 ^a
Induk telur mati, daripada jumlah induk bertelur (%)	49.75 ± 8.58 ^a	17.39 ± 4.35 ^a	17.41 ± 11.16 ^a	29.68 ± 11.50 ^a
Induk menetas larva, daripada jumlah induk bertelur (%)	20.10	47.83	15.77	43.58
Bilangan larva / induk ; (n=6)	22,729 ± 3,757 ^{ab}	33,875 ± 2,379 ^c	20,701 ± 2,264 ^a	31,708 ± 3,656 ^{bc}
Bilangan telur / induk (n=6)	42,890 ± 7,582 ^{ab}	42,156 ± 4697 ^{ab}	29,143 ± 4,638 ^a	48,162 ± 3,643 ^b

¹ Nilai purata (purata ± SE) dengan dua replikat tangki dengan *superscripts* berbeza dalam garis sama menunjukkan perbezaan signifikan ($P < 0.05$).

*² Telur udang yang tidak disenyawa (*unfertilised egg*) yang akan hilang dalam tempoh seminggu pertama di dalam tangki inkubasi

DA : Pelet kering dengan bahan campuran asas (tepung ikan dan tepung soya)

DS : Makanan segar (sotong, kerang dan isi ikan segar) dan juga bertindak sebagai diet kawalan

DC : Pelet kering dengan campuran beberapa sumber protein marin (tepung sotong, tepung kerang, tepung ikan)

DL: Makanan rumusan lembab dengan campuran beberapa bahan basah dan kering

Jadual 6: Tempoh inkubasi telur dan bilangan larva dihasilkan induk yang diberi makan diet kajian

Diet kajian	DA	DS	DC	DL
Tempoh inkubasi / hari	18.67±0.76 ^b	18.33±0.33 ^b	16.17±0.60 ^a	17.17±0.60 ^{ab}
Bilangan larva / induk (n=6)				
Minimum	11,400	26,925	12,000	19,800
Maksimum	33,286	41,167	27,578	44,400
Purata	22,729.40 ± 3757.04	33,875.78 ± 2378.79	20,701.85 ± 2263.93	31,708.33 ± 3655.74
Bilangan larva / g induk udang	951.02 ± 140.10 ^{ab}	1218.99 ± 87.28 ^b	793.34 ± 112.74 ^a	1155.14 ± 130.01 ^{ab}
Jumlah pengeluaran larva / diet	96,654	587,541	133,231	306,566

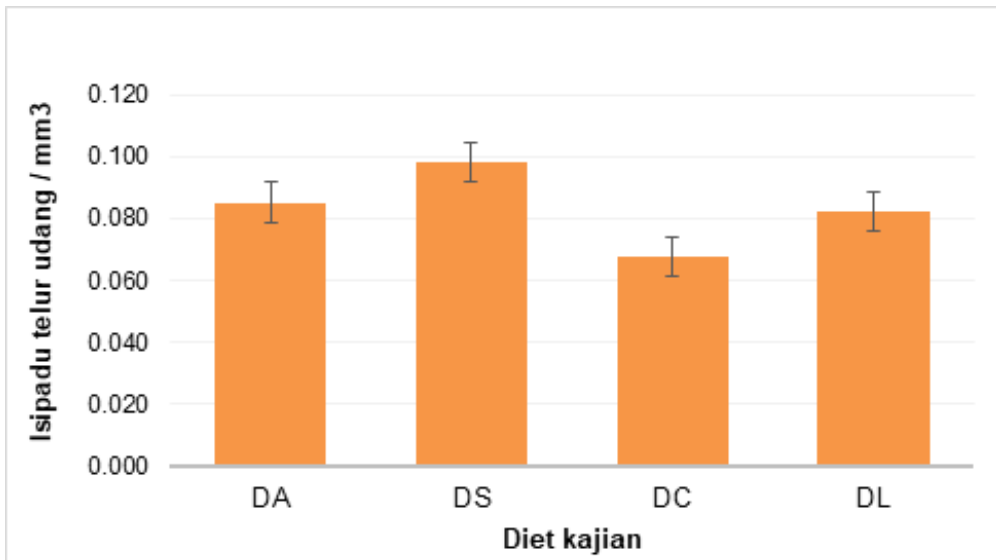
Nilai purata (purata ± SE) dengan dua replikat tangki dengan *superscripts* berbeza dalam garis sama menunjukkan perbezaan signifikan (P <0.05).

DA : Pelet kering dengan bahan campuran asas (tepung ikan dan tepung soya)

DS : Makanan segar (sotong, kerang dan isi ikan segar)

DC : Pelet kering dengan campuran beberapa sumber protein marin (tepung sotong, tepung kerang, tepung ikan)

DL : Makanan rumusan lembab dengan campuran beberapa bahan basah dan kering



Rajah 1: Isipadu telur udang galah yang diberi makanan berbeza

Dengan mengambil kira semua faktor dalam membangunkan diet pematangan induk, dengan penambahan aditif yang dapat membantu meningkatkan prestasi pematangan induk udang galah, Diet DA adalah dicadangkan untuk diguna pakai dalam kajian pada peringkat seterusnya iaitu pembangunan diet pematangan induk udang galah kerana makanan rumusan jenis kering ini memberi kesan yang setara dengan makanan rumusan lembab dan juga makanan sega

Kesan penambahan asid arakidonik (ARA; 20:4n-6) dalam makanan rumusan induk betina udang galah

Penggunaan bahan tambahan dalam makanan rumusan induk udang galah dijangka dapat menghasilkan kesan positif terhadap prestasi pembiakan induk udang galah betina. Keberkesanan asid lemak jenis arakidonik dalam meningkatkan perkembangan gonad untuk banyak spesies ikan telah banyak dilaporkan (Coman et al., 2011, Norambuena et al., 2012, Hua and Ako, 2014, Masoudi Asil et al., 2017, Xu et al., 2017) termasuk udang galah (Kangpanich et al., 2016).

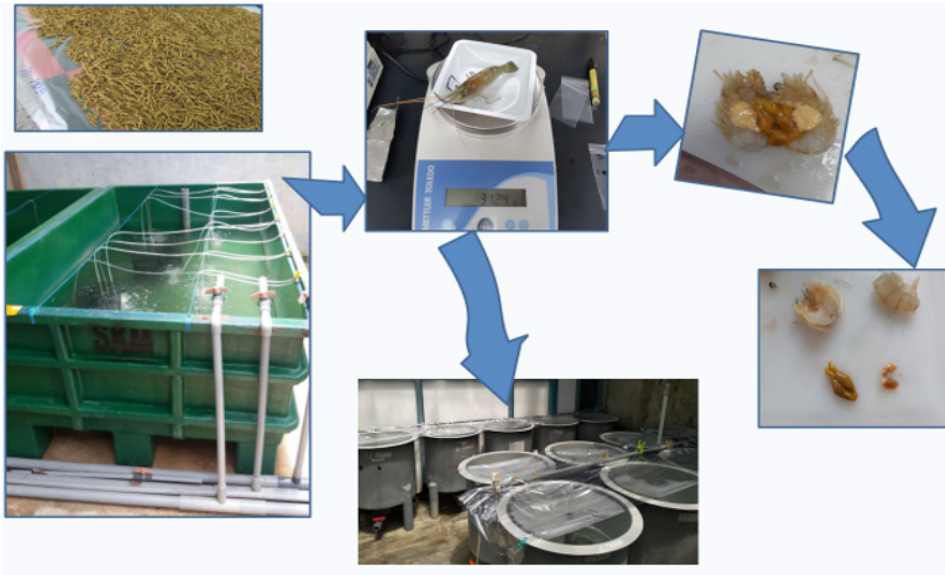
Objektif kajian adalah untuk menilai kesan penambahan asid arakidonik (ARA) pada kepekatan berbeza dalam formulasi pelet induk ke atas prestasi perkembangan organ pembiakan induk udang galah betina. Kajian ini juga bertujuan untuk mengenal pasti kepekatan ARA yang optima dalam diet udang galah betina.

Empat jenis makanan kajian yang mengandungi aras asid lemak arakidonik (ARA; C20: 4n6) yang berbeza digunakan dalam kajian ini. Sumber asid lemak arakidonik yang digunakan adalah daripada sumber minyak fungus jenis *Mortierella sp* dengan kandungan ARA sekitar 45%. Empat jenis diet kajian dirumus dengan penambahan minyak fungus ARA pada kadar 0, 1, 2 dan 3% dalam diet dan dikenali sebagai Diet 1 yang bertindak sebagai diet kawalan (0% ARA), Diet 2 (1% ARA), Diet 3 (2% ARA) dan Diet 4 (3% ARA) dan formulasi adalah seperti di dalam Jadual 7.

Jadual 7: Formulasi makanan kajian dengan penggunaan aras ARA yang berbeza

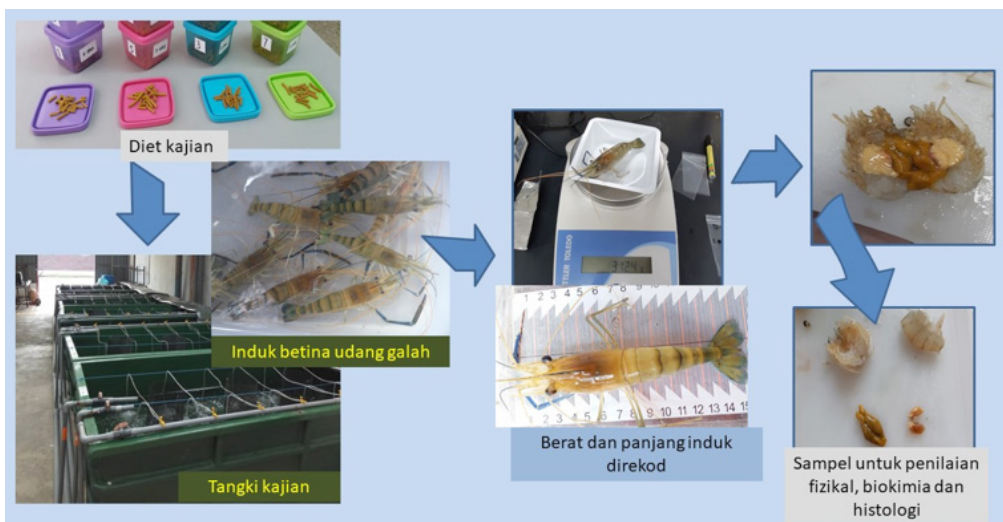
Diet	Diet 1	Diet 2	Diet 3	Diet 4
Aras asid lemak arakidonik (% dalam diet)	0.03	0.35	0.70	1.17
Bahan ramuan (g/kg)				
Tepung udang	111.4	111.4	111.4	111.4
Tepung ikan	238.7	238.7	238.7	238.7
Tepung soya	335.7	335.7	335.7	335.7
Minyak soya	29.1	19.1	9.1	0.0
Minyak fungus (45% ARA)	0.0	10.0	20.0	29.1
Minyak ikan	19.7	19.7	19.7	19.7
Tepung jagung	34.8	34.8	34.8	34.8
Lesitin soya	10.0	10.0	10.0	10.0
Kolesterol	6.0	6.0	6.0	6.0
Lain-lain bahan	214.7	214.7	214.7	214.7
Komposisi proksimat (mg / g berat kering)				
Kelembapan	107	121	111	126
Protein	449	445	449	443
Lipid	101	101	101	100
Abu	131	129	130	127
Fiber	26	26	25	25
NFE	293	299	295	305

Pemberian pelet kajian telah dijalankan untuk dua set eksperimen yang berbeza. Udang galah betina (UGB) yang matang dengan saiz di antara 18–25 g telah dipilih dan dimasukkan ke dalam tangki kajian. Setiap tangki dimasukkan 30 ekor UGB matang. Bagi percubaan pertama (Eksperimen 1), pemberian pelet kajian dijalankan selama 60 hari dan selepas itu induk jantan dimasukkan untuk proses mengawan. Proses mengawan dijalankan selama 10 hari. Sepanjang tempoh tersebut, apabila ada UGB yang menghasilkan telur akan diasingkan daripada tangki kajian dan dimasukkan ke dalam tangki inkubasi sehingga induk menetas larva. Apabila tempoh mengawan tamat, semua induk jantan dikeluarkan. Baki UGB yang tidak menghasilkan telur akan dikira dan direkodkan. Bagi induk UGB yang mengeram telur, pemberian diet kajian yang sama diteruskan di dalam tangki inkubasi sehingga menetas. Apabila larva dihasilkan, bilangan larva direkod bagi setiap induk dan berat induk UGB tanpa telur direkod. Kaedah pelaksanaan Eksperimen 1 ini diringkaskan seperti yang terdapat dalam gambar di bawah.



Perlaksanaan Eksperimen 1 dan pengumpulan data kajian

Eksperimen 2 yang dijalankan hampir sama seperti Eksperimen 1 tetapi terdapat sedikit perbezaan daripada segi analisis yang dijalankan selepas kajian ditamatkan. Selepas 55 hari tempoh pemberian makanan kajian, Eksperimen 2 ditamatkan dan semua induk UGB direkodkan dan diproses untuk analisis fizikal, histologi dan analisis kimia asid lemak (organ hepatopankreas, gonad dan isi induk udang). Data fizikal induk untuk semua replikat tangki direkodkan. Kaedah pelaksanaan Eksperimen 2 ini diringkaskan seperti di dalam gambar di muka sebelah.



Eksperimen 2 dan pengutipan data kajian

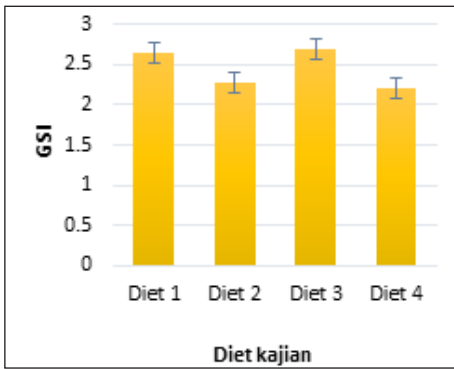
Keputusan bagi Eksperimen 1 menunjukkan bilangan larva yang dihasilkan bagi setiap gram induk tertinggi yang direkodkan adalah daripada Diet 3 iaitu 1,914 larva/g berat induk seperti dalam Jadual 8. Kadar hidup sebelum dimasukkan induk jantan untuk mengawan adalah dalam julat 43% – 64%. Peratus induk yang bertelur dihasilkan di antara 21%– 40% (Jadual 9).

Jadual 8: Prestasi induk udang galah yang diberi makan diet dengan kepekatan ARA berbeza (Eksperimen 1)

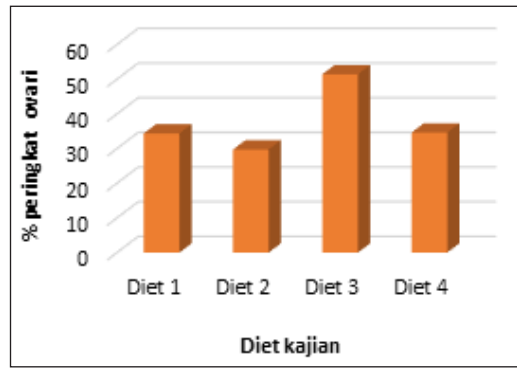
Parameter	Diet kajian			
	Diet 1	Diet 2	Diet 3	Diet 4
Aras asid lemak arakidonik (% dalam diet)	0.03	0.35	0.70	1.17
% minyak fungus (ARA)	0	1	2	3
Berat awal induk /g	24.1 ± 1.16	26.1 ± 1.62	24.3 ± 0.36	24.8 ± 1.10
Kadar hidup sebelum mengawan (%)	43 ± 4	64 ± 2	55 ± 11	60 ± 11
Bilangan larva / g induk (<i>n</i> =2 untuk semua kecuali Diet 4, <i>n</i> =1)	424.01 ± 14	887.83 ± 183	1914.05 ± 121	352.52 ± n.a.
Peratus telur yang tidak disenyawa daripada jumlah induk bertelur	57.14	12.50	60.00	60.00
Peratus induk bertelur	38.89	29.63	21.74	40.00
Berat telur/ induk (g)	1.78 ± 0.05	5.62 ± 0.57	4.22 ± 0.82	6.27 ± 1.52
Usaha pembiakan (<i>Reproductive effort</i>)	7.22 ± 0.01	23.73 ± 2.38	17.42 ± 3.88	20.35 ± 6.64

Jadual 9: Prestasi pembiakan induk udang galah yang diberi makan diet yang berbeza kandungan ARA (Eksperimen 2)

	Diet 1	Diet 2	Diet 3	Diet 4
Berat awal /g	18.30 ± 1.53	18.33 ± 1.47	18.45 ± 0.98	18.62 ± 1.08
Berat akhir /g	18.74 ± 1.17	18.36 ± 1.55	17.61 ± 0.20	18.37 ± 1.13
Indek Gonadosomatik (%)	2.66 ± 0.74	2.21 ± 0.17	2.70 ± 0.13	2.21 ± 0.05
Indek Hepatosomatic (%)	4.33 ± 0.17	4.84 ± 0.30	4.89 ± 0.56	5.12 ± 0.23
Kadar hidup (%)	51.67 ± 8.33	61.67 ± 1.67	58.33 ± 8.33	45.00 ± 11.67

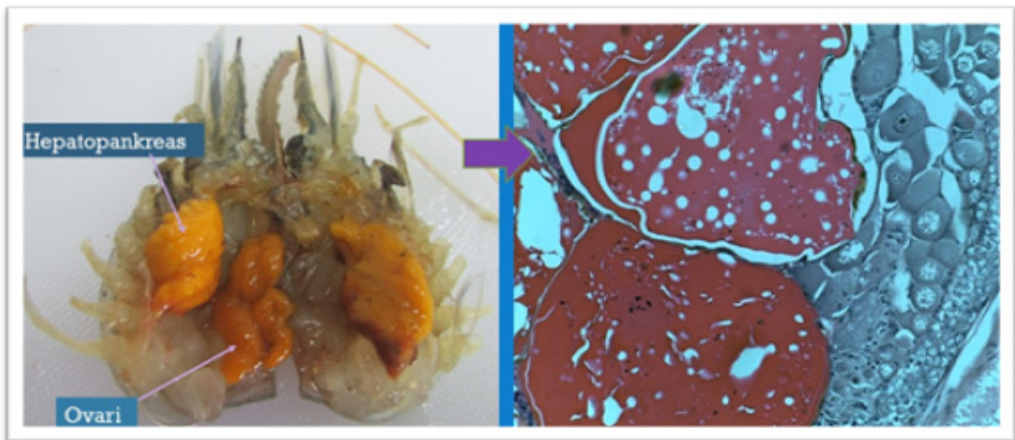


Indek gonadosomatik untuk sampel udang yang diberi makan diet berbeza

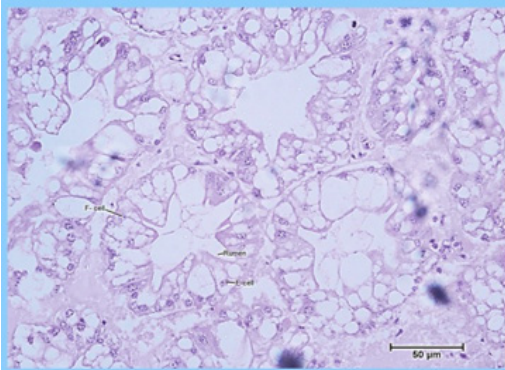


Peringkat ovari matang secara kumulatif merangkumi peringkat III, IV dan V.

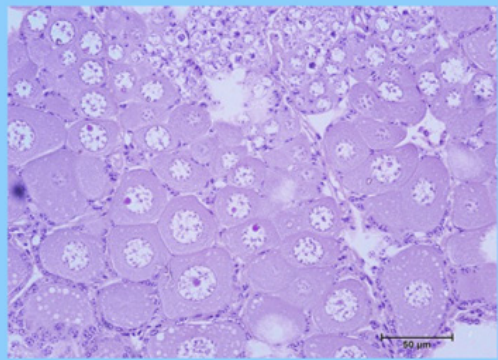
Keputusan histologi untuk Eksperimen 2 bagi sampel awal dan akhir kajian untuk hepatopankreas dan ovari ditunjukkan dalam gambar di bawah.



Sampel hepatopankreas dan ovari daripada udang kajian yang digunakan untuk analisis histologi



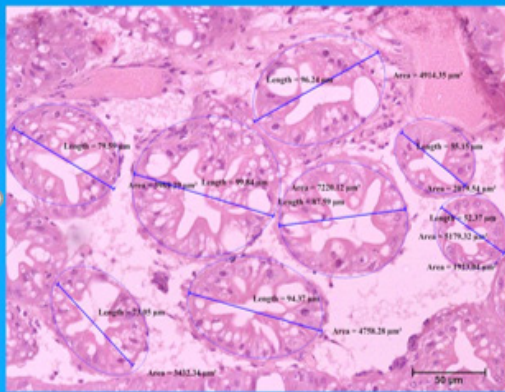
Sampel awal- Hepatopankreas



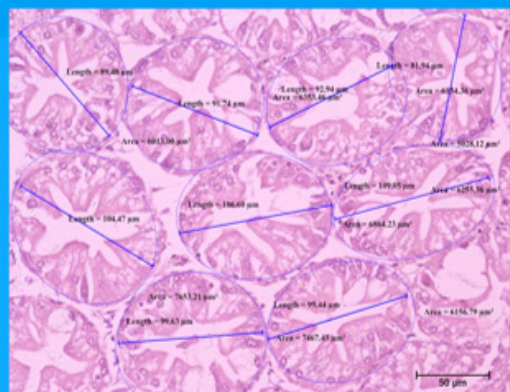
Sampel awal- Ovari

Histologi untuk hepatopankreas serta ovari untuk sampel awal

Sampel akhir

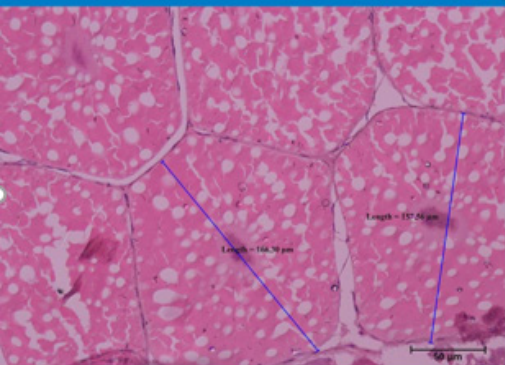


Diet 2 –Ovari peringkat III (Hepatopancreas)

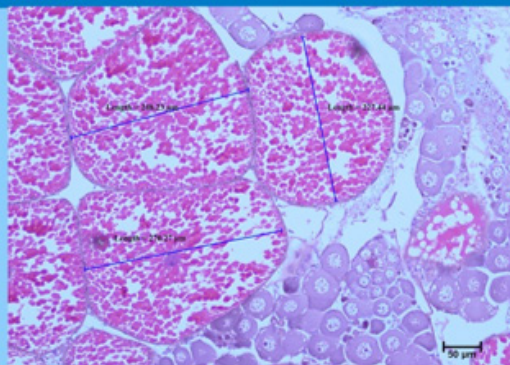


Diet 3 –Ovari peringkat III (Hepatopancreas)

Sampel akhir



Diet 2 –Ovari peringkat III (Ovari)



Diet 3 –Ovari peringkat III (Ovari)

Perbezaan sel untuk sampel akhir kajian bagi diet kajian untuk ovari peringkat III.

Eksperimen 2 menunjukkan keputusan yang lebih baik bagi induk udang galah yang diberi makan Diet 3 daripada segi parameter fizikal GSI, saiz tubular sel dan R-sel untuk organ ovari dan hepatopankreas (Jadual 10).

Jadual 10: Diameter untuk sel tubular hepatopankreas dan ovari serta luas sel tubular hepatopankreas

Diet	Hepatopankreas	Hepatopankreas	Ovari
	diameter (μm)	luas (μm^2)	diameter (μm)
Diet 1	99.62 \pm 6.51	6350.50 \pm 757.58	164.76 \pm 60.03
Diet 2	102.35 \pm 9.10	6402.82 \pm 830.05	170.21 \pm 2.11
Diet 3	101.93 \pm 10.03	5957.36 \pm 611.38	206.15 \pm 7.87
Diet 4	108.54 \pm 2.50	7350.67 \pm 401.09	136.30 \pm 32.94

Keputusan kajian menunjukkan penggunaan ARA dalam diet pematangan induk udang galah memberi kesan yang negatif apabila melebihi keperluan induk. Oleh itu, penggunaan melebihi aras optima iaitu sekitar 0.7% ARA daripada jumlah asid lemak dalam diet tidak disyorkan untuk perkembangan gonad. Kangpanich *et al.* (2016) melaporkan bahawa induk udang galah menunjukkan prestasi yang baik dengan penambahan ARA dengan kadar maksima 0.8% dalam diet. Kajian ini yang menggunakan 3% minyak fungus ARA dan menghasilkan 1.17% ARA daripada peratus keseluruhan asid lemak dalam diet yang memberi kesan negatif terhadap prestasi perkembangan sistem pembiakan induk udang galah betina.

Berdasarkan daripada keputusan Eksperimen 1 dan Eksperimen 2, penambahan minyak fungus ARA sekitar 2% (Diet 3) dalam diet yang menjadikan diet mengandungi sekitar 0.70% ARA adalah aras optima ARA yang disyorkan bagi meningkatkan perkembangan sistem pembiakan induk betina udang galah. Kesimpulannya, keputusan daripada kajian ini menunjukkan bahawa Diet 3 memberikan prestasi perkembangan sistem pembiakan yang lebih baik dan disyorkan untuk digunakan dalam diet induk udang galah bagi meningkatkan prestasi perkembangan gonad.

Makanan Induk Ikan

R&D makanan induk ikan air tawar yang dirangka di bawah RMK-11 tertumpu kepada dua spesies ikan iaitu ikan kelah (*Tor sp.*) dan patin buah (*Pangasius nasutus*). Secara amnya, dalam menjayakan suatu program pembiakan ikan, salah satu faktor yang perlu diambil kira adalah faktor pengurusan induk ikan, termasuk aspek pemakanan dan keperluan nutrisi bagi induk ikan. Pada masa ini, tiada makanan khas bagi induk ikan air tawar dalam pasaran. Oleh itu, amalan pengurusan induk ikan air tawar oleh pengusaha hatceri adalah dengan menggunakan makanan komersial untuk ternakan yang tidak menepati keperluan zat optimum untuk perkembangan gonad dan penghasilan benih yang berkualiti.

Kelah dan patin buah merupakan dua spesies ikan sungai yang bernilai tinggi yang turut menjadi sasaran eksploitasi para pemburu ikan. Hal ini telah memberi tekanan kepada perlindungan sumber ikan kelah. Maka, aktiviti pembangunan bagi tujuan pelepasan umum dan konservasi amat penting bagi menjamin kelestarian sumber ikan asli. Kejayaan pengeluaran benih daripada hatceri, dijangka akan mengurangkan kesan ke atas eksploitasi sumber asli ini.

Makanan Pematangan Ikan Kelah (*Tor sp.*)

R&D makanan rumusan ikan kap termasuk kelah telah dimulakan sejak tahun 2015 bagi menyokong projek pembangunan baka ikan kelah sebagai spesies baharu akuakultur negara. Pelaksanaan projek ini melibatkan aktiviti penyelidikan penyediaan rumusan, pemprosesan makanan, pengujian pada peringkat makmal, pengujian verifikasi di peringkat lapangan bersama pihak perternak dan seterusnya pembangunan produk.

Objektif kajian adalah untuk menentukan kesan penggunaan asid arakidonik (ARA) daripada tepung hati lembu di dalam diet pematangan bagi meningkatkan keupayaan pembiakan ikan kelah domestikasi. Ikan kelah telah di beri makan tiga jenis diet kajian iaitu KM1 (diet yang dibangunkan FRI Glami Lemi), KM2 (diet perbandingan) dan R (diet kawalan) yang disediakan selama sembilan bulan. Diet kajian telah diformulasikan dan diproses menggunakan mesin ekstruder untuk menghasilkan pelet timbul. Kandungan proksimat dan asid lemak dalam diet-diet yang diuji adalah seperti dalam Jadual 11.

Jadual 11: Kandungan proksimat dan ARA diet-diet kajian

Komposisi proksimat	KM1	KM2	Kawalan
Bahan kering	90.04	90.36	91.29
Kelembapan	9.96	9.64	8.71
Protein kasar	34.84	34.06	34.28
Lemak kasar	9.41	9.22	9.27
Abu kasar	4.82	8.16	8.27
ARA (C20:4n6)(g/100g)	1.11	1.25	0.03



Kemudahan kajian pemakanan diet pematangan ikan kelah dalam tangki



Induk ikan kelah yang didomestikasi

Selepas 9 bulan, keputusan kajian menunjukkan saiz purata ikan adalah di antara 1.36 - 1.60 kg. Hasil persampelan melalui aktiviti pembiakan mendapati diet KM1 dan KM2 menunjukkan purata bilangan telur bagi setiap kg berat ikan atau fekunditi adalah lebih tinggi secara signifikan ($P < 0.05$) iaitu 803 telur/kg dan 789 telur/kg, masing-masing berbanding diet kawalan iaitu 584 telur/kg (Jadual 12). Saiz induk kelah yang mencapai tahap kematangan di dalam kajian ini adalah lebih kecil berbanding kajian oleh Kunlapapuk & Kulabtong, (2011) iaitu pada saiz sekitar 3.8 kg dengan purata bilangan telur sebanyak 875 telur/kg berat badan. Secara amnya, faktor purata saiz induk lebih kecil secara relatifnya menggambarkan umur kematangan ikan kelah yang lebih awal. Selain itu, induk kelah yang diberi makan diet KM1 telah mencapai kematangan dan tindak balas pembiakan sebanyak 50% stok populasi berbanding kelah yang diberi diet KM2 dan diet kawalan iaitu 28.6%.

Jadual 12: Kesan tindakbalas pembiakan keatas bakal induk ikan kelah yang telah diberi makan tiga diet berbeza

Parameter	Diet		
	KM1	KM2	Kawalan
Berat badan, BB (kg)	1.36 ± 0.11	1.52 ± 0.14	1.60 ± 0.02
Keupayaan pembiakan (%)	50.0	28.6	28.6
Fekunditi (bil. telur kg ⁻¹ BB)	803	789	584
Bil. telur (no.)	1091 ± 411	1199 ± 298	934 ± 710
Berat gonad (g)	14.9 ± 1.3	14.6 ± 1.9	5.6 ± 1.7

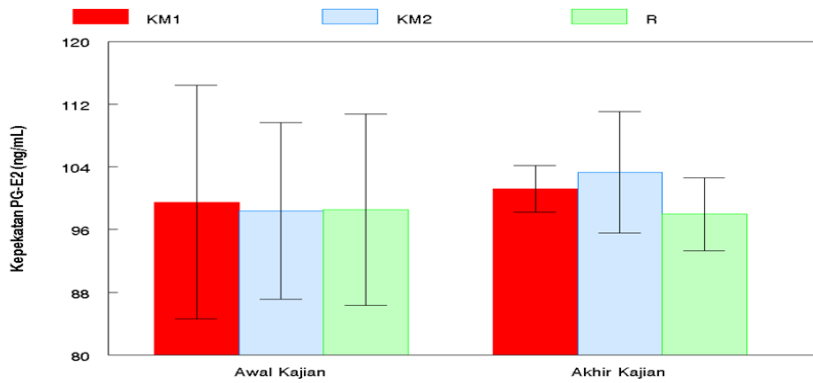


Pelet timbul makanan pematangan induk ikan kelah diproses menggunakan mesin ekstruder



Aktiviti perolehan sampel darah induk ikan kelah untuk penentuan tahap PGE-2

Di samping itu, keputusan kepekatan hormon PGE-2 di dalam serum darah induk ikan kelah yang telah diberi makan diet kajian mendapati terdapat peningkatan dalam paras hormon PGE-2 sebelum dan selepas diberi diet kajian. Diet KM1 dan KM2 turut menunjukkan peningkatan tahap hormon lebih tinggi berbanding diet kawalan walaupun tidak secara ketara ($P > 0.05$) (Rajah 2). Kandungan ARA yang terdapat pada tepung hati lembu dapat merangsang pematangan dan aktiviti pembiakan ikan. Hasil penyelidikan terdahulu telah mendapati bahawa ARA bertindak sebagai pelopor (precursor) terhadap prostaglandins yang berkait rapat dengan perkembangan gonad dan pematangan ikan seperti yang dilaporkan oleh Mercure and Van Der Kraak (1996) dan Kobayashi et al. (2002).



Rajah 2: Kesan tiga diet berbeza terhadap paras hormon PGE-2 bakal induk ikan kelah

Aktiviti verifikasi atau pengujian keberkesanan makanan yang dibangunkan FRI Glami Lemi telah dijalankan di premis syarikat swasta LTT Aquaculture Sdn Bhd. di Sarawak ke atas ikan Empurau. Pengujian ini menunjukkan 25% populasi stok ikan yang diuji telah menunjukkan tindakbalas pembiakan dengan mencapai kematangan lebih awal. Selain itu, pertambahan berat badan (BWG) bagi Empurau telah direkodkan sehingga 128.6% dalam tempoh 9 bulan kajian yang menandakan tumbesaran yang cepat.

Seterusnya, satu lagi aktiviti verifikasi telah dijalankan di Asuko Genius Sdn Bhd, Kulai, Johor pada Mac 2020 ke atas ikan kelah. Persampelan awal yang dijalankan mendapati bahawa 10% populasi stok ikan yang di beri diet yang dibangunkan oleh FRIGL telah mencapai tahap kematangan dan menunjukkan tindakbalas pembiakan berbanding stok yang diberi diet komersial (Diet kawalan). Selain itu, saiz ikan yang mencapai kematangan awal yang direkodkan adalah 720 g berbanding saiz kebiasaan kelah yang mencapai kematangan sekitar 1,200 g. Rekod tumbesaran juga mendapati ikan kelah yang diberi diet pematangan membesar 25.5% lebih cepat berbanding ikan yang diberi diet komersial.



Aktiviti verifikasi diet pematangan induk
Empurau



TOT kepada Asuko Genius Sdn Bhd,

Hasil kajian mendapati induk kelah yang diberi diet pematangan yang diformulasikan dengan tepung hati lembu (BLM) menunjukkan kesan yang signifikan terhadap tindak balas dan keupayaan pembiakan. Penggunaan BLM sebagai sumber ARA di dalam diet induk adalah satu alternatif yang lebih murah berbanding ekstrak daripada alga *Schizochytrium* sp. (Miller et al., 2007). Selain itu, BLM adalah daripada sumber yang halal berbanding sumber dari ekstrak hati khinzir. Formulasi diet pematangan ikan kap tempatan yang dijenamakan sebagai NutriKarp Aquafeed ini juga telah didaftarkan paten dengan dengan nombor pendaftaran UI 2019006209.

Makanan Pematangan Ikan Patin Buah (*Pangasius nasutus*)

R&D makanan rumusan ikan patin pula telah dimulakan sejak tahun 2017 bagi menyokong projek pembangunan baka ikan patin buah sebagai spesies baharu akuakultur negara. Objektif kajian adalah untuk menentukan kesan penggunaan sumber asid arakidonik (ARA) yang tinggi iaitu tepung hati lembu di dalam diet pematangan bagi meningkatkan keupayaan pembiakan ikan patin buah yang didomestikasi. Dalam kajian ini, sebanyak 30 ekor bakal induk patin buah liar betina dengan berat purata 0.7 kg telah diperolehi daripada nelayan darat sekitar Maran dan Temerloh, Pahang. Bakal induk ikan telah didomestikasi secara sistem tertutup (indoor) di dalam tangki 20 MT dengan sistem RAS yang telah dibangunkan oleh FRI Glami Lemi. Dalam kajian ini, ikan telah di beri makan dua jenis diet kajian iaitu PM (diet yang dibangunkan) dan C (diet kawalan). Diet-diet ini telah disediakan dan ditentukan kandungan proksimat dan asid lemak bagi menentukan kandungan ARA. Diet kajian telah diformulasikan dan diproses dengan mesin ekstruder untuk

dijadikan pelet tenggelam. Keputusan komposisi diet kajian adalah seperti dalam Jadual 13.

Jadual 13: Bahan dan komposisi proksimat dan ARA bagi diet kajian

Komposisi proksimat	PM	C, Kawalan
Bahan kering	90.04	91.29
Kelembapan	9.96	8.71
Protein kasar	34.84	34.28
Lemak kasar	9.41	9.27
Abu	4.82	8.27
ARA (C20:4n6) (g/100g)	1.11	0.03

Kajian dijalankan selama 18 bulan sehingga ikan mencapai berat purata sekitar 2.8 kg. Hasil persampelan mendapati induk patin buah yang diberi makan diet PM mencapai tahap kematangan dalam 25% populasi berbanding ikan yang diberi diet kawalan yang tidak mempamerkan kesan tindak balas pembiakan. Secara purata, bilangan telur bagi setiap kg berat ikan atau fekunditi bagi ikan yang diberi diet pematangan adalah sebanyak $67,402 \pm 8,037$ telur/kg. Namun secara relatifnya, nilai fekunditi Patin Buah yang diberi diet pematangan dalam kajian ini adalah lebih tinggi berbanding kajian oleh Tahapari et al. (2011) dengan nilai fekunditi sekitar 32,727 telur/kg hingga 48,663 telur/kg. Manakala saiz purata telur bagi induk ikan yang diberi diet pematangan PM adalah 0.94 ± 0.03 mm (Jadual 14).

Jadual 14: Perbandingan kesan pembiakan ke atas bakal induk ikan patin buah terdomestikasi yang telah diberi makan diet pematangan dan diet kawalan

Parameter	Diet	
	PM	Kawalan
Berat badan, BB (kg)	2.83 ± 0.21	2.72 ± 0.42
Keupayaan pembiakan (%)	25.0	Tiada
Fekunditi relatif (bil. telur kg^{-2} BB)	$67,402 \pm 8,037$	Tiada
Saiz telur (mm)	0.94 ± 0.03	Tiada

Kajian diet pematangan induk ikan patin buah akan disambung di dalam RMK-12 yang melibatkan kajian pada peringkat lapangan bagi tujuan kajian verifikasi sebelum produk ini dapat dikomersialkan. Kajian ini merupakan laporan pertama tentang kejayaan aktiviti pembiakan ke atas induk ikan patin buah domestikasi di dalam sistem tangki tertutup dan diberi diet rumusan sepenuhnya bagi merangsang pematangan ikan.



Ikan patin buah yang ditempatkan di dalam tangki RAS 25 MT diberi diet kajian.



Ikan patin buah yang telah diberi diet yang dibangunkan FRI Glami Lemi

Makanan Induk Ikan Marin

R&D makanan induk ikan marin mengambil kira keperluan pengambilan nutrien yang berzat bagi pertumbuhan gonad induk ikan marin. Induk ikan marin, memerlukan komponen nutrien tertentu bagi menggalakkan pematangan. Pemakanan yang berzat tinggi akan dapat membantu perkembangan gonad yang baik dan pengeluaran sperma yang konsisten. Hormon penggalak kesuburan sering digunakan untuk menggalakkan pematangan induk. Walau bagaimanapun penggunaannya bergantung kepada kesediaan induk ikan untuk bertelur. Penggunaan hormon boleh dibuat sama ada dengan penanaman hormon atau suntikan atau dengan mencampurkan hormon di dalam adunan makanan. Oleh itu, pengurusan makanan induk perlu diselaraskan dengan penggunaan hormon yang sesuai mengikut keperluan induk ikan marin.

Kebiasaannya, induk ikan laut diperolehi daripada pembekal tempatan yang mendapatkannya daripada sumber liar. Tabiat pemakanan induk ini ialah memakan ikan kecil sebagai makanan hariannya. Proses penukaran makanan daripada ikan

kecil seperti kebiasaan kepada makanan rumusan adalah sukar terutama pada peringkat umur ikan yang telah lewat. Penternak perlu membiasakan ikan dengan makanan rumusan dengan memberi pelet sejak dari kecil, seperti pada peringkat asuhan.

Secara umumnya, induk diberi makan ikan baja sahaja. Ikan segar seperti ikan selayang akan diberi sekali dalam sehari atau selang sehari. Kadar pemberian makanan adalah berdasarkan kepada peratusan jumlah berat badan atau biomas induk di dalam tangki. Jumlah makanan yang diberikan adalah berdasarkan 1-2% daripada berat badan.

Bagi mengira keperluan makanan, jumlah berat jisim induk perlu diketahui, iaitu yang diambil daripada jumlah berat induk semasa pemindahan awal induk ke dalam tangki. Pengiraan jumlah keperluan makanan merupakan satu nilai anggaran sahaja (Jadual 15).

Jadual 15: Kadar pemberian makanan calon induk dan induk ikan marin mengikut saiz

Saiz Induk (g)	Kadar makanan (% Berat Badan)	Kekerapan (kali/hari)
100-200	6-8	3
200-300	4-6	2
300-400	2-4	2
400-500	2	2
500-600	1-2	2
600-1000	0.5-1	2
>1000	0.5-1	1 @ selang sehari

Bagi memenuhi keperluan nutrien pula, penggunaan diet yang ditambah di dalam ikan baja perlu dibuat. Diet tambahan, dengan minyak ikan (dalam bentuk kapsul, seperti dalam gambar di bawah). Kadar penggunaannya adalah dua kapsul (275 mg) /hari/seekor induk dengan memasukkan kapsul itu ke dalam mulut atau pun membuat kelaran pada badan ikan baja.



Minyak ikan kod (Cod Liver Oil)

Kesan Ekstrak Ubi Gadong dalam Diet ke atas Prestasi Pematangan Induk Ikan Marin

Salah satu kaedah dalam menyediakan diet pematangan adalah melalui formulasi khusus. Diet tambahan selalunya digunakan dalam bentuk kapsul. Bahan yang digunakan di dalam kapsul adalah untuk menggalakkan kesuburan induk ikan laut seperti ekstrak ubi gadong (ikan betina). Ubi gadong mengandungi hormon progesterone yang dapat meningkatkan hormon estradiol di dalam badan induk betina. Bahan tersebut perlu diekstrak terlebih dahulu sebelum diformulasikan menjadi ramuan berkapsul.

Kandungan ekstrak ubi gadong dalam setiap kapsul adalah 500 mg. Diet ubi gadong akan dicampur bersama probiotik yang dihasilkan di makmal (0.1 mg/kapsul) dan 0.15 mg krimer susu sebagai *filler*. Pemberian kapsul kepada induk ikan kerapu dilakukan tiga kali seminggu selama lima minggu dan didapati mampu meningkatkan hormon estradiol.



Ubi gadong



Kapsul berisi diet kesuburan yang dimasukkan ke dalam makanan ikan segar

Diet pematangan yang diberikan kepada induk mempunyai kandungan 50% protein dan 6-8% lipid. Kandungan nutrisi penting adalah asid lemak perlu (EFA), asid lemak politik tepu (PUFA) khususnya omega 3 (n-3) seperti arakidonik asid (ARA, 20:4n-6), EPA (22:6n-3) dan DHA (22:6n-3) serta kandungan nutrien mikro seperti vitamin C, vitamin E, karotenoid, asthaxanthin dan mineral seperti kalsium.



Penyediaan ekstrak ubi gadong sebelum dicampur dengan probiotik

Proses persiapan kapsul Probiotik + Ubi Gadong + Filler (Skimmed milk) dengan kadar 0.1g Probiotik + 0.1g (Ubi Gadong)

Bakteria yang diisolate dan Komersial probiotik dan Digestive Tract ikan kerapu Harimau

1 ekor / 1 kapsul/ 3 kali seminggu (3.0 kg)

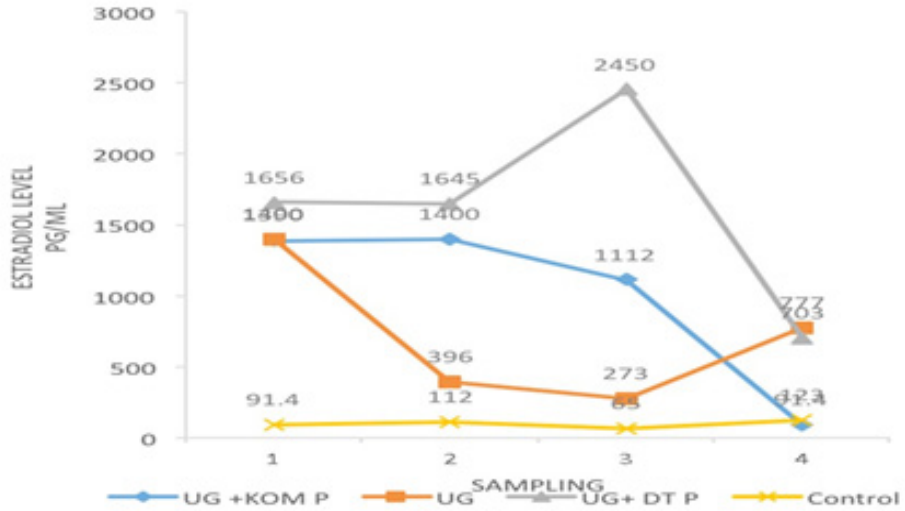
Analisa Microbiota Digestive Tract
Analisa Hormone - serum
Analisa Fatty Acid composition
Histology Digestive Tract

Penyediaan probiotik



Kapsul ubi gadong bertujuan kesuburan induk kerapu harimau

Penggunaan diet pematangan tersebut bersama probiotik didapati dapat memberi kesan positif kepada pertumbuhan bakteria yang baik di dalam proses pencernaan nutrien, seterusnya berkesan untuk meningkatkan tahap hormon pembiakan dan meningkatkan berat gonad seperti di dalam Rajah 3 di bawah.



Rajah 3: Kesan penggunaan ubi gadong dan probiotik terhadap peningkatan hormon Estradiol (E2)8 dalam serum ikan kerapu hibrid

BAB 3

R&D MAKANAN

ASUHAN DAN

TERNAKAN



Latarbelakang

R&D makanan asuhan dan ternakan ikan dalam RMK-11 tertumpu kepada kajian untuk menyelesaikan isu-isu utama dalam makanan pada peringkat asuhan dan ternakan seperti yang telah dibincangkan dalam Bab 1 iaitu untuk :-

- mengurangkan risiko penyakit bawaan *Artemia* dengan menggunakan diet kering bersaiz mikro dalam asuhan udang marin.
- menggantikan penggunaan *Artemia* dengan spesies makanan hidup tempatan dalam asuhan ikan air tawar.
- menggantikan sebahagian atau keseluruhan protein tepung ikan dengan bahan ramuan alternatif seterusnya mengurangkan kos makanan dalam makanan ternakan.
- menghasilkan satu mesin ekstruder berteknologi baharu mampu milik.
- menghasilkan campuran (premik) berformula yang murah, mudah didapati dan boleh digunakan terus oleh penternak.

Di Malaysia, tepung dan minyak ikan dihasilkan melalui pemrosesan hasil sampingan tangkapan ikan menggunakan pukut tunda yang tidak mapan (Nurrudin, 2013). Bekalan tepung dan minyak ikan didapati semakin terhad dan mahal disebabkan hasil tangkapan yang kian berkurangan. Sejak 2011, persetujuan di antara Menteri-Menteri negara ASEAN ke atas Pelan Tindakan Perikanan Mapan untuk Keselamatan Makanan bagi Rantau ASEAN ke arah 2020 dalam Artikel 53 yang menyokong penggunaan sumber protein alternatif bagi mengurangkan kebergantungan kepada tepung ikan dan produk berasaskan ikan dalam makanan akuakultur serta tiada bahan ramuan dihasilkan daripada perikanan tangkapan (Konferens ASEAN-SEAFDEC, Bangkok, 2011). Oleh itu, di dalam Kertas Teknikal FAO Bil. 564 (Tacon et al., 2011) menjelaskan bahawa menjelang 2020, FAO telah menetapkan tahap maksima tepung ikan dalam makanan ternakan ikan air tawar hanya 2% manakala 12% dan 8% masing-masing bagi spesies ikan dan udang laut.

Walaupun sejak 1990an, kajian penggantian tepung ikan menggunakan tepung soya (dinyahsekam dan diekstrak pelarut) serta yang dipanaskan dalam makanan ternakan ikan marin seperti siakap putih (Mohammed Suhaimee et al., 1999; 2000) telah dijalankan, namun, tepung soya merupakan komoditi import dengan harga yang semakin tinggi. Penggantian protein tepung ikan menggunakan bahan ramuan tempatan seperti hampas isirong sawit secara terus atau setelah melalui

proses rawatan pengasingan protein secara isoelektrik ke dalam diet ikan marin kerapu (Suhaimie et al., 1999) dan siakap putih (Mohammed Suhaimie, 2005) hanya sesuai dalam jumlah yang sangat sedikit.

Makanan Asuhan Udang Laut

Kajian Penggunaan Diet Mikro ke atas Asuhan Benih Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*).

Pada masa ini, terdapat pelbagai kaedah pemberian makanan untuk peringkat asuhan *Post Larvae* (PL)10 udang putih. Antara jenis makanan yang digunakan ialah diet mikro pelet hasil daripada mesin pelet. Terdapat teknologi terkini penghasilan diet mikro iaitu dengan penggunaan mesin teknologi *cold extrusion* yang membolehkan diet mikro dihasilkan dengan lebih berkualiti dan sesuai untuk kepadatan tinggi. Oleh itu, satu kajian penggunaan diet mikro ke atas asuhan benih udang putih telah dijalankan untuk menilai prestasi tumbesaran dan status kesihatan udang putih menggunakan diet mikro komersial.

Sebanyak enam tangki gentian kaca berkapasiti 8 m³ diisi dengan air laut (kemasinan 25 ppt) yang ditapis menggunakan beg penapis 5 um disediakan. Setiap tangki dibekalkan dengan sistem pengudaraan berpusat secara berterusan melalui paip PVC 15 mm mengelilingi dasar tangki. Gelembung angin halus keluar menerusi tiub (*Aerotube*, 15 mm, Taiwan) dilaras sehingga berlaku kitaran air turun dan naik. Air dalam tiga tangki dirawat dengan menambah disinfektan (DF) berasaskan kloramine pada kadar 5 ug/L dan campuran mineral (CM) pada kadar 10 ug/L (T-A) manakala air dalam tiga tangki lagi dirawat dengan menambah 15 ug/L probiotik (PB) dan 10 ug/L CM (T-B). Kedua-dua rawatan T-A dan T-B dimulakan 7 hari sebelum PL10 udang putih dimasukkan ke dalam semua tangki. Pada minggu-minggu berikutnya rawatan T-A (3 ug/L PP + 2ug/L CM) dan T-B (7.5 ug/L PB + 2ug/L CM) diulangi.

Sebanyak 30,000 benih udang putih (0.0027 0.0004g) diperolehi daripada hatceri tempatan dan distok pada kadar 595 ekor/m³ dalam enam tangki kajian. Benih udang putih dalam kesemua tangki diberi makan makanan komersial bersaiz 300–500 µm (hari 1–8), <600 µm (hari 8–14), 600–850 µm (hari 11–20), 850–1200 µm (hari 18–26), 1500µm (hari 24–32) dan 2000 µm (hari 30–35) pada jam 0830, 1130, 1430 dan 1730 menggunakan alat pemberian makanan automatik (Dolphin, AF012, China).

Parameter kualiti air dalam tangki kajian seperti kemasinan (mg/L), pH, suhu (°C) dan oksigen terlarut (mg/L) diambil setiap hari pada 0830 dan 1500 jam menggunakan *multi-parameter analyzer* (Model 550A, YSI Inc., USA). Manakala parameter seperti *total ammonia* (mg/L), nitrit (mg/L), nitrat (mg/L), fosfat (mg/L) dan alkaliniti diambil setiap minggu dan dianalisis menggunakan spektrofotometer (Model DR3900, HACH Company, USA) berdasarkan HACH DR 3900 User Manual (2018).

Proses saringan virus penyakit udang dijalankan dengan mengambil sekurang-kurangnya 10 ekor sampel benih udang putih PL10 daripada tiga beg secara rawak. Pengesanan virus penyakit udang White Spot Syndrome Virus (WSSV), Infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus (IHHNV), Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease/Early Mortality Syndrome (AHPND/EMS) dan Enterocytozoon hepatopenaei (EHP) dijalankan berdasarkan manual IQ REAL™ (2008) menggunakan RT-PCR dan CFX Manager™ Software (Bio-Rad, CFX96™ Real-Time System, Singapore)

Kesemua data udang dan kualiti air diuji kenormalan. Data-data berat dan panjang udang dianalisis melalui ujian-t tak bersandar manakala data-data kualiti air dianalisis melalui ujian-t sampel berpasangan menggunakan *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS, versi 21). Kajian ditamatkan pada hari yang ke-35 dengan keputusan analisis kualiti air harian dan mingguan sepanjang kajian (Jadual 1 dan Jadual 2).

Jadual 1: Keputusan analisis ujian-t berpasangan data kualiti air harian

Parameter	Purata SD		P value*
	T-A	T-B	
Suhu (°C)	28.16 ± 0.56	28.07 ± 0.57	0.38
pH	7.40 ± 0.09	7.26 ± 0.04	0.05
Kemasinan (g/L)	25.44 ± 0.98	25.67 ± 0.77	0.43
Oksigen Terlarut (mg/L)	7.58 ± 0.77	6.74 ± 0.67	0.26

*P value lebih rendah daripada 0.05 menunjukkan terdapat perbezaan ketara antara rawatan T-A dan T-B.

Ujian-t sampel berpasangan ke atas parameter kualiti air menunjukkan tiada perbezaan ketara ($P > 0.05$) ke atas suhu (°C), pH, kemasinan (g/L) dan kandungan oksigen terlarut (mg/L) di antara kedua-dua rawatan air. Namun, nilai nitrat yang

lebih rendah ($P < 0.05$) telah direkodkan dalam T-A (16.27 ± 2.81) berbanding T-B (21.80 ± 1.93).

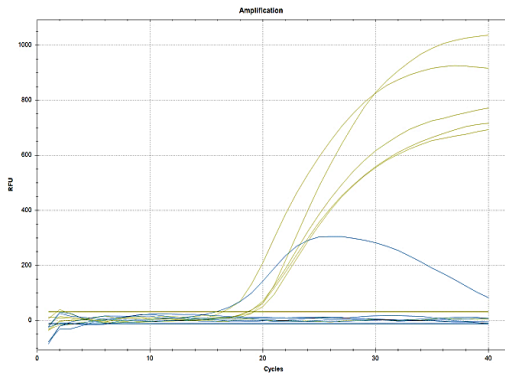
Jadual 2: Keputusan analisis ujian-t berpasangan data kualiti air mingguan

Parameter	Purata SD		P value*
	T-A	T-B	
Total Ammonia (mg/L)	0.69 ± 0.29	0.43 ± 0.12	0.22
Nitrit (mg/L)	0.57 ± 0.01	0.38 ± 0.32	0.43
Nitrat (mg/L)	16.27 ± 2.81	21.80 ± 1.93	0.01
Fosfat (mg/L)	4.06 ± 0.16	4.63 ± 0.40	0.06
Alkaliniti (mg/L)	144.00 ± 15.87	120.00 ± 34.64	0.34

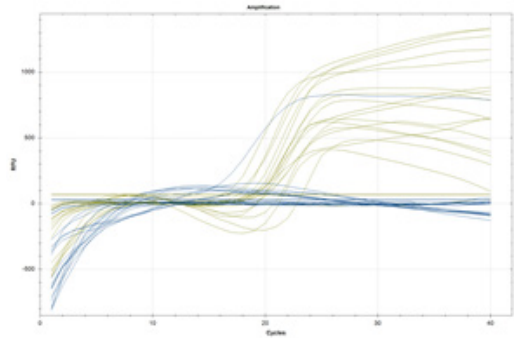
* P value lebih rendah daripada 0.05 menunjukkan terdapat perbezaan ketara antara rawatan T-A dan T-B.

De Lourdes Cobo et al., (2014) menyatakan kepekatan maut median untuk PL1 udang putih adalah pada 13.2 mg/L *total ammonia* (1.9 mg/L $\text{NH}_3\text{-N}$). Dalam kajian ini, kepekatan *total ammonia* dalam air ternakan dalam T-A (0.69 ± 0.29 mg/L) dan T-B (0.43 ± 0.12 mg/L) adalah di paras yang sesuai untuk ternakan udang. Walaupun kandungan nitrat didapati lebih tinggi dalam air ternakan T-B (21.80 ± 1.93 mg/L) berbanding T-A (16.27 ± 2.81 mg/L), Furtado et al. (2014) mendapati kepekatan nitrat sehingga 150 mg/L tidak menghalang tumbesaran dan kadar hidup udang putih dalam sistem bioflok.

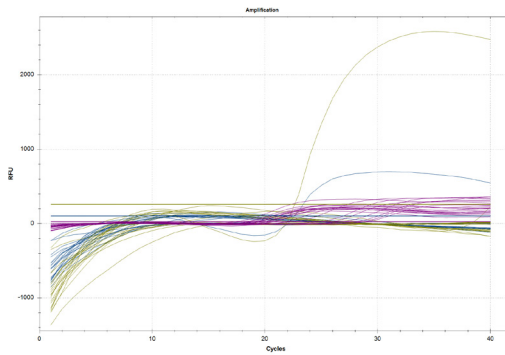
Keputusan saringan penyakit ke atas benih udang putih menunjukkan kesihatan udang baik sepanjang kajian dan tiada jangkitan WSSV, IHHNV, AHPND dan EHP dikesan selepas kajian. Gambar dibawah menunjukkan output keputusan saringan penyakit.



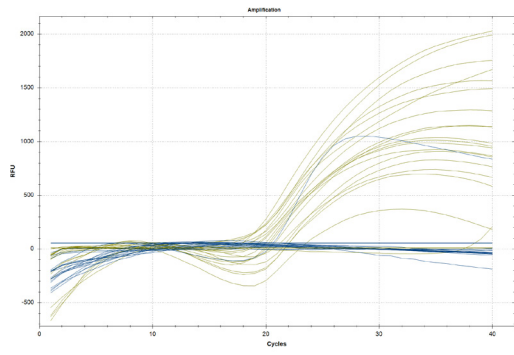
WSSV



IHHNV



AHPND



EHP

Analisis statistik (Ujian-t) menunjukkan terdapat perbezaan ketara ($p < 0.05$) ke atas berat akhir (0.720.26 g T-A; 0.530.18 g T-B) dan panjang keseluruhan benih udang (44.426.2 mm T-A; 40.115.3 mm T-B). Di dalam kajian ini, tumbesaran udang putih didapati lebih cepat ($P < 0.05$) pada rawatan tanpa aplikasi probiotik selama 35 hari. Oleh itu, diet mikro komersial dengan teknologi *cold extrusion* didapati sangat sesuai sebagai makanan asuhan udang putih PL10 dengan kepadatan tinggi (sehingga 595 ekor/m³) dalam sistem bioflok.

Makanan Asuhan Ikan Air Tawar

Kajian Makanan Hidup ke atas Rega Ikan Kelah (*Tor sp.*) dan Patin Buah (*Pangasius nasutus*)

Makanan hidup merupakan diet asas yang penting bagi keperluan rega ikan disebabkan sistem organ penghadaman yang belum lengkap dan belum atau kurang penghasilan enzim pencernaan. Kajian telah dijalankan bagi menentukan regim pemakanan hidup yang sesuai bagi keperluan peringkat rega ikan kelah dan Patin buah bagi keperluan asuhan benih.

Di dalam kajian penentuan regim pemakanan hidup bagi kelah, kadar penebaran awal ialah sebanyak 50 ekor rega ikan kelah bagi setiap tangki (100 L) manakala untuk rega patin buah, kadar penebaran awal adalah sebanyak 500 ekor rega bagi setiap tangki. Empat jenis makanan kajian diuji untuk kedua-dua kajian iaitu *Artemia* (A), *Moina* hidup (ML), kiub *Moina* beku (MF) dan Alga hijau (GW) (kawalan) dan kajian dijalankan selama 21 hari. Dua belas tangki bersaiz 100 L digunakan dengan setiap kumpulan rawatan mempunyai tiga replikasi. Keputusan mendapati regim pemakanan menggunakan *Moina* sp. merekodkan kadar pertumbuhan spesifik (SGR) terbaik bagi rega kelah dan Patin Buah iaitu 11.2%/hari dan 22.7%/hari, masing-masing berbanding penggunaan *Artemia* iaitu 10.1%/hari dan 18.6%/hari, setiapnya. Manakala, nilai kemandirian (kadar hidup atau *survival*) bagi rega yang diberi *Moina* sp hidup bagi kedua-dua spesies adalah 93.0% dan 27.2% setiapnya berbanding penggunaan *Artemia* iaitu 98.0% dan 10.6% setiapnya (Jadual 3 dan 4). Ini menunjukkan regim pemakanan *Moina* sp hidup amat sesuai bagi keperluan rega ikan dan juga dapat meningkatkan nilai kemandirian rega ikan di peringkat asuhan dihatceri. Namun, kajian yang dijalankan juga menunjukkan rega Patin Buah bertabiat kanibalisma yang tinggi sekiranya diet yang diberikan tidak sesuai atau tidak mencukupi.

Jadual 3: Perbandingan kesan pemakanan berbeza terhadap rega ikan kelah

Rawatan	Berat akhir (mg)	Kemandirian (%)	SGR (%/hari)
<i>Artemia</i> sp. (A)	45.56 ± 2.88	98	10.06
<i>Moina</i> sp. hidup (ML)	63.50 ± 3.11	93	11.20
<i>Moina</i> sp. beku (MF)	47.54 ± 1.86	90	10.06
Kawalan (Alga hijau, GW)	30.06 ± 2.17	97	8.66

Jadual 4: Perbandingan kesan pemakanan berbeza terhadap rega ikan patin buah

Rawatan	Berat akhir (g)	Kemandirian (%)	SGR (%/hari)	FCR
<i>Artemia</i> sp.	37.18 ± 17.34	10.60 ± 1.82	18.6 ± 0.1	0.87
<i>Moina</i> sp. hidup	91.26 ± 14.99	27.20 ± 1.08	22.7 ± 0.3	0.63
<i>Moina</i> sp. beku	62.69 ± 10.44	1.07 ± 0.21	19.6 ± 0.2	0.79
Alga hijau (Kawalan)	86.25 ± 17.34	0.47 ± 0.04	23.4 ± 0.1	0.50



Fasiliti kajian



Rega ikan ikan patin buah

Makanan Ternakan Udang

Dalam mengurangkan penggunaan makanan komersial dan kos makanan pelet, sebilangan penternak udang mempraktikkan pemberian makanan sampingan seperti jagung, makanan buatan ladang yang disediakan dengan campuran kepala bilis dan bahan mentah lain semasa ternakan. Penggunaan sekitar 30–50% makanan buatan ladang daripada jumlah keseluruhan makanan udang dapat mengurangkan kos dan masih memberi kadar tumbesaran yang baik. Penggantian dengan makanan buatan ladang biasanya dibuat pada udang ternak yang berumur empat bulan ke atas. Terdapat beberapa jenis makanan rumusan komersial yang berbeza harga di pasaran. Pemilihan pelet yang berkualiti pada peringkat awal (*starter*) dicadangkan bagi memastikan tumbesaran yang baik dan pelet dengan harga yang lebih rendah dicadangkan kerana perbezaan tumbesaran yang tidak jauh berbeza. Selain itu, penggunaan tukun dan probiotik dalam ternakan adalah dicadangkan kerana kajian awal serta laporan penyelidikan lain menunjukkan peningkatan kadar hidup dan tumbesaran. Kajian lanjut perlu dijalankan di lokasi kolam ternakan di Malaysia.

Penggantian Tepung Ikan dengan Larva Serangga Blow Fly

Spesies lalat *Black Soldier Fly* (BSF), *Hermetia illucens*, merupakan salah satu spesies serangga yang menghasilkan larva berprotein tinggi. Larva BSF telah digunakan secara meluas sebagai makanan ikan di seluruh dunia. Namun, media peneluran daripada sisa segar didapati tidak sesuai untuk BSF. Terdapat spesies alternatif iaitu *Blow-Fly* (BF) khususnya *Chrysomya rufifacies* dan *C. megacephala* yang juga menghasilkan larva berprotein tinggi dengan lebih cepat berbanding BSF dan tidak mendatangkan kemudaratan kepada manusia. Jadual 5 menunjukkan perbandingan biologi lalat BF dan BSF.

Jadual 5: Perbandingan biologi lalat Blow-Fly (BF) dan Black Soldier Fly (BSF)

Perkara	BF	BSF
Kitaran hidup	7-9 hari	45 hari
Masa penuaian larva	3-4 hari	7-14 hari
Pilihan media peneluran	Ikan/ayam segar	Najis haiwan/buah/bangkai yang reput
Kandungan protein (% , kering)	48-55%	42-43%

Bermula tahun 2016, satu projek kerjasama di antara FRI Pulau Sayak dan UTM, Skudai, Johor telah dijalankan. Objektif kajian adalah untuk menggunakan larva BF (BFL) yang ditenak dengan medium daripada hasil buangan industri hiliran ayam bagi menggantikan keseluruhan sumber protein dan minyak ikan dalam makanan ternakan udang. UTM telah memulakan kajian penghasilan BFL pada skala makmal dan telah berjaya membangunkan kaedah penghasilan BFL menggunakan sisa buangan ayam. Sebanyak 20 kg sampel sejukbeku BFL telah dihantar ke FRI Pulau Sayak, Kedah untuk dijadikan bahan ramuan dalam formulasi diet udang putih (*Litopenaeus vannamei*)



Larva Blow-Fly



Tepung larva Blow-Fly

Pada tahun 2017, FRI Pulau Sayak telah menjalankan kajian pemakanan menggunakan BFL pada tahap 0% (Diet kawalan), 50% dan 100% dalam makanan rumusan ternakan udang putih.



Pelet makanan udang daripada tepung Blow-Fly



Pelet kering untuk kajian pemakanan

Formulasi tiga jenis diet yang digunakan dalam kajian ditunjukkan dalam Jadual 6. Kesemua diet dirumus agar mengandungi 35% protein kasar dan 8% lemak kasar. Diet 1 merupakan diet kawalan yang mengandungi 8% tepung ikan 0% BFL (menepati sasaran FAO). Diet 2 dan Diet 3 masing-masing mengandungi BFL bagi menggantikan protein tepung ikan pada kadar 50% dan 100% penggantian.

Jadual 6: Formulasi diet-diet kajian yang digunakan

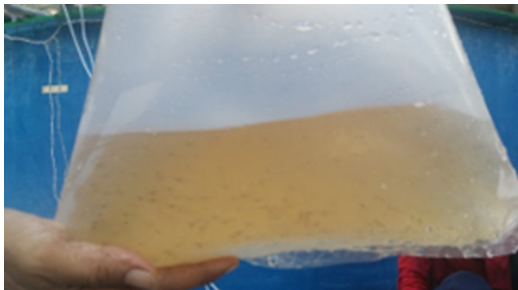
Bahan ramuan	Kandungan diet (%)		
	1	2	3
Tepung ikan Danish	8.00	5.20	0.00
BFL*	0.00	8.75	17.50
SBM#	53.22	49.07	49.15
Tepung gandum	11.11	11.11	12.33
Dedak padi	22.22	22.02	18.27
DCP ^a	1.00	1.00	1.00
Minyak ikan	1.00	0.50	0.00
Minyak tumbuhan	1.70	0.60	0.00
Vitamin & Mineral	0.50	0.50	0.50
Perekat	1.25	1.25	1.25
Jumlah (%)	100.00	100.00	100.00

Nota: *BFL – Larva Blow-Fly, #SBM – Tepung soya, ^aDCP – *Dicalcium phosphate*

Jadual 7: Profil asid amino perlu larva lalat Blow-fly (g /100 g sampel kering)

Asid amino	Campuran sisa ikan	Sisa ayam	Campuran sisa ikan dan ayam (50:50)
	(A)	(B)	(C)
Histidine	2.45 ± 0.37	*3.87 ± 0.30	3.55 ± 0.34
Arginine + Threonine	8.62 ± 1.00	*11.21 ± 1.88	10.82 ± 1.75
Tyrosine	4.88 ± 0.98	*6.96 ± 0.16	6.67 ± 1.13
Valine	4.10 ± 0.70	*5.27 ± 0.46	5.20 ± 0.63
Lysine	5.82 ± 0.21	5.88 ± 0.36	*6.97 ± 0.36
Isoleucine	3.09 ± 0.51	3.48 ± 0.22	*3.59 0.38
Leucine	6.01 ± 1.02	*6.95 ± 0.27	6.69 ± 0.50
Phenylalanine	3.79 ± 0.68	*5.08 ± 0.51	4.36 ± 0.85
Methionine	1.32 ± 0.42	*1.65 + 0.50	1.10 ± 0.21
Tryptophan	3.91 ± 0.18	3.81 ± 0.06	*4.81 ± 0.07

*Nilai tertinggi asid amino yang ditandakan mengikut baris masing-masing.



Pasca larva (PL) udang putih



PL10 udang dikira semasa penerimaan



Benih udang putih yang telah digred distok ke dalam tangki kajian



Ternakan udang putih diteruskan sehingga mencapai saiz pasaran

Penggantian Tepung Ikan dengan Ramuan Berasaskan Bulu Ayam

Menjelang 2020, FAO telah menyasarkan tahap maksima (8%) tepung ikan dalam makanan ternakan udang laut. Untuk menggantikan tepung ikan dalam diet udang, satu pendekatan inovatif perlu dibangunkan. Pada tahun 2017, terdapat sekitar 240,000 tan metrik sisa buangan pusat sembelihan ayam dan kebanyakannya digunakan terus sebagai makanan ikan air tawar seperti keli dan patin. Produk inovasi daripada bulu ayam yang diproses telah dikenalpasti selamat digunakan dalam makanan haiwan. Oleh itu, satu kajian awalan pemakanan telah dijalankan untuk menilai kesan penggunaan bulu ayam untuk menggantikan tepung ikan dalam formulasi makanan terhadap kadar tumbesaran dan kadar hidup udang putih. Sebanyak tiga diet isonitrogen (35% protein kasar) dan isokalori (15.3 KJ tenaga metabolik g⁻¹ diet) yang mengandungi tahap 0%, 50% dan 100% bulu ayam menggantikan protein tepung ikan Danish diproses dan dilabel sebagai D1, D2 dan D3. Diet kajian diberi makan kepada juvenil udang putih (4.90 ± 0.33 g) dengan tiga replikasi bagi setiap diet. Jadual 8 menunjukkan prestasi tumbesaran udang seperti perolehan berat (1,910.27 ± 30.38 g; 1,835.40 ± 191.80 g; 1472.23 ± 424.15 g), nisbah penukaran makanan (2.45 ± 0.04; 2.58 ± 0.30; 3.48 ± 1.39) dan kadar tumbesaran khusus (5.00 ± 0.01%; 4.94 ± 0.18%; 4.50 ± 0.61%) udang putih yang tidak berbeza secara ketara (p>0.05) di antara diet-diet kajian. Manakala, kadar hidup 84.25 ± 12.89% udang putih yang diberi makanan D3 adalah rendah (P<0.05) berbanding udang putih yang diberi makan D1 (99.75 ± 0.50%) dan D2 (99.50 ± 1.00%). Oleh itu, dalam kajian ini, bulu ayam didapati berpotensi untuk menggantikan sehingga 50% kandungan tepung ikan dalam makanan ternakan udang putih.

Jadual 8: Prestasi tumbesaran udang putih yang diberi makan D1, D2 dan D3 selepas 42 hari tempoh ternakan dalam tangki menggunakan sistem tanpa tukar air.

Parameter	Diet*		
	D1	D2	D3
Mula (g)	0.54 ± 0.06	0.54 ± 0.02	0.61 ± 0.04
Akhir (g)	7.16 ± 0.20	8.25 ± 0.67	8.13 ± 1.33
Biomass mula (g)	153.83 ± 2.34	152.14 ± 1.85	151.52 ± 1.49
Biomass akhir (g)	2064.10 ± 32.42	1987.54 ± 192.97	1623.75 ± 422.67
Perolehan berat (g)	1910.27 ± 30.38	1835.40 ± 191.80	1472.23 ± 424.15
FCR	2.45 ± 0.04	2.58 ± 0.30	3.48 ± 1.39
SGR (%)	5.00 ± 0.01	4.94 ± 0.18	4.50 ± 0.61
Kadar hidup (%)	99.75 ± 0.50b	99.50 ± 1.00b	84.25 ± 12.89a

*D1 – 0% BADH; D2 – 50% BADH; D3 – 100% BADH.

Superskrip berbeza menunjukkan terdapat perbezaan ketara (p<0.05) di antara diet-diet kajian.

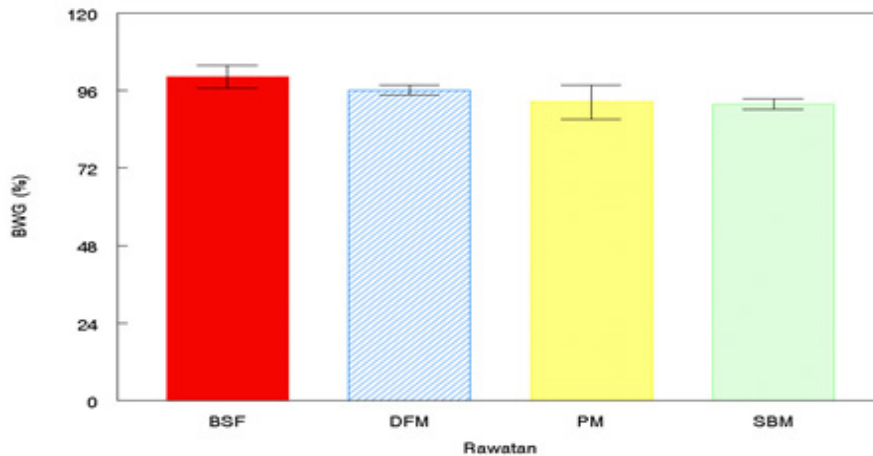
Makanan Ternakan Ikan Air Tawar

Umumnya, selain bahan mentah yang mahal, khususnya tepung ikan dan bahan mentah import lain, kos operasi terutama harga mesin dan tanggungan (overhead) yang tinggi juga menyebabkan berlakunya tekanan terhadap harga pengeluaran makanan akuakultur. Pada masa ini, harga pasaran makanan ikan membebankan penternak (diantara RM 3.00/kg ke RM 4.50/kg). Namun, aspek sampingan juga perlu diambil kira seperti ketiadaan harga siling daripada hasil di ladang (*ex-farm price*) dan harga rendah khususnya ikan air tawar, serta kekurangan sumber mentah tempatan yang sesuai dijadikan makanan ikan.

Penggunaan Sumber Protein Alternatif di dalam Diet Ikan Kelah

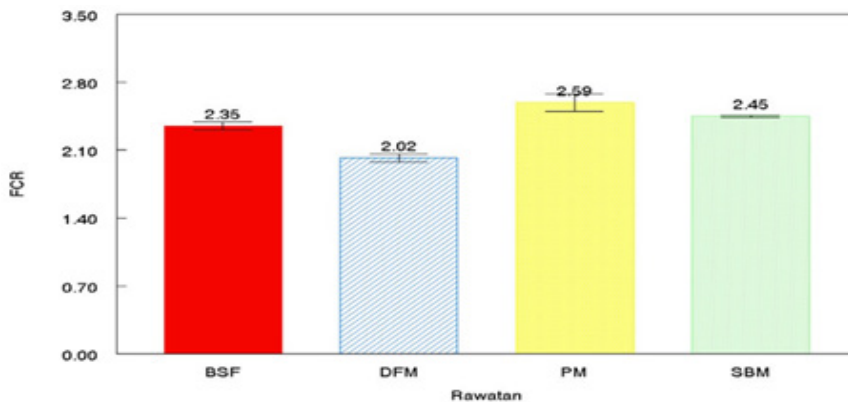
Salah satu strategi RMK-11 adalah untuk meningkatkan pengeluaran akuakultur terutama spesies baharu berpotensi khususnya spesies tempatan. Beberapa tahun kebelakangan ini, terdapat peningkatan dalam pengeluaran kelah daripada aktiviti akuakultur. Beberapa aspek kajian telah dijalankan berkaitan ikan kelah termasuk pembiakan dan ternakan, akan tetapi hanya sedikit kajian mengenai pemakanan dan nutrisi. Oleh itu, objektif utama kajian ini dijalankan adalah untuk mengenalpasti sumber protein terbaik bagi tujuan tumbesaran ikan kelah.

Kajian ini melibatkan pengujian empat sumber protein berbeza iaitu, haiwan akuatik (tepung ikan, diet DFM), protein tumbuhan (tepung soya, diet SBM), haiwan daratan (tepung ayam, diet PM) dan protein serangga (*Black soldier fly*, diet BSF). Kesemua diet diformulasi agar isonitrogenus (32% CP) dan isolipidik (10%). Setiap rawatan dibuat dengan tiga replikat di dalam tangki simen 5 MT selama lima bulan. Hasil kajian mendapati ikan yang diberi makan diet BSF menunjukkan penambahan berat badan yang terbaik, tetapi tidak signifikan ($P > 0.05$) berbanding diet DFM dengan $100.29 \pm 3.55\%$ dan $96.10 \pm 1.59\%$ masing-masing, manakala diet SBM pula memberi nilai terendah iaitu $91.75 \pm 1.69\%$ (Rajah 1).



Rajah 1: Perbandingan pertambahan Berat Badan (BWG) bagi ikan kelah yang diberi diet sumber protein berbeza

Nilai nisbah penukaran makanan (*feed conversion ratio*, FCR) bagi semua diet adalah berbeza secara signifikan ($P < 0.05$), dengan diet DFM merekodkan nilai FCR 2.02 ± 0.01 , diikuti dengan diet BSF (2.35 ± 0.03), diet SBM (2.45 ± 0.01) dan diet PM (2.59 ± 0.03) (Rajah 2).



Rajah 2: Perbandingan nisbah penukaran makanan (FCR) bagi ikan kelah yang diberi diet sumber protein berbeza

Mengikut anggaran kasar, diet ikan kelah menggunakan SBM adalah paling kos efektif berbanding diet lain. Kos makanan ikan kelah menggunakan SBM dapat dikurangkan sehingga 47% berbanding diet DFM dan 55% berbanding diet BSF bagi setiap kilogram ikan kelah. Ini disebabkan faktor kos bahan mentah bagi sumber protein dari *black soldier fly* (BSF) yang mahal di pasaran tempatan iaitu sekitar RM8,000.00/MT, manakala tepung ikan import pula berharga RM12,000/MT.

Sekiranya harga sumber protein alternatif BSF ini dapat dikurangkan secara ketara oleh pengilang, maka, ia berpotensi sebagai salah satu alternatif terbaik untuk diet ikan kelah dan penggantian kepada tepung ikan. Di samping itu, sumber BSF yang konsisten juga penting bagi menonjolkan produk ini sebagai sumber protein alternatif bagi memenuhi permintaan pasaran.



Larva Black Soldier Fly (BSF)



Saiz juvenil ikan kelah setelah 5 bulan kajian

Makanan Ternakan Ikan Marin

R&D makanan ternakan ikan marin sepanjang RMK-11 tertumpu kepada penggantian tepung ikan sebagai sumber protein. Formulasi direka untuk memastikan tepung ikan dapat dikurangkan penggunaannya dengan sumber bahan baru. Sumber bahan tersebut datang dari dua sumber yang utama iaitu, protein haiwan dan protein tumbuhan. Persoalannya adalah kerana tepung ikan dari sumber tangkapan ikan mengalami bekalan sumber yang berkurangan dan telah mengakibatkan peningkatan harga. Kesannya telah mengakibatkan lonjakan harga sehingga melebihi RM8.00/kg (2018).

Di antara sumber protein haiwan yang telah diberi tumpuan adalah penggunaan tepung daging dan tulang iaitu *meat and bone meal* (MBM), tepung bulu ayam (*feather meal*) dan tepung *Black Soldier Fly* (BSF). Tepung-tepung tersebut mengandungi peratus protein melebihi 40% dan sesuai untuk dijadikan bahan ramuan alternatif menggantikan tepung ikan (fish meal).

Penggantian Tepung Ikan menggunakan Tepung Daging dan Tulang

Tepung Daging dan Tulang (MBM)) adalah produk yang diperolehi daripada proses pengeringan dan penghancuran tisu dan tulang mamalia yang terdiri daripada rambut, bulu, daging dan tulang. Bahan-bahan ini diperolehi daripada sisa industri haiwan dan digunakan dengan meluas untuk menggantikan tepung ikan. Laporan Australia Meat and Bone Meal, (2003) telah mentakrifkan spesifikasi proses penyediaan MBM adalah tempoh masak tidak lebih 90 minit, suhu tidak melebihi 130°C, saiz partikel yang dihasilkan kurang daripada 35 mm. Kadar kelembapan adalah antara 4 – 10% untuk menghalang pertumbuhan bakteria serta kadar kandungan abu tidak melebihi 38%.

Satu kajian telah dijalankan untuk menilai kesan penggantian tepung MBM terhadap tumbesaran ikan kerapu hibrid selama 100 hari ternakan bermula daripada saiz 100 g. Kadar penggantian tepung ikan (FM) dengan tepung MBM adalah 100% di mana 30% dari formulasi ramuan ditukar sepenuhnya (Jadual 9 dan 10).

Jadual 9: Formulasi diet yang digunakan dalam kajian

Formulasi MBM (KRP1)			
Bahan ramuan	Peratus	Kandungan Protein (%)	Protein YLD (%)
Feather meal	19	84	15.96
Tepung Udang	20	60	12
<i>Meat and Bone Meal</i>	30	45	13.5
Nupro	1	50	0.5
Tepung Gandum	18	12	2.16
Dedak Padi	10	12	1.2
Vitamin	0.5	0	0
DCP	0.5	0	0
			45.32

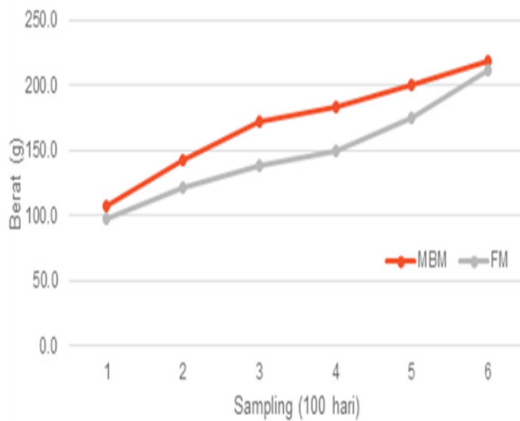
Jadual 10: Formulasi MBM (Penggantian 100% FM) KRP 1 dan KRP 2

Formulasi FM (Pelet kawalan) KRP2			
Bahan ramuan	Peratus	Kandungan Protein (%)	Protein YLD (%)
Feather meal	10	84	8.4
Tepung Udang	30	60	18
<i>Fish meal</i>	30	45	15
Nupro	1	50	0.5
Tepung Gandum	18	12	2.16
Dedak Padi	10	12	1.2
Vitamin	0.5	0	0
DCP	0.5	0	0
			45.14

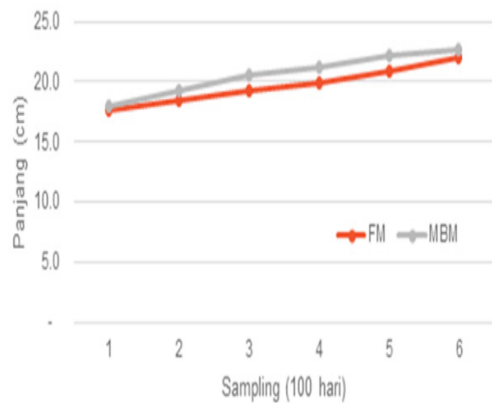


Kajian tumbesaran ikan kerapu hibrid dijalankan di dalam tangki gentian kaca

Berat Badan (BW) dan panjang keseluruhan (TL) ikan diukur pada hari ke 100 ternakan bersamaan 3 bulan ternakan bermula November 2017 sehingga Januari 2018. Keputusan yang didapati menunjukkan penggantian tepung ikan dengan 100% tepung MBM tidak memberi kesan yang ketara kepada tumbesaran ikan kerapu hibrid. Tumbesaran ikan pada kadar 30% penggantian tepung ikan (FM) tidak memberi kesan kepada berat badan dan panjang keseluruhan. Mengikut Australian Meat and Bone Meal, Nutrition Technical Review (2003) bagi ikan kap, tilapia dan perch penggantian tepung ikan maksimum adalah sehingga 75-100%, siapak (100%) dan udang (25%).



Rajah 3: Perbandingan Berat Badan ikan kerapu (MBM vs FM)



Rajah 4: Perbandingan Panjang Keseluruhan ikan kerapu (MBM vs FM)

Data kajian membuktikan kesesuaian tepung MBM dalam menggantikan tepung FM. Bagaimanapun, bau MBM yang kurang menyenangkan membuatkan ianya tidak menarik. Penggunaan tepung MBM yang lebih daripada 30% akan memberikan kesan negatif kepada tumbesaran ikan.

Makanan ternakan ikan buatan ladang

Pada masa ini, semakin ramai penternak akuakultur beralih kepada makanan yang dibuat di ladang disebabkan harga makanan akuakultur komersial yang saban tahun meningkat. Namun, kebanyakan penternak tidak mempunyai latarbelakang nutrisi ikan atau kejuruteraan mesin untuk memproses sendiri makanan akuakultur di ladang. Pemahaman yang kurang dalam fisiologi penghadaman ikan menyebabkan penternak hanya mampu memproses premiks menjadi pelet menggunakan mesin penghancur daging atau mesin pelet kayu.



Mesin penghancur daging

Pelet makanan akuakultur perlu melalui proses pemanasan ($120 - 140^{\circ}\text{C}$) dalam masa dan suhu yang khusus supaya bahan ramuan semua dimasak sempurna bagi membunuh kuman patogen di samping meningkatkan penghadaman zat. Manakala kandungan kanji dalam formulasi pula boleh diubah untuk menghasilkan pelet stabil yang sesuai untuk spesies ikan atau udang. Kebiasaannya, pelet timbul sesuai untuk spesies ikan kerana sifat menyambar manakala pelet tenggelam dengan kestabilan yang tinggi sesuai untuk spesies udang. Seterusnya penternak dapat mengurangkan kadar pencemaran persekitaran yang cepat melalui makanan. Natiujahnya, ikan yang ditenak akan mempunyai kadar hidup yang lebih tinggi dengan kualiti air yang baik, tiada jangkitan penyakit melalui makanan dan FCR yang lebih rendah. Seterusnya, dapat meningkatkan hasil akuakultur dan keuntungan kepada penternak. Proses ini hanya dapat dihasilkan melalui penggunaan mesin ekstruder.

Kebanyakan penternak tidak mempunyai kemahiran untuk mengira formulasi dan memproses pelet makanan ternakan ikan buatan ladang. Bagi mengatasi masalah ini, penghasilan premiks yang kos efektif, mudah diperolehi dan boleh digunakan terus oleh penternak tanpa perlu mengira formulasi makanan adalah sangat diperlukan.

FRI telah bekerjasama dengan Nuklear Malaysia untuk membangunkan prototaip mesin ekstruder berteknologi baharu yang menggunakan bekalan kuasa 1-fasa untuk memudahkan penternak menghasilkan pelet makanan ikan atau udang berkualiti. FRI juga memberi khidmat nasihat kepada pengilang makanan ikan Tilapia Maju Agrotech Sdn Bhd untuk menghasilkan premiks makanan ikan mengikut formulasi yang terbukti berkesan untuk dipasarkan kepada penternak kecil dengan harga yang murah.

Pembangunan Mesin Ekstruder Teknologi Baharu

Mesin ekstruder adalah alat yang sesuai untuk menghasilkan pelet akuakultur yang berkualiti. Namun, hampir kesemua mesin ekstruder yang ada di pasaran adalah berskala komersial dengan bekalan elektrik 3-fasa (*three-phase*), 415 volt. Kawasan kolam dan sangkar ikan yang banyak terletak di pedalaman biasanya mempunyai bekalan kuasa satu fasa dengan 240 volt sahaja dan memerlukan kos tinggi untuk pendawaian 3-fasa. Mesin ekstruder yang ada di pasaran tidak mampu dimiliki penternak skala kecil. Di samping itu, mesin ekstruder di pasaran juga memerlukan kos operasi yang tinggi seperti :-

- Motor utama : 10 kW (3-fasa), 415V, 24 Amp
- Motor pemotong: 0.75 kW (3-fasa), 415V, 2 Amp
- Elemen Pemanas: 2 kW (1-fasa), 240V, 8.3 Amp
- Jumlah tenaga digunakan: 12.75 kW.
- Kos operasi: RM0.80 setiap 100 kg

Mesin ekstruder berkapasiti 100–150 kg/jam yang diimport boleh mencecah ratusan ribu Ringgit Malaysia seunit. Justeru, satu projek dengan objektif untuk membangunkan mesin ekstruder berteknologi baharu yang mampu dimiliki oleh penternak tempatan bagi menghasilkan pelet makanan berkualiti untuk ternakan dengan kos pemrosesan yang murah untuk penternak kecil telah dijalankan.

Sejak 2016, FRI dan Nuklear Malaysia telah bekerjasama untuk membangunkan prototaip mesin ekstruder teknologi baharu. Pada 14 September 2019, FRI Pulau Sayak, Kedah telah memperolehi sebuah mesin ekstruder import untuk tujuan *reverse engineer*. Proses pemasangan dan pengujian mesin ekstruder import ini telah selesai pada 22 September 2016.



Perolehan mesin ekstruder import untuk tujuan *reverse engineer*



Pemasangan dan pengujian mesin ekstruder import.



Pegawai Penyelidik dari Nuklear Malaysia En. Faizal bin Abdul Rahman dan En. Khairil telah hadir di FRI Pulau Sayak untuk mendapatkan spesifikasi mesin ekstruder import



SCREW FEED RATE CALCULATION (FEED SECTION)										COMPRESSION SECTION			METERING SECTION			
OD (mm)	ID (mm)	Pitch (mm)	Volume (cm ³)	Bulk Density (g/cm ³)	Theoretical Throughput (kg/hr)	Screw efficiency	Max. Speed (RPM)	Throughput (kg/hr)	Start ID (mm)	End ID (mm)	Compression Ratio	ID (mm)	Pitch (mm)			
50.00	35.00	55.00	55.08	0.375	185.91	0.35	150.00	65.07								
					Theoretical Throughput (kg/Str) @ 8 hrs	Motor Power (KW)	Output Torque (N.m)	Throughput (kg/Str) @ 8 hrs	Shear Rate (s ⁻¹)	Shear Rate (s ⁻¹)	Pitch (mm)					
					1,487.25	2.20	140.07	520.54								
SCREW DESIGN SPECIFICATION					Screw Material	Gear Ratio	Max. Shear Stress @ Shank (MPa)	Max. Shear Stress @ Screw Root (MPa)	SHEAR RATE							
					2205 Duplex	10	16.64	16.64								
Flange Thickness (mm)	L/D Ratio	Shank Diameter (mm)	Shank Length (mm)	Total length of screw section (mm)	Total Screw Length (mm)	Shear Modulus (GPa)	Shank Angular Deflection (°)	Root Angular Deflection (°)	Shank Deflection (µm)	Root Deflection (µm)	Percentage of Root Surface Deflection (%)					
5.00	18	35	600	1,080.00	1,680.00	190	0.17	0.31	52.53	94.56	0.09					

Spesifikasi prototaip mesin ekstruder

Satu prototaip mesin ekstruder pertama menggunakan bekalan kuasa 1-fasa telah dibangunkan. Model prototaip ini dibina secara menegak untuk mengkaji kesan graviti ke atas tujahan motor skrew apabila premiks diisi ke dalam laras. Sesi ujilari telah diadakan sebanyak tiga kali iaitu pada 23 Mei 2017, 24 Ogos 2017 dan 7 September 2017. Berikut adalah kronologi ujilari dan pengubahsuaian kepada prototaip mesin ekstruder yang dibangunkan.



Pegawai Penyelidik FRI dan Nuklear Malaysia membuat ujilari



Pengenalpastian masalah mesin pengadun



Pengeluaran premiks lebih lancar setelah pengubahsuaian dilaksanakan.



Premiks tersumbat pada hujung skrew dan pengubahsuaian pada kedalaman mata die perlu dilaksanakan



Pengubahsuaian kedalaman mata die dari 25 mm kepada hanya 10 mm



Pelet keluar dengan lancar dari lubang pada ceper



Terdapat isu penolakan skrew ke belakang yang menyebabkan lubang ceper tersumbat akibat kehilangan

Punca kepada isu kehilangan tekanan akibat penolakan skrew ke belakang telah dikenalpasti dan *spring bush* dipasang untuk mengelakkan isu tersebut. Hasil ujilari selepas kali yang ketiga menunjukkan walaupun model prototaip ekstruder ini dibina menegak, daya tujahan motor skrew didapati tidak mencukupi untuk menolak premiks setelah hanya beberapa minit premiks dimasukkan. Oleh itu, model prototaip mesin ekstruder yang seterusnya dibina mendatar dengan menggunakan motor 3-fasa bersama alat penyongsang (*inverter*) 1–fasa ke 3–fasa.

1. Pengujian keupayaan *inverter* berkuasa 2.2kW 1–fasa ke 3–fasa memutarakan skrew dengan motor bergear aruhan 4kW.

Prototaip dipasang dengan sebuah motor bergear jenis aruhan berkuasa 3 kW (4hp) dengan input 3-fasa dan sebuah *inverter* 1–fasa ke 3–fasa berkuasa 2.2 kW dengan kelajuan maksima skrew sebanyak 200 rpm.



Panel kawalan dipasang *inverter* berkuasa 2.2kW 1- ke 3-fasa dengan motor bergear jenis aruhan 3kW (4hp).

Sesi pengujian pada 11 April 2018 bertujuan mengenalpasti keupayaan motor memusing skrew. Hasil pengujian menunjukkan pada permulaan skrew boleh digerakkan namun berbunyi ketukan dan tersekat. Terdapat masalah jajaran skrew yang menyebabkan skrew dan laras berlaga seterusnya mengetat.



Laras dibuka setelah skrew dikeluarkan kerana terdapat bunyi ketukan.



Beberapa bahagian skrew dikisar untuk mengelakkan bunyi ketukan



Bahagian dalam dinding laras juga dikisar agar tiada bunyi ketukan

Alur pada skrew telah diubahsuai dan sesi pengujian pada 23 Mei 2018 pula menunjukkan apabila premiks dimasukkan ke dalam laras, pusingan skrew menjadi perlahan dan seterusnya mengetat. *Inverter* berkuasa 2.2kW 1-fasa ke 3-fasa didapati tidak berkeupayaan memutar skrew yang dimasukkan premiks.



Penyelidik sedang mengenalpasti keupayaan motor 1-fasa untuk memusingkan skrew



Penyelidik sedang menarik keluar skrew yang tersekat dari prototaip mesin ekstruder

2. Pengujian keupayaan *inverter* berkuasa 4.0kW 3–fasa memutarakan skrew dengan motor bergear aruhan 4kW.



Alat penyongsang 1–fasa ke 3–fasa berkuasa 4.0kW

Inverter 3–fasa berkuasa 4kW telah digunakan sementara untuk mengatasi masalah skrew mengetat. Sesi pengujian pada 26 Julai 2018 telah menunjukkan premiks dengan protein kasar 32% dan lemak kasar 6% telah dapat diekstrud keluar menerusi lubang ceper bersaiz 3.8 mm. Namun, suhu pada pangkal laras didapati melebihi 60°C menyebabkan proses pemanasan premiks berlaku terlalu awal berkemungkinan menghalang pembentukan kanji ketika berada pada hujung laras.



Pengubahsuaian laras dengan pemasangan elemen pemanas.



Pengujian keupayaan motor bergear aruhan 4kW memusing skrew bersama premiks



Premiks berjaya diekstrud keluar



Pemasangan sistem penyejukan pada pangkal laras untuk memperbaiki struktur pelet



Pelet timbul berjaya dihasilkan

Pengubahsuaian dilakukan dengan memasang sistem penyejukan dan alat pemanas pada laras prototaip. Akhirnya sesi pengujian pada 3 Oktober 2018 telah berjaya menghasilkan pelet timbul.



Alat penyongsang 1-fasa ke 3-fasa



Pemasangan alat penyongsang 1-fasa ke 3-fasa

Setelah menggunakan motor berkuasa 4kW didapati mesin ekstruder boleh menghasilkan pelet timbul, alat penyongsang 1-fasa ke 3-fasa berkuasa 4kW telah dipasang.

Prototaip ekstruder yang dibangunkan telah dinamakan dengan M-SPEX (Mobile Single Phase Extruder) dan telah difailkan sebagai paten.



Model prototaip M-SPEX

Prototaip M-SPEX telah dipertandingkan dalam Pertandingan Inovasi DOF 2018 dan telah memenangi Naib Johan (Kategori Perikanan Terbuka) pada 18 Oktober 2018. Inovasi ini telah dipamerkan di Galeri Teknologi & Korporat, Laman Perikanan sempena MAHA 2018 bermula 22 Nov sehingga 2 Dis 2018. Majlis Pelancaran Prototaip M-SPEX oleh YB Timbalan Menteri Pertanian telah diadakan pada 28 November 2018 di Laman Perikanan. Pada awal tahun 2019, FRI dan Nuklear Malaysia telah membuat keputusan untuk meneruskan pembangunan model ekstruder M-SPEX dengan menempah di kilang pembuat mesin di Pulau Pinang. Mesin telah diperolehi dan diuji dapat menghasilkan pelet timbul pada kadar antara 40–60 kg dalam tempoh satu jam.



Model komersial M-SPEX sedang dalam proses validasi di makmal



Sesi ujian penghasilan pelet timbul



Butiran pelet yang dapat dihasilkan



Pelet timbul berjaya dihasilkan.

Pembangunan Premiks Makanan Ikan

FRI Pulau Sayak, FRI Glami Lemi dan FRI Tanjung Demong telah memberi khidmat nasihat kepada syarikat Tilapia Maju Agrotech Sdn. Bhd. (TMASB) bagi menghasilkan *Masterbite* iaitu premiks makanan ikan yang murah dan berkualiti untuk ternakan ikan air tawar seperti keli, tiapia dan patin. *Masterbite* dihasilkan pada skala komersial dan telah terbukti keberkesannya tanpa menjejaskan hasil pengeluaran ikan. Premiks ini dihasilkan setelah mendapati ramai penternak ikan mengeluh mengenai kenaikan harga makanan ikan di pasaran. Manakala, ramai penternak yang memproses makanan ikan sukar mendapatkan bekalan bahan ramuan yang murah dan berterusan. Oleh kerana mereka membeli dalam kuantiti yang sedikit, harga runcit makanan ikan dan bahan-bahan ramuan didapati 25–30% lebih mahal jika dibandingkan dengan harga borong. Sekiranya ada, makanan ikan dan bahan ramuan diragui status kesuciannya. Tambahan pula, kebanyakan penternak ikan skala kecil tidak mempunyai kemudahan mekanisasi dan infrastruktur untuk proses menyimpan, menghancurkan, menimbang dan mencampur bahan ramuan. Mereka terpaksa membeli mesin penghancur, alat penimbang digital (untuk menimbang bahan ramuan mikro seperti mineral dan vitamin) dan juga mesin pembancuh ramuan yang meningkatkan kos tetap dan operasi.

Melalui khidmat nasihat kumpulan penyelidik FRI, Jabatan Perikanan Malaysia dan TMASB, *Masterbite Premix* dan *Masterbite Aquafeed* telah dapat dibangunkan dan berjaya dikomersialkan. Penternak yang menggunakan *Masterbite Premix* boleh mendapat penjimatan sehingga 20% berbanding pembelian secara runcit. Malah *Masterbite Premix* telah sedia dikisar dan ditimbang mengikut formulasi zat yang dikehendaki.



Penternak perlu membeli mesin pengisar untuk mengisar bahan ramuan



Penternak membeli bahan ramuan secara runcit dengan harga yang mahal



Proses menimbang bahan ramuan mikro yang memakan masa yang lama



Proses menimbang bahan ramuan makro juga memakan masa yang lama

Dengan kemudahan mesin dan peralatan sedia ada di kilang TMSB, produk Masterbite Premix boleh dihasilkan secara konsisten pada kadar 2–3 tan sehari. Penternak tidak perlu mempunyai kemahiran mengira formulasi untuk menggunakan Masterbite Premix. Semuanya telah dikira dan panduan penggunaan disediakan oleh pegawai penyelidik FRI, DOF.



Bahan ramuan dibeli dalam kuantiti yang banyak menyebabkan harga



Mesin penghancur skala besar.

Penternak boleh memilih kandungan zat protein yang sesuai dengan ikan dan peringkat ternakan. Penternak tidak perlu dibebani dengan modal tetap atau kos operasi untuk menyelenggara mesin pengisar dan penimbang. Penternak hanya perlu membancuh 1 kg minyak sawit serta 6.5 liter air kepada 25 kg Masterbite Premix selama 15 minit sebelum dimasukkan ke dalam mesin bagi menghasilkan pelet. Penternak yang menggunakan Masterbite Aquafeed pula boleh menjimatkan kos perolehan makanan ikan sehingga 10% tanpa menjejaskan hasil ikan di kolam dan di sangkar. Kesimpulannya, penghasilan Masterbite Premix dan Masterbite Aquafeed dapat menjimatkan kos operasi penternak skala kecil dan sederhana selain memudahkan perolehan sumber bahan ramuan dan makanan ikan yang murah serta berkualiti.



Pek Masterbite Premix yang sedia mengikut formulasi



Terus guna Masterbite Premix tanpa perlu timbang



Minyak ditambah ke dalam adunan



Air ditambah ke dalam adunan



Proses membancuh adunan dalam lima minit sebelum menjadi pelet



Pellet sedia untuk digunakan



Penternak ikan patin sangkar di Bota, Perak menggunakan Masterbite Aquafeed



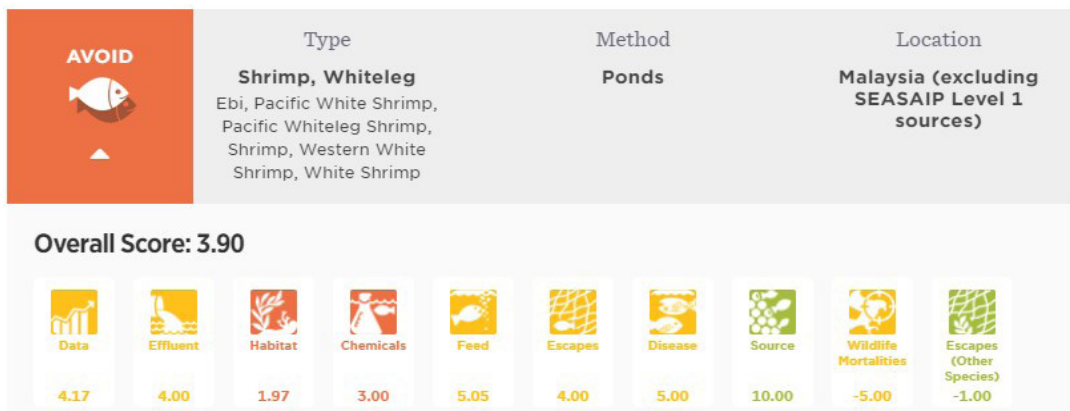
Penternak ikan patin sangkar di Kuala Lipis, Pahang menggunakan Masterbite Aquafeed

Aplikasi Bioflok Sebagai Makanan Sampingan Ternakan Udang

Aplikasi bioflok dalam sistem tanpa penukaran air telah lama digunakan dalam penternakan udang laut dan ikan air tawar. Aplikasi ini dicetuskan untuk membantu penternak udang laut mengatasi masalah seperti:-

- Kos makanan yang tinggi dengan mengurangkan FCR.
- Penggunaan antibiotik untuk merawat jangkitan penyakit.
- Kos tenaga kerja yang tinggi kerana perlu menukar air akibat kualiti air merosot.
- Risiko jangkitan patogen penyakit daripada luar dan meningkatkan hasil ternakan udang.

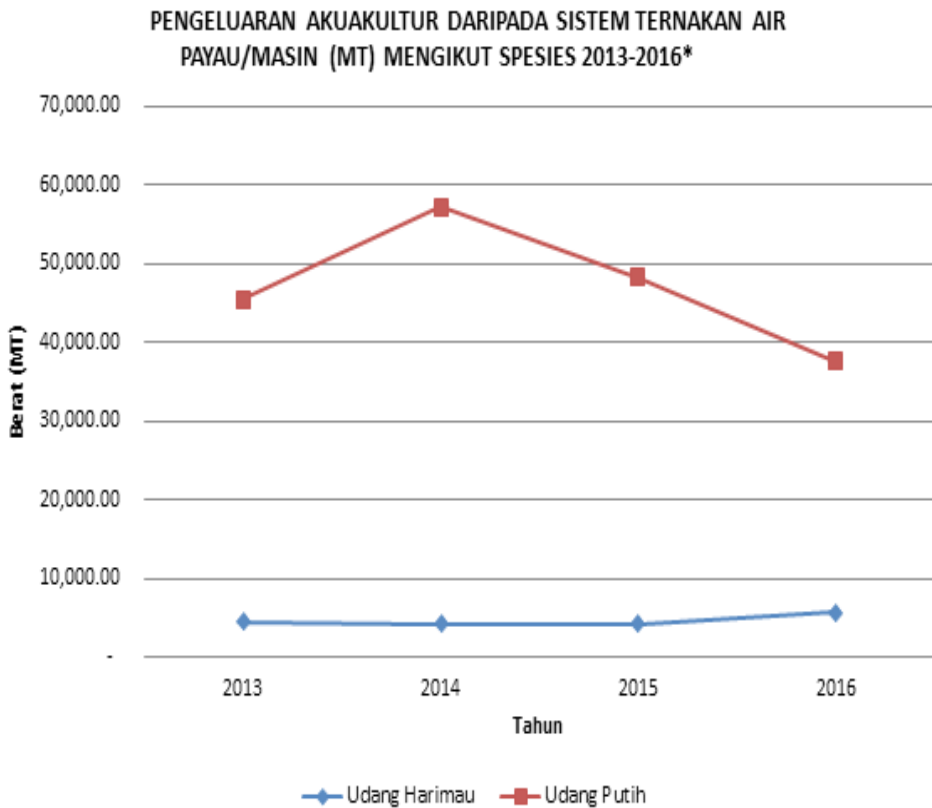
Pada tahun 2017, produk hasil akuakultur udang laut di Malaysia dikategorikan sebagai "AVOID" (elak diimport dari Malaysia) oleh Seafood Watch. Salah satu faktor yang mempengaruhi skor rendah ialah penggunaan bahan kimia seperti antibiotik dalam ternakan udang (Seafood Watch Consulting Researcher 2017).



Skor keseluruhan yang diberikan oleh Seafood Watch ke atas produk udang yang ditanam di Malaysia pada tahun 2017

Penternak yang menggunakan tangki atau kolam menghadapi masalah berkaitan kawalan jangkitan penyakit. Udang kerap dijangkiti penyakit seperti *acute hepatopancreatic necrosis disease* (AHPND) dan *Enterocytozoon hepatopenaei* (EHP) dari persekitaran luar akibat proses penukaran air yang kerap. Penyakit ini disebabkan oleh bakteria dari genus *Vibrio* terutamanya *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio campbellii*, *Vibrio owensii* dan *Vibrio harveyi*. Kes kematian udang meningkat

yang menyebabkan kerugian besar kepada peternak. Perkara ini dapat dilihat daripada statistik pengeluaran ternakan udang laut yang semakin merosot seperti dalam rajah dibawah.



* Rujukan: Perangkaan Perikanan DOF 2013-2016

Analisis kehadiran bakteria dalam air ternakan menggunakan agar selektif untuk *Vibrio* sp., iaitu agar *Thiocitrate Bile Salt Agar* (TCBS) dan Chromagar sering menunjukkan kehadiran kumpulan *V. parahaemolyticus* (koloni hijau atas agar TCBS/koloni ungu-merah jambu atas Chromagar) iaitu penyebab utama jangkitan AHPND dan EHP dalam udang laut.

ANALISA BAKTERIA

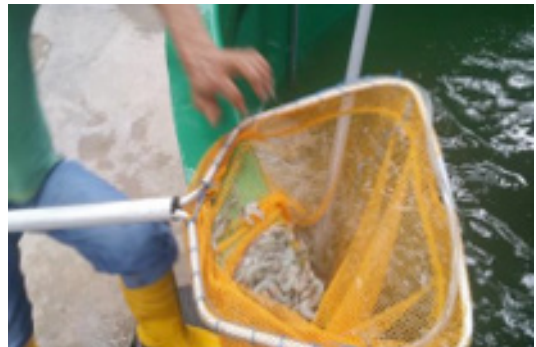
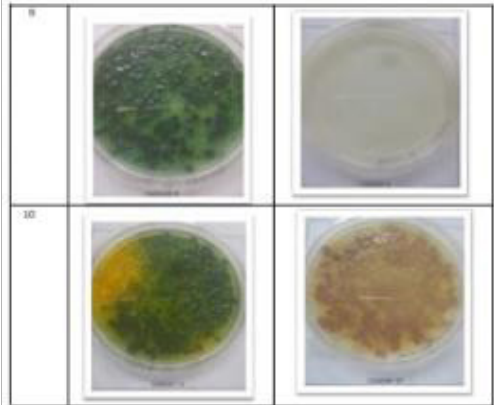
Tarikh Sampel : 31.07.2017
 Lokasi : Hatcheri FRIPS, En. Suhaimee
 Sampel : Air tangki

TCBS Plate

BS	No Tangki	No. of colony	
		Kuning	Hijau
1	1	42	16
2	2	112	2
3	3	70	2
4	4	33	53
5	5	150	0
6	6	373	14
7	9	91	55
8	10	393	0
9	11	844	2
10	12	26	*****

Chromagar Plate

BS	No Tangki	No of			Hijau
		Putih susu	Putih jernih	Purple Pink	
1	1	32	69	4	0
2	2	1	61	20	0
3	3	30	67	18	0
4	4	18	66	1	0
5	7	250	243	0	0
6	8	391	0	7	30
7	9	*****	*****	108	0
8	10	235	43	9	0
9	11	482	0	50	0
10	12	*****	0	25	0



Penternak mengalami kesukaran mengawal kualiti air pada tahap yang baik. Tangki–tangki atau kolam–kolam penternak terpaksa kerap ditukar air kerana kualiti air merosot dengan cepat akibat kepekatan amonia dan nitrit yang tinggi yang meningkatkan kos operasi seperti bil utiliti dan tenaga buruh. Oleh itu, penternak udang telah memulakan sistem ternakan aliran semula (RAS) dengan menggunakan pelbagai jenis produk rawatan air untuk menternak udang (Mishra et al., 2008; Krummenauer et al., 2014). Namun, penggunaan sistem ternakan RAS didapati rumit dan memerlukan kos operasi yang tinggi seperti penggunaan sistem pam yang berterusan.

No. Rujukan:	Prk.ML.(peny)MKA.bil. 326,327,328,329,330,331,332,333,334,335,336,337,338/2017
Nama Penternak:	Projek Udang Putih En. Suhaimee Abd. Manaf
Lokasi:	Hatceri FRIPS
Tarikh Laporan/ Sampel diterima:	14 Jun 2017
Tarikh siasatan/ Analisa dibuat:	14 Jun 2017

KEPUTUSAN UJIAN MAKMAL:

1. Parameter Kualiti Air

PARAMETER	STANDARD RANGES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Suhu (°C)	28-32 °C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oksigen Terlarut(mg/l)	>4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH	6.5 - 8.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saliniti(‰)	24-32 ppt	26	26	26	26	25	26	25	27	25	25	25	25
Ammonia (NH3-N) mg/l	0.1 – 0.5	1.27	1.02	1.22	1.43	1.47	4.87	1.06	0.83	0.81	0.68	4.49	5.18
Nitrate (NO3) mg/l	0 – 10	1.0	1.0	1.9	1.8	2.0	1.6	3.5	1.5	1.7	1.5	1.4	1.3
Nitrite (NO2) mg/l	<0.3	0.015	0.047	0.377	0.308	0.346	0.149	0.558	0.168	0.225	0.143	0.142	0.058
Fosfat (PO4) mg/l	0.005 – 0.1	2.51	2.00	2.09	2.87	2.12	1.99	1.58	1.89	2.74	2.01	2.00	2.45
Ferum (Fe) mg/l	0.005 – 0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alkaliniti(mg/l)	30 - 150	118	150	110	124	120	122	117	118	128	116	120	120

Laporan analisis kualiti air tangki ternakan yang menunjukkan tahap amonia dan fosfat yang tinggi

Oleh itu, satu projek khidmat nasihat antara Syarikat LR Agricare Trading and Services dengan FRI untuk menguji bahan campuran enzim, mikrob, mineral dan nutrien mikro yang dinamakan SHRIMPSHIELD™ untuk menghasilkan sistem bioflok ke atas kualiti air ternakan, status kesihatan dan produktiviti ternakan udang menggunakan sistem kolam dan tangki telah dimulakan pada tahun 2018. Dengan menggunakan SHRIMPSHIELD™ penternak boleh menjimatkan kos operasi kerana FCR boleh diturunkan sehingga 1.3 berbanding tanpa SHRIMPSHIELD™ iaitu sekitar 1.6 dan ke atas. Ini adalah kerana terdapat makanan sampingan tinggi protein (sekitar 55% protein kasar). Kos operasi dapat diijimatkan dengan pengurangan penggunaan pam air untuk menukar air kerana menggunakan sistem tanpa tukar air seperti yang telah dicalodangkan oleh Browdy et al., (2012).

Gambar di bawah menunjukkan perbandingan kesan penggunaan SHRIMP SHIELD™ dan tanpa SHRIMP SHIELD™ ke atas kadar hidup, hasil tuaian dan FCR di kolam ternakan Syarikat Aqua 77 Sdn Bhd, Trong, Perak



Aqua 77 Sdn. Bhd. 427064-M
 Kompleks Ternakan dan Pembiakan Udang Sg. Kerang, Kampung
 Sg. Tinggi, 34800 Trong, Perak.



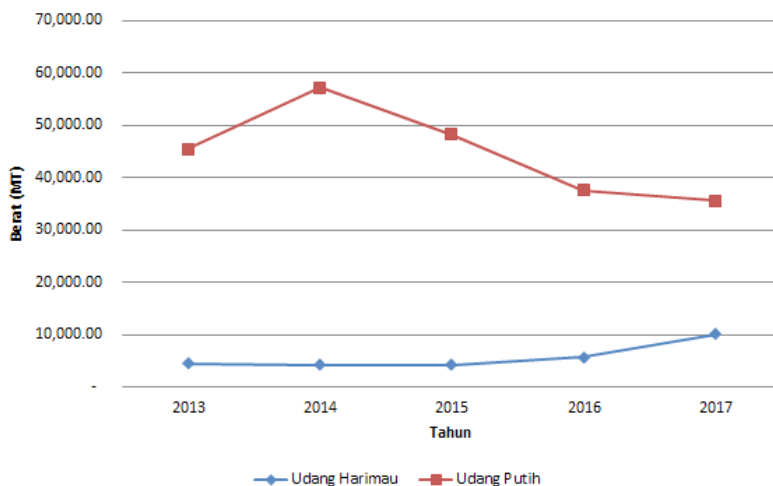
HARVESTING RECORDS (JUNE-DECEMBER 2018)

1. MARINE SHRIMP Kolam A1, A2, A3, A4 dengan SHRIMP SHIELD™

POND	Initial Stocking (PL)	Stocking Density	Stocking Date	Full Harvest Date	Total Day of Culture	Survival Rate (%)	Total No. of Shrimp Harvested	Total Weight (KG)	Total Feed Consumed (KG)	FCR
A1	247,500	47PL/m ²	1/7/2018	22/10/2018	113	78.94	195,373	3,397.12	4,284	1.26
A2	302,500	49PL/m ²	1/7/2018	9/11/2018	131	88.79	268,589	4,094.80	5,209	1.27
A3	330,000	61PL/m ²	1/7/2018	15/11/2018	137	91.15	300,778	4,313.29	6,106	1.42
A4	450,000	45PL/m ²	3/9/2018	27/12/2018	114	87.25	392,608	4,989.92	7,827.64	1.57
A5	210,000	40PL/m ²	11/8/2018	On-going	143 (31/12)	-	-	926.12	-	-
A6	440,000	74PL/m ²	3/9/2018	31/12/2018	118	56.07	246,708	3,260.86	6,435.8	1.97
TOTAL	1,980,000					TOTAL	1,404,056	21,045.11	29,862.44	-
							TOTAL (Pond A4, A5, A6)		9,176.90	

Kolam A5 & A6 tanpa SHRIMP SHIELD™

SHRIMP SHIELD™ mula digunakan di Malaysia pada tahun 2017. Pengeluaran udang harimau semakin meningkat dan pengeluaran udang putih juga kembali meningkat. SHRIMP SHIELD™ salah satu faktor pemangkin untuk memulihkan industri akuakultur udang negara dengan penggunaan benih udang bebas penyakit.



Pengeluaran udang harimau dan udang putih daripada aktiviti akuakultur (2013 hingga 2017 (Perangkaan Perikanan, Jabatan Perikanan Malaysia)

Di antaranya kebaikan penggunaan SHRIMPShield™ ialah tiada kesan sisa seperti teritip melekat pada dinding tangki. Kebiasaannya, teritip akan melekat pada dinding tangki dalam tempoh ternakan udang laut menyebabkan masa dan tenaga kakitangan banyak dihabiskan untuk menanggalkannya. Oleh itu, dengan menggunakan SHRIMPShield™ kakitangan dapat menjimat masa dan tenaga ketika mencuci tangki selepas ternakan udang laut.



Dasar tangki bersih dan tiada sisa melekat



Tiada kesan sisa melekat pada dinding tangki

Kesan yang baik juga didapati di kolam ternakan udang laut. Tiada sisa organik tertinggal di dasar kolam selepas penuaian. Penternak tidak perlu mencuci kolam malah boleh terus mengisi air ke kolam untuk stok benih udang baharu membolehkan bilangan pusingan ternakan meningkat. Malah, ianya dapat menjimatkan masa dan tenaga buruh. Air tangki atau kolam tidak berbau sulfida seperti kebiasaan sebelum guna SHRIMPShield™ dan tiada sisa di dasar kolam.



Dasar kolam bersih dan tiada sisa



Kolam tak perlu dicuci dan air boleh terus ditambah. Jimat masa dan tenaga buruh.

SHRIMPShield™ sangat mudah digunakan. Hanya perlu memasukkan bilangan beg mengikut saiz dan kepadatan awal udang. ShrimpShield™ boleh disimpan dalam bekas bertutup pada suhu bilik (32°C) selama 2 tahun. Dengan protokol penggunaan

yang sangat mudah, SHRIMPSHIELD™ boleh digunakan oleh semua penternak udang laut tanpa perlu mempunyai kemahiran khusus kaedah menggunakannya. SHRIMPSHIELD™ dipek dengan berat 250 g dalam beg larut air setiap satu untuk 0.5 ha kolam. Dua pek (0.1 ppm) dimasukkan ke dalam kolam pada selang 5 hari untuk tiga kali yang pertama dituruti 0.05 ppm (satu pek) sehingga hari ke-60. Dos ditambah kepada 0.1 ppm (dua pek) pada hari yang ke-70 dan ke-90.



Penternak mencampak satu pek SHRIMPSHIELD™ ke dalam kolam



Proses memasukkan SHRIMPSHIELD™ dalam tangki ternakan



Hasil udang putih yang ditenak di kolam di Malaysia telah diberi status “Good Alternative” oleh Seafood Watch.

BAB 4

R&D MAKANAN

HIDUP



Latarbelakang

Organisma makanan hidup seperti tumbuhan seni (fitoplankton) dan haiwan seni (zooplankton) hidup secara berk komuniti dengan organisma makro lain seperti ikan dan udang di dalam sesebuah ekosistem semulajadi yang seimbang. Secara amnya, fitoplakton merupakan makanan utama bagi zooplankton dan merupakan makanan asasi bagi rega dan benih. Organisma makanan hidup mengandungi kandungan nutrien yang lengkap untuk keperluan ternakan dan dianggap 'kapsul nutrisi hidup' (New, 1998).

Makanan hidup juga merupakan elemen yang paling penting di dalam industri akuakultur, khasnya bagi hatceri ikan atau udang. Faktor keterdapatan makanan awal yang mencukupi pada peringkat pembenihan ikan berperanan di dalam menentukan kejayaan aktiviti asuhan benih ikan yang berkualiti dan sihat. Secara tradisionalnya, *Artemia* sp. sering digunakan sebagai sumber makanan hidup bagi akuakultur air tawar dan marin. Bagaimanapun, disebabkan permintaan yang tinggi dan sumber yang terhad, maka harga *Artemia* sp. telah meningkat tinggi sejak beberapa tahun kebelakangan ini. Oleh itu, amatlah perlu bagi mencari sumber alternatif yang lengkap nutrisi, berkos efektif dan boleh dihasilkan secara lestari berbanding penggunaan *Artemia* sp. di dalam akuakultur

Di samping itu, Malaysia telah memperkenalkan Dasar Agromakanan Negara, DAN (2011-2020) ke arah keselamatan makanan dan kelestarian pengeluaran makanan. Menjelang tahun 2020, disasarkan pengeluaran hasil akuakultur sebanyak 713,320 MT pengeluaran ikan dan udang (tidak termasuk rumpai laut). Sasaran ini dijangka akan dicapai dengan sokongan beberapa strategi termasuk pengeluaran benih ikan dan udang yang konsisten sama ada dari hatceri kerajaan atau swasta. Oleh itu, keperluan asuhan benih yang berjaya secara amnya bergantung kepada bekalan makanan hidup yang berkualiti dan mencukupi.

Kajian fotobioreaktor mula dijalankan pada tahun 2016 dengan peruntukan pembangunan di bawah RMK-11. Kajian ini untuk menyelesaikan masalah bekalan mikroalga dalam pembenihan ikan marin. Kaedah ternakan biasa sering kali mengalami masalah kultur yang mati dan tidak mencukupi kerana kepadatan sel mikroalga yang rendah serta bekalan yang tidak konsisten. Perkara ini menjadi isu dalam pembenihan ikan marin. Objektif kajian ini adalah untuk membangunkan satu sistem ternakan mikroalga berkepadatan tinggi dengan menggunakan teknologi

lampu LED yang efisien tenaga. Teknologi ini juga dapat menghasilkan kaedah ternakan mikroalga yang lebih konsisten dan bekalan mikroalga dapat diramalkan.

Selain daripada kaedah ternakan yang dibangunkan, kaedah penuaian dan penyimpanan juga dibangunkan. Kaedah flokulasi secara kimia merupakan satu kaedah yang ringkas dan selamat untuk mikroalga hijau. Kaedah penuaian secara flokulasi ini juga dapat memekatkan lagi kepadatan sel alga dan kandungan air dalam ternakan alga ini dapat dikurangkan. Mikroalga hijau yang biasa diternak untuk pembenihan ikan marin adalah *Nannochloropsis sp.* dan *Chlorella vulgaris*. Alga hijau ini berfungsi sebagai sumber nutrien untuk ternakan zooplankton, mengawal kualiti air dalam ternakan dan mengurangkan keamatan cahaya dalam tangki pembenihan.

Makanan Hidup Marin

Pembangunan Sistem Fotobioreaktor Alga Hijau Berkepadatan Tinggi

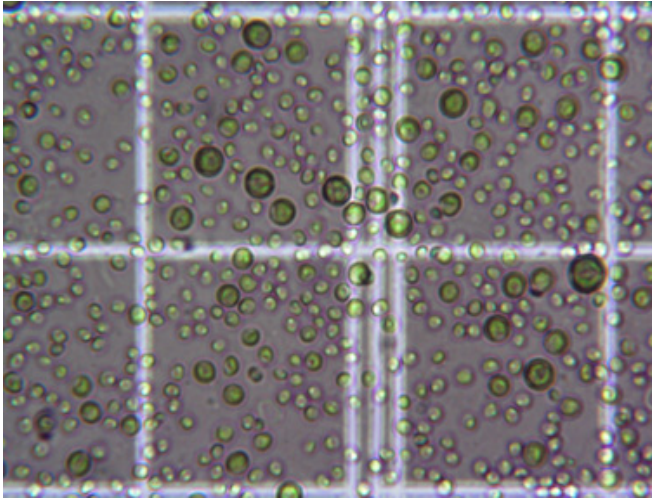
R&D fotobioreaktor (2016-2020) telah berjaya membangunkan prototaip fotobioreaktor jenis panel leper dan protokol ternakan mikroalga (*Nannochloropsis sp.* dan *Chlorella vulgaris*) berkepadatan tinggi yang boleh mencapai sehingga 100 juta sel/ml untuk ternakan mikroalga telah dibangunkan.



Fotobioreaktor jenis panel leper

Eksperimen awal memfokus kepada jenis lampu yang sesuai untuk ternakan mikroalga *Nannochloropsis* sp.. Dalam kajian ini, lampu pendaflour digunakan sebagai kawalan dan lampu kajian adalah lampu LED jenis *warm-white* dan lampu LED *warm-white* yang bercampur dengan LED berwarna biru dengan merah (Teoh et al., 2017). Hasil kajian mendapati bahawa, ternakan menggunakan lampu LED jenis *warm-white* dapat menghasilkan kepadatan yang tertinggi pada 1.12×10^8 sel/ml diikuti oleh kepadatan dengan lampu LED *warm-white* bercampur lampu warna merah dan biru pada 8.97×10^7 sel/ml. Manakala ternakan di bawah lampu kawalan hanya dapat menghasilkan kepadatan sebanyak 7.34×10^7 sel/ml. Kajian ini menunjukkan keberkesanan lampu LED adalah lebih tinggi daripada lampu pendaflour yang biasa. Penemuan ini juga menyokong hasil kajian terdahulu yang menunjukkan keupayaan lampu LED untuk ternakan mikroalga serta peningkatan kualiti dan kuantiti (Shulze et al., 2014 dan Li et al., 2016).

Kajian selanjutnya memfokus kepada kesan keamatan cahaya dalam meningkatkan kepadatan sel dalam fotobioreaktor. Kepadatan yang dicapai pada tahun 2017 adalah 2.33×10^8 sel/ml. Pengubahsuaian dibuat pada tangki fotobioreaktor untuk membolehkan cahaya sampai ke bahagian tengah fotobioreaktor supaya kepadatan sel boleh dipertingkatkan. Rekabentuk baharu ini membolehkan kepadatan sel mencecah 400 juta sel/ml pada tahun 2018. Pada tahun 2019, rekabentuk semula tangki fotobioreaktor telah membolehkan kepadatan mencecah 500 juta sehingga 1 billion sel/ml untuk *Nannochloropsis* sp. Protokol ternakan untuk *Nannochloropsis* sp. telah diadaptasikan kepada spesies alga *Chlorella vulgaris*. Kepadatan sel *C. vulgaris* dalam sistem ini telah mencapai kepadatan sel 400 sehingga 500 juta sel/ml. Kepadatan yang dihasilkan ini adalah lebih tinggi daripada kaedah ternakan yang biasa. Kepadatan untuk ternakan dalam tangki besar di luar bangunan adalah sekadar 8 - 12 juta sel/ml.



C. vulgaris dalam fotobioreaktor yang kepadatan tinggi

Mikroalga yang dihasilkan oleh sistem fotobioreaktor ini dituai dengan kaedah yang membolehkan kandungan air ternakan dapat dikurangkan untuk memudahkan proses penyimpanan dan pengangkutan. Salah satu kaedah ringkas adalah flokulasi. Larutan NaOH digunakan untuk menaikkan pH ternakan alga sehingga pH 10 atau 11. Keadaan beralkali ini akan menyebabkan sel alga bergumpal. Gumpalan sel ini menjadi berat dan akan mendak pada dasar tangki. Kaedah ini dapat mengurangkan isipadu ternakan kepada 20% daripada isipadu asal. Ternakan mikroalga yang pekat ini boleh disimpan dalam peti sejuk atau diangkut dari satu tempat ke satu tempat yang lain dengan lebih senang. Kaedah ini telah membolehkan penternak mengangkut alga pekat ini ke hatceri mereka sebagai benih mikroalga.



Mikroalga yang telah dipekatkan



Flokulasi mikroalga

Mikroalga yang dipekatkan senang diangkut untuk perjalanan dalam tempoh 24 jam dengan mengekalkan kesegaran sel. Alga masih hidup dan boleh digunakan sebagai benih.

Pembangunan fotobioreaktor ini dapat meningkatkan pengeluaran mikroalga, penghasilan yang lebih konsisten, padat dan mudah untuk dituai serta disimpan. Pembangunan ini dapat mengurangkan tekanan makanan hidup untuk ternakan benih ikan marin.

Pembangunan Sistem Aliran Semula Pengeluaran Rotifer (*Branchionus plicatilis*) Berkepadatan Tinggi

Pengusaha hatceri di Malaysia sering menternak rotifer menggunakan sistem terbuka iaitu menggunakan tangki atau kolam dan alga dan/atau yis sebagai sumber makanan. Walaupun sistem ini agak mudah, pengeluaran rotifer sering tidak menentu dan memerlukan tenaga kerja yang banyak untuk mengendalikan dan mengekalkan sistem tersebut (Battaglione et al., 2000; Dhert et al., 2000; Dhert et al., 2001). Akibatnya, pengeluaran rotifer sering tidak mencukupi untuk memenuhi keperluan pemakanan pada peringkat pembenihan. Kaedah ini juga terdedah kepada pencemaran protozoa dan/atau sebab-sebab lain yang boleh menyebabkan kematian rotifer (Lavens et al., 1996; Lubzens et al., 1984). Oleh yang demikian, untuk

pembangunan sistem tertutup berteraskan aliran semula untuk pengeluaran rotifer adalah sangat diperlukan sebagai alternatif untuk sistem terbuka yang bermasalah (Fu et al., 1997). Namun begitu, kebanyakan sistem aliran semula ternakan rotifer di pasaran adalah mahal, kompleks dari segi teknikal, sukar untuk dioperasikan dan dalam kebanyakan kes sistem tidak boleh digunakan dengan optimum. Jadi, dengan membangunkan sistem aliran semula (Suantika et al., 2003; Yoshimura et al., 1997) yang unik untuk kegunaan di hatceri Malaysia dapat mengatasi masalah yang telah dikenal pasti.

Objektif projek adalah seperti berikut:-

- Membangunkan sistem yang cekap untuk pengkulturan rotifer (*B. plicatilis*) berkepadatan tinggi menggunakan sistem kitar semula.
- Membangunkan sistem ternakan untuk rotifer bagi meningkatkan kestabilan pengeluaran, produktiviti, mengurangkan tenaga kerja, risiko dan sumber kos rotifer.
- Untuk mereka bentuk teknik penternakan rotifer berkepadatan tinggi menggunakan diet tiruan yang terdapat secara komersial di pasaran Malaysia.
- Mengkaji kestabilan dan kemampanan pengeluaran rotifer di dalam sistem RAS rotifer.



Sistem aliran semula rotifer

Kajian pengeluaran rotifer kepadatan tinggi rotifer menggunakan sistem aliran semula telah dijalankan di FRI Tg. Demong sejak tahun 2016 dan satu prototaip sistem ini telahpun dibangunkan pada tahun tersebut. Sistem aliran semula ini terdiri

daripada 500l tangki pengkulturan, 1 tan tangki pemendapan, protein skimmer dan 500 L tangki pengudaraan. Walau bagaimanapun, beberapa siri kajian kecil masih dijalankan bagi mengoptimalkan kaedah ternakan sebelum SOP sistem tersebut dibangunkan. Selepas beberapa siri ujilari dan penambahbaikan satu protaip telah berjaya dihasilkan.



Bahagian atas perlu diketatkan semasa pergerakan penapis bagi mengelakkan penapis naik dan menyebabkan kebocoran pada bering

Kajian Penentuan Jenis Makanan Terbaik Dan Kepadatan Awal

Penentuan jenis makanan dan kepadatan awal yang terbaik untuk pertumbuhan rotifer yang optima juga dikaji. Jadual 1 menunjukkan tiga jenis makanan komersial rotifer yang digunakan dalam kajian ini iaitu *sparkle*, *chlorella powder* dan *nanopaste*. Kepadatan awal rotifer sebagai pemula untuk pertumbuhan rotifer ialah 500, 1000 dan 1500 ind/ml.

Jadual 1: Makanan komersial rotifer yang digunakan didalam kajian

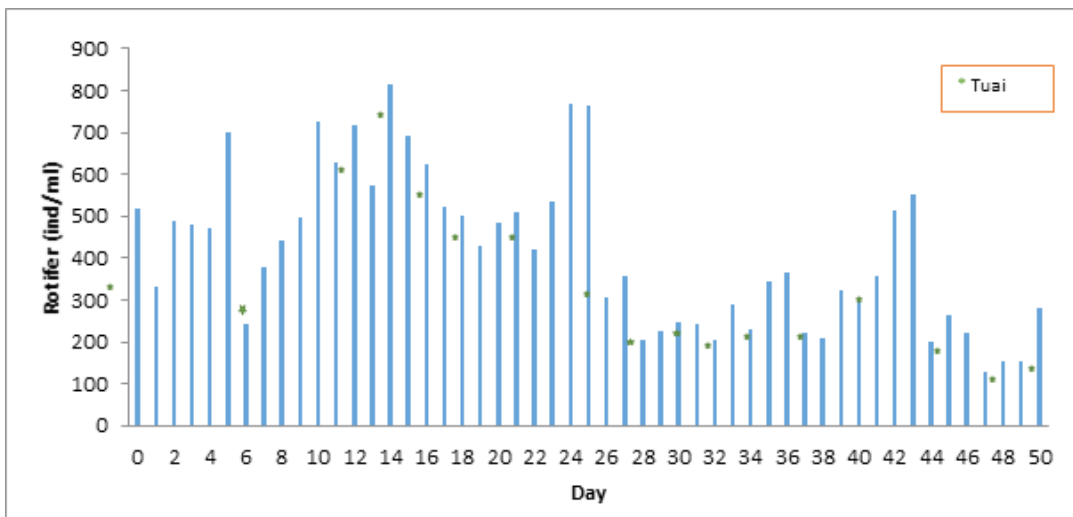
Makanan	Kadar kepadatan awal (ind/mL)		
	500	1,000	1,500
Sparkle	2,530	3,321	3,576
Dry Chlorella		2,437	
Nanopaste			

Rotifer dituai selepas empat hari pengkulturan. Tumbesaran yang positif ini dicapai apabila rotifer telah meningkat kepada 1,000 ind/ml. Pada masa ini, kajian mengenai kepadatan rotifer adalah mengikut jadual. Di dalam kajian ini didapati pertumbuhan yang paling baik adalah menggunakan sparkle dengan kadar kepadatan awal sebanyak 500 ind/ml. Pertumbuhan adalah sebanyak lima kali ganda dengan hanya empat hari pengkulturan. Bagaimanapun, kajian ini tidak menunjukkan keupayaan pertumbuhan sebenar rotifer dalam sistem aliran semula disebabkan oleh:

- a) Sistem rotifer kitar semula ini hanya mempunyai hanya satu modul dan tanpa replikasi
- b) Masalah dengan sistem penapisan di dalam tangki pengkulturan yang sentiasa tersumbat dengan makanan komersial yang diberikan menyebabkan rotifer melimpah keluar dan kajian terpaksa dihentikan.

Kajian Prestasi Pertumbuhan Populasi Rotifer Dalam Sistem Konvensional dan Sistem Aliran Semula

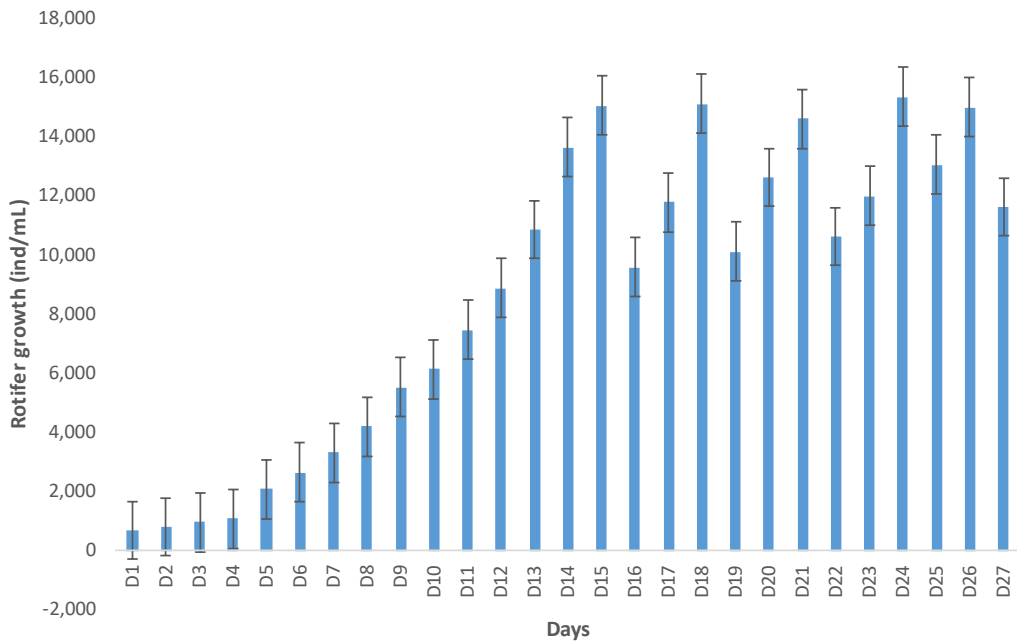
Kajian perbandingan prestasi pertumbuhan rotifer di dalam dua jenis sistem iaitu sistem statik dan sistem kitar semula telah dijalankan dalam tahun 2018. Rajah 1 menunjukkan pertumbuhan populasi rotifer yang dikultur menggunakan sistem statik (batch).



Rajah 1: Populasi pertumbuhan rotifer secara sistem statik

Di dalam sistem statik, air diperbaharui sebaik sahaja populasi pertumbuhan rotifer menurun (selalunya dalam masa 4-6 hari). Selepas rotifer dituai, rotifer dibilas dan 50% di beri makan kepada larva ikan manakala 50% lagi di kembalikan kedalam sistem dengan kepadatan 500 ind/ml. Didalam sistem statik ini maksimum kepadatan rotifer adalah sebanyak 800 ind/ml apabila mencapai 6 hari.

Di dalam sistem aliran semula, penukaran air adalah sebanyak 6.12 L/min atau 22% tukaran air. Di dalam sistem ini, populasi rotifer juga bermula pada kepadatan 500 ind/ml tetapi dengan tiada bilasan. Penggantian air hanya berlaku sebanyak 5% setiap hari semasa membuang sisa makanan di bawah tangki. Keputusan pertumbuhan ditunjukkan dalam Rajah 2.



Rajah 2: Pertumbuhan rotifer dalam sistem aliran semula menggunakan diet nanopaste

Keputusan ini menunjukkan bahawa sistem aliran semula adalah lebih cekap dengan pengeluaran rotifer yang lebih tinggi dan konsisten. Pengeluaran melalui sistem statik adalah lebih rendah terutamanya pada hari pertama selepas proses penuaian berlaku. Untuk tempoh pengkulturan selama 50 hari, sistem ini hanya menghasilkan pengeluaran sebanyak 700 - 800 ind/ml berbanding sistem aliran semula yang mampu mencapai pengeluaran yang serupa dalam masa empat hari dengan kadar pemberian pemakanan yang sama dan kadar pertukaran air 4.8 L/min.

Dengan penggunaan makanan yang sama, peningkatan sehingga 188% kepadatan rotifer boleh diperolehi di dalam sistem aliran semula. Rotifer akan dituai pada hari ke-15 dengan sebahagian di beri makan kepada larva ikan dan sebanyak 7,000-8,000 ind/ml rotifer akan dikultur sebagai kultur pemula. Pengkulturan ini dapat dikekalkan sehingga 25 hari.

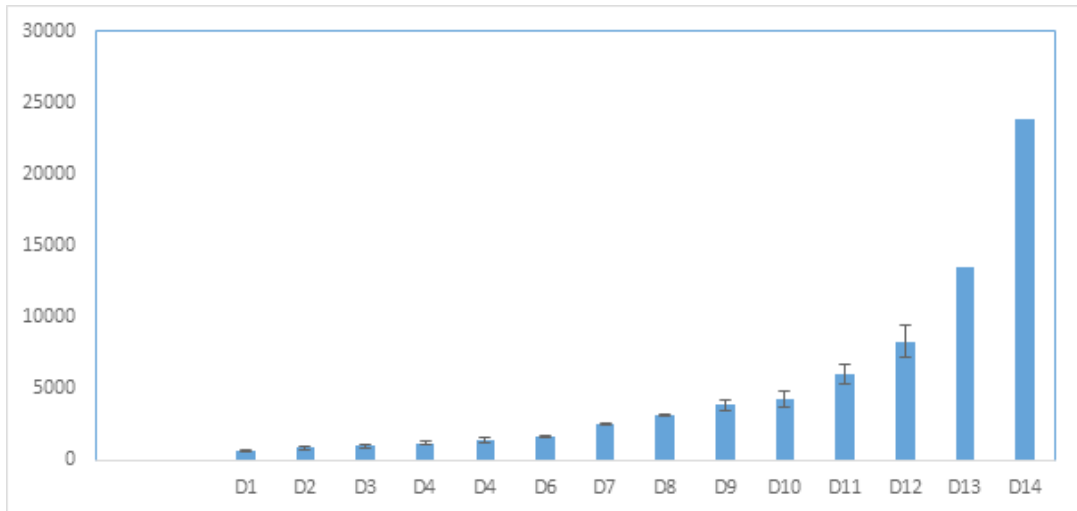
Jadual 2: Kadar pemberian makanan nanopaste

Rotifer (ind/mL)	Nanopaste / juta rotifer
500 - 5000	0.6
5001 - 6000	0.3
6001 - 1500	0.2

Parameter fiziko-kimia air seperti ammonium (NH_4^+) yang rendah diperhatikan pada permulaan tempoh pengkulturan untuk kedua-dua sistem. Untuk sistem statik tahap NH_4^+ akan meningkat dari 0 sehingga 8 mg/l selepas enam hari tempoh pengkulturan dan akan menurun selepas penuaian kerana penambahan air laut baharu. Manakala, untuk sistem aliran semula tahap peningkatan NH_4^+ adalah dari 0 sehingga 0.6 mg/l sahaja dan stabil sepanjang tempoh pengkulturan dengan pH sekitar 8-9.

Menggunakan kepadatan populasi untuk menilai prestasi rotifer dalam sistem statik dan sistem aliran semula, mendapati bahawa perbezaan yang sangat ketara dalam pertumbuhan populasi rotifer, boleh diperolehi dengan peningkatan kadar pertukaran air. Kadar pertukaran yang lebih tinggi tidak dapat dijalankan kerana limpahan akibat dari penembusan air yang terhad melalui skrin penapis rotifer (40 μm). Masalah ini dapat diatasi dengan sistem penapis yang berprestasi tinggi, yang boleh meningkatkan lagi kepadatan populasi rotifer.

Penggunaan diet seperti sparkle dalam sistem aliran semula juga dapat meningkatkan kepadatan rotifer sebanyak 16% dengan kepadatan 24,000 ind/ml berbanding dengan kadar pertumbuhan menggunakan nanopaste (Rajah 3).



Rajah 3: Pertumbuhan rotifer secara sistem aliran semula menggunakan diet sparkle

Berbanding dengan sistem statik, sistem aliran semula mampu memberikan keuntungan 100% dalam tempoh pengeluaran dan lebih banyak penjimatan tenaga kerja. Kualiti air juga lebih baik dan menyebabkan populasi rotifer menjadi stabil. Parameter kualiti air sangat berkaitan dengan kadar pertukaran air dalam sistem pengkulturan rotifer. Sistem statik menunjukkan kepekatan ammonium yang lebih tinggi daripada sistem aliran semula. Ini adalah disebabkan sistem statik tidak dapat mengurai bahan organik terlarut dan akan terkumpul dalam sistem. Peningkatan kadar pertukaran air harian di dalam sistem aliran semula menghasilkan kualiti air yang lebih baik dan stabil melalui bantuan protein skimmer dan biofilter.

Adalah jelas walaupun sistem aliran semula beroperasi pada pH yang lebih tinggi (8-9) berbanding sistem statik (7-8), tetapi, kepekatan *un-ionised ammonia* adalah jauh lebih rendah. Walaupun tiada pengaruh pH yang negatif dilaporkan pada pertumbuhan rotifer, tetapi langkah berjaga perlu dilakukan apabila rotifer diberi kepada larva ikan laut. Bilasan perlu dibuat sebelum memberi makan untuk mengelakkan kualiti air di dalam tangki larva ikan berubah. Walaupun kepadatan rotifer yang tinggi akan menarik pengusaha hatceri untuk menggunakan sistem ini, tetapi ia mungkin berbahaya untuk menjalankan operasi pada kapasiti maksimum. Pengeluaran rotifer secara berterusan dengan kepadatan yang lebih rendah adalah lebih baik kerana mutu air dapat dikekalkan untuk tempoh pemeliharaan yang lebih lama. Ini adalah kerana, sistem tidak terbeban dengan faktor-faktor turun naik kualiti air.

Kajian Pembangunan Formulasi Diet Rotifer

Objektif kajian adalah untuk membangunkan formulasi diet untuk pemakanan rotifer bagi pengeluaran berkepadatan tinggi serta stabil. Di dalam kajian ini, empat kombinasi diet media telah dikaji untuk penggantian kepada sparkle dan nanopaste yang biasa digunakan sebagai diet makanan rotifer. Empat diet media adalah:

1. Control : yeast
2. Diet medium 1: yeast + astaxanthin + fatty acid + minerals
3. Diet medium 2: algae + astaxanthin + fatty acid + minerals
4. Diet medium 3: yeast + algae + astaxanthin + fatty acid + minerals

Keputusan menunjukkan bahawa diet medium formulasi 3 menunjukkan keputusan pertumbuhan rotifer yang paling tinggi. Medium formulasi T3 menunjukkan pertumbuhan rotifer paling tinggi akan tetapi apabila kajian ini diteruskan untuk melihat pertumbuhan rotifer didalam sistem RAS didapati tiada kemajuan di dalam kepadatan rotifer. Jumlah yang dicapai adalah sekitar 1,000 ind/ml sahaja. Oleh yang demikian, kajian ini ditamatkan memandangkan formulasi diet yang direka ini tidak dapat menandingi diet komersial yang ada di pasaran.

Analisis Ekonomi Sistem Aliran Semula Rotifer

Perbandingan jumlah pelaburan modal yang diperlukan untuk menjalankan sistem kolam konvensional komersial dan sistem aliran semula ditunjukkan dalam Jadual 3. Bagi sistem kolam, jumlah modal adalah kira-kira RM 301,500 dengan majoriti kos (90%) dibelanjakan untuk aset manakala baki 10% untuk peralatan umum dan saintifik. Bagi sistem aliran semula, pelaburan modal yang lebih rendah, RM 115,000 diperlukan dengan 71% kos dibelanjakan untuk aset tetap dan 29% lagi untuk peralatan umum dan saintifik. Dengan menggunakan sistem kolam, jumlah kos operasi untuk menghasilkan 600 juta rotifer setiap hari adalah sekitar RM 720 yang meliputi kos makanan (20%), kos buruh (10%), penyediaan kolam (60%) dan kos elektrik (10%). Jumlah kos operasi sistem aliran semula adalah lebih rendah di mana untuk penghasilan 600 juta rotifer setiap hari; iaitu 58.8% kos makanan, 36.2% kos buruh dan 5.0% untuk kos elektrik (Jadual 4). Dari segi ekonomi, penggunaan sistem aliran semula mempunyai banyak kelebihan. Kos buruh dan makanan boleh dikurangkan. Contohnya untuk menghasilkan 600 juta rotifer sehari, kos pelaburan adalah 60% lebih rendah daripada sistem kolam. Juga, kos pengeluaran harian adalah lebih rendah disebabkan oleh penjimatan buruh. Seorang bekerja 2 jam/hari

(misalnya mengira kepadatan rotifer, mengukur kualiti air, menuai) dengan mudah boleh mengendalikan dua sistem rotifer aliran semula.

Jadual 3: Anggaran modal untuk sistem kolam komersial dan sistem aliran semula dengan kapasiti pengeluaran 600 juta rotifer sehari

Facility	Item	Batch System		Recirculation System		
		Quantity	Total cost (RM)	Quantity	Total Cost (RM)	
Buildings	Concrete pond	200 tan x 3	210,000			
	Store	1	5,000			
	Rotifer room floor	735 m ²	50,000	84.7 m ²	10,000	
	Building/partitioning			1	50,000	
Other installation	Fresh water	1	50	1	50	
	Pipework installations water	1	1,000	1	1,000	
	Pipework installations air/O ₂	1	1,000	1	1,000	
	Electrical installations	1	2,000	1	2,000	
Plant and machinery						
	Live food blower	3	1,000			
	Submersible pump	2	1,400	3	900	
	Protein skimmer			1	500	
	Dosage pump			1	4,800	
	Oxygen tank			2	1,000	
	Tanks	300 L tanks			4	3,200
		500 L tanks	3	4,500		
		Rotifer tanks			1	800
	1000 L settlement tanks			1	1,000	
General and scientific equipment	Counting chamber	1	300	1	300	
	YSI multimeter	1	16,000	1	16,000	
	Refrigerator	1	2,000	1	2,000	
	Netting (Harvester set)	1	2,000	1	300	
	Balance	1	200	2	5,000	
	Blender			1	100	
	Laboratory apparatus		5,000		10,000	
	Equipment (pail, trays, filter bag, etc)		50		50	
Filtration	1000 L biofilter tank set			1	2,000	
	Filter set			1	3,000	
Total			301,500		115000	

Jadual 4: perbandingan jumlah kos operasi antara sistem kolam komersial dan sistem aliran semula rotifer

Estimated operational cost to produce 600 million rotifers per day in batch and recirculation system				
Item	Batch System		Recirculation System	
	Quantity	Total cost (RM)	Quantity	Total Cost (RM)
Pump	200 w x 4 tank		200 w x 1 tank	
	200 w x 4 tank x 2 hr		200 w x 1 tank x 24 hrs	
	1.6kw x 0.4 cent	0.64	4.8kw x 0.4 cent	1.92
Lighting			18 w x 4	
			72 w x 2 hr	
			144/1000	
		0.144 kw x 0.4 cents	0.06	
Fridge + dosing pump			118w x 24 hr	
			2832 w/hr	
			2.8 kw/hr	1.12
Labour	RM1000/30 days x 3 person		RM1000/30 days x 1 person	33.30
	33.3x3 person	99.00		
Pond preparation	Lime (2 bag x RM 25)	50.00		
	Chicken dung	38.00		
	Chlorine	370.00		
Feed	fresh fish (3 kg x RM 6.00)	18.00	Sparkle (0.3g/1 million)	54.00
	Yeast (0.5kg)	145.00		
Total		720.64		90.40

KESIMPULAN

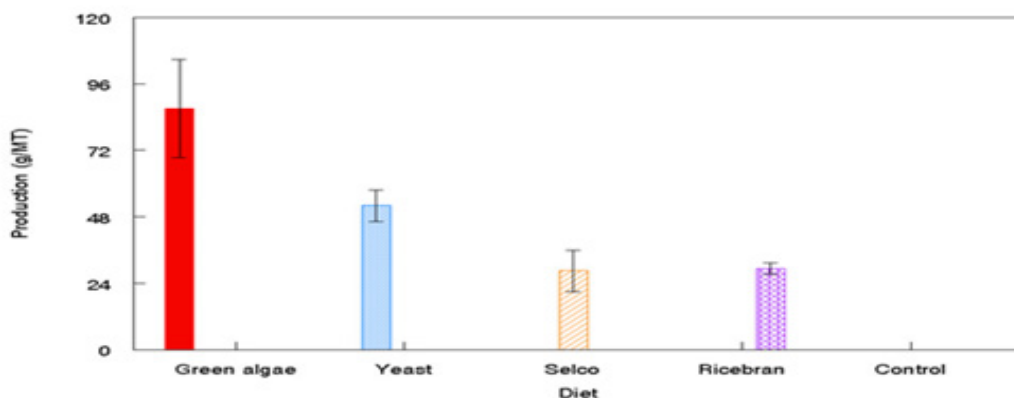
Secara umum dapat dinyatakan bahawa penggunaan sistem kitar semula rotifer telah terbukti untuk mengurangkan kos buruh dan penyelenggaraan di samping memastikan kestabilan keadaan kualiti air penternakan menyebabkan peningkatan pertumbuhan rotifer.

Makanan Hidup Air Tawar

Pembangunan Ternakan *Moina* sp. Secara Intensif dan Higienik

Secara tradisional, *Artemia* sp. digunakan sebagai makanan hidup bagi akuakultur air tawar. Walau bagaimanapun, disebabkan permintaan yang tinggi dan sumber yang terhad, maka harga *Artemia* sp. telah meningkat dengan signifikan. Pengusaha nurseri ikan air tawar amat terkesan akibat peningkatan kos ini. Zooplankton lain boleh menggantikan *Artemia* sp. seperti *Moina* sp.. *Moina* sp. Liar biasanya diperolehi dari persekitaran yang kotor seperti kolam kumbahan atau longkang domestik yang terdedah kepada kuman dan bakteria. Dari pembacaan, tiada kajian atau ladang komersial bagi penyediaan *Moina* sp. bebas patogen spesifik dan higienik yang telah dibangunkan secara sistem tertutup (*indoor*) atau terbuka (*outdoor*). Oleh itu objektif aktiviti R&D telah dijalankan untuk menentukan diet yang sesuai untuk penghasilan *Moina* sp., pengeluaran *Moina* sp. yang diternak secara tertutup (di dalam makmal), semi-terbuka dan terbuka serta pembangunan produk berasaskan *Moina* sp. *Moina* sp. yang digunakan adalah *Moina macrocopa*. Hasil saringan bakteria stok pemula (*starter*) *Moina* sp. menunjukkan stok bebas daripada *Aeromonas* sp dan *Streptococcus* sp. Bakteria *Aeromonas* sp. merupakan patogen oportunistik yang sering menyerang dan mengakibatkan kematian ke atas benih ikan air tawar, manakala, *Streptococcus* sp. pula merupakan patogen utama yang menyerang ikan tilapia (Pasaribu et al., 2018).

Dalam kajian penentuan diet sesuai untuk *Moina* sp., kumpulan rawatan yang diberi diet alga hijau (A) menghasilkan purata biomass tertinggi ($P < 0.05$) (87.0 g) diikuti oleh Yis (Y) (53.3 g). Diet komersial, diet dedak padi (rice bran, R) memberikan purata biomass terendah 31.6 g, manakala Selco® (S) sebanyak 28.4 g. Tiada pengeluaran *Moina* sp. diperhatikan dalam diet kawalan (C) (Rajah 4). Diet A memberikan kadar pertumbuhan biomas *Moina* sp. sebanyak 17.4 kali ganda daripada awal kemasukan *Moina* sp. berbanding diet Y (10.7 kali ganda). Perbandingan komposisi nutrien *Moina* sp. yang diberi makan diet berbeza ditunjukkan dalam Jadual 5. *Moina* sp. yang telah diberi makan dengan diet A, menunjukkan kandungan protein kasar tertinggi 62.8% diikuti dengan diet Y (57.4%). Diet R menunjukkan kandungan protein mentah yang terendah (52.4%).



Rajah 4: Penghasilan *Moina* sp. yang diberi diet berbeza di dalam sistem tangki

Jadual 5: Analisa proksimat *Moina* sp. yang diberi diet berbeza

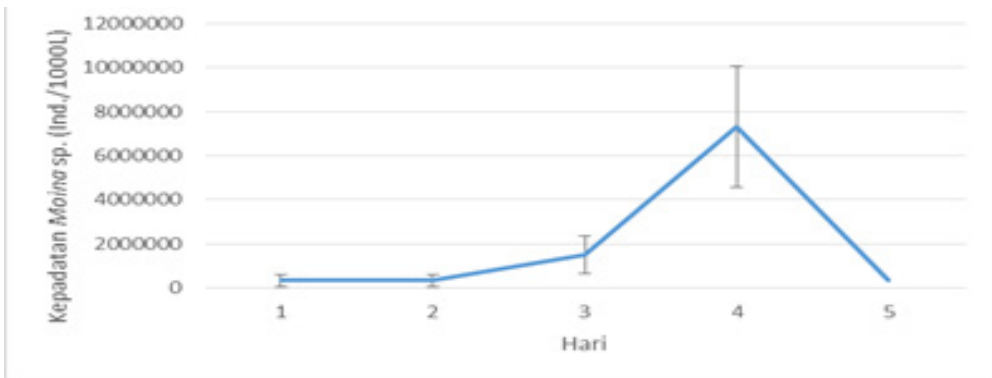
Komponen	Rawatan				
	A	Y	S	R	C
Berat kering (%)	9.3	9.7	10.7	10.5	0
Protein kasar %	62.83	57.38	53.74	52.41	0
Lipid kasar (%)	18.25	17.63	18.76	19.64	0
Abu kasar (%)	10.15	11.36	10.24	11.56	0
Serat kasar (%)	0.01	0.01	0.01	0.02	0
NFE	8.76	13.62	17.25	16.37	0

NFE= 100- (%protein + %fat + % ash+ %fiber)

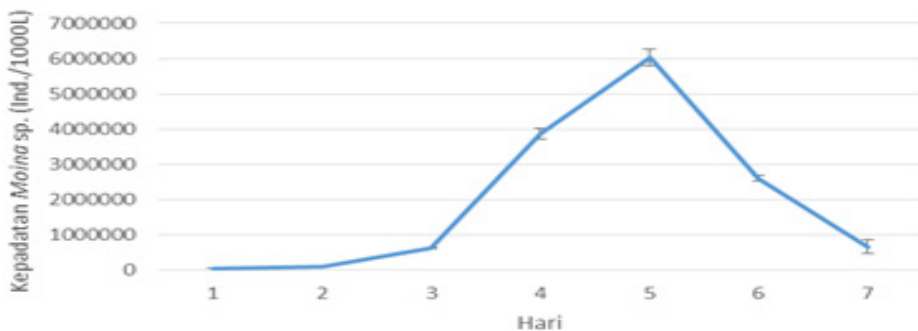
Diet rawatan : A : Alga hijau; Y: Yis; S : Selco; R : Ricebran; C : Kawalan

Keputusan persampelan hasil tuaian dari tiga sistem ternakan *Moina* sp. aksenik dan bebas penyakit yang dibangunkan mendapati kaedah secara separa-terbuka di dalam tangki 1 MT merekodkan kadar pertumbuhan paling cepat iaitu 7.33 juta individu/1000 L atau 1 MT dalam tempoh 4 hari (Rajah 5) berbanding sistem ternakan terbuka di dalam tangki 5 MT iaitu 6.03 juta individu/1,000 L dalam tempoh 5 hari (Rajah 6). Manakala, sistem secara tertutup di dalam tangki 30 L pula mengambil masa 8 hari mencapai kemuncak pertumbuhan dengan kadar kepadatan purata 18,000 individu per/L atau 18.0 juta/1,000 L. Keputusan kajian ini setara dengan hasil kajian terdahulu oleh Malla & Banik (2015), dimana penghasilan *Moina* sp yang diberi diet *Chlorella* sp. pada kepekatan 1.0×10^6 sel per ml adalah sebanyak

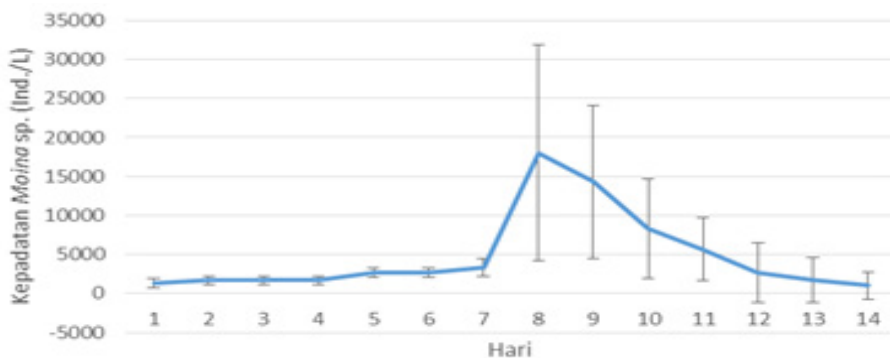
15,000 hingga 20,000 individu/L. Perbedaan kadar pertumbuhan *Moina* sp. terhadap sistem ternakan yang berbeza ini mungkin disebabkan oleh faktor diet yang menjadi antara faktor penghad kepada pertumbuhan *Moina* sp. Menurut Hakima et al. (2013), kepadatan populasi *Moina* sp. akan bertambah dengan meningkatkan fekunditi serta memendekkan tempoh pembiakan dengan memanipulasikan kualiti dan kuantiti diet.



Rajah 5: Kadar pertumbuhan *Moina* sp. di dalam tangki 1 MT ('semi-indoor')

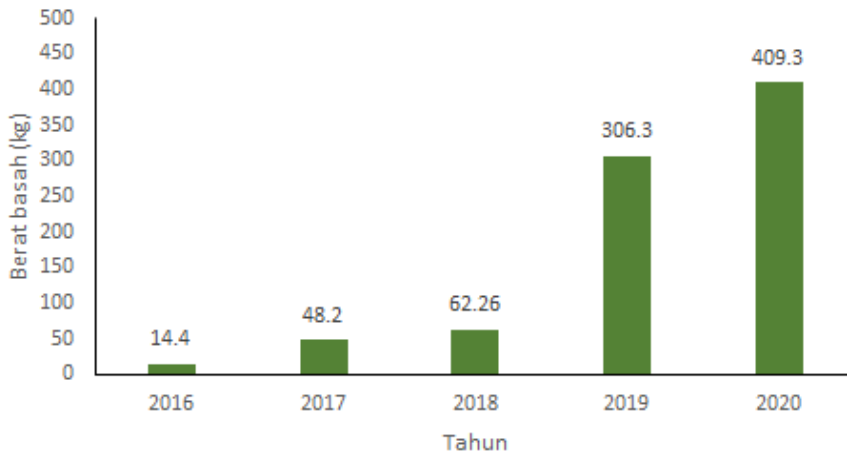


Rajah 6: Kadar pertumbuhan *Moina* sp. di dalam tangki 5 MT ('outdoor').



Rajah 7: Kadar pertumbuhan *Moina* sp. di dalam makmal ('indoor')

Hasil biomass *Moina* sp. yang dihasilkan melalui sistem separa-terbuka mencapai sehingga 500 g/MT bagi tangki 1 MT, manakala bagi sistem terbuka pula sebanyak 480 g/MT atau 2,400 g/MT *Moina* sp. basah. *Moina* sp. mampu mengurangkan sehingga 80% penggunaan *Artemia* spp. dan secara tidak langsung menyebabkan penjimatan sehingga 96% makanan benih ikan serta mengurangkan kos operasi penghasilan benih ikan di FRI Glami Lemi. Pembangunan teknologi ini juga dijangkakan dapat memberi manfaat kepada pengusaha nurseri ikan swasta dan kerajaan. Di dalam RMK-11, hasil pengeluaran *Moina* sp. di kemudahan makanan hidup secara sistem terbuka telah meningkat hampir 28 kali ganda iaitu sebanyak 409.3 kg pada tahun 2020 berbanding hanya 14.4 kg pada tahun 2016. Beberapa penambahbaikan dari aspek formulasi baja, teknik ternakan dan pengawalan pencemaran zooplankton liar telah dilakukan. Pertumbuhan pengeluaran *Moina* sp. secara intensif dan higienik dalam sistem terbuka boleh dirujuk dalam rajah 8.



Rajah 8: Pertumbuhan pengeluaran *Moina* sp. secara intensif dan higienik dalam sistem terbuka FRI Glami Lemi (2016 hingga 2020)

Projek penyelidikan dan pembangunan makanan hidup ini juga menghasilkan dua produk inovasi iaitu ; i) *Moina* sp sejuk beku dalam bentuk kiub dan ii) *Moina* sp. kering beku (freeze dry). Produk-produk ini mudah digunakan oleh industri ikan hiasan, hatceri ikan/udang dan dinamakan sebagai *Frozen Moina Cube* dan *Freeze Dried Moina Cube*. Selain itu, Manual Ternakan *Moina* sp. Secara Intensif dan Higenik juga telah diterbitkan sebagai panduan kepada golongan sasaran yang berminat untuk menternak *Moina* sp. secara komersial atau untuk keperluan nurseri ikan.



Sampel awal zooplankton diperolehi pada tahun 2016



Moina macrocopa



Stok *Moina* sp. dan *Chlorella* sp. aksenik yang dihasilkan



Hasil tuaian *Moina* sp hasil aktiviti penyelidikan dan pembangunan

Kemudahan makmal makanan hidup air tawar pertama di Malaysia telah dibangunkan di FRI Glami Lemi bagi penyediaan stok pemula alga hijau dan *Moina* sp. yang aksenik (tulen), higienik dan bebas penyakit. Makmal ini dilengkapi dengan tiga bahagian iaitu,

- i. Bilik penyediaan stok pemula tulen dan stok awalan alga hijau berkapasiti 10 mL, 100 mL, 2 L dan 20 L.
- ii. Bahagian pengeluaran dan bekalan stok berkapasiti 300 L sebanyak 8 unit
- iii. Bahagian penyediaan stok dan pengeluaran stok pemula aksenik dan higienik bagi *Moina* sp. di dalam tangki 30 L. Sebanyak 12 unit tangki. Terdapat juga 2 unit tangki berkapasiti 150 L bagi penyediaan *Artemia* spp.



Makmal makanan hidup air tawar
FRI Glami Lemi



Bahagian penyediaan stok pemula alga
hijau tulen



Bahagian penyediaan stok alga hijau
berkapasiti tangki 300 L



Tangki 30L bagi penyediaan stok pemula
Moina sp. aksenik

Manakala, kemudahan ternakan *Moina* sp. secara spara-tertutup pula tangki-tangki pengeluaran *Moina* sp. berkapasiti 1 MT setiap satu ini bertujuan sebagai fasiliti transit untuk stok *Moina* sp. pemula dari makmal ke peringkat pengeluaran secara terbuka. Selain itu, kemudahan ini juga bertindak sebagai fasiliti penghasilan *Moina* sp. secara intensif dan higienik untuk keperluan kuantiti sederhana. Pengeluaran *Moina* sp. di dalam tangki ini berupaya menghasilkan sehingga 600 g *Moina* sp./MT. Fasiliti ini dilengkapi dengan dua bahagian iaitu :

- i. Bahagian penyediaan air hijau (alga hijau) dengan 8 unit berkapasiti 1 MT
- ii. Bahagian penyediaan *Moina* sp. dengan 3 unit tangki berkapasiti 1.5 MT



Kemudahan ternakan *Moina* sp. secara sistem separa-tertutup



Bahagian penyediaan stok alga hijau berkapasiti tangki 1 MT

Bagi sistem ternakan *Moina* sp. secara terbuka yang dibangunkan di FRI Glami lemi pula terdiri dari kemudahan tangki-tangki berkapasiti 5 MT setiap satu di persekitaran terbuka ini bertujuan untuk dijadikan model pengeluaran *Moina* sp. secara intensif dan higienik. Selain itu, kemudahan tangki ini juga bertindak sebagai kemudahan penghasilan *Moina* sp. untuk keperluan makanan hidup kepada aktiviti asuhan benih ikan dan udang di FRI Glami Lemi. Pengeluaran *Moina* sp di dalam tangki ini berupaya menghasilkan sehingga 3 kg *Moina* sp. per tangki. Kemudahan ini dilengkapi dengan:

- i. 18 tangki simen berkapasiti 5 MT setiapnya.
- ii. Kemudahan bekalan air bersih dan dua sistem tangki simpanan 4.5 MT air terawat.
- iii. Pagar keliling kemudahan ternakan *Moina* sp. secara terbuka.



Kemudahan ternakan *Moina* sp. secara intensif dan higienik dipersekitaran terbuka



Hasil tuaian *Moina* sp. dari tangki ternakan sistem terbuka



Kemudahan tangki simpanan air terawat



Pagar dikelilingi kemudahan ternakan *Moina* sp. sistem terbuka

BAB 5

OUTPUT PROJEK:

**PENERBITAN, INOVASI, HARTA INTELEK,
PENGKOMERSIALAN DAN ANUGERAH**



Penerbitan

Antara output utama R&D adalah penerbitan kertas saintifik, buku, laporan teknikal untuk tujuan penyebaran maklumat kepada semua golongan. Berikut ialah senarai penerbitan yang telah dihasilkan di bawah R&D Makanan Akuakultur RMK-11.

Buku/Manual

Saadiah I. (2018). Makanan Rumusan Ikan. Dewan Bahasa Pustaka, Kuala Lumpur

Hanan MY, Tazril-Amil S, Aznaliza Y, Norlizah A dan Ahmad-Aziz, I. (2020). Manual Ternakan *Moina* sp. Secara Intensif dan Higenik. Institut Penyelidikan Perikanan, Jabatan Perikanan Malaysia (ISBN 978-967-18365-2-1), 71 ms.

Jurnal

Ahmad Daud O, Jasmani S, Ismail N, Yeong SY and Abol-Munafi AB (2016). Use of vitellogenin as biomarker indicator in sex identification of giant grouper (*Epinephelus lanceolatus*). *Journal of Poultry, Fish and Wildlife Science* 4:2

Mohammad Bodrul M, Roshada H, **Mohammad Suhaimie AM** and Siti Azizah MN. (2016). Dietary Prebiotics and Probiotics Influence the Growth Performance, Feed Utilisation, and Body Indices of Snakehead (*Channa striata*) Fingerlings. *Tropical Life Sciences Research* 27(2): 111–125.

Teoh PN, Othman N., Yaakub R, Hamzah A, and Jamari Z. (2017). Suitability of LEDs as Light Source for Culture of Nannochloropsis. *Malaysian Fisheries Journal* 16:19-27.

Mostak A, Abdullah N, **Hanan MY,** Adawiyah SS and Shahrudin AR. (2017) Improvement of growth and antioxidant status in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fed diets supplemented with mushroom stalk waste hot water extract. *Aquaculture Research* Vol. 43, No. 1, p. 1146-1157. <https://doi.org/10.1111/are.12956>

Norhidayah MT, Hasniyati M, Ameenat AR, **Hanan, MY,** Zazali A and Shahrudin AR. (2018) Potential of field crickets meal (*Gryllus bimaculatus*) in the diet of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Journal of Applied Animal Research*, 46 (1): 541-546.

Sa'aidatun Asyikin A, Farina MK, Mohd Zamri S, Siti-Zahrah A, Mohd Syafiq R, **Hanan MY,** Shahidan H, Fahmi S, Ismail MS and Suphia Amiera S. (2018). Effect of incorporating different concentrations of palm oil as adjuvant in fish vaccine. *International Journal of Biosciences*, 12 (1): 35-41.

Ahmad Daud O, Nik Yusoff NH, lehata S, Beng Chu K and Jamari Z. (2019). The potential use of yam tuber with probiotic for gonad development of tiger grouper. *AACL Bioflux* 12(4): 1431-1441.

Makanan Rumusan Ikan



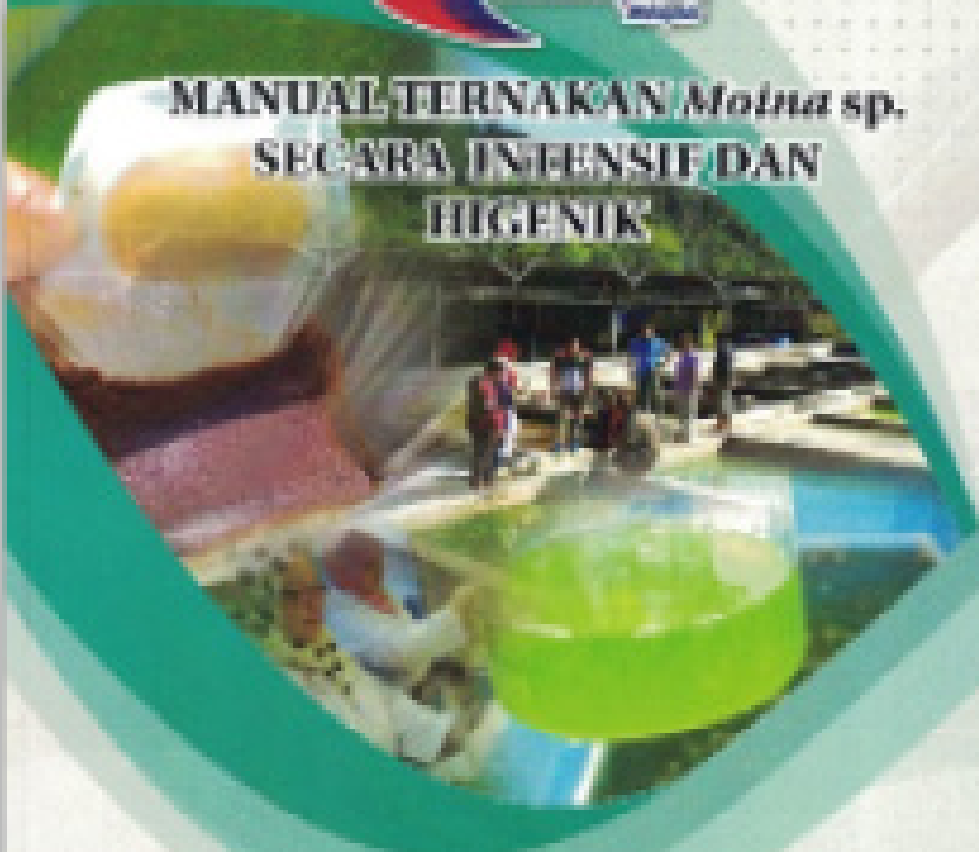
Saadiah Ibrahim



UIN Ar-Raniry



**MANUAL TERNAKAN *Molna* sp.
SECARA INTENSIF DAN
HIGENIK**



DISEDIAKAN OLEH:
Hanan bin Mohd Yusuf
Tazri Amir bin Shafie
Amalina binti Yahya
Norresh binti Abdullah
Ahmad Asad bin Idrus

INSTITUT PENYELIDIKAN PERIKANAN

Kertas yang dibentangkan dalam Seminar, Mesyuarat/Persidangan

Ahmad Daud O, Nik Haiha NY, Shumpei lehata, Kua BC and Zainuddin J. The potential use of Tuber Yam with probiotic for gonad development of Tiger Grouper. Kertas dibentangkan di The World Seafood Congress (WSC) 2019. Penang, 9-11 September, 2019.

Saadiah I, Mhd Ikhwanuddin, Chaiw Yee Teoh, Zainoddin J. and Ng WK. Effect of different inclusion level of arachidonic acid (ARA) from fungi *Motirella* sp. on female reproductive performance of Malaysian giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Kertas dibentangkan di The 9th Asean-FEN Annual Fisheries Symposium, Kuala Lumpur, 18-21 November 2019.

Hanan MY, Nik Haiha NY, Ahmad-Baihaqi O, M Zudaidy J, Mohd. Fariduddin O and Zainoddin J. Evaluation of Kelah (*Tor tambroides*) growth performance fed on SirehMAX™ treated diet as a Natural Antibiotic Growth Promoter (NAGP) in tank system. Kertas dibentangkan dalam Seminar Penyelidikan Perikanan, Siri 1 2019, FRI Batu Maung, Pulau Pinang, 22-24 Jan 2019.

Norhisyam I, Naji Arafat M, Zainoha Z, Aemi Syazwani AK and **Mohammed Suhaimee AM**. Replacement of Fishmeal with Blowfly Maggot Meal in Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Diets. Kertas dibentangkan dalam The 7th International Conference and Workshop on Basic and Applied Sciences (ICOWOBAS 2019), KSL Resorts, Johor Bahru, 16-17 July, 2019.

Mohammed Suhaimee AM, Ahmad Daud O and Hanan MY. Aquaculture Feed: Status, Gap Analysis and Way Forward. Kertas dibentangkan dalam Seminar Penyelidikan Perikanan, Siri 2 2019, FRI Glami Lemi Negeri Sembilan, 25-27 Nov 2019.

Mohd. Fathi Sofian, Wan Nurul Nadiah Wan Rusdi, **Hanan MY** and Nurul Ulfah Karim. 2018. Effect of Nutritional Quality of Moina sp. Under Treatment of Glycerol, Ethylene Glycol and Dimethyl Sulfoxide. Oral presentation. International Fisheries Symposium (IFS) 2018, Hatyai, Thailand, 18-21 November 2018

Ahmad Daud O, Kamarul Azlan A, Syarul Nataqain B. Effect of Ubi Gadong (*Dioscorea hispida*) on Enhancement the Gonad Development of Tiger Grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*). Paper presented in the International Conference on Marine Science and Aquaculture (ICOMSA) 2017, Sabah.

Mohammed Suhaimee AM. Status of Aquaculture Feed and Feed Ingredients in Malaysia. Regional Consultation on Responsible Production and Use of Feed and Feed Ingredients for Sustainable Growth of Aquaculture in the Asia Pacific, Bangkok, Thailand, March 7-9, 2017.

Mohammed Suhaimee AM, Hanan MY dan Ahmad Daud O. Isu dan Cabaran Makanan Akuakultur. Pembentangan lisan di Bengkel Penggubalan Dasar Makanan Ternakan di Wisma Tani, Putrajaya, 14-15 Ogos, 2017.

Teoh PN, Othman NA, Yaakub R, Azhar H. and Zainoddin, J. Enhancement Of Productivity In A Flat Panel Photobioreactor. Presented at Seminar pencapaian RMK-11, Emerald Putri, Sungai Petani. 3-5 Okt 2017.

Ahmad Daud O, Kamarul Azlan A, Syarul Nataqain B. 2016. Phytochemical screening of ubi gadong (*Dioscorea hispida*) by using GC-MS. Paper presented at Seminar dan konvensyen penyelidikan perikanan, FRI Batu Maung, Pulau Pinang. Oktober 25-27, 2016.

Hanan MY, M. Zudaidy Jaapar, Tazri Amil Shafie & Mohd. Fariduddin Othman. Some Preliminary Results on the Development of Maturation Diet for Domesticated Kelah (*Tor tambroides*). Kertas dibentangkan dalam Seminar Penyelidikan Perikanan 2016, Akuarium Tunku Abdul Rahman, Penang, 25-27 October 2016.

Abu Talib A, **Mohammed Suhaimie AM**, **Hanan MY**, **Ahmad Daud O**, Wan Norhana MN. Feed Requirements and Trends in Sustaining Aquaculture Development in Malaysia. Pembentangan lisan oleh Tuan PKP di IUCAP-Newton Workshop Insect Meal: An Ocean of Opportunities bertempat di Universiti Nottingham Kampus Semenyih, 9 Mac 2016.

Mohammed Suhaimie AM, Marzukhi O, Nazariah N dan Roslan CN. Kesan PrimEZealTM ke atas Tahap Kesihatan dan Prestasi Induk Udang. Pembentangan lisan di Seminar dan Konvensyen Penyelidikan Perikanan serta Pameran Pertandingan Anugerah Inovasi Teknologi Perikanan 2016 bertempat di FRI Batu Maung pada 25-27 Oktober 2016.

Poster

Hanan MY, M-Zudaidy J, S Tazri-A and Zainoddin J. Effect Of Replacing Fishmeal With Cricket Meal On Growth Performance And Feed Efficiency Of Hybrid Red Tilapia (*Oreochromis* sp.). ICOSMaP 2019 pada 29-31st October 2019, Kuantan, Pahang, Malaysia.

Saadiah I. Penyelidikan dan Pembangunan Makanan Induk Udang Galah, *Macrobrachium rosenbergii*: Kesan Penggunaan Asid Arakidonik (ARA) dalam Makanan Induk Terhadap Prestasi Pembiakan Udang Galah, *Macrobrachium rosenbergii*. Poster dibentangkan dalam Seminar Penyelidikan Perikanan, Siri 1 2019, FRI Batu Maung, Pulau Pinang, 22-24 Jan 2019.

Shaharah MI. Improvement and Manipulation of Mass Production of Rotifer (*Brachionus plicatilis*) in Fisheries Research Institute Tanjung Demong (FRITD). Poster dibentangkan dalam Seminar Penyelidikan Perikanan, Siri 1 2019, FRI Batu Maung, Pulau Pinang, 22-24 Jan 2019.

Mohammed Suhaimie AM, Rosnani Y & NorAida Suzana AR. Effect of Disinfectant Versus Probiotics on Water Quality, Health Status and Growth of Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in Zero Water Exchange System. Poster dibentangkan dalam Seminar Penyelidikan Perikanan, Siri 1 2019, FRI Batu Maung, Pulau Pinang, 22-24 Jan 2019.

Ahmad Daud O. Tuber Yam (*Dioscorea hispida*) Could Influence Reproductive Hormone of Tiger Grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*). Paper (Poster) presented in the Asia Pacific Aquaculture (APA) Conference 2017, Kuala Lumpur, 24-27 Jul. 2017.

- Mohammed Suhaimie AM.** Status of Aquaculture Feed and Feed Ingredients in Malaysia. Regional Consultation on Responsible Production and Use of Feed and Feed Ingredients for Sustainable Growth of Aquaculture in the Asia Pacific, Bangkok, Thailand, March 7-9, 2017.
- Mohammed Suhaimie AM,** Rosnani Y, Nazariah N and Nur Awatif O. The Effect of Feeding PrimEZeal™ on Health Status of *Penaeus monodon* and Performance of *Macrobrachium rosenbergii* Broodstock. Paper (Poster) presented in the Asia Pacific Aquaculture (APA) Conference 2017, Kuala Lumpur, 24-27 Jul. 2017.
- Saadiah I, Mohammed Suhaimie AM** and Ng WK. Effects of Different Forms of Feeds on Fecundity of Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Paper (Poster) Presented in Asia Pacific Aquaculture (APA) Conference 2017, Kuala Lumpur, 24-27 Jul. 2017
- Teoh PN,** Jamari Z and Othman NA. Light Emitting Diodes as Possible Light Source for Microalgae, *Nannochloropsis* sp. Paper (Poster) Presented in Asia Pacific Aquaculture (APA) Conference 2017, Kuala Lumpur, 24-27 Jul. 2017.
- Teoh PN,** Othman NA, Yaakub R, Azhar H. and Zainoddin, J. Enhancement Of Productivity In A Flat Panel Photobioreactor. Presented at Seminar pencapaian RMK-11, Emerald Putri, Sungai Petani. 3-5 Okt 2017.
- Teoh PN,** Azhar H and Zainoddin J. Program Pembiakbakaan Udang Laut Untuk Meningkatkan Trait Tumbesaran Dan Daya Ketahanan Terhadap Penyakit. Presented at Seminar pencapaian RMK-11, Emerald Putri, Sungai Petani. 3-5 Okt 2017.

Laporan Teknikal

Hanan MY, Ahmad Baihaqi O and Nik Haiha NY. (2018). Evaluation of SirehMAX as Control against *Aeromonas* sp in Semah Mahseer, *Tor duoronensis*. In Azila A, Mohd Firdaus, N, Ahmad Baihaqi O and Amalin Nadia MN. (Eds). Progress Report on Fish Health Collaboration Project between FRI (NaFisH, FRITD, FRIGL) and IPTA (UPM, IIUM, UMK) (2016-2017). Fisheries Research Institute, Department of Fisheries Malaysia, ISBN 978-967-0633-32-9, p114-117.

Hanan MY, Nur Nazifah M, Ahmad Baihaqi O, Siti Zahrah A, Nik Haiha NY, Zulkafli AR and Mohd Zamri S. (2018). Pathogenicity Study Of *Aeromonas hydrophila* Against Local Malaysian Mahseer (*Tor tambroides*). In Azila A, Mohd Firdaus N, Ahmad Baihaqi O and Amalin Nadia MN. (Eds). Progress Report on Fish Health Collaboration Project between FRI (NaFisH, FRITD, FRIGL) and IPTA (UPM, IIUM, UMK) (2016-2017). Fisheries Research Institute, Department of Fisheries Malaysia, ISBN 978-967-0633-32-9, p107-113.

Mohammed Suhaimee AM. *Prawmag Grow-Pelet* makanan udang mampan. Laporan Teknikal dihantar kepada Bahagian Kejuruteraan, Ibu Pejabat untuk Pertandingan Anugerah Inovasi Jabatan Perikanan Malaysia, Wisma Tani, Putrajaya, 25 April, 2018.

Mohammed Suhaimee AM, Hanan MY, Ahmad Daud O, Mohd Faizal AR, Khairil Kamal NU dan Meor Yahaya R. M-SPEX-Mobile Single Phase Extruder A Prototype. Laporan Teknikal dihantar kepada Bahagian Kejuruteraan, Ibu Pejabat untuk Pertandingan Anugerah Inovasi Jabatan Perikanan Malaysia, Wisma Tani, Putrajaya, 26 April, 2018.

Mohammed Suhaimee AM, Hanan MY, Ahmad Daud O Mohd Firdaus MA dan Md. Azman MS. Masterbite – Pelet dan premiks murah dan berkualiti. Laporan Teknikal dihantar kepada Bahagian Kejuruteraan, Ibu Pejabat untuk Pertandingan Anugerah Inovasi Jabatan Perikanan Malaysia, Wisma Tani, Putrajaya, 2 Mei, 2018.

Artikel dalam Majalah, Bulletin dan Newsletter

Saadiah I. Evaluation of poultry processed protein in replacing fishmeal in cobia, *Rachycentrum canadum* diet. FRI Newsletter, Vol 22 (2019).

Shaharah MI and Nik Haiha NY. An intensive culture system for the production of rotifer (*Brachionus plicatilis*) at Fisheries Research Institute Tanjung Demong. FRI Newsletter, Vol 22 (2019).

Hanan MY, Muhamad Zudaiddi J, Mohd. Fariduddin O and Zainoddin J. Development of Maturation Diet to Enhance Reproductive Response of Domesticated Kelah (*Tor tambroides*). FRI Newsletter Vol 21 (2018).

Saadiah I, Mohammed Suhaimee AM and Ng WK. Effects of Different Forms of Feeds on Fecundity of Freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* Broodstock. FRI Newsletter Vol 21 (2018).

Teoh PN, Nazariah MN and Nor Aida Suzana AR. Penggunaan Radiasi Sinaran Gamma Sebagai Agen Pensterilan Makanan Segar Induk Udang. Berita Perikanan Bil. 105, Jun 2018. pg16.

Mohammed Suhaimie AM. PrimEZealTM – Makanan Segera Induk Udang Bebas Penyakit. Berita Perikanan. Bil 101 (Jun 2017).

Inovasi

Di bawah Program Penyelidikan dan Pembangunan Makanan Ikan RMK-11, sejumlah 12 inovasi telah berjaya dihasilkan oleh FRI seperti di dalam jadual di bawah. Butiran terperinci mengenai setiap inovasi juga disertakan.

Inovasi yang dihasilkan				
Skop kajian	2016	2017	2018	2019
Makanan rumusan: Induk	-	PrimEZeal	-	NutriKarp
Makanan rumusan: Ternakan	EcoCIM	GrowEZMix	<i>Prawmag Grow</i>	Masterbite
Makanan hidup	PS Aquatic	-	-	Kuib Moina
Teknologi penghasilan makanan hidup berkepadatan tinggi	-	-	-	Rotating Filter Fotobioreaktor V-Feeder
Teknologi mesin ekstruder	-	-	-	MSPEX
Sebatian alami penggalak kematangan ikan	-	I-Gado	-	-

EcoCIM FEED



Pereka Cipta: En. Hanan Mohd Yusof

Pusat: FRI Glami Lemi, 71650 Titi, Jelevu, Negeri Sembilan

Masalah

Pada masa kini dan akan datang, kos makanan ikan akan terus meningkat disebabkan kenaikan harga tepung ikan yang menjadi sumber utama protin dalam formulasi makanan ikan. Hal ini akan memberi kesan langsung kepada kos operasi ternakan ikan yang 40-60% daripadanya adalah daripada kos makanan ikan.

Kenaikan harga juga disebabkan hampir keseluruhan bahan mentah utama dalam penghasilan makanan ikan seperti tepung ikan (*fish meal*), tepung kacang soya dan jagung adalah diimport. Sebagai salah satu strategi untuk mengurangkan pergantungan kepada bahan import serta mengimbangi perdagangan Negara, FRI telah memberi tumpuan kepada penyelidikan untuk menghasilkan makanan rumusan ikan daripada sumber alternatif tempatan menggunakan teknologi penghasilan makanan yang lebih murah serta peralatan tempatan.

Inovasi yang dihasilkan

Malaysia merupakan salah sebuah negara pengeluar terbesar ayam pedaging. Justeru terdapat bekalan bahan mentah yang banyak dan konsisten daripada sektor pemprosesan ayam. Kajian menggunakan sisa daripada industri pemprosesan ayam untuk dijadikan tepung usus ayam (*Chicken Intestine Meal, CIM*) telah dimulakan sejak RMK-10 di FRI Glami Lemi. Dalam RMK11, produk ini telah diuji di lapangan untuk ikan keli. Hasil pengujian yang dijalankan mendapati kos operasi ternakan ikan keli dapat dikurangkan sebanyak 21% melalui pemakanan ikan menggunakan diet formulasi EcoCIM feed berbanding diet kawalan. Pembangunan formulasi makanan ikan dari sumber usus ayam ini mengambil kira amalan pertanian baik, moden, mesra alam serta mematuhi persijilan MyGAP. Produk ini telah didaftarkan sebagai harta intelek pada tahun 2016 dengan nama EcoCIM Feed iaitu formulasi makanan ikan khusus bagi ikan air tawar tempatan terutamanya ikan keli.

Faedah-faedah daripada inovasi

- Berkos efektif
- Bernutrisi
- Bersih dan suci berbanding makanan konvensional
- Tidak mencemarkan air ternakan.
- Bebas patogen
- Mudah diguna dan disimpan berbanding sumber mentah tradisional
- Sumber protin mentah yang mampan berbanding sumber protin tradisional
- Mesra alam

PS AQUATICS – Pelbagai produk artemia berkualiti tinggi



FROZEN ADULT ARTEMIA BRINE SHRIMP	FROZEN NAUPLII ARTEMIA BRINE SHRIMP
 <ul style="list-style-type: none"> • Fresh frozen adult artemia (12 days) • High protein food for fish, shrimp, and etc (up to 60% protein) • Does not cloud water. • Vitamins added. • Suitable for fresh and saltwater fish. • Vibrio and contamination free. • Size 0.5-0.8cm per artemia. • To be stored at -10°C • Packing : Stick 15-20gm/stick : Plate 250gm and 500gm 	 <ul style="list-style-type: none"> • Fresh frozen nauplii artemia. (24hours) • Compact paste frozen baby artemia. • Does not cloud water. • 99% no cysts shell. • Suitable for fresh and saltwater fishfry and shrimp. • Vibrio and contamination free. • 365000-370000 pcs nauplii per gram. • Less handling at your hatchery. • To be stored at -10°C. • Packing : Stick 10gm/stick

Pereka Cipta: Dr. Mohd Fariduddin Othman

Pusat: FRI Glami Lemi, 71650 Titi, Jelevu, Negeri Sembilan

Masalah

Makanan hidup merupakan faktor asas yang menentukan kemandirian benih ikan/udang di hatcheri atau alami. Antara makanan hidup yang utama adalah fitoplankton (alga hijau, diatom) dan zooplankton (Monia, Rotifer dan Artemia). Berbanding dengan Moina dan Rotifer, Artemia adalah alternatif yang lebih baik kerana ia mempunyai komposisi nutrien yang lebih baik. Di samping itu, Artemia boleh ditambah nilai untuk keperluan organisma yang diternak di samping dapat disediakan dalam pelbagai bentuk untuk semua peringkat anak benih ikan/udang. Namun berbanding Moina dan Rotifera, Artemia bukan spesies tempatan dan perlu diimport dari luar. Terdapat pelbagai gred dijual di pasaran dengan harga yang semakin meningkat. Penghasilan Artemia berskala besar adalah lebih mudah berbanding Moina dan Rotifera. Di samping itu, penyediaan Artemia dalam pelbagai bentuk untuk meringankan masalah penyediaan dan penyimpanan di pihak penternak terutama tanpa menjejaskan kualiti dan nutrisi adalah sangat diperlukan.

Inovasi yang dihasilkan

PS Aquatics adalah makanan berproses Artemia berkualiti tinggi yang dihasilkan dengan persijilan MyGAP dan FQC serta dipantau kualiti di makmal. Produk PS Aquatic adalah dalam bentuk naupli, biojisim asal serta produk tambah nilai. Antara produk PS Aquatics adalah naupli Artemia (mentah) dan naupli Artemia (segar/hidup), naupli Artemia (sejuk beku), Artemia sejuk kering (*freeze dried*) dan pelet Artemia. Kesemua penyediaan ini tidak menjejaskan profil asal kualiti nutrisi Artemia. Kepelbagaian produk ini adalah untuk memenuhi permintaan dan keperluan industri akuakultur dan ikan hiasan.

Faedah daripada inovasi

- Bebas patogen.
- Mempunyai profil nutrisi hampir sama dengan zooplankton yang ditenak.
- Mudah diguna dan disimpan.
- Sesuai untuk benih ikan dan udang akuakultur air tawar dan masin.
- Tidak mencemarkan air ternakan.
- Ditambahbaik dengan nutrisi tambahan.
- Disedia dengan saiz yang sesuai untuk pemakanan benih akuakultur.

PrimeZeat – Makanan lembap (*moist feed*) pematangan induk udang/ ikan laut bebas penyakit



Pereka Cipta: En. Mohammed Suhaimee Abdul Manaf

Pusat: FRI Pulau Sayak, 08500 Kota Kuala Muda, Kedah

Masalah

Pada masa ini, induk udang harimau/udang galah diberi makanan segar seperti sotong, kerang-kerangan dan poliket secara terus. Hal ini boleh mendedahkan induk udang kepada risiko pemindahan patogen (parasit, bakteria, virus) yang terdapat pada makanan segar terutama kerang-kerangan. Justeru, kerang-kerangan telah dikeluarkan dari diet induk walaupun nutrisi dari kerang-kerangan amat diperlukan untuk pematangan. Sehingga kini penghasilan benih udang harimau amat kurang disebabkan kekurangan induk udang yang bebas penyakit. Dalam hatceri udang galah pula, ketiadaan makanan pematangan khusus untuk induk udang galah menyebabkan pergantungan kepada pelet ternakan dan sotong segar sebagai makanan pematangan menghadkan pengeluaran benih kerana ketidakseimbangan nutrisi. Di dalam hatceri ikan laut pula, pengusaha amnya menggunakan ikan segar sebagai makanan untuk induk. Ini disebabkan ketiadaan makanan induk ikan laut berformula kerana faktor penerimaan makanan pelet kering dan saiz mulut induk ikan yang besar. Kebanyakan pengusaha hatceri hanya memasukkan bahan aditif ke dalam mulut ikan segar sebelum diberi makan kepada induk ikan kerapu dan kertang. Terdapat risiko jangkitan patogen melalui pemberian ikan segar secara terus kepada induk.

Inovasi yang dihasilkan

Satu kaedah menghasilkan makanan pematangan induk udang bebas penyakit yang terdiri daripada campuran bahan-bahan segar yang diketahui formulasi menghasilkan pes melekit, pensterilan melalui pemanasan untuk menghasilkan produk makanan lembap khas untuk pematangan induk udang galah, udang laut dan ikan laut (PrimeZeat) telah dibangunkan. Kajian pemakanan yang dilaksanakan ke atas induk udang harimau dan udang galah berjaya membuktikan bahawa PrimeZeat tiada membawa kesan negatif ke atas tahap kesihatan udang harimau dan fekunditi induk udang galah yang diberi PrimeZeat didapati setara berbanding induk udang galah yang diberi makanan konvensional.

Faedah daripada inovasi

- Tidak lagi bergantung kepada makanan segar yang berisiko menyebarkan penyakit.
- Menepati kriteria biosekuriti dan My Gap untuk hatceri udang.
- Menjimatkan. Kos PrimEZeal di bawah RM 30/kg.
- Berasaskan bahan tempatan yang mudah didapati.
- PrimEZeal boleh disimpan sejukbeku untuk jangka masa berbulan sebelum digunakan dengan hanya dinyahbeku dengan ketuhaar gelombang mikro.
- PrimEZeal boleh dibentuk mengikut saiz yang sesuai untuk induk ikan laut.

PrawMag Grow



Pereka Cipta:

FRI: En. Mohammed Suhaimie Abdul Manaf, Dr. Ahmad Daud bin Om
UTM, Skudai: Prof. Madya Dr. Zainoha binti Zakaria, Dr. Naji Arafat bin Mahat, En
Norhisyam bin Ismail

Pusat: FRI Pulau Sayak, 08500 Kota Kuala Muda, Kedah, FRI Tg Demong dan UTM

Masalah

Penggunaan tepung ikan tempatan yang diproses daripada ikan baja adalah tidak mampan. Sehingga kini, belum bahan berprotein tinggi yang mampu menggantikan sebahagian atau keseluruhan tepung ikan dalam makanan ikan/udang di pasaran tempatan. Di samping itu, tiada makanan komersial ikan/udang di Malaysia yang memenuhi syarat kandungan maksima tepung ikan yang ditetapkan FAO iaitu sebanyak 2% (ikan air tawar), 12% (ikan laut) dan 8% (udang laut). Terdapat spesies lalat Blow-Fly (*Chrysomya rufifacies* dan *C. megacephala*) yang menghasilkan larva berprotein tinggi dengan cepat berbanding *Black Soldier Fly* serta tidak mendatangkan kemudaratan kepada manusia. Larva lalat BF atau singkatannya BFL boleh dihasilkan dengan mudah menggunakan sisa buangan industri hiliran ayam sebagai substrat.

Inovasi yang dihasilkan

Kaedah penghasilan BFL menggunakan sisa buangan ayam dapat membasmi atau mengurangkan aktiviti pemberian sisa buangan ayam mentah secara terus kepada ikan ternakan. Natijahnya, dapat menjadikan kawasan penternakan ikan lebih mampan (tanpa pencemaran), mematuhi syarat-syarat biosekuriti (bebas penyakit) dan Amalan Baik Akuakultur Malaysia (MyGAP) serta Akta Makanan Haiwan 2009. PrawMag Grow berupaya menggantikan keseluruhan bahan ramuan berasaskan ikan (tepung dan minyak ikan) dalam formulasi makanan udang laut dan melepasi sasaran 8% tepung ikan oleh FAO.

Faedah daripada inovasi

- Jimat masa -Setiap kilogram sisa ayam boleh menghasilkan 500-800 gram BFL, boleh dituai dalam tempoh 3-4 hari berbanding penuaian larva BSF (7-14 hari). Potensi bekalan sepanjang tahun dan tidak bermusim sepertimana penghasilan tepung ikan.
- Jimat kos - BFL boleh dihasilkan daripada sisa ayam dengan kos RM0.60/ kg berbanding harga tepung ikan iiatu sekitar RM4.00/kg dan sukar diperolehi penternak kecil.
- Mudah digunakan-PrawMag Grow digunakan seperti mana pelet komersial.
- Penghasilan BFL yang lebih cepat (3-4 hari) merupakan alternatif kepada sumber protein serangga sedia ada dan tidak bersaing dengan aktiviti penghasilan BSFL kerana menggunakan substrat yang berbeza.

MasterBite Premix



Pereka Cipta: En. Mohammed Suhaimie Abd. Manaf, En. Mohd. Firdaus bin Mohamad Arif, En. Hanan Mohd. Yusof, En. Md Azman bin Mohd Shariff dan Dr. Ahmad Daud Om

Pusat: FRI Pulau Sayak, 08500 Kota Kuala Muda, Kedah dan Syarikat Tilapia Maju Agrotech Sdn. Bhd

Masalah

Pada masa ini ramai penternak ikan mengeluh mengenai kenaikan harga makanan ikan di pasaran. Manakala, ramai penternak yang memproses makanan ikan sukar mendapatkan bekalan bahan ramuan yang murah dan berterusan. Oleh kerana mereka membeli dalam kuantiti yang sedikit, harga runcit makanan ikan dan bahan-bahan ramuan didapati 25-30% lebih mahal jika dibandingkan dengan harga borong. Sekiranya ada, makanan ikan dan bahan ramuan diragui status kesuciannya.

Kebanyakan penternak ikan skala kecil tidak mempunyai kemudahan mekanisasi dan infrastruktur untuk proses menyimpan, menghancurkan, menimbang dan mencampur bahan ramuan. Mereka terpaksa membeli mesin penghancur, alat penimbang digital (untuk menimbang bahan ramuan mikro seperti mineral dan vitamin) dan juga mesin pembancuh ramuan yang meningkatkan kos tetap dan operasi.

Inovasi yang dihasilkan

Inovasi Masterbite Premix ini dicipta bagi tujuan memudahkan penternak mendapatkan bahan ramuan campuran lengkap berformula dengan penjimatan sehingga 20% berbanding pembelian bahan ramuan secara runcit. Malah Masterbite Premix telah siap dikisar, ditimbang dan dicampur mengikut formulasi zat yang dikehendaki. Penternak boleh memilih kandungan zat protein yang sesuai mengikut keperluan ikan dan peringkat ternakan. Penternak tidak perlu dibebani dengan modal tetap perolehan mesin atau kos operasi untuk menyelenggara mesin pengisar dan penimbang. Penternak hanya perlu membancuh 1 kilogram minyak sawit serta 6.5 liter air kepada 25 kilogram Masterbite Premix selama 15 minit sebelum dimasukkan ke dalam mesin memproses bagi menghasilkan pelet.

Faedah daripada inovasi

- Penternak mudah mendapatkan Masterbite Premix secara konsisten dengan harga yang lebih murah kerana bahan ramuan diperolehi secara banyak dengan harga borong.
- Penternak tidak perlu mengeluarkan kos modal tetap tambahan untuk membeli mesin bagi menyediakan bahan ramuan kerana Masterbite Premix telah dihancurkan dan ditapis mengikut piawai yang ditetapkan.
- Mudah – Tidak perlu mengira formula kerana Masterbite Premix siap untuk digunakan.
- Jimat masa - Hanya 15 minit diperlukan untuk pra-pemprosesan adunan Masterbite Premix kerana bahan ramuan makro dan mikro telah siap ditimbang mengikut formulasi berbanding satu jam masa pra-pemprosesan guna kaedah konvensional. Penternak dapat menumpukan kepada aktiviti penternakan dalam masa yang lebih banyak.

Rotating Filter



Pereka Cipta: Shaharah Mohd Idris

Pusat: FRI Tanjung Demong, 22200 Besut, Terengganu

Masalah

Di hatceri ikan marin di Malaysia, rotifer sering ditenak menggunakan sistem terbuka, seperti di dalam tangki atau kolam dengan alga dan atau yis sebagai sumber makanan. Walaupun sistem ini agak mudah, pengeluaran rotifer tidak konsisten serta memerlukan jumlah pekerja yang ramai. Rotifer juga sering dicemari dengan bendasing lain yang mempengaruhi kualiti. Justeru, jumlah rotifer yang dikeluarkan sering tidak mencukupi untuk menampung peringkat operasi yang kritikal iaitu larvikultur. Terdapat juga sistem kultur rotifer tertutup komersial yang dijual di Malaysia tetapi kebanyakannya adalah kompleks, sukar dioperasikan dan dalam kebanyakan keadaan sistem tidak dapat berfungsi seperti yang sepatutnya Atas dasar ini, FRI telah membangunkan teknologi ternakan rotifer berkepadatan tinggi secara tertutup untuk tujuan penggunaan di hatceri ikan marin di Malaysia.

Inovasi yang dihasilkan

Objektif teknologi adalah untuk menghasilkan rotifer dengan kepadatan tinggi secara konsisten.

Faedah daripada inovasi

- Penghasilan rotifer yang berkepadatan tinggi.
- Kepadatan rotifer sebelum inovasi adalah 80 ind/mL dan selepas inovasi 15,000 ind/mL.
- Kos sistem yang lebih kompetitif.
- Mudah dikendalikan.
- Menjimatkan ruang.

V-FEEDER (Penambahbaikan Rotating Filter iaitu Penggantian 'Dosing Pump')



Pereka Cipta: Dr Shaharh Mohd Idris, En. Aluwi Sulaiman, En. Kamaruddin Muda

Pusat: FRI Tanjung Demong, 22200 Besut, Terengganu

Masalah

Di dalam ternakan sistem rotifer berkepadatan tinggi *dosing pump* memainkan peranan yang penting untuk mengagihkan makanan di dalam sistem yang dibangunkan. Pemberian makanan rotifer adalah menggunakan dosing pump. Lokasi FRITD yang berhampiran dengan laut menyebabkan jangka hayat *dosing pump* tidak lama. Harga *dosing pump* pula adalah sekitar RM2,400 dengan tempoh hayat penggunaan paling lama sekitar lima bulan, oleh itu pengguna terpaksa membelanjakan wang untuk membeli *dosing pump* dengan kerap. Penggunaan *dosing pump* juga menyebabkan makanan yang mudah tersumbat di dalam tiub yang akan menyebabkan hasil pengeluaran rotifer yang rendah (80 ind/mL).

Inovasi yang dihasilkan

Inovasi ini dijalankan bagi tujuan mengurangkan kos pembelian 'dosing pump' dengan menggantikannya dengan V-Feeder. Penggunaan V-Feeder mengurangkan masalah tersumbat semasa pemberian makananan compare bila menggunakan *dosing pump* yang pemberian makananan kepada rotifer terpaksa dibahagi sebanyak 2 kali sehari.

Komponen dan anggaran harga prototaip V feeder (sekitar RM 210.00)

- Perspek saiz 6 inci (RM 200)
- Paip PVC 0.5 inci (RM 0.5)
- Soket PVC 0.5 inci (RM 0.5)
- T *air tube* (RM 1.00)
- Pelaras (RM 2.00)
- *Air tube* (RM 5.00)

Faedah daripada inovasi

- Efisien-mudah digunakan, jimat masa, jimat kos
- Selamat digunakan
- Rotifer tidak stress
- Peningkatan produktiviti larva ikan

Fotobioreaktor



Pereka Cipta: En Teoh Pik Neng, Dr Zainoddin Jamari

Pusat: FRI Pulau Sayak, 08500 Kota Kuala Muda, Kedah

Masalah

Di hatceri tempatan serta di FRI, ternakan makanan hidup (alga mikro) biasanya dijalankan menggunakan tangki yang terletak di luar bangunan. Ternakan alga mikro dengan kaedah ini biasanya menghasilkan kepadatan yang rendah, sering tercemar disebabkan terdedah serta sangat bergantung kepada cuaca dan cahaya matahari. Kaedah ini juga mempunyai kebarangkalian yang tinggi untuk alga mikro mati. Apabila hal ini berlaku, aktiviti pembenihan boleh terhalang dan gagal.

Inovasi yang dihasilkan

Fotobioreaktor adalah satu sistem ternakan mikroalga secara kepadatan tinggi dalam satu persekitaran yang terkawal. Fotobioreaktor yang dibangunkan menggunakan lampu LED untk tujuan meningkatkan kebekesanan penggunaan tenaga untuk fotosintesis mikroalga. Rekabentuk jenis panel leper dipilih kerana mudah untuk diuruskan dan menggunakan cahaya dapat dioptimumkan. Kepadatan alga mikro (*Nannochloropsis* sp) boleh mencapai antara $0.5-1.0 \times 10^9$ sel/ml manakala untuk *Chlorella vulgaris* (0.5×10^9 sel/ml).

Faedah daripada inovasi

- Penghasilan mikroalga yang padat
- Kurang pencemaran
- Kaedah penghasilan mikroalga kepadatan tinggi pada kos yang sangat rendah berbanding dengan fotobioreaktor yang berada pada pasaran.
- Keupayaan untuk menghasilkan alga pada kepadatan tinggi membolehkan biojisim alga digunakan untuk industri akuakultur dan juga industri farmasutikal. Antara faedah biojisim alga yang dapat dihasilkan adalah, alga ini boleh dijadikan sebagai bahan ramuan sama ada sebagai sumber protein sel tunggal atau sumber asid lemak. Selain itu alga juga mengandungi bahan-bahan seperti agen anti-oksidan dan anti-mikrob.

M-SPEX



Pereka Cipta: En. Mohammed Suhaimie Abdul Manaf

Pusat: FRI Pulau Sayak, 08500 Kota Kuala Muda, Kedah

Masalah

Majoriti pelet komersial di pasaran adalah pelet yang diimport dengan kos yang sentiasa meningkat. Di samping mahal, pelet komersial import juga diragui status kesuciannya.. Mesin ekstruder pelet sedia ada dipasaran beroperasi dengan bekalan elektrik tiga fasa (three-phase), 415 volt. Manakala kawasan kolam dan sangkar terletak di pedalaman hanya mempunyai bekalan kuasa satu fasa, 240 volt sahaja dan akan memerlukan kos yang lebih tinggi untuk pendawaian tiga fasa. Situasi ini menjadi lebih rumit kerana kebanyakan penternak tiada latarbelakang kimia dan kejuruteraan mesin.

Inovasi yang dihasilkan

FRI Pulau Sayak, Jabatan Perikanan Malaysia dan Agensi Nuklear Malaysia telah bersama-sama mereka satu mesin ekstruder pemprosesan makanan ikan untuk menghasilkan pelet timbul yang dinamakan M-SPEX.

Faedah daripada inovasi

- Mudah digunakan.
- Boleh digunakan dengan bekalan kuasa 1-fasa. M-SPEX sangat mudah dan lebih selamat digunakan berbanding mesin ekstruder komersial dalam pasaran.
- Keselamatan pekerja lebih terjamin kerana tidak perlu menghidupkan motor semasa mencuci dan membersihkan mesin M-SPEX. Pekerja hanya perlu menarik keluar skrew dan membersihkannya menggunakan scrapper plastik.
- Multi penggunaan, boleh digunakan untuk penghasilan produk lain seperti mee.

Kuib Moina



Pereka Cipta: En. Hanan Mohd Yusoff

Pusat: FRI Glami Lemi, 71650 Titi, Jelebu, Negeri Sembilan

Masalah

Makanan hidup merupakan elemen penentu kejayaan di dalam operasi hatceri ikan/udang. Bekalan makanan hidup yang mencukupi, konsisten dan bersih berperanan di dalam menghasilkan benih ikan yang berkualiti dan sihat. Secara tradisionalnya, *Artemia* sp. sering digunakan sebagai makanan hidup bagi akuakultur air tawar. Disebabkan permintaan yang tinggi dan sumber yang terhad, maka harga *Artemia* sp. telah melambong naik beberapa tahun kebelakangan ini. Pengusaha sangat terkesan dengan hal ini.

Moina sp. boleh digunakan menggantikan *Artemia* sp. dan telah digunakan dengan meluas di dalam industri akuakultur dan akuarium. Disebabkan tiada industri pengeluaran makanan hidup di Malaysia, biasanya *Moina* liar diperolehi dari sumber yang tidak bersih seperti kolam kumbahan atau longkang yang berisiko mengandungi patogen. Hal ini boleh memberi impak negatif dan menjejaskan pengeluaran benih. Selain itu, tempoh simpanan *Moina* sp. hidup juga adalah singkat dan hal ini menyukarkan pengusaha.

Inovasi yang dihasilkan

Satu produk makanan hidup yang higienik, tinggi kandungan nutrisi dan boleh terus dipakai telah dihasilkan oleh FRI. Produk ini dinamakan Kuib Moina. Produk ini dihasilkan melalui teknik pembekuan kering (freeze dried) *Moina* yang ditanak secara higienik dan intensif FRI Glami Lemi sejak tahun 2015. Kuib Moina mempunyai kandungan nutrisi yang tinggi (sehingga 62% protin kasar, 18% lemak kasar) yang setanding dengan *Artemia*. Ia amat sesuai untuk keperluan nutrisi rega pelbagai spesis ikan/udang serta ikan hiasan. Produk ini juga mempunyai tempoh simpanan yang panjang (sehingga 6 bulan) berbanding dengan makanan hidup segar yang hanya sesuai digunakan dalam tempoh 24-72 jam sahaja.

Faedah daripada inovasi

- Sumber makanan hidup bernutrisi yang setanding *Artemia* sp.
- Dihasilkan secara mampan, bersih dan selamat.
- Kos efektif berbanding penggunaan *Artemia* sp. atau produk komersial makanan formulasi bagi rega ikan.
- Mempunyai tempoh simpanan yang panjang.
- Mudah digunakan serta pelbagai aplikasi untuk rege ikan makan dan juga ikan hiasan.
- Rupabentuk menarik untuk tujuan pasaran.

NutriKarp Aquafeed – Makanan kematangan ikan kap tempatan



Pereka Cipta: En. Hanan Mohd Yusoff, En. M. Zudaidy Jaapar

Pusat: FRI Glami Lemi, 71650 Titi, Jelebu, Negeri Sembilan

Masalah

Dasar Agromakanan Negara (2011 – 2020) telah mensasarkan keperluan benih ikan/udang sebanyak 13.6 billion ekor (pengeluaran tahunan pada kadar 11.2 %) pada tahun 2020. Bagi menyokong sasaran ini, salah satu aktiviti penyelidikan yang dijalankan oleh FRI adalah pembangunan formulasi diet pematangan untuk induk ikan bernilai tinggi seperti Kelah (*Tor sp.*). Pada masa ini, tiada diet khusus untuk induk ikan air tawar di pasaran. Pengusaha hatceri kesemuanya menggunakan makanan komersial untuk ternakan yang tidak menepati keperluan zat pemakanan induk yang optimum bagi tujuan perkembangan gonad dan benih yang berkualiti. Selain itu, bahan aditif di dalam diet komersial bagi tujuan menggalakan kematangan induk ikan seperti asid arakidonik (ARA) adalah mahal dan biasanya dari sumber yang tidak suci iaitu hati khinzir.

Inovasi yang dihasilkan

Diet kematangan khas untuk induk ikan kap tempatan khususnya Kelah telah diformulasi menggunakan tepung hati lembu dan dinamakan NutriKarp Aquafeed. Hasil kajian berjaya membuktikan diet ini memberi kesan signifikan terhadap tindakbalas dan keupayaan pembiakan. Kandungan BLM yang kaya dengan ARA dalam diet ini berupaya merangsang aktiviti fisiologi pembiakan ikan. Pembuktian penggunaan ARA dari hati lembu dalam meningkatkan keupayaan pembiakan ikan hiasan telah dilaporkan oleh Tamaru dan Ako (1990). ARA bertindak sebagai pemangkin kepada rembesan hormon prostaglandins yang mempengaruhi aktiviti pembiakan ikan kelah.

Pengujian NutriKarp Aquafeed di makmal dan lapangan berjaya merekodkan keupayaan pemboleh kematangan bagi induk kelah betina mencapai kematangan sehingga 40% manakala tempoh kematangan disingkatkan seawal 2 tahun (bagi ikan kelah).

Faedah daripada inovasi

- Formulasi tempatan
- Penggunaan bahan mentah ARA yang lebih murah berbanding ekstrak alga *Schizochymtrium* sp..
- Penggantian alternatif berbanding sumber tradisional dari khinzir.
- Terbukti mempercepatkan kadar pematangan ikan kelah empurau.
- Terbukti mempercepatkan kadar tumbesaran ikan kelah empurau.

I-gADO



Pereka Cipta: Dr Ahmad Daud Om

Pusat: FRI Tanjung Demong, 22200 Besut, Terengganu

Masalah

Penggunaan hormon sintetik untuk merangsang kematangan dalam ikan memang biasa digunakan dalam industri akuakultur dan harganya adalah mahal kerana sumbernya perlu diimport. Pencarian sebatian-sebatian alami yang boleh menggantikan hormon sintetik adalah perlu terutamanya dari sumber semulajadi yang boleh didapati dengan mudah. Penggunaan produk organik mula mendapat perhatian dengan kesedaran dan sensitiviti pengguna terhadap impak negatif kimia sintetik meningkat. Produk herba mula mendapat permintaan yang tinggi bukan sahaja daripada industri makanan dan kecantikan malah industri pertanian termasuk perikanan juga mementingkan produk berasaskan alami. Salah satu bahan utama yang boleh diaplikasikan penggunaannya di dalam diet adalah tumbuhan/herba untuk meningkatkan kematangan induk. Herba yang mengandungi kandungan hormon alami phytoestrogen boleh dimasukkan ke dalam diet ikan untuk merangsang perkembangan gonad.

Inovasi yang dihasilkan

Salah satu tumbuhan yang mengandungi phytoestrogen adalah Ubi Gadong (*Dioscorea hispida*). Ubi Gadong turut mempunyai beberapa aktiviti biologi yang baik seperti anti-oksidan, anti-kulat, anti-mutagenik serta hypoglycaemic. Di Mexico, Ubi Gadong ditanam secara komersial untuk penghasilan steroid sebelum diproses untuk dijadikan hormon seks. Inovasi yang dihasilkan oleh FRI Tg Demong ini adalah penggunaan ekstrak Ubi Gadong sebagai pengganti kepada hormon sintetik bagi terapi kepada kematangan gonad induk ikan marin. Ekstrak ini mengandungi progesteron, iaitu sejenis hormon yang dapat memberi kesan di dalam aktiviti reproduktif. Ubi Gadong juga didapati mempunyai bahan oligosakarid iaitu sejenis karbohidrat yang sangat bersesuaian membantu aktiviti pertumbuhan bakteria di dalam usus.

<p>Aplikasi Penanaman Pellet 10 hari / kali selama 5 kali (2,500 ug/kg)</p>	<p>Pemakanan /oral kapsul dalam ikan baja 3 x seminggu selama 2 bulan (0.1 g/ikan)</p>
<p>Faedah daripada inovasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Berasaskan bahan organik – tiada kesan residu. • Ubi Gadong mudah diperolehi dan mudah tumbuh. Penghasilan di ladang boleh mencapai 10 ton/hektar dan boleh menjadi pendapatan tambahan kepada petani. • Harga Ubi Gadong yang murah (Kos pengeluaran yang rendah) RM 4.00/kg). • Mudah digunakan, penggunaan melalui makanan tanpa menyebabkan tekanan kepada ikan • Mesra alam sekitar. 	

Pendaftaran Harta Intelek

Daripada 12 inovasi telah dihasilkan di sepanjang RMK-11, lapan daripadanya telah didaftarkan sebagai harta intelek. Sebahagian yang lain adalah sebagai *public goods* untuk digunakan bagi menambahbaik operasi, menjimatkan perbelanjaan atau membantu dalam pembangunan lestari industri akuakultur dan ekosistem. Maklumat terperinci inovasi-inovasi yang dihasilkan daripada R&D makanan akuakultur adalah seperti dalam jadual di bawah. Inovasi pertama iaitu EcoCIM Feed telah memperolehi sijil paten MY-179558-A pada 10 Nov 2020. Inovasi-inovasi yang lain masih dalam proses pemeriksaan dan pengesahan oleh Perbadanan Harta Intelek Malaysia (MyIPO).

No	Inovasi	Butiran	No Sijil Pemfailan	Jenis Harta Intelek	Tarikh Pemfailan
1.	EcoCIM feed	formulasi produk makanan ikan ekonomi dan mesra persekitaran	MY-179558-A	Utility Innovation	25 June 2015
2.	PrimEZeal	Composition for Prawn Feed and Method of Preparing, Storing and Utilizing Thereof	MY-182835-A	Paten	12 Okt 2017
3.	Photobioreactor	For Cultivating Algae and Method For Managing Cultivation Media Thereof	PI 2019006736	Paten	18 Nov 2019
4.	Rotating Filter	A Rotating Aquaculture Filter	UI 2019006745	Utility Innovation	18 Nov 2019
5.	NutriKarp Aquafeed	Fish Feed composition for improving maturing phase of fish or aquatic animals	UI 2019006209	Utility Innovation	22 Okt 2019
6.	GrowEzMix	Aquatic Animal Feed Premix	UI 2020001983	Utility Innovation	21 Apr 2020
7.	M-SPEX	A Method for Expanding Feed Premixes to Produce Floating Pellets	UI 2020004695	Utility Innovation	11 Sep 2020
8.	V-Feeder	A substitution device for dosing pump	CRLY00028239	Copyright	18 November 2020

Pengkomersialan

Beberapa inovasi/teknologi yang dihasilkan oleh FRI telah mendapat perhatian pihak swasta yang ingin mengkomersialkan inovasi/teknologi ini. Memandangkan pengkomersialan merupakan aktiviti baharu di FRI dan Jabatan Perikanan, proses pengkomersialan memakan masa terutama dalam penyediaan dan pemuktamadan dokumen perjanjian. Projek-projek pengkomersialan ini baru bermula dan masih belum memberikan pulangan royalti tahunan. Tahun 2020 merupakan tahun yang bersejarah buat FRI dimana buat julung-julung kali, penerimaan wang daripada aktiviti pengkomersialan telah direkodkan di mana sejumlah RM 50,000 telah diterima sebagai yuran lesen untuk teknologi penghasilan makanan rumusan higienik berasaskan usus ayam (EcoCIM Feed) seperti yang termaktub dalam Perjanjian Lesen Teknologi antara Jabatan Perikanan dan Syarikat Amo Biotech Sdn. Bhd.

Anugerah dan Pengiktirafan

Pertandingan	Produk	Pingat/Anugerah	Penyelidik
Halal Hi-Tech Challenge 2016 anjuran Agensi Inovasi Malaysia, PlatCOM Ventures Sdn Bhd, SME Corp serta penganjur bersama JAKIM & HDC	EcoCIM Feed	Dana RM 800,000	En. Hanan Mohd Yusof
iCompEx 18, 20-22 Mac 2018	Fotobioreaktor PrimEZeal	Emas Emas	En. Teoh Pik Neng En. Mohammed Suhaimee Abd Manaf
Pertandingan Inovasi Jabatan Perikanan Malaysia Tahun 2020	Manual Ternakan Moina sp. Secara Intensif Dan Higenik	Johan (Kategori Prosedur)	En. Hanan Mohd Yusof
Pertandingan Inovasi Jabatan Perikanan Malaysia Tahun 2019	SHRIMPSHIELD	Johan Terbuka (Kumpulan)	En. Mohammed Suhaimee Abd Manaf

Pertandingan Inovasi Jabatan Perikanan Malaysia Tahun 2018	V-Feeder	Johan Teknikal (Kumpulan)	Dr. Shaharah Mohd Idris
	PrawMag Grow	Johan Teknikal (Individu)	En. Mohammed Suhaimee Abd Manaf
	Masterbite	Johan (Terbuka)	En. Mohammed Suhaimee Abd Manaf En. Hanan Mohd Yusof Dr. Ahmad Daud Om
	M-SPEX	Naib Johan (Terbuka)	En. Mohammed Suhaimee Abd Manaf En. Hanan Mohd Yusof Dr Ahmad Daud Om
Pertandingan Inovasi Jabatan Perikanan Malaysia Tahun 2017	I-gADO	Naib Johan Individu (Teknikal)	Dr. Ahmad Daud Om
	Rotating Filter	Naib Johan Kumpulan (Teknikal)	Dr. Shaharah Mohd Idris
	Kiub Moina	Johan Teknikal (Kumpulan)	En. Hanan Mohd Yusof
Pertandingan Inovasi Jabatan Perikanan Malaysia Tahun 2016	PrimeEZeet	Naib Johan (Individu)	En. Mohammed Suhaimee Abd Manaf





ANUGERAH YANG DIMENANGI



FRI Glami Lemi bersama Amo Biotech Sdn Bhd memenangi Islamic Innovation Challenge Award anjuran Agensi Inovasi Malaysia (AIM) bagi penyertaan EcoCIM Feed



Dr Shaharah Mohd Idris memenangi hadiah inovasi semasa Pertandingan Inovasi Jabatan Perikanan Malaysia 2018, Dewan Arowana, Wisma Tani, Putrajaya



Penyampaian hadiah Johan Pertandingan Anugerah Inovasi Jabatan Perikanan Malaysia 2018 kepada En. Mohammed Suhaimee Abd. Manaf dari FRI Pulau Sayak, Kedah sempena MAHA 2018



Awarded in Recognition for

BEST POSTER AWARD at APA17

***Title: EFFECTS OF DIFFERENT FORMS OF FEEDS ON
FECUNDITY OF FRESHWATER PRAWN, *Macrobrachium
rosenbergii*.***

to

***Saadiah Ibrahim
Universiti Sains Malaysia***

Presented by the
World Aquaculture Society- Asian Pacific Chapter

During

***Asian Pacific Aquaculture 2017
Kuala Lumpur, MALAYSIA***

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Endhay Kontara".

Dr. Endhay Kontara
*WAS –APC President
2016-2017*



APA17
KUALA LUMPUR
Kuala Lumpur, Malaysia
July 24 - 27, 2017

Pn Saadiah Ibrahim memenangi hadiah Poster Terbaik
di Asia Pacific Aquaculture (APA) 2017

TRANSFER OF TECHNOLOGY



Kursus Makanan Akuakultur kepada penternak di FRI Pulau Sayak



Taklimat mengenai dan amali analisa proksimat di Unit Pemakanan, FRI Glami Lemi kepada Pensyarah dan pelajar Program Bioteknologi Universiti Malaya



Taklimat ternakan alga kepada pelajar dari Politeknik Jeli, Kelantan atas Program “LETS GET HANDS-ON WITH AQUAFEED” di FRI Pulau Sayak



Latihan dan TOT ternakan alga kepada pensyarah dan kakitangan dari Universiti Tun Hussein Onn Malaysia di Makmal Alga, FRI Pulau Sayak.



Kursus Penyediaan Makanan Hidup Air Tawar di FRI Glami Lemi, 2019



Penilaian amali bagi 30 orang pelajar Sijil Perikanan Malaysia Sesi 2019/2020 di FRI Pulau Sayak



Sesi perbincangan makanan akuakultur dengan pengusaha, FRI Pulau Sayak

Nasional

'Tak menang tangan bekalkan kutu air'

Suami, isteri bekas pensyarah ternak makanan anak ikan laga

Oleh Mohd Amin Jalil
bhnews@bh.com.my

Seremban: Bermula sekadar menjual ikan pelaga atau nama saintifiknya *Betta splendens* secara kecil-kecilan, sepasang suami isteri kini bergelar pembekal utama makanan hidup atau kutu air (*moina*) di negara ini.

Mohamad Faez Saharudin dan Nurul Azwa Abdul Raiman, masing-masing berusia 37 tahun, yang kedua-duanya pernah berkhidmat sebagai pensyarah kolej kemahiran swasta di Melaka, kini tidak cukup tangan untuk membekalkan kutu air yang diternak sendiri.

Mohamad Faez berkata, kutu air

itu elemen paling utama dalam industri akuakultur, khususnya bagi industri penetasan untuk penghasilan benih ikan dan udang yang berkualiti serta sihat.

"Secara tradisionalnya, pengusaha ikan pelaga mendapatkan bekalan kutu air hidup seperti *Moina* sp daripada sumber yang kotor seperti loji kumbahan atau longkang tercemar.

"Keadaan itu bukan sahaja boleh menjejaskan tahap kesihatan ikan, tetapi juga boleh memberi kesan kepada kesihatan pengusaha itu sendiri.

"Selain itu, isu kos makanan hidup import yang semakin mahal seperti *Artemia* spp menyebabkan kos operasi penetasan semakin meningkat.

"Menyedari hakikat itu, saya mengambil peluang membangunkan perusahaan kutu air dalam persekitaran bersih dan mengor-mersial bermula 2018," katanya di Mambau, semalam.

Mohamad Faez berkata, pengetahuan mengenai teknologi ter-

nakan kutu air itu secara intensif diperoleh menerusi kursus jangka pendek di Pusat Penyelidikan Perikanan Air Tawar, Glami Lemi, Jelebu.

Beliau yang juga luluskan bidang mekanikal dari Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM) berkata, Jabatan Perikanan, Negeri Sembilan banyak memberi bimbingan, khidmat nasihat dan kepakaran.

Mohamad Faez mengeluarkan tiga jenis kutu air, iaitu *Moina* sp, *Moina* Thai dan *Daphnia* Magna.

Beliau juga mengembangkan lagi perusahaan ikan laga.

"Alhamdulillah, sejak berpindah di tapak baharu ini pada Ogos tahun lalu, usaha ini mendedahkan pulangan yang baik, walaupun ketika Perintah Kawalan Pergerakan (PKP).

"Setakat ini memang tidak cukup tangan. Malah, kadangkala bekalan kutu air ini tidak mencukupi untuk menampung permintaan pasaran yang semakin meningkat.



Nurul Azwa dan Mohamad Faez menunjukkan sebahagian bahan diguna untuk memelihara kutu air. (Foto Mohd Amin Jalil/BH)

"Kutu air yang saya keluarkan ini ialah makanan berprotein serta paling berkhasiat untuk anak ikan laga yang boleh menghasilkan produk ikan berkualiti," katanya.

Usahawan berasal dari Perak itu berkata, beliau mempunyai 25 tangki ternakan kutu air dengan tempoh menuai mengambil masa dua minggu secara pusingan.

Mohamad Faez berkata, setiap tangki mampu menghasilkan 500

gram kutu air dan setiap bulan boleh mengeluarkan sekitar 15 kilogram dengan harga dipasarkan ditetapkan RM5 bagi setiap 10 gram.

"Industri ini boleh dianggap baharu, namun berpotensi untuk berkembang maju seperti di Thailand.

"Pasaran kutu air ini bukan sahaja di Negeri Sembilan, tetapi mendapat permintaan sangat baik dari seluruh negara," katanya.

Bersama di Wi...



98 00:11



#NsBettaDiHatimu

Ke Ladang Kutu Air (*Moina* Sp) Terbaik di Malaysia

3.8K views · 1 year ago

Bukti TOT di akhbar

PENYERTAAN DALAM PAMERAN



En. Mohammed Suhaimee Abd. Manaf telah menyertai Pertandingan Anugerah Inovasi Jabatan Perikanan Malaysia 2019, Dewan Arowana, Wisma Tani, Putrajaya



En. Mohammed Suhaimee Abd. Manaf menyertai Pertandingan Anugerah Inovasi Jabatan Perikanan Malaysia 2018 di Dewan Arowana, Ibu Pejabat Perikanan, Wisma Tani, Putrajaya



Penerangan mengenai makanan induk udang bebas penyakit PrimEZeet kepada DYMM Sultan Perak semasa Pameran Inovasi Jabatan Perikanan Malaysia sempena Majlis Pelancaran Kolej Perikanan Sultan Nazrin Muizzuddin Shah, Lumut, Perak



Pameran MSPEX semasa Hari Bertemu Pelanggan Jabatan Perikanan Malaysia di FRI Batu Maung, 2019

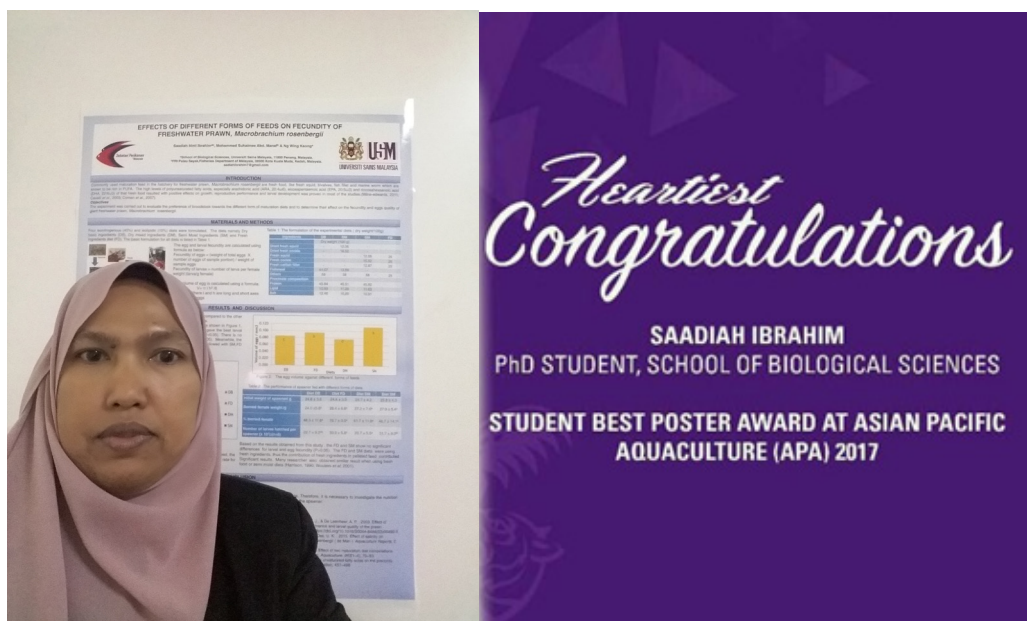


En. Mohammed Suhaimee bin Abd Manaf di Pertandingan Inovasi iCompEx'18, Jitra, Kedah, 20 - 22 Mac 2018

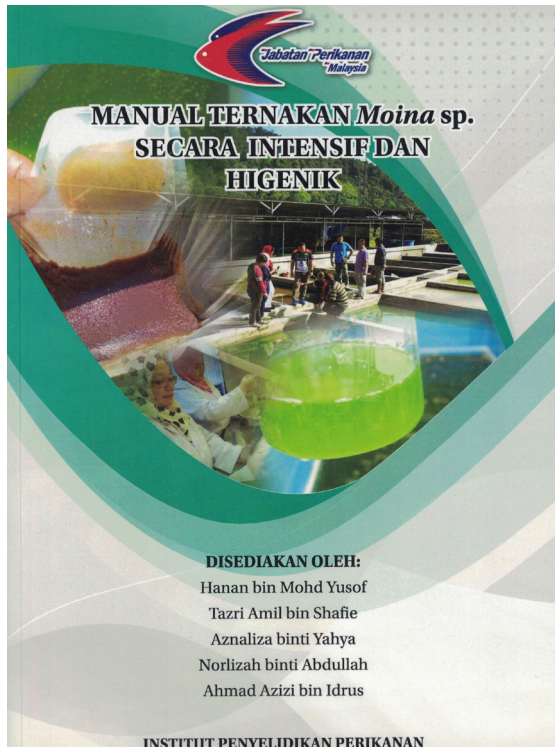
PENYERTAAN DALAM SEMINAR, BENGKEL, MESYUARAT



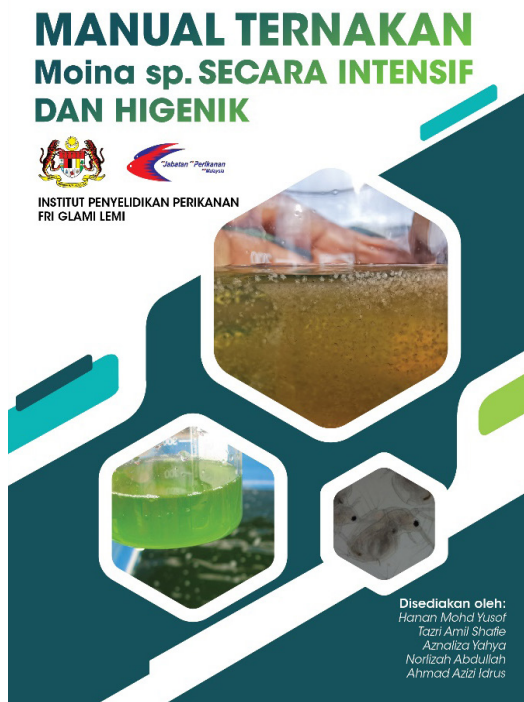
En. Mohammed Suhaimie Abd. Manaf menyertai “Regional Consultation on Responsible Production and Use of Feed and Feed Ingredients for Sustainable Growth of Aquaculture in Asia-Pacific, 2017” Bangkok, Thailand



Penyertaan Pn Saadiah Ibrahim dalam Asia Pacific Aquaculture (APA) 2017 telah memenangi hadiah poster terbaik dengan tajuk kertas “Effect of Different Forms of Feed on Fecundity of Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*)”



Cetakan Pertama



Cetakan Kedua



FRI Newsletter Vol 22 (2019) dengan tema *FRI Aquafeed R&D Programs*

Halatuju R&D Makanan Akuakultur

Sektor akuakultur di Malaysia mempunyai masa depan yang cerah. Adalah jelas daripada latar belakang yang dibincangkan dalam Bab Pengenalan, terdapat keperluan untuk FRI meneruskan kajian-kajian bagi memperkasakan industri akuakultur di Malaysia sesuai seperti yang terkandung dalam Dokumen Prioriti dan Strategik MOA 2019 dan 2020) dan menepati hasrat Wawasan Kemakmuran Bersama oleh kerajaan. Dalam RMK-11, Projek R&D makanan akuakultur telah pun selesai dijalankan. Berikut adalah output umum dari projek RMK-11:

Perincian	Pencapaian	Catatan
Pembangunan 12 Formula Makanan Rumusan	<ol style="list-style-type: none"> 1. PrimEZeal Udang Galah 2. PrimEZeal Udang Laut 3. Udang Laut 32% CP* 4. Udang Laut 38% CP 5. Udang Laut 42% CP 6. Ikan Laut 38% CP 7. Ikan Laut 42% CP 8. Ikan Laut 45% CP 9. Ikan Air Tawar 28% CP 10. Ikan Air Tawar 30% CP 11. Ikan Air Tawar 32% CP 12. Finisher 25% CP <p>CP = <i>Crude Protein</i></p>	<p>Dua (2) formula makanan pematangan induk udang telah dipatenkan pada tahun 2017 dengan nombor pemfailan PI 2017703947.</p> <p>10 formula (formula 3 hingga 12) dengan tajuk GrowEZmix telah didaftarkan sebagai harta intelek (Utility Innovation UI 2020001983).</p>
Pembangunan 3 teknologi penghasilan makanan hidup berkepadatan tinggi dan higienik	1. Teknologi ternakan <i>Moina sp.</i> higienik dalam sistem tertutup	Prosedur ternakan telah didokumenkan dalam “Manual Ternakan <i>Moina sp.</i> secara intensif dan higienik” dan diterbitkan pada tahun 2020
	2. Teknologi pengeluaran rotifer berkepadatan tinggi (50,000 ind/ml) menggunakan sistem aliran semula (RAS).	Sistem ini telah didaftarkan sebagai harta intelek (Utility Innovation) dengan nombor pemfailan UI 2019006745
	3. Teknologi pengeluaran mikroalga (<i>Chaetoceros calcitrans</i> , <i>Nanochloropsis sp.</i> , <i>Chlorella vulgaris</i>) berkepadatan tinggi ((lebih dari 1.00 billion sel/ml) menggunakan fotobioreaktor	Sistem ini telah didaftarkan sebagai harta intelek (Paten) dengan nombor pemfailan PI 2019006736
Pembangunan mesin ekstruder tempatan yang menjimatkan kos	M-SPEX	<p>Mesin ini telah didaftarkan sebagai harta intelek (Utility Innovation) dengan nombor pemfailan UI 2020004695.</p> <p>Pengujian di lapangan sedang dijalankan.</p>

Penyelidikan dan pembangunan makanan akuakultur mesti diteruskan bagi melengkapkan dan mengesahkan penemuan-penemuan dalam program-program penyelidikan sebelum ini. R&D adalah kunci kepada penambahbaikan dan inovasi dalam semua aspek dan skop di dalam akuakultur. Namun kejayaan besar dalam sesuatu penyelidikan biasanya dapat dilihat dan dinikmati selepas selang masa yang panjang. Begitu juga dengan R&D Makanan Akuakultur.

Sumber makanan akuakultur adalah kritikal kepada pembangunan industri akuakultur kerana ia mendirikan lebih 50% dari kos operasi akuakultur dan membekalkan input nutrien yang perlu untuk menghasilkan tumbesaran yang maksimum. Makanan rumusan kematangan dan makanan rumusan kos efektif yang telah dibangunkan dalam RMK-11 perlu diuji oleh penternak untuk melihat keberkesanan produk-produk makanan ini sebelum pengkomersialan dapat dilakukan dengan jayanya. Prototaip mesin ekstruder skala Small Medium Enterprise (SME) yang telah dihasilkan semasa RMK-11 juga perlu dikomersialkan untuk melihat keberkesanan pengeluaran makanan ikan pada skala ladang. Sekiranya ini berjaya dilaksanakan maka mesin ini dapat menawarkan pilihan perolehan makanan ikan kepada penternak tanpa bergantung sepenuhnya kepada makanan import.

Inovasi dan pengkomersialan hasil R&D mampu menjadi sumber kekayaan baru dan sekaligus dapat memperkasakan ekonomi negara. Menyedari kepentingan ini, Kerajaan telah mengeluarkan Dasar Pengkomersialan Harta Intelek bagi Hasil R&D yang Dibiayai Kerajaan pada tahun 2009 sebagai panduan untuk semua institusi penyelidikan awam menuju ke arah ini.

Terdapat sekurang-kurangnya sembilan halatuju Program R&D Makanan Akuakultur untuk 10 tahun akan datang termasuklah:

1. Meningkatkan produktiviti induk udang galah, udang laut, ikan laut, ikan air tawar dan ikan asli dengan penggunaan kombinasi aditif yang terpilih dalam diet pematangan.
2. Menentukan kaedah pengurusan gabungan pemberian makanan secara mampan dan makanan beraditif melalui *industrial research link* bersama syarikat swasta yang dapat mengurangkan risiko penyakit dan kos makanan keseluruhan.
3. Memberi latihan kepada kumpulan sasar secara terus dengan aplikasi pemprosesan makanan teknologi baharu seperti mesin ekstruder M-SPEX di peringkat ladang
4. Peningkatan kualiti nilai rasa udang dan ikan ternakan melalui penggunaan makanan *finisher* yang ditambahbaik.
5. Pembangunan aplikasi kaedah bioenkapsulasi makanan hidup dengan bahan aditif bagi tujuan kesihatan dan tumbesaran benih ikan
6. Pengurangan *carbon foot print* pengeluaran mikroalga untuk fotobioreaktor melalui tenaga solar.
7. Peningkatan keberkesanan pengurusan sistem fotobioreaktor melalui mekanisasi.
8. Mempelbagaikan penggunaan mikroalga dari fotobioreaktor melalui proses fermentasi.
9. Meningkatkan kepelbagaian alga yang boleh ditenak dalam fotobioreaktor.

Adalah diharapkan momentum penyelidikan makanan akuakultur yang telah dimulakan dalam RMK-11 dapat diteruskan di masa hadapan dengan jayanya melalui komitmen dan dedikasi pegawai penyelidik yang terlibat

RUJUKAN

- Albert G.J. Tacon. Trial Finds Extruded Feeds Superior to Steamed Pellets. *Global Aquaculture Advocate*. Feb 2003.
- Anh, N. T. N. et al. (2009). Effect of different supplemental feeds on proximate composition and *Artemia* biomass production in salt ponds. *Aquaculture*. 286(3–4), pp. 217–225. doi: 10.1016/j.aquaculture.2008.09.030.
- Ammar, A. A., Abd-Elgawad, A. S., & Salama, A. A. (2008). Effect of extruded and non-extruded fish pelet on growth performance and total production of Nile tilapia and grey mullet fingerlings reared in a polyculture system in earthen ponds. In 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Cairo, Egypt (pp. 1199-209). Battaglione S, Purser J, Hart P, Morehead D. Priorities for live feed production and research in Tasmania. In: *Hatchery Feeds: Proceedings of a Workshop held in Cairns*. 2000; 4(2): 9-10.
- Australian Meat and Bone Meal, Nutritional Technical Review, 2003. Published by Meat and Livestock Australia Ltd.
- Bhujel, Ram C (2008). *Statistics for aquaculture*. 1st ed. Wiley-Blackwell p. 238.
- Coman, G. J., Arnold, S. J., Peixoto, S., Crocos, P. J., Coman, F. E. and Preston, N. P. (2006). Reproductive performance of reciprocally crossed wild-caught and tank-reared *Penaeus monodon* broodstock. *Aquaculture*, 252, pp. 372–384. doi: 10.1016/j.aquaculture.2005.07.028.
- Coman, G. J., S. J. Arnold, M. Barclay, and D. M. Smith. (2011.) Effect of Arachidonic Acid Supplementation on Reproductive Performance of Tank-Domesticated *Penaeus Monodon*. *Aquaculture Nutrition* 17(2): 141–51.
- Dasar Agromakanan Negara (DAN) 2011 – 2020, Kementerian Pertanian & Industri Asas Tani Malaysia.
- De Silva, S.S. and Hasan, M.R. (2007). Feeds and fertilizers: the key to long-term sustainability of Asian aquaculture. In M.R. Hasan, T. Hecht, S.S. De Silva and A.G.J. Tacon (eds). *Study and analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development*. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 497. Rome, FAO. pp. 19–47.
- Dhert, P., Suantika, G., De Wolf, T., Okechi, J.K., Bonaldo, A., Sorgeloos, P., 2000. The use of ozone in a high density rotifer recirculation system. In: Flos, R., Creswell, L. (Eds.), *Responsible Aquaculture in the New Millennium*. *AQUA 2000*, Nice, France, May 2 –6, 2000. *Spec. Publ.-Eur. Aquac. Soc.*, vol. 28, p. 182.

- Dhert, P., Rombaut, G., Suantika, G., Sorgeloos, P., 2001. Advancement of rotifer culture and manipulation techniques in Europe. *Aquaculture* 200, 129–146.
- Durand S.V., Tang K.F.J. & Lightner D.V. (2000) Frozen commodity shrimp: potential avenue for introduction of white spot syndrome virus and yellow head virus. *Journal of Aquatic Animal Health* 12, 128–135.
- Escobedo-Bonilla, C.M., Alday-Sanz, V., Wille, M., Sorgeloos, P., Pensaert, M.B. and Nauwynck, H.J. (2008). A review on the morphology, molecular characterization, morphogenesis and pathogenesis of white spot syndrome virus. *Journal of Fish Diseases* 2008, 31, 1–18.
- FAO (2007). Improving *Penaeus monodon* hatchery practices. Manual based on experience in India. FAO Fisheries Technical Paper. No. 446. Rome, FAO. 2007. 101p.
- Fu Y, Hada A., Yamashita T, Yoshida Y, Hino A. Development of a continuous culture system for stable mass production of the marine rotifer *Brachionus*. *Hydrobiologia*. 1997; 358: (1): 145-151. doi: 10.1023/A:1003117430926.
- Gandy, R. L., Samocha, T. M., Masser, M. P., Fox, J. M., Ali, A-M. S., Gatlin III, D. M. & Speed, M. (2007). The effect of unilateral eyestalk ablation and diet on the reproductive performance of wild-caught *Farfantepenaeus aztecus* (Ives, 1891) using a closed recirculating maturation system. *Aquaculture Research*, 38, pp. 580-587 doi:10.1111/j.1365-2109.2007.01686.x.
- Glencross, B. D. (2009). Exploring the Nutritional Demand for Essential Fatty Acids by Aquaculture Species. *Reviews in Aquaculture* 1: 71–124. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1753-5131.2009.01006.x>
- Hakima B, Khémisa C, and Boudjéma S. (2013). Effects food limitation on the life history of *Simocephalus expinosus* (Cladocera: Daphniidae). *Journal Biology Sciences* 5: 25–31.
- Haliman, R. W. (2004). White Spot Syndrome Virus (WSSV) and *Vibrio* sp. in the Fresh Food Used as Tiger Shrimp, *Penaeus monodon*, Broodstock Diet. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 3(1), pp. 19-22.
- Holland, D., East, J., Gibson, K., Clayton, E., Oldfield, A. (1985). Identification of the hatching factor of the barnacle *Balanus balanoides* as the novel eicosanoids 10,11,12-trihydroxy-5,8,14,17-eicosatetraenoic acid. *Prostaglandins* 29, 1021– 1029.

- Hua, N.T., and H., Ako. (2014). Reproductive Biology and Effect of Arachidonic Acid Level in Broodstock Diet on Final Maturation of the Hawaiian Limpet *Cellana Sandwicensis*. *Journal of Aquaculture Research & Development* 5(5): 256.
- IQ2000™ MrNV Instruction Manual. (2014). GeneReach Biotechnology Corp. Taiwan.
- Kangpanich, Chanpim, Jarunan Pratoomyot, Nisa Siranonthana, and Wansuk Senanan. (2016). Effects of Arachidonic Acid Supplementation in Maturation Diet on Female Reproductive Performance and Larval Quality of Giant River Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). *PeerJ* 4: e2735. <https://peerj.com/articles/2735>
- Kobayashi, M., Sorensen, P.W., Stacey, N.E. (2002). Hormonal and pheromonal control of spawning behavior in the goldfish. *Fish Physiol. Biochem.* 26, 71–84.
- Kunlapapuk, S. & Kulabtong, S. (2011). Breeding, Nursing and Biology of Thai Mahseer (Tortamboides) in Malaysia: An Overview. *Journal of Agricultural Science and Technology*, A1: 1214–1216.
- Lavens, P, Sorgeloos P. (1996). Manual on the production and use of live food for aquaculture. *Fisheries Technical Paper*, 1996; Vol. 361. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, 379.
- Li, J.H., Bin, H., Lin, J., Chen, F., Miao, X.L. (2016). Effects Of Light-Emitting Diodes Under Capped Daily Energy Consumption With Combinations Of Electric Power And Photoperiod On Cultivation Of *Chlorella pyrenoidosa*. *Bioresource Technology* 205:126–132.
- Lo, C.F., Ho, C.H., Peng, S.E., Chen, C.H., Hsu, H.C., Chiu, Y.L., Chang, C.F., Liu, K.F., Su, M.S., Wang, C.H. and Kou, G.H. (1996). White spot syndrome baculovirus (WSBV) detected in cultured and captured shrimp, crabs and other arthropods. *Dis. Aquat. Org.*, 27 (1996), pp. 215–225.
- Lubzens E, Sagie G, Minkoff G, Meragelman E, et al. Rotifers *Brachionus plicatilis* improve growth rate of carp (*Cyprinus carpio*) larvae. *Bamidgeh*.1984; 36(1): 41-46.
- Malla S, and Banik S. (2015). Production and application of live food organisms for freshwater ornamental fish larva culture. *Advanced Biomedical Research* 6: 159–167.

- Mansa R.F., Tahir A. and Lu M.H. (2012). Design of a Pilot Scale Outdoor Photobioreactor for Mass Cultivation of Local Microalga. *International Journal of Engineering and Physical Sciences*. 6. 348 - 352.
- Marsden, G. E., John J. McGuren, J. J., Shane W. Hansford, S. W., Burke, M. J. (1997) A moist artificial diet for prawn broodstock: Its effect on the variable reproductive performance of wild caught *Penaeus monodon*, *Aquaculture*, 149(1–2), pp. 145–156. doi: 10.1016/S0044-8486(96)01430-5.
- Masoudi Asil, Shima, Abdolmohammad Abedian Kenari, Ghodrat Rahimi Miyanji, and Glen Van Der Kraak. (2017). The Influence of Dietary Arachidonic Acid on Growth, Reproductive Performance, and Fatty Acid Composition of Ovary, Egg and Larvae in an Anabantid Model Fish, Blue Gourami (*Trichopodus Trichopterus*; Pallas, 1770).” *Aquaculture* 476 (January): 8–18.
- Mercure, F. and Van Der Kraak, G. (1996). Mechanisms of action of free arachidonic acid on ovarian steroid production in the goldfish. *General Comparative Endocrinology* 102:130-140.
- Miller, M.R., Nichols, P.D. & Carter, C.G. (2007). Replacement of fish oil with thraustochytrid *Schizochytrium* sp. L oil in Atlantic salmon parr (*Salmo salar* L) diets. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Molecular & Integrative Physiology* 148 (2): 382–392.
- Mohammed Suhaimee, A.M., Che Utama, C.M., Mohd. Khan, B. and Ahmad Daud, O. (1999). Substitution of Fishmeal in Seabass (*Lates calcarifer*) diet with Soybean Meal. *FRI Newsletter*, June 1999, Vol. 4. p 16-17.
- Mohammed Suhaimee A. M. (2005). The Use of Protein from Palm Kernel Meal in the Diets of Seabass (*Lates calcarifer*). *Universiti Teknologi Malaysia: MSc. Thesis*.
- Nascimento, I.A., Bray, W.A., Leung-Trujillo, J.R., Lawrence, A.L. (1991) Reproduction of ablated and unablated *Penaeus schmitti* in captivity using diets consisting of fresh-frozen natural and dried formulated feeds. *Aquaculture* 99, 387–398.
- New, M.B., Tacon, A.G.J. & Csavas, I. (eds.) 1994. *Farm-made aquafeeds*. FAO Fisheries Technical Paper No. 343. Rome, FAO. 434 pp.
- Norambuena, Fernando et al. 2012. “Proximate and Fatty Acid Compositions in Muscle, Liver and Gonads of Wild versus Cultured Broodstock of Senegalese Sole (*Solea Senegalensis*).” *Aquaculture* 356–357: 176–85.

- Nuruddin, A.A. & Mohd. Isa, S. (2013). Trawl fisheries in Malaysia - issues, challenges and mitigating measures. Paper presented at the APFIC Regional Expert Workshop on Tropical Trawl Fishery Management 30th September - 4th October 2013, Phuket, Thailand.
- Om A.D., Nik Yusoff N.H., Lehata S., Beng Chu K., Jamari Z., 2019. The potential use of yam tuber with probiotic for gonad development of tiger grouper. *ACL Bioflux* 12(4): 1431-1441.
- OIE - World Organization on Animal Health, (2010). Aquatic Animal Health Code. Article 9.7.3. http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/aahc/2010/chapitre_wsd.pdf.
- Pasaribu, W.; Sukenda, S.; Nuryati, S. The Efficacy of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Broodstock and Larval Immunization against *Streptococcus agalactiae* and *Aeromonas hydrophila*. *Fishes* **2018**, 3, 16.
- Peixoto, S. et al. (2004). Effects of age and size on reproductive performance of captive *Farfantepenaeus paulensis* broodstock, *Aquaculture*, 238, 173–182. doi: 10.1016/j.aquaculture.2004.04.024.
- Pieter Evenepoel, Benny Geypens, Anja Luybaerts, Martin Hiele, Yvo Ghooos and Paul Rutgeerts, 1998. Digestibility of Cooked and Raw Egg Protein in Human as Assessed by Stable Isotope Techniques. *The Journal of Nutrition, American Society for Nutritional Sciences*. 1716-1722pp.
- Plankton 2019. Encyclopædia Britannica, inc. <https://www.britannica.com/science/plankton>.
- Pongmaneerat, J., Kasornchandra, J., Boonyaratpalin, S. and Boonyaratpalin, M. (2001) Effect of dietary shrimp head meal contaminated with white spot syndrome virus (WSSV) on detection of WSSV in black tiger shrimp (*Penaeus monodon Fabricius*), *Aquaculture Research*, 32 (Suppl. 1), 383-387.
- Preston, N. P., Crocos, J. P., Keys, J. S., Coman, G. J. and Koenig, R. (2004). Comparative growth of selected and non-selected Kuruma shrimp *Penaeus (Marsupenaeus) japonicus* in commercial farm ponds; implications for broodstock production, *Aquaculture* 231 (2004) 73–82. doi: 10.1016/j.aquaculture.2003.09.039.
- Rout, R. K., & Bandyopadhyay, S. (1999). A comparative study of shrimp feed pellets processed through cooking extruder and meat mincer. *Aquacultural Engineering*, 19(2), 71-79.

- Sarojini, R., Sambasiva Rao, S., Jayalakshmi, K., Nagabhushanam, R. (1989). Effect of PGF1a on ovarian maturation in a penaeid prawn *Metapenaeus affinis*. J. Zool. Res. 2, 7–11.
- Schulze, P.S.C., Pereira, H.G.C., Santos, T.F.C., Schueler, L., Guerra, R., Barreira, L. A., Perales, J.A., Varela, J.C.S. (2016). Effect of light quality supplied by light emitting diodes (LEDs) on growth and biochemical profiles of *Nannochloropsis oculata* and *Tetraselmis chuii*. Algal Research 16: 387–398.
- Smith, W.L., De Witt, D.L., Garavito, R.M. (2000). Cyclooxygenases: structural, cellular and molecular biology. Annual Review of Biochemistry 69:145-182 DOI 10.1146/annurev.biochem.69.1.145.
- Suantika, G., Dhert, P., Sweetman, E., O'Brien, E. and Sorgeloos, P. (2003). Technical and economic feasibility of a rotifer recirculation system.
- Suhaimee, A.M., Che Utama, C.M. and Mohd. Khan, B. (2000). The Effect of Heat-treated Soybean on the Growth Performance of Seabass (*Lates calcarifer*), Fed Soybean Meal based Diets. *Malaysian Fisheries Journal*. 1(2): 150-156.
- Tacon, A.G.J., Hasan, M.R. and Metian, M. (2011). Demand and supply of feed ingredients for farmed fish and crustaceans - Trends and prospects. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 564. FAO, 2011. 87 pp.
- Tahapari E, Iswanto B, Sularto. (2011). Reproductive performances of patin nasutus *Pangasius nasutus* Bleeker, 1863 as a potential candidate for fish culture. *Jurnal Riset Akuakultur* 6: 17–30.
- Tan, C.Y., Nik Sulaiman, N.M., Loh, S. K., and Phang, S.M. (2016). Chlorella Biomass Production In Annular Photobioreactor Using Palm Oil Mill Effluent (POME): Effect Of Hydrodynamics And Mass Transfer, Irradiance, Aeration Rate And POME Concentration. *JOPR* 28 (4), 496 – 509.
- Tendencia, E. A., Bosma, R. H., & Verreth, J. A. J. (2011). White spot syndrome virus (WSSV) risk factors associated with shrimp farming practices in polyculture and monoculture farms in the Philippines. *Aquaculture*, 311(1-4), 87-93.
- Teoh P.N., Othman N.A., Yaakob R., Hamzah A., and Jamari Z. 2017. Suitability of LEDs as Light Source for Culture of *Nannochloropsis*. *Malaysian Fisheries Journal*, 16:19-27.
- The ASEAN-SEAFDEC Conference on Sustainable Fisheries for Food Security Towards 2020. The Sofitel Centara Grand Bangkok Hotel, Thailand. 13 -17 June 2011. <http://www.mrcmekong.org/assets/Events/ASEAN-SEAFDEC/FFP2020-Final-Announcement-16PAGE.pdf>.

- Vens-Cappell, B. (1984). The effects of extrusion and peleting of feed for trout on the digestibility of protein, amino acids and energy and on feed conversion. *Aquacultural Engineering*, 3(1), 71-89.
- Wang, Y.C, C.F. Lo, P.S. Chang and G.H. Kou. 1998. Experimental infection of white spot baculovirus in some cultured and wild decapods in Taiwan. *Aquaculture*, 164 (1998), pp. 221–231.
- Wouters, R et al. 2001. Ovarian Maturation and Haemolymphatic Vitellogenin Concentration of Pacific White Shrimp *Litopenaeus Vannamei* (Boone) Fed Increasing Levels of Total Dietary Lipids and HUFA. *Aquaculture Research* 32: 573–82.
- Xu, Houguo et al. 2017. “Dietary Arachidonic Acid Differentially Regulates the Gonadal Steroidogenesis in the Marine Teleost, Tongue Sole (*Cynoglossus Semilaevis*), Depending on Fish Gender and Maturation Stage.” *Aquaculture* 468: 378–85.
- Yoshimura K, Usuki K, Yoshimatsu T, et al. Recent development of a high density mass culture system for the rotifer *Brachionus rotundiformis* Tschugunoff. *Hydrobiologia*. 1997; 358(1): 139-144. doi: 10.1023/A:1003169414996.



INSTITUT PENYELIDIKAN PERIKANAN (FRI)

11960 Batu Maung, Pulau Pinang

Tel: (604)-626 3925/26 | Faks: (604)-626 2210

ISBN 978-972-9461-5-1



9 789672 946151