

Artikel

**Perbandingan Dua Sistem Ternakan Ikan Sangkar di Sungai Pahang ke Arah Mengupayakan
Ekonomi Komuniti Pesisir Sungai: Satu Kajian Awal**
(*Comparison Between Two Cage Culture Systems in Pahang River to Empower Community Economy:
A Preliminary Study*)

Haslawati Baharuddin¹, Mohamad Sufiyan Salmi¹, Noor Faizah Ismail¹, Amatul Samahah Md. Ali¹,
Muhamad Zudaidy Jaapar¹ & Siti-Dina Razman Pahri^{2*}

¹Institut Penyelidikan Perikanan Glami Lemi, 71650 Titi, Jelevu, Negeri Sembilan, Malaysia

²Pusat Kajian Pembangunan, Sosial dan Persekitaran, Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan,
Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor, Malaysia

*Pengarang Koresponden: sitidina@ukm.edu.my

Diserah: 21 September 2024

Diterima: 21 November 2024

Abstrak: Sistem sangkar menjadi pilihan utama pengusaha akuakultur air tawar terutamanya tilapia dan patin di Sungai Pahang kerana kelebihan penggunaan air sungai yang mengalir, bekalan air yang berterusan dan dikatakan dapat mengurangkan rasa dan bau lumpur berbanding ternakan menggunakan sistem kolam tanah. Namun demikian, penternak menghadapi pelbagai cabaran seperti kerosakan sangkar akibat aliran deras hanyutan sampah dan kayu dari kawasan hulu semasa perubahan musim monsun, serta gangguan haiwan pemangsa seperti memerang. Keadaan ini telah meningkatkan kos operasi dan boleh menyebabkan kerugian besar. Oleh itu, terdapat beberapa penternak mula menggunakan tangki hitam polietilena (PE) atau lebih dikenali sebagai polytank sebagai alternatif bagi menggantikan sangkar jaring konvensional kerana polytank dilihat sebagai bahan yang lebih tahan lama, mudah dikendalikan selain dapat mengatasi masalah pemangsa. Kajian ini membuat perbandingan nilai ekonomi kedua-dua sistem dari segi kos operasi dan pulangan hasil dalam meningkatkan pendapatan komuniti tempatan. Data kajian diperolehi menerusi borang kaji selidik kepada penternak-penternak terlibat serta pemantauan kualiti air bagi kedua-dua kawasan penternakan sistem jaring dan sistem polytank. Dapatan kajian mendapati sangkar jaring mempunyai kos operasi dan modal yang lebih tinggi berbanding sangkar polytank disebabkan oleh jenis material, saiz dan kapasiti sangkar jaring yang lebih tinggi. Manakala, sangkar polytank pula didapati lebih sesuai untuk pengusaha kecil yang mempunyai modal yang lebih rendah. Kajian ini boleh menjadi asas pertimbangan kepada pihak berkepentingan dalam membangunkan strategi pengurusan sistem sangkar akuakultur sungai yang berdaya tahan dan efektif kepada penternak ikan sungai.

Kata kunci: Akuakultur air tawar; ekonomi; komuniti tempatan; sistem ternakan; Sungai Pahang

Abstract: The cage system is the preferred freshwater aquaculture system in Pahang River, notably for tilapia and shark catfish. It is believed to provide greater fish quality than the pond/tank culture system, through the benefit of continuous water supply from flowing river water, eliminating the taste and smell of mud. However, farmers face various challenges, such as damage to cages due to the heavy flow of driftwood and garbage from upstream areas during the change of monsoon season, as well as the disturbance of predatory animals such as otters. This situation has increased operating costs and can cause huge losses. Therefore, some farmers are starting to use black polyethylene (PE) tanks, better known as polytanks, as an alternative replacing

conventional net cages because polytanks are seen as a more durable material, easy to handle, and able to overcome the problem of predators. This study compares the economic value of both systems in terms of operating costs and revenue returns in increasing local community income. Research data was obtained through a survey form to the farmers involved and water quality monitoring for the net cages and the polytank farming system. The study found that net cages have higher operation and capital costs than polytank cages, but this is due to the type of material, size and the high capacity of the net cage. Polytank cages are more suitable for small businesses with lower capital costs. This study can be the basis of stakeholders' consideration in developing a sustainable and effective freshwater aquaculture cage system management strategy for river fish farmers.

Keywords: Freshwater aquaculture; economy; local community; culture system, Pahang River

Pengenalan

Akuakultur ditakrifkan sebagai pembiakan benih ikan atau pemeliharaan biak ikan melalui perusahaan ternak keseluruhan atau sebahagian daripada peredaran hidupnya (Malaysia, 1985). Manakala, (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] 1988) mendefinisikan akuakultur sebagai penternakan organisma akuatik seperti ikan, moluska, krustasea dan tumbuhan akuatik, di mana penternakan ini melibatkan intervensi bagi meningkatkan pengeluaran serta dipunyai oleh individu atau perusahaan. Akuakultur merupakan antara sektor penting bagi bekalan protein dalam konteks sekuriti makanan serta mampu menjana pertumbuhan ekonomi (Boyd et al., 2022; Pradeepkiran, 2019). Rantau Asia, kekal menjadi pengeluar utama akuakultur global dengan dominasi pengeluaran global sebanyak 91.4% (FAO, 2024).

Sektor perikanan di Malaysia terdiri dari dua kategori iaitu makanan dan bukan makanan, di mana akuakultur termasuk dalam kategori makanan bersama perikanan tangkapan dan perikanan darat. Pada tahun 2023, akuakultur menyumbang nilai RM 4.4 billion dengan keseluruhan pengeluaran sebanyak 506, 867 tan metrik (Jabatan Perikanan Malaysia, 2023). Kadar Sara Diri (SSR) perikanan pula berada pada tahap 90.7% pada tahun 2023 (Jabatan Perikanan Malaysia, 2023). Pencapaian ini menunjukkan pelbagai usaha pemerkasaan sektor akuakultur negara menerusi dasar dan strategi giat dilaksanakan bagi meningkatkan produktiviti akuakultur merentasi kepelbagaian jenis sistem ternakan dan juga pengusaha industri berskala besar, sederhana dan kecil.

Negeri Pahang merupakan antara negeri utama dalam pengeluaran hasil akuakultur dengan pengeluaran sebanyak 18,728 tan metrik dengan nilai RM 354.1 juta pada tahun 2023 (Jabatan Perikanan Malaysia, 2023). Penternakan ikan di Negeri Pahang bermula pada tahun 1984 ekoran daripada penempatan pelarian Islam Kemboja dan melibatkan sistem ternakan tradisional seperti sangkar dengan kayu dan buluh di kawasan pesisiran sungai (Azimah & Nornadhirah, 2022; Nor Awang, 2013). Pada masa tersebut, aktiviti akuakultur banyak menyumbang kepada peningkatan taraf hidup penduduk luar bandar walaupun menerusi sistem penternakan akuakultur tradisional (Ali et al., 2015). Penternakan ikan dalam sangkar yang dijalankan di kawasan kampung atau di pinggir sungai ini turut membantu dalam pembangunan sosio-ekonomi komuniti sebagai sumber pendapatan dan sumber makanan, sekaligus menyumbang kepada pembangunan ekonomi di Malaysia (Jamal & Fabeil, 2020). Kelebihan ternakan ikan sangkar ini melibatkan kawasan yang berhampiran dengan penempatan, pengurusan yang lebih mudah serta kapasiti ternakan yang lebih baik berbanding ternakan kolam (Aura et al., 2017; Harjoyudanto et al., 2020)

Permintaan terhadap ikan air tawar yang tinggi di negeri Pahang mendorong penduduk di sekitar sungai Pahang untuk menceburi bidang ternakan ikan air tawar. Daerah pesisiran Sungai Pahang mempunyai lokasi strategik dan potensi yang tinggi untuk ternakan sangkar kerana persekitaran yang dikelilingi oleh Sungai Pahang yang besar dan berkedalaman tinggi. Sistem sangkar menjadi pilihan pengusaha akuakultur kerana kelebihan penggunaan air sungai yang mengalir yang dikatakan dapat mengurangkan rasa dan bau lumpur berbanding ternakan menggunakan sistem kolam tanah. Antara spesies yang mendapat permintaan tinggi adalah patin dan tilapia dengan harga pasaran sekitar RM10-15 (bagi ikan tilapia) dan anggaran RM15-18 sekilogram bagi ikan patin.

Potensi ternakan ikan sangkar ini memerlukan lebih kajian mendalam terutama melibatkan pembangunan ekonomi dan sosial komuniti setempat (Azimah & Normadhirah, 2022). Melalui pendekatan kualitatif, mereka mengenalpasti sumbangan dan kesan aktiviti penternakan ikan sangkar dalam pembangunan ekonomi menerusi penyediaan peluang pekerjaan, membantu perkembangan industri dan menjana pendapatan komuniti. Dari segi sosial pula, aktiviti penternakan dapat membantu memberi kemahiran baru dalam aspek pengeluaran dan penternakan, memudahkan akses bekalan ikan segar selain memberi kesedaran tentang kepentingan teknologi dalam meningkatkan kualiti dan kuantiti penghasilan ikan dan produk perikanan (Azimah & Normadhirah, 2022).

Namun demikian, terdapat pelbagai cabaran yang perlu dihadapi oleh pengusaha akuakultur ini, seperti pulangan yang rendah berbanding sektor pekerjaan lain serta kerugian disebabkan oleh risiko bencana semulajadi dan perubahan cuaca seperti banjir dan kemarau (Che Rose & Rahimi, 2017; Mohd, 2024; Norawazni, 2022). Kekurangan infrastruktur dan teknologi berkaitan dengan penternakan juga menjadi kekangan kepada masyarakat tempatan untuk terlibat secara langsung dengan aktiviti ternakan ikan dalam sangkar ini. Keperluan modal permulaan yang tinggi khususnya untuk membeli peralatan lengkap dan makanan ikan atau pelet juga menjadi penghalang kepada masyarakat untuk menceburi aktiviti ternakan ikan dalam sangkar (Ithnin, 2021). Kebelakangan ini, perubahan musim monsun di mana arus air deras dari hulu yang kerap kali merosakkan sangkar ternakan dan menyebabkan mereka mengalami kerugian yang besar. Bagi mengatasi masalah ini, terdapat sebahagian penternak menggunakan tangki *polyethylene tank* (polytank) sebagai alternatif bagi menggantikan jaring sangkar dan dengan sedikit ubahsuai daripada rekabentuk konvensional sedia ada. Polytank dilihat sebagai bahan yang lebih tahan lama dan mudah untuk dikendalikan berbanding jaring. Pemangsa seperti memerang juga sukar untuk menembusi sangkar polytank dan ini dapat mengelakkan kerugian besar kepada para penternak.

Oleh yang demikian, kajian ini dijalankan bertujuan bagi membuat penilaian awal dalam membandingkan keberkesanan kedua-dua sistem sangkar iaitu sangkar jaring konvensional dan sangkar polytank dari segi kos operasi terhadap ekonomi komuniti pesisir sungai dan membincangkan kesan operasi sistem sangkar terhadap persekitaran. Kajian ini dijangka memberikan maklumat kepada pihak berkepentingan dalam membangunkan strategi pengurusan sistem sangkar akuakultur sungai yang berdaya tahan dan efektif kepada penternak ikan sungai.

Sorotan Literatur

Sistem ternakan ikan sangkar merupakan kaedah penternakan ikan yang menggunakan struktur tertutup seperti sangkar yang terapung di perairan terbuka seperti sungai, tasik, atau laut. Sangkar ini membolehkan ikan dipelihara dalam keadaan terkawal sambil tetap berinteraksi dengan air semula jadi. Salah satu kelebihan utama sistem ini ialah pengusaha dapat memanfaatkan perairan yang sedia ada tanpa perlu membina kolam buatan, sekaligus mengurangkan kos pembinaan berbanding sistem akuakultur lain seperti kolam tanah (Gopakumar & Takara, 2009). Terdapat beberapa jenis sangkar berdasarkan reka bentuk, bahan binaan, dan saiz, bergantung kepada jenis ikan yang ditenak serta keadaan perairan dan intensiti sistem (Bohnes et al., 2018). Kebanyakan sangkar berbentuk segiempat yang mempunyai struktur kerangka yang dibina daripada beberapa pilihan bahan seperti kayu dan besi. *Angle iron* atau besi *hollow* adalah jenis besi yang digunakan sebagai platform sangkar besi manakala sangkar kayu pula diperbuat daripada kayu keras seperti kayu bakau. Sangkar kayu bersifat mesra alam dan kos pembinaannya murah, namun ia memerlukan penyelenggaraan yang kerap kerana kayu mudah rosak akibat air dan cuaca (Rozana, 2017). Manakala sangkar besi bersifat lebih tahan lama dan mampu menahan arus sungai yang lebih kuat, namun harganya lebih mahal dan berisiko berkarat jika tidak dijaga dengan baik (Dash et al., 2008). Kebanyakan sangkar bersifat terapung supaya ia boleh beradaptasi dengan ketinggian air dan mudah dipindahkan mengikut keperluan. Justeru, di bawah kerangka sangkar diletakkan pelampung yang biasanya terdiri daripada tong drum atau platform yang mempunyai daya apungan sendiri seperti penggunaan pontoon.

Kebiasaannya, ikan ditenak di dalam jaring polyethylene (PE). Jaring PE ini dijadikan berbentuk seperti bakul segiempat yang mempunyai tetulang diperbuat daripada besi (seperti besi Y12, *galvanised iron*) atau paip PVC. Selain jaring jenis PE, jaring jenis *High Density Polyethylene* (HDPE) yang lebih keras juga

turut digunakan. Saiz mata jaring biasanya adalah lebih besar untuk ikan ternakan kerana ia memberi aliran air yang lebih baik manakala saiz mata jaring yang lebih kecil digunakan untuk saiz ikan yang kecil bagi mengelakkan ikan terlepas ke luar. Air dari persekitaran dapat mengalir melalui jaring sangkar untuk membekalkan oksigen kepada ikan dan membuang sisa ikan secara semula jadi, menjadikan sistem ini berinteraksi secara langsung dengan persekitaran sekitar. Selain itu, pemilihan jenis sangkar pula bergantung kepada beberapa faktor seperti spesies ikan yang ditenak, arus sungai, dan modal penternak.

Sangkar jaring ini digunakan secara meluas di Sungai Pahang untuk ternakan terutamanya bagi spesies patin dan tilapia. Sangkar jaring yang biasa digunakan berukuran 10×10 kaki, 10×12 kaki atau 10×20 kaki dengan ketinggian 5 kaki sehingga 20 kaki mengikut paras air sungai. Ternakan ikan dalam sangkar di pesisir Sungai Pahang, walaupun memberikan manfaat ekonomi dan sosial, turut menghadapi beberapa isu dan cabaran yang boleh menjejaskan keberkesanan serta kelestarian aktiviti ini. Kos penyelenggaraan sangkar yang tinggi, termasuk keperluan untuk mengganti jaring dan memastikan struktur sangkar kekal kukuh, boleh menjadi cabaran besar bagi pengusaha kecil (Dash et al., 2008). Jika penyelenggaraan tidak dilakukan dengan baik, sangkar boleh rosak atau tenggelam, menyebabkan kerugian besar. Sungai Pahang sering mengalami banjir, terutamanya semasa musim tengkujuh. Banjir boleh menghanyutkan sangkar dan melepaskan ikan ternakan ke perairan terbuka (Che Rose & Rahimi, 2017). Ini bukan sahaja menyebabkan kerugian kepada penternak, tetapi juga memberi impak kepada ekosistem semula jadi apabila ikan ternakan yang biasanya adalah spesies bukan asli terlepas keluar ke perairan umum dan mendatangkan pelbagai kesan persaingan terhadap ikan asli.

Selain itu juga, memerang merupakan salah satu haiwan pemangsa semula jadi yang memberi ancaman kepada pengusaha ternakan ikan dalam sangkar di pesisir Sungai Pahang (Mohd, 2020). Walaupun memerang memainkan peranan penting dalam ekosistem semula jadi, interaksinya dengan aktiviti akuakultur sering menimbulkan isu kepada penternak. Salah satu isu utama adalah kerosakan sangkar ikan, di mana memerang berupaya menembusi jaring sangkar untuk mendapatkan ikan ternakan (Kloskowski, 2005). Kerosakan ini seterusnya boleh menyebabkan ikan terlepas keluar dan dimakan oleh pemangsa lain pula seperti biawak. Selain itu, memerang yang biasanya datang secara berkumpulan boleh mengakibatkan kerugian langsung kepada penternak kerana ia memakan ikan ternakan, dalam kuantiti yang banyak dan ia memberi kesan kepada keuntungan penternak dan memerlukan kos tambahan untuk menggantikan ikan yang hilang (Kloskowski, 2005).

Kehadiran memerang berhampiran sangkar juga boleh menyebabkan gangguan secara tidak langsung kepada ikan ternakan, di mana ikan menjadi stres akibat ancaman berterusan (Kloskowski, 2005). Tekanan ini menurunkan kadar pertumbuhan ikan dan boleh menjejaskan produktiviti ternakan secara keseluruhan. Ikan yang stres juga lebih mudah terdedah kepada penyakit. Bagi melindungi sangkar ikan daripada serangan memerang, penternak terpaksa memasang perlindungan tambahan seperti jaring yang lebih tebal atau menggunakan rangka sangkar yang lebih kuat. Namun, langkah pencegahan ini melibatkan kos yang tinggi, yang menambah beban kewangan kepada pengusaha, terutamanya bagi pengusaha kecil dengan sumber kewangan yang terhad.

Sangkar polytank adalah satu inovasi dalam akuakultur yang menggunakan tangki diperbuat daripada polietilena (polytank) sebagai komponen utama dalam sistem sangkar ikan. Polytank, yang terkenal dengan ketahanan dan keupayaan menahan kakisan, merupakan bahan yang ringan, tahan lasak, dan mempunyai jangka hayat yang lebih lama. Penggunaan polytank dalam reka bentuk sangkar ikan membawa pelbagai manfaat, terutamanya bagi penternak di kawasan seperti Sungai Pahang. Pertama, polytank menawarkan perlindungan yang lebih baik terhadap pemangsa semula jadi seperti memerang, kerana bahan ini lebih kuat dan sukar ditembusi berbanding jaring tradisional. Selain itu, tangki ini mudah dikendalikan dan dipasang, yang membantu mengurangkan kos penyelenggaraan dan meningkatkan keupayaan struktur sangkar. Sangkar polytank juga lebih mudah diurus dari segi mobiliti, membolehkan penternak memindahkan sangkar mengikut keperluan persekitaran atau musim, tanpa risiko kerosakan yang tinggi. Ini seterusnya dapat membantu meningkatkan produktiviti dan hasil ternakan ikan dalam jangka masa panjang.

Metodologi

Tinjauan awal telah dibuat pada 14 Ogos 2020 bagi mendapatkan gambaran secara umum bagaimana sistem ternakan beroperasi. Pemerhatian, temubual dan kajian selanjutnya dibuat bersama-sama pengusaha di lokasi yang telah beroperasi di Kampung Pulau Tawar, Jerantut, Pahang di mana terdapat kedua-dua jenis sangkar iaitu sangkar jaring konvensional dan juga sangkar polytank. Lokasi kajian ini berada di kedudukan GPS: 3°55'33" N 102°25'47" (Rajah 1).

1. Lokasi dan Kawasan Tinjauan

Tapak kajian telah dikenalpasti sesuai untuk penternakan ikan sangkar, menurut spesifikasi Jabatan Perikanan. Parameter mutu air di kawasan kajian adalah bersesuaian untuk ternakan ikan (Boyd et al., 1991; Khalil et al., 2011). Analisa mutu air dijalankan, bagi membandingkan kualiti air di dalam dan di luar sangkar, untuk rekod jika terdapat faktor yang mempengaruhi kesihatan dan tumbesaran ikan. Kadar tumbesaran juga direkodkan setiap bulan.

2. Spesies dan Kaedah Ternakan

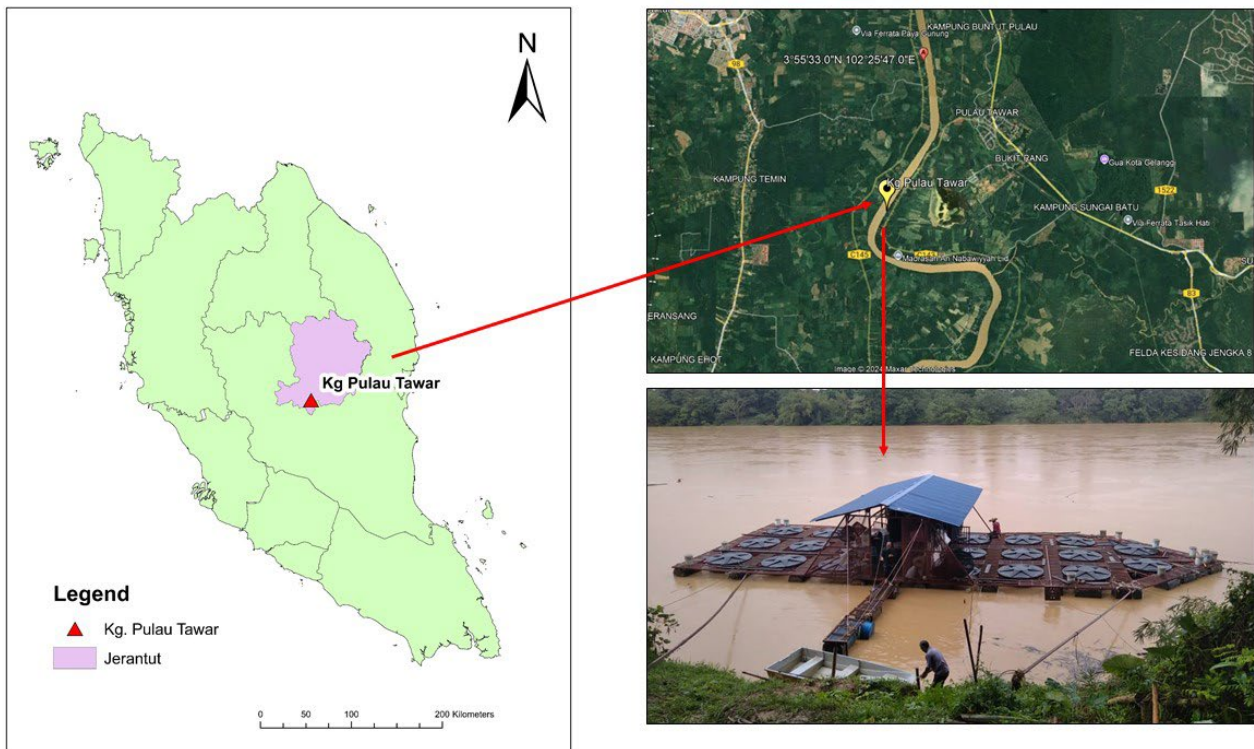
Kajian ini menggunakan spesies Patin, *Pangasianodon hypophthalmus*, dengan kaedah ternakan secara monokultur. Benih diperolehi dari pengeluar tempatan dengan harga 40 sen seekor untuk saiz 3-4 inci sebagai saiz di awal tebaran. Persampelan ikan dijalankan pada awal dan akhir kajian dengan mengukur berat, panjang keseluruhan (*Total Length*, TL) dan panjang piawai (*Standard Length*, SL). Jumlah makanan yang diberi dan pertambahan berat ikan ternakan direkodkan untuk pengiraan nisbah penukaran makanan (*Feed Conversion Ratio*, FCR). Ikan diberi makan sehingga kenyang (*ad libitum*) sebanyak dua kali sehari. Parameter yang diambil kira dalam pengiraan kos adalah kadar kepadatan, kadar hidup dan isipadu sistem.

3. Analisa Ekonomi: Kos Operasi Sangkar

Kajian ini membandingkan dan membuat analisa ekonomi kos operasi kedua-dua sistem sangkar jaring tradisional (Rajah 2) dan sangkar polytank di dalam sungai (Rajah 3). Pembolehubah yang dimalarkan di dalam kajian ini adalah spesies ternakan, kadar tebaran (120 ekor/m³), bilangan sistem ternakan atau sangkar (6 unit bagi setiap jenis sangkar), tempoh ternakan (8 bulan) dan saiz awal benih yang dimasukkan. Variabel yang boleh berubah mengikut keadaan semasa namun ditetapkan nilainya (pembolehubah yang dimanipulasi) pula ialah FCR (1.5), kadar hidup (60% bagi sangkar jaring dan 70% bagi sangkar polytank), saiz tuaian (800 g), kos makanan ikan (RM4.50 sekilo), harga benih dan harga jualan. Manakala isipadu air adalah mengikut spesifikasi ukuran sangkar masing-masing. Pengiraan akhir mengambil kira perbandingan kadar untung/rugi dan tempoh pulangan modal. Purata pendapatan pula diambil kira daripada keuntungan pada pusingan ternakan selepas pusingan balik modal.

4. Deskripsi Sangkar

Sangkar jaring disusun dua atau tiga baris dalam kedudukan selari dengan jarak 20 meter dari tebing sungai seperti ditunjukkan di Rajah 2. Pemijak sangkar dibina daripada kerangka besi. Jaring sangkar pula dari jenis HDPE dengan saiz mata jaring ~8 mm, berukuran 3.6 × 3.0 × 1.5 (panjang × lebar × tinggi) meter dengan anggaran isipadu air sebanyak 10 m³. Manakala, sangkar polytank 600 gelen berkapasiti 2.5 m³ air. Ia diletakkan selari di dalam kerangka besi seperti dalam Rajah 3. Pengusaha sangkar pada kebiasaannya mempunyai sebuah bot untuk tujuan operasi sangkar dan pengangkutan. Namun demikian, dalam kajian ini, kos bot tidak dimasukkan.



Rajah 1. Peta menunjukkan lokasi Kampung Pulau Tawar dan kedudukan sangkar di pesisir Sungai Pahang



Rajah 2. Sangkar jaring konvensional dengan kapasiti air dianggarkan 10 m³



Rajah 3. *Polytank* berbentuk bulat dengan kapasiti air dianggarkan 2.5 m³ yang diletakkan secara terapung, dikelilingi kerangka besi, di dalam sungai

Hasil Kajian

Kajian ini melihat dapatan kajian daripada aspek pulangan modal dan perbelanjaan operasi serta keputusan kualiti air dan persekitaran ternakan bagi kedua-dua jenis sangkar jaring dan sangkar polytank.

1. Pulangan Modal dan Perbelanjaan Operasi

Ringkasan pengiraan pulangan modal bagi sangkar jaring konvensional dan sangkar polytank bagi tempoh 3 pusingan ternakan ditunjukkan dalam Jadual 1. Perbelanjaan kos awalan (modal) dan kos operasi di antara sangkar polytank dan sangkar jaring menunjukkan perbezaan yang ketara. Kos awalan untuk persediaan enam unit sangkar jaring adalah sebanyak RM25,200, manakala kos bagi enam unit sangkar polytank adalah lebih rendah, iaitu RM18,270.

Dari segi kos benih untuk ternakan, sangkar jaring memerlukan perbelanjaan benih yang lebih tinggi (RM2,880) berbanding RM720 untuk sangkar polytank berdasarkan kapasiti sangkar jaring yang empat kali ganda lebih besar iaitu 10 m³ berbanding sangkar polytank (2.5 m³). Kadar penstokan benih dimalarkan pada 120 ekor/m³. Seterusnya, kos makanan yang perlu diberi juga adalah lebih tinggi untuk sangkar jaring berbanding sangkar polytank. Dengan menetapkan kadar peningkatan satu kilogram berat ikan memerlukan 1.5 kilogram makanan, iaitu FCR 1.5 bagi kedua-dua jenis sangkar, kos makanan sangkar jaring juga lebih tinggi (RM22,861) berbanding sangkar polytank (RM6,668) untuk tempoh lapan bulan ternakan. Sebanyak 5% daripada kos operasi (kos makanan dan kos benih) diambil kira sebagai kos lain-lain bagi menampung keperluan seperti bahan bakar untuk bot, baik pulih atau selenggara serta keperluan rencam yang lain.

Sebagai permulaan, sebanyak RM52,229 diperlukan untuk memulakan operasi bagi pusingan pertama ternakan untuk sangkar jaring manakala RM26,027 perbelanjaan awal diperlukan untuk sangkar polytank. Pusingan kedua ternakan lebih tertumpu kepada kos makanan yang menyumbang hampir 85% daripada kos operasi dan kira-kira 11% kos perolehan benih (Jadual 1).

Jadual 1. Pengiraan pulangan modal bagi ternakan ikan patin menggunakan dua sistem sangkar yang berbeza iaitu sangkar jaring konvensional dan sangkar polytank bagi 3 pusingan ternakan

Bil.	Perkara	Sangkar jaring			Sangkar polytank		
		1	2	3	1	2	3
A	PULANGAN						
	Hasil Tuaian Ikan (kg)	3456	3456	3456	1008	1008	1008
	Harga (RM/kg)	16	16	16	16	16	16
	Jumlah, RM	55296	55296	55296	16128	16128	16128
B	PERBELANJAAN						
B1	Kos Awalan (Modal)						
	Sangkar (Jaring/polytank), RM	25200			18270		
	Jumlah Kecil (B1), RM	25200	0	0	18270	0	0
B2	Kos Operasi						
	Benih, RM	2880	2880	2880	720	720	720
	Makanan Ikan, RM	22861	22861	22861	6668	6668	6668
	Lain-Lain Keperluan (5% daripada Kos Operasi)	1287	1287	1287	369	369	369
	Jumlah Kecil (B2), RM	27029	27029	27029	7757	7757	7757
	Jumlah Kos (B1+B2), RM	52229	27029	27029	26027	7757	7757
C	Untung / Rugi (Pulangan - Kos), RM	3067	28267	28267	-9899	8371	8371
D	Untung / Rugi Terkumpul, RM	3067	31335	59602	-9899	-1529	6842
E	Purata pendapatan untuk tempoh 8 bulan ternakan (RM/bulan)	383	3533	3533	-1237	855	1046

Pemerhatian di lapangan dan temubual dengan penternak mendapati, hasil tuaian boleh dianggar berdasarkan kadar hidup 60% bagi sangkar jaring manakala 70% bagi sangkar polytank dengan berat purata 800 gram seekor ikan yang dituai. Keputusannya, sangkar jaring memperoleh hasil tuaian yang lebih tinggi (3,456 kg) berbanding 1,008 kg untuk sangkar polytank bagi satu pusingan ternakan. Ini adalah kerana kapasiti sangkar yang lebih empat kali ganda walaupun jumlah penstockan yang sama. Oleh itu, hasil jualan daripada sangkar jaring juga adalah lebih lumayan (RM 55,296) berbanding sangkar polytank (RM 16,128). Kadar hidup ikan hasil tuaian akhir yang lebih rendah (60%) berbanding polytank (70%) tidak mempengaruhi bilangan dan jumlah tuaian kerana jumlah ikan ternakan yang banyak di dalam sistem sangkar konvensional.

Walaupun kos operasi dan modal pulangan bagi sangkar jaring adalah lebih tinggi, pulangan juga lebih besar berbanding sangkar polytank. Pulangan modal dan keuntungan mampu diperolehi daripada hasil tuaian pusingan yang pertama bagi sangkar jaring konvensional. Manakala, sangkar polytank memerlukan tiga pusingan ternakan untuk memperoleh kembali modal dan kos di awal operasi, selari dengan kos modal yang lebih rendah.

2. Kualiti Air dan Persekitaran Ternakan

Jadual 2 menunjukkan bacaan kualiti air yang diambil di dalam dan di luar sangkar ternakan. Umumnya, perbezaan kualiti air antara sangkar jaring dan polytank adalah tidak ketara dan masih berada dalam julat yang selamat dan sesuai untuk hidupan ikan bersesuaian dengan Indeks Kualiti Air, yang dikeluarkan oleh Jabatan Alam Sekitar. Namun begitu, bacaan jumlah pepejal terampai (TSS) di dalam kedua-dua jenis sangkar telah melepasi julat yang dicadangkan untuk akuakultur iaitu kurang daripada 80 mg/l. Malahan, air di persekitaran luar sangkar mencatatkan bacaan TSS yang lebih tinggi daripada bacaan TSS di dalam sangkar. TSS yang tinggi boleh mengakibatkan insang ikan tersumbat dan melambatkan tumbesarnya. Suhu air pula boleh dikatakan sama untuk kedua-dua jenis sangkar disebabkan ia terletak di lokasi dan badan air yang sama.

Walaupun bacaan oksigen terlarut sedikit rendah daripada kebiasaan bacaan optimum 5 mg/l, namun ia masih melebihi had minimum 3 mg/l yang biasanya diperlukan oleh kebanyakan ikan dan masih sesuai untuk ternakan. Paras ammonia yang tinggi boleh menjadi toksik kepada ikan malah menyumbang kepada pencemaran. Walau bagaimanapun, bacaan ammonia di dalam kedua-dua jenis sangkar dan kandungan ammonia di luar sangkar berada pada paras yang selamat untuk ternakan mahupun persekitaran. Selain itu, bacaan nitrat, nitrit dan fosfat berada pada paras yang sangat rendah dan selamat untuk ternakan. Fosfat yang tinggi boleh menyumbang kepada pertumbuhan alga yang berlebihan, seterusnya boleh mengurangkan

oksigen terlarut. Bacaan fosfat direkodkan lebih tinggi di dalam kedua-dua jenis sangkar berbanding di persekitaran. Bacaan alkaliniti berada dalam julat sihat bagi ternakan iaitu 20-150 mg/l. Alkaliniti yang mencukupi diperlukan untuk menstabilkan pH air.

Jadual 2. Bacaan kualiti air di dua sistem sangkar kajian.

Bil	Parameter	Kg. Pulau Tawar			
		Jaring		Polytank	
		Dalam	Luar	Dalam	Luar
1	Suhu, °C	27.8	27.9	27.8	27.8
2	pH	7.26	7.05	7.25	7.64
3	Oksigen terlarut (DO), mg/l	3.92	4.14	4.16	4.13
4	Ammonia, mg/l	0.39	0.38	0.38	0.39
5	Nitrat, mg/l	0.02	0.02	0.02	0.02
6	Nitrit, mg/l	0.002	0.004	0.005	0.005
7	Fosfat, mg/l	0.28	0.15	0.34	0.29
8	Alkaliniti, mg/l	23	25	26	21
9	Jumlah pepejal terampai (TSS)	131	137	118	148

Perbincangan

Perbezaan kos awalan (modal) yang ketara di antara sangkar polytank dan sangkar jaring adalah disebabkan oleh jenis dan kapasiti atau saiz sangkar yang berbeza, walaupun kadar penstokan adalah sama. Modal yang lebih besar diperlukan untuk membina sangkar jaring berbanding polytank walaupun kuantiti sangkar adalah sama antaranya disebabkan oleh keluasan sangkar jaring yang lebih besar selain ia turut melibatkan penggunaan besi sebagai tetulang jaring sangkar. Struktur tetulang ini adalah penting untuk memastikan ketahanan sangkar terhadap persekitaran semula jadi seperti arus air dan angin yang kuat. Sangkar polytank, sebaliknya, berkapasiti lebih kecil dan menggunakan bahan yang lebih murah, menyebabkan kos modalnya lebih rendah. Selain itu, saiz atau kapasiti sangkar turut mempengaruhi hasil pengeluaran. Ini kerana isipadu sangkar jaring adalah empat kali ganda lebih besar daripada isipadu sangkar polytank menyebabkan ia boleh menampung lebih banyak ikan dengan kadar penstokan yang sama.

Kos operasi yang lebih tinggi bagi sangkar jaring berpunca daripada perbelanjaan benih dan makanan ikan yang lebih banyak. Sangkar jaring memerlukan lebih banyak benih kerana saiznya yang lebih besar, dan ini menyumbang kepada kos benih yang lebih tinggi. Di samping itu, keperluan makanan ikan juga lebih besar bagi sangkar jaring kerana bilangan ikan yang lebih banyak, meningkatkan kos operasi berbanding sangkar polytank yang lebih kecil.

Dari segi pengeluaran ikan, sangkar jaring menghasilkan lebih tiga kali ganda hasil tuaian berbanding sangkar polytank. Ini kerana saiz dan kapasiti sangkar jaring yang lebih besar membolehkan lebih banyak ikan ditenak, menghasilkan pulangan yang lebih tinggi. Walaupun kos modal dan operasi sangkar jaring lebih tinggi, keuntungan bersih yang diperoleh juga lebih besar disebabkan oleh hasil tuaian yang lebih banyak. Survei yang dijalankan oleh Azimah dan Normadhirah (2022) mendapati, majoriti pengusaha sangkar (47% dari 150 responden) di kawasan Temerloh, Pahang memperoleh pendapatan sekitar RM4,501 hingga RM6,000 sebulan hasil ternakan ikan sangkar. Kebanyakan komuniti (62%) di kawasan tersebut menjalankan ternakan sangkar berskala sederhana dengan bilangan sangkar antara 30 hingga 100 unit. Ini menunjukkan, kadar keuntungan berkait rapat dengan kuantiti atau skala ternakan yang dijalankan.

Dalam hal ini, sangkar polytank pula dilihat sesuai untuk pengusaha kecil yang ingin meminimumkan kos atau mempunyai keupayaan modal yang tidak tinggi. Walaupun demikian, berbanding sangkar jaring, sangkar polytank mempunyai ketahanan yang lebih baik. Ia mampu bertahan daripada ancaman hanyutan sampah dan reba semasa musim hujan, juga bertahan dari ancaman objek tajam berbanding sangkar jaring yang berdepan dengan kerosakan (dikoyak atau bocor) sekiranya diserang pemangsa seperti memerang. Faedah lain dari segi sosial pula, sangkar polytank adalah sesuai untuk golongan komuniti yang baru berjinak-jinak dengan aktiviti perikanan, yang mahu bekalan ikan segar dan sedia ada, dengan menjadikan usaha ini sebagai satu hobi atau hasil pendapatan ekonomi sampingan.

Pulangan modal bagi sangkar jaring lebih cepat berbanding sangkar polytank, iaitu selepas hanya satu pusingan ternakan berbanding tiga kali pusingan bagi pengusaha polytank. Selepas mengambil kira pulangan modal, purata pendapatan atau keuntungan sebulan bagi tempoh lapan bulan ternakan didapati lebih tinggi oleh pengusaha sangkar jaring iaitu sebanyak RM3,533 berbanding sangkar polytank iaitu RM1,046. Namun begitu, pendapatan bulanan ini boleh juga tertakluk kepada beberapa faktor lain yang boleh berubah seperti kos makanan ikan yang mungkin meningkat, kadar hidup ikan yang rendah disebabkan kualiti benih yang rendah, ancaman penyakit, pemangsa seperti memerang dan kecurian serta perubahan iklim. Pengusaha juga perlu memastikan kadar penstokan ikan adalah optimum kerana ia turut menyumbang kepada kadar tumbesaran dan hasil tuaian (Kunda et al., 2024).

Harga jualan ikan boleh berubah berdasarkan bekalan dan permintaan di pasaran. Oleh yang demikian, pengusaha boleh meningkatkan pengeluaran dan pendapatan dengan kaedah tuaian berperingkat (*partial harvest*) dengan memilih ikan yang telah mencapai saiz tuaian untuk dijual terlebih dahulu tanpa perlu menunggu tempoh lapan bulan ternakan. Ini kerana, tumbesaran ikan kadangkala tidak seragam dan menghasilkan saiz yang berbeza. Selepas itu, sangkar ternakan akan disusun semula dengan ikan yang seragam saiznya dan mengisi sangkar yang kosong dengan benih yang baru. Kaedah ini dapat memberikan pulangan berterusan dan mengoptimalkan penggunaan ruang sangkar. Selain itu, pengurusan makanan yang baik mampu meningkatkan hasil pendapatan. Ikan bersaiz kecil perlu diberi makan yang tinggi kandungan protein bagi membantu tumbesaran yang cepat dan pemberian makan adalah secukupnya tanpa perlu berlebihan. Secara ringkas, pengusaha/komuniti yang mahu menceburi aktiviti penternakan ikan sangkar ini, perlu melengkapkan diri dengan ilmu pengetahuan dan juga mematuhi prosedur operasi piawai melalui bimbingan Jabatan Perikanan.

Ternakan ikan sangkar juga berpotensi menjana nilai tambah sosio-ekonomi menerusi industri hiliran iaitu aktiviti eko-pelancongan yang dapat menjana pendapatan tambahan kepada pengusaha. Kedai makan atau restoran terapung boleh dibina di kawasan sangkar sebagai daya tarikan tambahan dengan menjadikan hidangan ikan segar (dari sangkar) sebagai tarikan kepada pengunjung, dan mereka boleh memilih sendiri ikan untuk dimasak. Pengunjung atau pelancong boleh juga ditawarkan aktiviti rekreasi seperti memancing di sangkar/sekitar sungai atau juga dijadikan sebagai inapdesa (*homestay*) dalam bentuk rumah rakit bagi mendapat pengalaman dan mendalami kehidupan sebagai penduduk tempatan di pesisiran sungai. Aktiviti ini dapat membantu menjana pendapatan dan menaikkan taraf sosio-ekonomi komuniti.

Selari dengan aktiviti akuakultur, kepentingan memantau kualiti air dilihat sama penting bagi memastikan usaha ternakan ini tidak memberi kesan kepada persekitaran, dan ini dapat dibuktikan dalam kajian ini. Hasil pemantauan kualiti air di dalam sangkar ternakan dan di persekitaran luar sangkar mendapati kualiti air tidak terjejas oleh aktiviti ternakan sangkar ini. Situasi ini jua selari dengan kajian oleh Huang et al. (2020) yang turut mendapat ternakan sangkar tidak memberi kesan pencemaran kualiti air terhadap badan air setempat. Namun begitu, apabila dilihat daripada aspek kelestarian alam sekitar, sosial dan ekonomi ke arah pembangunan mampan, lebih banyak kajian terperinci diperlukan bagi menilai kestabilan aktiviti penternakan akuakultur sungai. Antara kajian masa hadapan yang boleh dilaksanakan adalah penilaian alam sekitar dalam konteks penggunaan material penternakan dalam jangka masa panjang dengan menggunakan kaedah pengukuran alam sekitar yang bersesuaian seperti penilaian kitar hayat. Kajian berkaitan impak alam sekitar dan sosioekonomi penternakan ikan sangkar terhadap isu perubahan iklim, bencana alam dan ancaman cuaca ekstrem yang melanda kawasan penternakan akuakultur sungai juga boleh dilaksanakan.

Kesimpulan

Dapatan kajian ini memberikan penilaian awal dalam membandingkan keberkesanan kedua-dua sistem sangkar iaitu sangkar jaring konvensional dan sangkar polytank dari segi kos operasi terhadap ekonomi komuniti pesisir sungai. Secara keseluruhan, walaupun kos modal dan operasi bagi sangkar jaring lebih tinggi, hasil tuaian dan pulangannya juga lebih besar dan lebih cepat berbanding sangkar polytank. Sangkar jaring dilihat lebih sesuai untuk pengeluaran skala besar, manakala sangkar polytank dilihat lebih ideal untuk pengusaha kecil yang mungkin mempunyai modal yang kecil, baru berjinak-jinak dengan penternakan ikan dan ingin mencuba dengan kos permulaan dan operasi yang lebih rendah. Selain itu, kualiti air dalam kedua-

dua jenis sangkar dan air di persekitaran luar sangkar berada dalam julat yang baik dengan sedikit perbezaan kecil. Sangkar polytank menunjukkan kadar fosfat yang lebih tinggi, manakala sangkar jaring mempunyai tahap TSS yang lebih tinggi. Ini mungkin menunjukkan perbezaan dalam pengurusan air dan aliran dalam kedua-dua jenis sangkar. Pengawasan lebih lanjut disarankan untuk memastikan parameter ini kekal dalam julat yang selamat bagi kesihatan ikan dan keberkesanan sistem akuakultur. Kajian menyeluruh dalam konteks kelestarian juga diperlukan pada masa hadapan bagi menilai kelangsungan aktiviti akuakultur sungai di negara ini.

Penghargaan: Penghargaan diucapkan kepada semua yang membantu dalam kajian ini, terutamanya penternak sangkar yang terlibat, Pejabat Perikanan Daerah Jerantut, Cik Nurrul Aliaa Abdul Kader, sebagai Ketua Daerah Perikanan. Setinggi-tinggi penghargaan juga dirakamkan kepada Pengarah Institut Penyelidikan Perikanan Glami Lemi, Dr. Siti Norita Mohamad atas semakan dan cadangan membina dalam penyediaan manuskrip ini. Penghargaan juga kepada Pengarah Kanan Institut Penyelidikan Perikanan, Dr. Azhar Hamzah dan mantan Ketua Pengarah Jabatan Perikanan, Encik Ahmad Tarmizi Ramli yang memberi sokongan dalam merealisasikan kajian ini. Kajian juga merakamkan terima kasih kepada geran kajian GGPM-2022-048 Universiti Kebangsaan Malaysia.

Kenyataan Persetujuan Termaklum: Maklumat persetujuan telah diperolehi daripada semua peserta yang terlibat kajian ini.

Konflik Kepentingan: Semua pengarang menyatakan tiada konflik kepentingan.

Rujukan

- Ali, M., Hussin, R., Yasir, S. M., & Rahman, A. T. A. (2015). Projek estet mini rumpai laut dan penglibatan komuniti nelayan di daerah Semporna, Sabah. *Journal of Borneo Social Transformation Studies*, 1(1), 122-138. <https://doi.org/10.51200/jobsts.v1i1.145>
- Aura, C. M., Musa, S., Yongo, E., Okechi, J. K., Njiru, J. M., Ogari, Z., Wanyama, R., Charo-Karisa, H., Mbugua, H., Kidera, S., Ombwa, V., Ouch, J.A. (2017). Integration of mapping and socio-economic status of cage culture: towards balancing lake-use and culture fisheries in Lake Victoria, Kenya. *Aquaculture Research*, 49, 532–545. <https://doi.org/10.1111/are.13484>
- Azimah Abd Rahman & Nornadhirah Abdul Khalid. (2022). Penglibatan komuniti tempatan dalam aktiviti ternakan ikan dalam sangkar sekitar kawasan Temerloh, Pahang. *Journal of Social Science and Humanities*, 19(2), 160-184.
- Bohnes, F. A., Hauschild, M. Z., Schlundt, J., & Laurent, A. (2018). Life cycle assessments of aquaculture systems: a critical review of reported findings with recommendations for policy and system development. *Reviews in Aquaculture*, 1-19. <https://doi.org/10.1111/raq.12280>
- Boyd, C.E., McNevin, A.A., & Davis, R.P. (2022). The contribution of fisheries and aquaculture to the global protein supply. *Food Security*, (14), 805–827. <https://doi.org/10.1007/s12571-021-01246-9>
- Che Rose, R. A., & Rahimi, N. S. F. (2017). Pemanasan Global: Impak dan Adaptasi Sosioekonomi Lokal: Global Warming: Local Socio-Economic Impact and Adaptation. *Geografi*, 5(3), 23–32.
- Dash, H. K., Sahoo, P. K., & Biswal, J. (2008). Aquacultural Potential of Derelict Waterbodies—A Case Study. *Agricultural Economics Research Review*, (21), 265-272.
- FAO. (1988). Definition of aquaculture, *Seventh Session of the IPFC Working Party of Experts on Aquaculture*, IPFC/WPA/WPZ, p.1-3, RAPA/FAO, Bangkok. <https://www.fao.org/4/x6941e/x6941e04.htm>
- FAO. (2024). *In Brief to The State of World Fisheries and Aquaculture 2024. Blue Transformation in action.* Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd0690en>
- Gopakumar, R., & Takara, K. (2009). *Proceedings of JS.1 Joint IAHS & IAH Convention, Hyderabad, India.* IAHS Publication. <https://iahs.info/uploads/dms/14655.31-223-232-IAHS-328-13-JS1-GOPAKUMAR.pdf>

- Harjoyudanto, Y., Rifardi, R., & Windarti, W. (2020). Water quality analysis around the floating net cage culture activities in the Kampar River, Buluhcina Village, Kampar District. The 8th International and National Seminar on Fisheries and Marine Science *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 430(2020), 012032.
- Huang, G., Wang, O., Yuan, T., Xiong, M., Liu, J., Li, Z., & De Silva, S.S. (2020). Combined effects of fish cage culture and increased fishing pressure on wild fish assemblages in a large reservoir, Yangtze River basin, China. *Aquaculture*, 526(2020)735373. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735373>
- Ithnin, H. (2021, February 14). Cabaran besar ternak benih ikan. *Harian Metro*. <https://www.hmetro.com.my/agro/2021/02/674234/cabaran-besar-ternak-benih-ikan>
- Jabatan Perikanan Malaysia. (2023). *Perangkaan Tahunan Perikanan 2023 Jilid 1*. <https://www.dof.gov.my/sumber/perangkaan-perikanan-i/>
- Jamal, A. A. A., & Fabeil, N. F. (2020). Kekuatan Dan Cabaran Serta Amalan Pengurusan Perniagaan Di Kalangan Usahawan Mikro. *Jurnal Dunia Perniagaan*, 2(4), 12-23.
- Khalil, F. F., Mehrim, A. L., El-Shebly, A. A. dan Abdella, M. E. A. (2011). An assessment study of tilapia polyculture in floating net cages. *J. Animal and Poultry Production*, 2(5), 75-92
- Kloskowski, J. (2005). Otter *Lutra lutra* damage at farmed fisheries in southeastern Poland, I: An interview survey. *Wildlife Biology*, 11(3), 201-206.
- Kunda, M., Kawsar, M. A., Adikari, D., Rishan, S. T., Harun-Al-Rashid, A., dan Pandit, D. (2024). Investigation of the pangas (*Pangasianodon hypophthalmus*) cultivation sustainability in cages at the Ratargul Freshwater Swamp Forest of Bangladesh. *Aquaculture, Fish and Fisheries*, 4, e193. <https://doi.org/10.1002/aff2.193>
- Malaysia. 1985. Akta Perikanan (Akta 317).
- Mohd, R. M. (2024, August 8). Kemarau di Pahang: Penternak ikan sangkar, udang kolam rugi RM1.03 juta. *Harian Metro*. <https://www.hmetro.com.my/mutakhir/2024/08/1120243/kemarau-di-pahang-penternak-ikan-sangkar-udang-kolam-rugi-rm103-juta>
- Mohd, R. M. (2020, November 20). Cari jalan atasi masalah memerang hitam. *Harian Metro*. <https://www.hmetro.com.my/mutakhir/2020/11/643790/cari-jalan-atasi-masalah-memerang-hitam-metrotv>
- Norawazni, Y. (2022, December 11). Banjir: 1,262 penternak ikan sangkar diminta siap sedia. *Sinar Harian*. <https://www.sinarharian.com.my/article/235614/edisi/pahang/banjir-1262-penternak-ikan-sangkar-diminta-siap-sedia>
- Nor Awang, S. (2013). Daripada pelarian kepada usahawan: pengalaman masyarakat cam di Pekan, Pahang, Malaysia. *Archipel*, 85(1), 167-178.
- Pradeepkiran, J.A. (2019). Aquaculture role in global food security with nutritional value: A review. *Translational Animal Science*, 3, 903–910.
- Rozana, S. (2017). *Amalan pengurusan akuakultur baik dan kecekapan teknikal sistem ternakan kolam di negeri Kedah dan Pulau Pinang, Malaysia* (Doctoral dissertation, Universiti Utara Malaysia). https://etd.uum.edu.my/7089/1/s94577_01.pdf