

Original Research Article

Tahap Penggunaan Teknologi Digital dalam Kalangan Penternak Patin di Pahang, Malaysia (*Level of Digital Technology Use among Patin Farmers in Pahang, Malaysia*)

Nik Muhamad Adnan Mohd Nor¹, Fatin Umaira Muhamad Azian^{1*}, Zaimah Binti Ramli¹ & Norsida Man²

¹Pusat Kajian Pembangunan, Sosial dan Persekitaran, Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600, Bangi, Selangor, Malaysia.

²Jabatan Perniagaantani dan Ekonomi Biosumber, Fakulti Pertanian, Universiti Putra Malaysia, 43400 UPM Serdang, Selangor, Malaysia.

*Pengarang Koresponden: fatin.umaira@ukm.edu.my

Diserah: 21 Januari 2026 / Diterima: 10 Ogos 2026

Abstrak: Transformasi digital semakin mempengaruhi sektor akuakultur melalui penggunaan aplikasi mudah alih, media sosial, platform komunikasi dan perkhidmatan kewangan digital. Namun, pola penggunaannya mengikut fasa operasi penternakan masih kurang dihuraikan. Kajian ini bertujuan mengenal pasti tahap penggunaan teknologi digital dalam kalangan penternak patin di Pahang berdasarkan tiga fasa, iaitu pra-ternakan, semasa ternakan dan pasca-ternakan. Kajian tinjauan kuantitatif ini melibatkan 301 penternak yang dipilih secara rawak daripada kerangka persampelan penternak patin berdaftar. Data dikumpulkan melalui soal selidik berstruktur dan dianalisis menggunakan kekerapan, peratusan, min dan sisihan piawai. Berdasarkan skor min, ketiga-tiga fasa berada pada tahap sederhana, dengan fasa pasca-ternakan mencatatkan min tertinggi (min = 3.31), diikuti pra-ternakan (min = 3.25) dan semasa ternakan (min = 2.86). Pada aras item, penggunaan tertinggi melibatkan hubungan dengan pembeli atau pemborong (min = 3.87) dan pencarian pembekal benih berkualiti (min = 3.92), manakala penggunaan terendah melibatkan maklumat penuaian selamat (min = 2.43). Walaupun purata keseluruhan berada pada tahap sederhana, pengelasan pada aras individu menunjukkan kategori rendah merupakan kumpulan terbesar bagi fasa semasa dan pasca-ternakan. Dapatan ini menunjukkan bahawa penggunaan digital bersifat terpilih dan lebih tertumpu pada fungsi yang menawarkan manfaat ekonomi atau operasi yang segera. Strategi digitalisasi akuakultur perlu dilaksanakan secara berfasa melalui aplikasi mesra pengguna, latihan praktikal dan pengukuhan saluran khidmat nasihat digital yang sesuai dengan rutin penternak kecil.

Kata Kunci teknologi digital; penternakan patin; akuakultur; penggunaan teknologi; Pahang

Abstract: Digital transformation is increasingly influencing aquaculture through mobile applications, social media, communication platforms and digital financial services. However, patterns of use across farming phases remain insufficiently explained. This study identifies the level of digital technology use among patin farmers in Pahang across three phases: pre-farming, during farming and post-farming. The quantitative survey involved 301 farmers randomly selected from a sampling frame of registered patin farmers. Data were collected using a structured questionnaire and analysed using frequency, percentage, mean and standard deviation. Based on mean scores, all three phases were at a moderate level, with post-farming recording the highest mean (mean = 3.31), followed by pre-farming (mean = 3.25) and during farming (mean = 2.86). At item level, the highest uses involved maintaining relationships with buyers or wholesalers (mean = 3.87) and locating quality fingerling suppliers (mean = 3.92), while the lowest involved accessing information on safe harvesting (mean = 2.43). Although the overall means were moderate, respondent-level classification showed that the low category formed the largest group during and after farming. The findings indicate that digital use is selective and concentrated on functions offering immediate economic or operational value. Aquaculture

digitalisation should therefore be implemented in stages through user-friendly applications, practical training and stronger digital advisory channels suited to the routines of small-scale farmers.

Keywords Digital technology; patin farming; aquaculture; technology use; Pahang

Pengenalan

Digitalisasi telah menjadi sebahagian penting daripada transformasi sektor pertanian dan sistem makanan global. Perkembangan teknologi komunikasi, telefon pintar, media sosial, aplikasi dalam talian dan perkhidmatan digital telah mengubah cara pengusaha kecil memperoleh maklumat, membuat keputusan dan berinteraksi dengan pasaran. Dalam sektor pertanian, penggunaan teknologi digital bukan lagi terhad kepada automasi berskala besar, tetapi turut melibatkan penggunaan alat yang mudah dicapai seperti aplikasi komunikasi, carian maklumat, transaksi kewangan dan promosi digital yang boleh terus menyokong aktiviti harian pengusaha kecil (Fabregas et al., 2019; Nicoletti et al., 2020; Choruma et al., 2024).

Dalam bidang akuakultur, digitalisasi semakin mendapat perhatian kerana potensinya untuk meningkatkan kecekapan operasi, memperbaiki akses maklumat dan menyokong pengurusan ternakan yang lebih responsif. Perkembangan ini berkait rapat dengan konsep Aquaculture 4.0, iaitu pendekatan yang menekankan penggunaan data, sambungan digital dan teknologi pintar dalam pengurusan ternakan moden (Kruk et al., 2024; Goo et al., 2023; Mostafa et al., 2024). Walau bagaimanapun, realiti penggunaan teknologi dalam kalangan penternak kecil tidak semestinya sama dengan gambaran teknologi canggih yang sering dibincangkan dalam literatur. Ramai pengusaha kecil lebih cenderung menggunakan teknologi yang bersifat praktikal, murah dan mudah difahami, seperti WhatsApp, Facebook, YouTube, perbankan dalam talian dan platform komunikasi pelanggan (Bekarev et al., 2023; Rosnan & Yusof, 2023; Chowdhury et al., 2025).

Penternakan patin merupakan salah satu subsektor akuakultur air tawar yang penting di Malaysia, khususnya di negeri Pahang yang terkenal sebagai kawasan utama pengeluaran patin. Industri ini bukan sahaja menyumbang kepada bekalan makanan dan ekonomi luar bandar, malah menjadi sumber pendapatan penting kepada ramai pengusaha tempatan. Namun, penternak patin berdepan pelbagai cabaran seperti pemilihan benih yang berkualiti, pengurusan makanan, akses kepada maklumat teknikal, pemasaran hasil dan hubungan dengan pembeli. Dalam konteks tersebut, teknologi digital berpotensi menjadi alat sokongan yang berguna untuk membantu penternak mengurus aktiviti mereka dengan lebih sistematik. Manuskrip kajian asal yang menjadi asas artikel ini menunjukkan bahawa penggunaan teknologi digital dalam kalangan penternak patin memang wujud, tetapi tahap dan bentuk penggunaannya berbeza mengikut fasa ternakan.

Walaupun kajian berkenaan digitalisasi pertanian dan akuakultur semakin bertambah, sebahagian besar penyelidikan terdahulu lebih banyak membincangkan keberkesanan teknologi, kesediaan pengguna atau potensi inovasi digital secara umum. Kajian yang meneliti pola penggunaan teknologi digital mengikut fasa operasi sebenar penternakan, khususnya dalam konteks penternak patin di Malaysia, masih terhad. Sedangkan setiap fasa ternakan, iaitu pra-ternakan, semasa ternakan dan pasca-ternakan, mempunyai tuntutan operasi, keperluan maklumat dan nilai ekonomi yang berbeza. Oleh itu, artikel ini bertujuan mengenal pasti tahap penggunaan teknologi digital dalam kalangan penternak patin di Pahang berdasarkan tiga fasa utama ternakan. Penelitian ini penting bagi menyediakan gambaran empirikal yang lebih tepat tentang tahap digitalisasi sebenar dalam industri patin serta membantu pembangunan intervensi yang lebih sesuai dengan realiti penternak kecil.

Teknologi Digital dalam Akuakultur

Transformasi digital dalam akuakultur merangkumi penggunaan pelbagai alat dan sistem yang menyokong pengurusan ternakan secara lebih cekap, tersusun dan berasaskan maklumat. Penggunaan teknologi digital boleh berlaku pada tahap mudah seperti aplikasi komunikasi, media sosial dan perkhidmatan kewangan dalam talian, atau pada tahap lebih maju seperti sensor, automasi, pemantauan masa nyata dan sistem berasaskan data. Abid et al. (2019) menjelaskan bahawa pemodelan data dan sistem digital berpotensi menyumbang kepada kelestarian akuakultur, manakala Ramanathan et al. (2023) menunjukkan bahawa penggunaan

teknologi digital dapat membantu mengurangkan pembaziran dan meningkatkan kecekapan pengurusan ternakan. Dalam perkembangan yang lebih mutakhir, Kruk et al. (2024) menegaskan bahawa digitalisasi akuakultur kini bukan sekadar berkaitan inovasi teknikal, tetapi juga berkait dengan tadbir urus data, pengurusan rantai nilai dan kemampuan sektor.

Namun begitu, bentuk penggunaan teknologi digital dalam akuakultur tidak seragam dalam semua konteks. Monge-Quevedo et al. (2021) menunjukkan bahawa revolusi digital dalam akuakultur tidak sampai secara sekata kepada penternak kecil, khususnya apabila teknologi yang diperkenalkan terlalu kompleks atau tidak sesuai dengan kemampuan pengguna. Oleh itu, kajian berkaitan digitalisasi akuakultur perlu mengambil kira teknologi yang benar-benar digunakan oleh penternak di lapangan, bukan sekadar teknologi ideal yang dibincangkan dalam persekitaran industri berskala besar.

Penggunaan Teknologi oleh Pengusaha Kecil

Dalam sektor pertanian dan akuakultur, penggunaan teknologi digital oleh pengusaha kecil lazimnya dipengaruhi oleh manfaat yang dirasakan, kemudahan penggunaan, kos dan tahap kesesuaian dengan aktiviti harian. Do et al. (2023) mendapati bahawa penggunaan telefon pintar memberi kesan positif kepada prestasi kewangan isi rumah pertanian, manakala Nwangwu et al. (2024) menunjukkan bahawa teknologi digital boleh meningkatkan penglibatan pengusaha kecil dalam pasaran. Dalam konteks Malaysia, Rosnan dan Yusof (2023) menegaskan bahawa petani kecil di kawasan luar bandar masih berdepan cabaran dari segi akses, kemahiran dan penggunaan teknologi secara berkesan.

Selain itu, beberapa kajian juga menunjukkan bahawa penggunaan teknologi tidak boleh dijelaskan oleh faktor infrastruktur semata-mata. Persepsi terhadap kemudahan, kepercayaan terhadap sistem, pengalaman lampau, dan budaya kerja turut memainkan peranan penting dalam menentukan sejauh mana sesuatu teknologi benar-benar digunakan. Ammann et al. (2022) menunjukkan bahawa persepsi pengguna terhadap sistem maklumat pengurusan ladang mempengaruhi kecenderungan penggunaan, manakala Hoang dan Tran (2023) mendapati bahawa petani kecil cenderung menerima teknologi yang dianggap sesuai, mudah, dan memberi nilai yang jelas kepada operasi mereka.

Penggunaan Teknologi Mengikut Fasa Ternakan

Penggunaan teknologi digital dalam penternakan perlu difahami mengikut aliran operasi sebenar. Pada fasa pra-ternakan, teknologi biasanya membantu penternak mendapatkan maklumat tentang persediaan awal, latihan, penyediaan sangkar dan pembekal input. Pada fasa semasa ternakan, teknologi berpotensi digunakan untuk pengurusan makanan, maklumat ubat-ubatan, penyelenggaraan, rekod operasi dan pemantauan rutin. Pada fasa pasca-ternakan pula, teknologi selalunya lebih tertumpu kepada pemasaran, hubungan pelanggan, transaksi kewangan dan pengiraan untung rugi. Elfitasari et al. (2018) membuktikan bahawa penggunaan media sosial dalam komuniti akuakultur dapat meningkatkan pengetahuan dan kedudukan kewangan penternak kecil, manakala Ankrah Twumasi et al. (2021) menunjukkan bahawa penggunaan Internet mempunyai hubungan dengan produktiviti ladang ikan.

Hakikat bahawa setiap fasa mempunyai keperluan yang berbeza menunjukkan bahawa penggunaan teknologi juga berkemungkinan berbeza. Teknologi yang sesuai untuk pemasaran tidak semestinya digunakan dengan kadar yang sama untuk penyelenggaraan atau pengurusan teknikal. Oleh itu, analisis penggunaan teknologi mengikut fasa memberi nilai tambahan yang penting kerana ia membolehkan pemahaman yang lebih tepat tentang ruang operasi yang sudah menerima digitalisasi dan ruang yang masih memerlukan intervensi.

Walaupun literatur berkaitan digitalisasi semakin berkembang, masih kurang kajian tempatan yang memberi fokus khusus kepada pola penggunaan teknologi digital dalam penternakan patin mengikut fasa operasi. Kebanyakan penyelidikan terdahulu lebih menekankan faktor penggunaan, keberkesanan teknologi atau potensi aplikasi digital secara umum. Kekurangan kajian berbentuk pemetaan penggunaan sebenar ini menyukarkan usaha untuk mengenal pasti keutamaan intervensi digital dalam konteks penternak kecil. Oleh itu, artikel ini berusaha mengisi jurang tersebut dengan menghuraikan tahap penggunaan teknologi digital dalam kalangan penternak patin di Pahang berdasarkan tiga fasa utama ternakan.

Metodologi

Kajian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan reka bentuk tinjauan kerana reka bentuk tersebut sesuai untuk menghuraikan pola penggunaan teknologi digital dalam populasi yang besar melalui instrumen yang seragam (Jain, 2021; Park et al., 2020). Populasi sasaran terdiri daripada 1,260 penternak patin berdaftar di Pahang yang disenaraikan dalam kerangka persampelan Jabatan Perikanan Malaysia. Saiz sampel minimum ditentukan menggunakan formula Krejcie dan Morgan (1970): $n = \chi^2 NP(1-P) / [d^2(N-1) + \chi^2 P(1-P)]$, dengan $N = 1,260$, $\chi^2 = 3.841$ pada aras keyakinan 95%, $P = 0.50$ dan $d = 0.05$. Pengiraan tersebut menghasilkan $n = 294.54$, yang dibundarkan kepada sekurang-kurangnya 295 responden. Sebanyak 301 soal selidik lengkap berjaya diperoleh dan digunakan dalam analisis; jumlah ini melebihi keperluan minimum. Responden dipilih menggunakan persampelan rawak mudah daripada senarai penternak aktif di kawasan utama penternakan patin, iaitu Temerloh, Jerantut dan Pekan.

Instrumen kajian ialah soal selidik berstruktur yang merangkumi profil demografi responden serta item penggunaan teknologi digital mengikut tiga fasa ternakan, iaitu pra-ternakan, semasa ternakan dan pasca-ternakan. Skala Likert lima mata digunakan, iaitu 1 = tidak pernah, 2 = jarang-jarang, 3 = kadang-kadang, 4 = kerap dan 5 = sangat kerap. Soal selidik ditadbir melalui temu bual bersemuka bagi membantu responden memahami istilah teknikal dan konteks penggunaan digital. Data dianalisis menggunakan SPSS dengan statistik deskriptif, iaitu kekerapan, peratusan, min dan sisihan piawai. Bagi mentafsir skor min kepada tiga tahap, julat dikira menggunakan (skor maksimum – skor minimum) / bilangan tahap, iaitu $(5 - 1) / 3 = 1.33$. Oleh itu, skor 1.00–2.33 ditafsirkan sebagai rendah, 2.34–3.67 sebagai sederhana dan 3.68–5.00 sebagai tinggi. Jadual 1 memaparkan interpretasi skor min penggunaan teknologi digital. Analisis deskriptif dipilih kerana objektif artikel ini adalah untuk memetakan tahap dan pola penggunaan teknologi digital, bukannya menguji hubungan sebab-akibat atau membina model ramalan (Green et al., 2022).

Jadual 1. Interpretasi skor min penggunaan teknologi digital

Julat Skor Min	Tahap Interpretasi
1.00–2.33	Rendah
2.34–3.67	Sederhana
3.68–5.00	Tinggi

Nota: Julat = $(5 - 1) / 3 = 1.33$.

Hasil Kajian

Kajian ini melibatkan seramai 301 orang penternak patin di negeri Pahang sebagai responden. Dari aspek taburan jantina, majoriti responden merupakan lelaki, iaitu seramai 297 orang (98.7%), manakala responden perempuan hanya mewakili 1.3%. Dapatan ini menggambarkan bahawa sektor penternakan patin di kawasan kajian diterajui secara dominan oleh golongan lelaki dewasa pertengahan yang memiliki tahap pendidikan formal pada peringkat menengah. Dari segi pecahan umur, kumpulan terbesar terdiri daripada responden dalam lingkungan 34 hingga 42 tahun, diikuti rapat oleh kumpulan berumur 43 hingga 51 tahun. Manakala dari perspektif latar belakang pendidikan pula, sebahagian besar responden mempunyai kelulusan di peringkat SPM/SPMV dengan peratusan sebanyak 74.4%. Bagi status perkahwinan, majoriti responden telah berkahwin, iaitu 283 orang (94.0%). Hampir keseluruhan responden beragama Islam dan beretnik Melayu, masing-masing seramai 299 orang (99.3%). Dari aspek pendidikan, majoriti mempunyai kelulusan SPM/SPMV, iaitu 224 orang (74.4%), diikuti STPM/Diploma seramai 43 orang (14.3%).

Dari segi pengalaman dalam penternakan patin, hampir separuh responden mempunyai pengalaman antara 7 hingga 12 tahun, iaitu 149 orang (49.5%), manakala 89 orang (29.6%) mempunyai pengalaman kurang daripada enam tahun. Selain penternakan patin, majoriti responden turut bekerja dalam bidang pertanian atau bekerja sendiri, iaitu 186 orang (61.8%), diikuti sektor swasta seramai 78 orang (25.9%).

Jadual 2. Profil demografi responden

Demografi	Kategori	Kekerapan	Peratusan (%)
Jantina	Lelaki	297	98.7
	Perempuan	4	1.3
Umur	Bawah 24 Tahun	1	0.3
	25–33 Tahun	37	12.3
	34–42 Tahun	112	37.2
	43–51 Tahun	104	34.6
	52 Tahun dan ke atas	47	15.6
Status Perkahwinan	Bujang	12	4.0
	Berkahwin	283	94.0
Agama	Berpisah	6	2.0
	Islam	299	99.3
	Buddha	2	0.7
	Kristian	0	0.0
	Lain-lain	0	0.0
Etnik	Melayu	299	99.3
	Cina	2	0.7
	India	0	0.0
	Lain-lain	0	0.0
Tahap Pendidikan	Tiada Pendidikan Formal	1	0.3
	UPSR	3	1.0
	PMR	21	7.0
	SPM/SPMV	224	74.4
	STPM/Diploma	43	14.3
	Ijazah/Sarjana	9	3.0
	Kurang 6 Tahun	89	29.6
	7–12 Tahun	149	49.5
Pengalaman dalam Penternakan Patin	13–19 Tahun	50	16.6
	20–26 Tahun	10	3.3
	Lebih daripada 27 Tahun	3	1.0
	Sektor Kerajaan	6	2.0
	Sektor Swasta	78	25.9
	Pertanian/Bekerja Sendiri	186	61.8
Pekerjaan Lain Selain Penternakan Patin	Tiada	31	10.3

Penggunaan Teknologi Digital pada Fasa Pra-Ternakan

Jadual 3 memaparkan penggunaan teknologi digital pada fasa pra-ternakan. Min keseluruhan ialah 3.25 (SP = 1.03), yang ditafsirkan sebagai tahap sederhana. Item pencarian pembekal benih patin berkualiti mencatatkan skor tertinggi dan berada pada tahap tinggi (min = 3.92), manakala empat item lain berada pada tahap sederhana. Mendapatkan nasihat daripada agensi kerajaan merekodkan min terendah dalam fasa ini (min = 2.93). Corak tersebut menunjukkan bahawa penternak lebih kerap menggunakan saluran digital untuk keputusan input yang segera dan berisiko tinggi, khususnya pemilihan benih, berbanding urusan perancangan atau khidmat nasihat formal.

Jadual 3. Kekerapan Penggunaan Teknologi Digital Pra-ternakan dalam Sebulan

Pernyataan	Kekerapan penggunaan teknologi digital pra-ternakan dalam sebulan					N	Min	Sisihan Piawai (SD)
	1	2	3	4	5			
Saya mendapatkan maklumat tentang kursus/latihan akuakultur menggunakan teknologi digital.	34 (11.3%)	17 (5.6%)	112 (37.2%)	138 (45.8%)	0 (0.0%)	301 (100%)	3.17	0.96
Saya mencari maklumat tentang penyediaan sangkar menggunakan teknologi digital.	34 (11.3%)	0 (0.00%)	155 (51.5%)	90 (29.9%)	22 (7.3%)	301 (100%)	3.21	0.99
Saya mencari pembekal benih patin berkualiti menggunakan teknologi digital.	0 (0.00%)	17 (5.6%)	89 (29.6%)	95 (31.6%)	100 (33.2%)	301 (100%)	3.92	0.92
Saya mendapatkan nasihat daripada agensi kerajaan melalui teknologi digital.	38 (12.6%)	77 (25.6%)	91 (30.2%)	56 (18.6%)	39 (13%)	301 (100%)	2.93	1.21
Saya merancang operasi penternakan patin menggunakan teknologi digital.	38 (12.6%)	34 (11.3%)	129 (42.9%)	78 (25.9%)	22 (7.3%)	301 (100%)	3.03	1.08
Min keseluruhan							3.25	1.03

Nota: 1(Tidak pernah), 2 (Jarang-jarang), 3 (Kadang-kadang), 4 (Kerap), 5 (Sangat kerap)

Jadual 4. Kekerapan penggunaan teknologi digital semasa ternakan dalam sebulan

Pernyataan	Kekerapan penggunaan teknologi digital semasa ternakan dalam sebulan					N	Min	Sisihan Piawai (SD)
	1	2	3	4	5			
Saya mencari maklumat tentang kaedah pembersihan dan penyelenggaraan sangkar melalui teknologi digital.	64 (21.3%)	73 (24.3%)	108 (35.9%)	34 (11.3%)	22 (7.3%)	301 (100%)	2.59	1.15
Saya menentukan kualiti makanan ikan patin melalui teknologi digital.	22 (7.3%)	39 (13%)	146 (48.5%)	51 (16.9%)	43 (14.3%)	301 (100%)	3.17	1.06
Saya menentukan jadual pemberian makanan menggunakan teknologi digital.	38 (12.6%)	60 (19.9%)	146 (48.5%)	35 (11.6%)	22 (7.3%)	301 (100%)	2.81	1.03
Saya mencari maklumat tentang ubat-ubatan ikan melalui teknologi digital.	60 (19.9%)	39 (13%)	73 (24.3%)	86 (28.6%)	43 (14.3%)	301 (100%)	3.04	1.33
Saya menguruskan rekod operasi sangkar menggunakan teknologi digital.	76 (25.2%)	78 (25.9%)	51 (16.9%)	57 (18.9%)	39 (13%)	301 (100%)	2.68	1.37
Min keseluruhan							2.86	1.19

Nota: 1(Tidak pernah), 2 (Jarang-jarang), 3 (Kadang-kadang), 4 (Kerap), 5 (Sangat kerap)

Penggunaan Teknologi Digital pada Fasa Semasa Ternakan

Jadual 4 membentangkan penggunaan teknologi digital semasa fasa ternakan. Min keseluruhan ialah 2.86 (SP = 1.19), yang masih berada pada tahap sederhana tetapi merupakan skor terendah antara ketiga-tiga fasa.

Semua item berada dalam julat sederhana. Penentuan kualiti makanan ikan mencatatkan min tertinggi (min = 3.17), manakala pencarian maklumat tentang pembersihan dan penyelenggaraan sangkar mencatatkan min terendah (min = 2.59), diikuti pengurusan rekod operasi sangkar (min = 2.68). Dapatan ini menunjukkan bahawa teknologi digital belum menjadi sebahagian yang kukuh daripada rutin teknikal harian penternakan.

Penggunaan Teknologi Digital pada Fasa Pasca-Ternakan

Jadual 5 menunjukkan bahawa fasa pasca-ternakan mencatatkan min keseluruhan tertinggi, iaitu 3.31 (SP = 1.29), namun masih ditafsirkan pada tahap sederhana. Aktiviti membina hubungan dengan pembeli atau pemborong merupakan satu-satunya item pada tahap tinggi (min = 3.87). Aktiviti pemasaran, pengiraan untung rugi dan perbankan dalam talian berada pada tahap sederhana, masing-masing dengan min antara 3.36 hingga 3.46. Sebaliknya, penggunaan maklumat digital untuk menentukan kaedah penuaian yang selamat mencatatkan min terendah (min = 2.43). Corak ini menunjukkan bahawa fungsi digital yang berkait rapat dengan pasaran dan aliran tunai lebih cepat diterapkan berbanding fungsi teknikal penuaian.

Jadual 5. Kekerapan Penggunaan Teknologi Digital Pasca-ternakan dalam Sebulan

Pernyataan	Kekerapan penggunaan teknologi digital pasca-ternakan dalam sebulan					N	Min	Sisihan Piawai (SD)
	1	2	3	4	5			
Saya menentukan kaedah penuaian yang selamat untuk akuakultur berdasarkan maklumat daripada teknologi digital.	94 (31.2%)	43 (14.3%)	125 (41.5%)	17 (5.6%)	22 (7.3%)	301 (100%)	2.43	1.19
Saya mempromosi dan memasarkan ikan patin kepada pembeli atau pemborong menggunakan teknologi digital.	39 (13%)	17 (5.6%)	89 (29.6%)	91 (30.2%)	65 (21.6%)	301 (100%)	3.41	1.25
Saya mengira untung rugi penternakan patin menggunakan teknologi digital.	43 (14.3%)	22 (7.3%)	69 (22.9%)	85 (28.2%)	82 (27.2%)	301 (100%)	3.46	1.34
Saya menggunakan perbankan dalam talian untuk transaksi penternakan patin.	78 (25.9%)	0 (0.0%)	38 (12.6%)	103 (34.2%)	82 (27.2%)	301 (100%)	3.36	1.52
Saya membina hubungan baik dengan pembeli/pemborong menggunakan teknologi digital.	22 (7.3%)	17 (5.6%)	38 (12.6%)	124 (41.2%)	100 (33.2%)	301 (100%)	3.87	1.15
Min keseluruhan							3.31	1.29

Nota: 1(Tidak pernah), 2 (Jarang-jarang), 3 (Kadang-kadang), 4 (Kerap), 5 (Sangat kerap)

Analisis Tahap Penggunaan Teknologi Digital mengikut Fasa Penternakan

Jadual 6 merumuskan pengelasan responden kepada tahap rendah, sederhana dan tinggi berdasarkan skor min individu. Tafsiran jadual ini perlu dibezakan daripada min keseluruhan setiap fasa. Min keseluruhan menerangkan kecenderungan purata bagi semua responden, manakala Jadual 6 menunjukkan bagaimana responden tersebar dalam setiap kategori.

Bagi fasa pra-ternakan, kumpulan terbesar berada pada tahap sederhana, iaitu 134 orang (44.5%), diikuti tahap rendah seramai 89 orang (29.6%) dan tahap tinggi seramai 78 orang (25.9%). Dapatan ini selaras dengan min keseluruhan 3.25 yang berada pada tahap sederhana. Pencarian pembekal benih yang tinggi memperlihatkan bahawa risiko memilih input yang tidak berkualiti mendorong penternak menggunakan teknologi untuk mengurangkan ketidakpastian sebelum ternakan bermula.

Bagi fasa semasa ternakan, kategori rendah merupakan kumpulan terbesar, iaitu 137 orang (45.5%), walaupun min keseluruhan 2.86 berada dalam julat sederhana. Perbezaan ini menunjukkan taburan penggunaan yang tidak sekata: sebahagian penternak menggunakan teknologi dengan lebih aktif sehingga menaikkan purata, sedangkan kumpulan yang lebih besar masih menggunakannya secara terhad. Jurang ini paling ketara bagi penyelenggaraan sangkar dan rekod operasi, iaitu tugas yang masih bergantung pada pengalaman, pemerhatian langsung dan kaedah manual.

Corak yang sama berlaku pada fasa pasca-ternakan. Walaupun min keseluruhan merupakan yang tertinggi (3.31), kategori rendah masih menjadi kumpulan terbesar, iaitu 137 orang (45.5%). Hal ini mencadangkan wujudnya kelompok pengguna digital yang aktif dalam pemasaran, perbankan dan hubungan pelanggan, tetapi manfaat tersebut belum tersebar secara seragam kepada semua penternak. Penggunaan yang tinggi bagi hubungan dengan pembeli menunjukkan bahawa teknologi yang menggunakan platform sedia ada dan memberikan maklum balas ekonomi segera lebih mudah dimasukkan ke dalam amalan kerja.

Secara keseluruhan, penggunaan teknologi digital dalam penternakan patin bukanlah proses yang seragam atau linear. Penternak memilih fungsi digital mengikut keperluan, kebiasaan dan nilai yang dapat dilihat secara langsung. Oleh itu, tahap sederhana pada nilai purata tidak boleh ditafsirkan sebagai penggunaan yang menyeluruh; sebaliknya, ia menggambarkan gabungan antara sebilangan pengguna yang aktif dengan kumpulan yang masih menggunakan teknologi secara minimum.

Jadual 6. Tahap penggunaan teknologi digital berdasarkan skor min individu

Tahap	Kekerapan		
	Pra-ternakan	Semasa Ternakan	Pasca Ternakan
Rendah (1.00–2.33)	89	137	137
Sederhana (2.34–3.67)	134	125	125
Tinggi (3.68–5.00)	78	39	39
Jumlah N	301	301	301

Perbincangan

Dapatan kajian memperlihatkan bahawa penggunaan teknologi digital dalam kalangan penternak patin di Pahang bersifat terpilih mengikut tugas, bukannya diterapkan secara menyeluruh pada semua fasa ternakan. Ketiga-tiga fasa mencatatkan min pada tahap sederhana, tetapi skor semasa ternakan lebih rendah berbanding pra- dan pasca-ternakan. Corak ini menguatkan hujah bahawa penerimgunaan digital oleh pengusaha kecil dipengaruhi oleh kesesuaian teknologi dengan rutin kerja, keupayaan pengguna dan manfaat yang dapat dirasakan dengan segera (Choruma et al., 2024; Eastwood et al., 2023). Dalam konteks ini, memiliki telefon pintar atau akses Internet tidak dengan sendirinya bermaksud teknologi telah disepadukan dalam pengurusan ladang.

Pada fasa pra-ternakan, penggunaan tertinggi untuk mencari pembekal benih berkualiti boleh diterangkan melalui tahap risiko keputusan tersebut. Kualiti benih mempengaruhi kadar hidup, pertumbuhan dan kos sepanjang kitaran ternakan; justeru, penternak mempunyai dorongan yang jelas untuk mendapatkan maklumat dan membandingkan pembekal. Sebaliknya, penggunaan digital untuk mendapatkan nasihat agensi kerajaan lebih rendah. Perbezaan ini tidak semestinya menunjukkan penternak menolak khidmat agensi, tetapi mungkin menandakan ketidakpadanan antara saluran rasmi dengan cara penternak mencari bantuan yang pantas dan bersifat situasional. Hoang dan Tran (2023) menegaskan bahawa teknologi lebih mudah digunakan apabila kandungannya relevan, mudah dicapai dan memberikan nilai yang jelas. Oleh itu, agensi pengembangan perlu hadir melalui saluran yang memang digunakan penternak, dan bukan bergantung sepenuhnya pada portal formal atau komunikasi sehalu.

Fasa semasa ternakan merupakan bahagian paling lemah dalam rangkaian penggunaan digital. Penyelenggaraan sangkar, penjadualan makanan dan pengurusan rekod ialah aktiviti berulang yang lazimnya dibentuk oleh pengalaman tersirat, pemerhatian fizikal dan kebiasaan kerja. Menggantikan amalan tersebut dengan sistem digital memerlukan usaha tambahan untuk memasukkan data, mempelajari antara muka dan

mempercayai cadangan sistem. Apabila manfaatnya tidak serta-merta kelihatan, kos masa dan pembelajaran boleh dianggap lebih besar daripada nilai tambah. Penjelasan ini selari dengan Schwering dan Lemken (2020), Santi et al. (2024), serta Yeo dan Keske (2024), yang menunjukkan bahawa kebolegunaan, kepercayaan dan persepsi terhadap manfaat praktikal merupakan syarat penting bagi penggunaan sistem pengurusan digital.

Kelemahan penggunaan pada fasa semasa ternakan mempunyai implikasi yang lebih besar daripada isu kemahiran digital semata-mata. Rekod operasi yang tidak sistematik menghadkan keupayaan penternak menilai pola penggunaan makanan, masalah kesihatan ikan dan prestasi sangkar dari semasa ke semasa. Pada masa yang sama, dapatan kajian ini tidak membuktikan bahawa sistem IoT atau automasi ialah penyelesaian yang perlu diperkenalkan serta-merta. Teknologi yang terlalu mahal atau kompleks berisiko menambah beban kepada penternak kecil, sebagaimana dibincangkan oleh Monge-Quevedo et al. (2021). Langkah yang lebih realistik ialah memulakan intervensi dengan rekod digital ringkas, peringatan makanan, panduan bergambar dan saluran konsultasi pantas sebelum memperkenalkan sistem pemantauan yang lebih maju.

Fasa pasca-ternakan pula mencatatkan min tertinggi kerana teknologi digunakan dalam aktiviti yang mempunyai hubungan langsung dengan pendapatan, pelanggan dan urus niaga. Platform komunikasi, media sosial dan perbankan dalam talian mempunyai halangan kemasukan yang lebih rendah kerana telah digunakan dalam kehidupan harian dan tidak memerlukan peralatan khusus. Dapatan ini konsisten dengan Elfitasari et al. (2018), Nwangwu et al. (2024) dan Do et al. (2023), yang menunjukkan bahawa teknologi digital dapat memperluas penyertaan pasaran dan menyokong prestasi ekonomi pengusaha kecil. Namun, kajian ini hanya mengukur kekerapan penggunaan; oleh itu, peningkatan jualan, keuntungan atau pengurangan kebergantungan kepada orang tengah tidak boleh disimpulkan tanpa analisis hasil ekonomi yang khusus.

Satu dapatan penting ialah perbezaan antara min keseluruhan dan pengelasan pada aras individu. Walaupun min fasa semasa dan pasca-ternakan berada pada tahap sederhana, kategori rendah merupakan kumpulan terbesar bagi kedua-dua fasa. Ini menunjukkan bahawa purata boleh dipengaruhi oleh kelompok penternak yang sangat aktif menggunakan teknologi, sedangkan ramai penternak lain masih berada pada tahap asas. Oleh sebab itu, program latihan yang menggunakan satu modul untuk semua peserta mungkin kurang berkesan. Penternak perlu dikelompokkan mengikut tahap keupayaan dan fungsi yang ingin diperkukuh, seperti komunikasi asas, rekod operasi, pemasaran atau analisis kewangan.

Secara konseptual, kajian ini menunjukkan bahawa penggunaan teknologi digital lebih tepat difahami sebagai keputusan khusus mengikut tugas. Seseorang penternak boleh menjadi pengguna aktif bagi pemasaran dan perbankan, tetapi masih bergantung pada kaedah manual bagi penyelenggaraan dan rekod. Perspektif ini menolak pembahagian mudah antara 'pengguna' dan 'bukan pengguna' serta menekankan keperluan menilai keseluruhan aliran kerja penternakan. Intervensi digital yang berkesan perlu menghubungkan fasa pra-, semasa dan pasca-ternakan supaya maklumat yang dikumpulkan semasa operasi dapat menyokong keputusan pemasaran dan kewangan selepas penuaian.

Dari sudut dasar dan amalan, strategi digitalisasi perlu dibangunkan secara bersama dengan penternak, pegawai pengembangan dan penyedia teknologi. Keutamaan awal ialah kandungan dalam Bahasa Malaysia, fungsi yang boleh digunakan pada telefon kos rendah, mod penggunaan dengan capaian Internet terhad, dan bantuan manusia apabila pengguna menghadapi masalah. Latihan juga perlu berasaskan tugas sebenar, misalnya merekod penggunaan makanan selama satu kitaran atau menyediakan rekod jualan digital, bukannya hanya menerangkan ciri aplikasi. Pendekatan sedemikian lebih berpotensi meningkatkan keyakinan dan menukar penggunaan sekali-sekala kepada rutin pengurusan yang berterusan.

Walau bagaimanapun, dapatan perlu ditafsirkan dalam batas kajian. Data adalah keratan rentas dan berdasarkan laporan sendiri, maka kekerapan penggunaan mungkin dipengaruhi oleh ingatan atau kecenderungan responden memberikan jawapan yang dianggap baik. Kajian deskriptif ini juga tidak menguji sama ada penggunaan teknologi meningkatkan produktiviti, keuntungan atau kelestarian. Kajian lanjutan boleh menggabungkan rekod operasi sebenar, analisis hubungan antara penggunaan dengan prestasi, serta temu bual mendalam untuk memahami sebab sebahagian penternak kekal pada tahap penggunaan yang rendah.

Kesimpulan

Kajian ini mendapati bahawa penggunaan teknologi digital dalam kalangan penternak patin di Pahang berada pada tahap sederhana bagi ketiga-tiga fasa ternakan, dengan min tertinggi pada fasa pasca-ternakan, diikuti pra-ternakan dan semasa ternakan. Walau bagaimanapun, taburan pada aras individu menunjukkan penggunaan yang tidak seragam, khususnya apabila kategori rendah menjadi kumpulan terbesar bagi fasa semasa dan pasca-ternakan. Penternak lebih aktif menggunakan teknologi untuk mencari benih, berhubung dengan pembeli, memasarkan hasil dan mengurus transaksi, manakala penggunaan bagi penyelenggaraan, rekod operasi dan penuaian selamat masih terhad. Sumbangan utama kajian ini ialah menunjukkan bahawa penggunaan digital perlu dinilai mengikut tugas dan fasa operasi, bukan sekadar melalui label pengguna atau bukan pengguna. Implikasi praktikalnya ialah intervensi perlu dimulakan dengan alat mudah, murah dan berkait langsung dengan rutin penternak sebelum beralih kepada sistem yang lebih kompleks. Latihan berperingkat, kandungan tempatan dan sokongan pengembangan melalui saluran yang biasa digunakan boleh membantu mengurangkan jurang antara penggunaan digital untuk pasaran dengan penggunaan digital bagi pengurusan teknikal. Oleh sebab kajian ini bersifat deskriptif dan keratan rentas, penyelidikan seterusnya perlu menguji hubungan penggunaan teknologi dengan prestasi pengurusan dan hasil ekonomi serta meneliti pengalaman penternak melalui pendekatan kualitatif atau longitudinal.

Penghargaan: Penulis merakamkan penghargaan kepada semua penternak patin yang terlibat sebagai responden serta semua pihak yang membantu dalam pengumpulan data dan pelaksanaan kajian ini.

Persetujuan Termaklum: Responden telah diberikan penjelasan bahawa penyertaan mereka dalam kajian ini tidak melibatkan sebarang risiko yang boleh menjejaskan keselamatan, kesejahteraan atau kepentingan mereka.

Konflik Kepentingan: Penulis mengisytiharkan bahawa penulisan ini bebas daripada sebarang konflik kepentingan yang boleh mempengaruhi idea, analisis atau dapatan yang dikemukakan.

Rujukan

- Abid, A., Dupont, C., le Gall, F., Third, A., & Kane, F. (2019). Modelling data for a sustainable aquaculture. *Global IoT Summit, GIoTS 2019 - Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/GIoTS.2019.8766376>
- Ammann, J., Walter, A., & el Benni, N. (2022). Adoption and perception of farm management information systems by future Swiss farm managers – An online study. *Journal of Rural Studies*, 89, 298–305. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.12.008>
- Ankrah Twumasi, M., Jiang, Y., Zhou, X., Addai, B., Darfor, K. N., Akaba, S., & Fosu, P. (2021). Increasing Ghanaian fish farms' productivity: Does the use of the internet matter? *Marine Policy*, 125. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104385>
- Bekarev, A., Ivashko, E., & Ivashko, V. (2023). Aquaculture digitalization: Polling Karelian fish farmers. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 362, 379–390. https://doi.org/10.1007/978-981-99-4165-0_33
- Choruma, D. J., Dirwai, T. L., Mutenje, M. J., Mustafa, M., Chimonyo, V. G. P., Jacobs-Mata, I., & Mabhaudhi, T. (2024). Digitalisation in agriculture: A scoping review of technologies in practice, challenges, and opportunities for smallholder farmers in sub-Saharan Africa. *Journal of Agriculture and Food Research*, 18. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101286>
- Chowdhury, A., Kabir, K. H., McQuire, M., & Bureau, D. P. (2025). The dynamics of digital technology adoption in rainbow trout aquaculture: Exploring multi-stakeholder perceptions in Ontario using Q methodology and the theory of planned behaviour. *Aquaculture*, 594. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.741460>

- Eastwood, C., Turner, J. A., Romera, A., Selbie, D., Henwood, R., Espig, M., & Wever, M. (2023). A review of multi-scale barriers to transitioning from digital agriculture to a digital bioeconomy. *CAB Reviews*, 2023. <https://doi.org/10.1079/cabreviews.2023.0002>
- Elfitasari, T., Nugroho, R. A., & Nugroho, A. P. (2018). The importance of aquaculture community group (ACG) in social media (Facebook) towards the aquaculture knowledge and financial improvement of small scale fish farmers (SSFF) in rural areas of Central Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 137(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/137/1/012097>
- Fabregas, R., Kremer, M., & Schilbach, F. (2019). Realizing the potential of digital development: The case of agricultural advice. *Science*, 366(6471). <https://doi.org/10.1126/science.aay3038>
- Goo, J., Lee, S.-Y., Park, D.-H., & Jo, S.-K. (2023). Digital twin-based smart aquafarm—Case study. *Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, 48(11), 1479–1490. <https://doi.org/10.7840/kics.2023.48.11.1479>
- Green, J. L., Manski, S. E., Hansen, T. A., & Broatch, J. E. (2022). Descriptive statistics. In *International Encyclopedia of Education: Fourth Edition*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818630-5.10083-1>
- Hoang, H. G., & Tran, H. D. (2023). Smallholder farmers' perception and adoption of digital agricultural technologies: An empirical evidence from Vietnam. *Outlook on Agriculture*, 52(4), 457–468. <https://doi.org/10.1177/00307270231197825>
- Jain, N. (2021). Survey versus interviews: Comparing data collection tools for exploratory research. *Qualitative Report*, 26(2), 541–554. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2021.4492>
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607–610. <https://doi.org/10.1177/001316447003000308>
- Kruk, S. R. L., Bush, S. R., & Phillips, M. (2024). Federating 'Aquaculture 4.0' for data-driven social and environmental sustainability. *Marine Policy*, 169. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2024.106355>
- Monge-Quevedo, A., Sandoval-Bringas, J. A., Carreno-Leon, M. A., & Leon, D. P. C. (2021). Aquaculture 4.0 is the digital revolution that is not coming to the little Mexican farmers. *Proceedings - 2021 4th International Conference on Inclusive Technology and Education*, 70–75. <https://doi.org/10.1109/CONTIE54684.2021.00021>
- Mostafa, T., Youssief, N., Labib, H., & Elsabry, E. (2024). Impact of IoT technology on aquaculture industry. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 28(5), 1281–1297. <https://doi.org/10.21608/ejabf.2024.384134>
- Nicoletti, G., von Rueden, C., & Andrews, D. (2020). Digital technology diffusion: A matter of capabilities, incentives or both? *European Economic Review*, 128. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2020.103513>
- Nwangwu, K. N., Onyenekwe, C. S., Opata, P. I., Ume, C. O., & Ume, N. N. C. (2024). Can digital technology promote market participation among smallholder farmers? *International Food and Agribusiness Management Review*, 27(4), 706–728. <https://doi.org/10.22434/IFAMR2023.0065>
- Park, Y. S., Konge, L., & Artino, A. R. (2020). The positivism paradigm of research. *Academic Medicine*, 95(5), 690–694. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000003093>
- Ramanathan, R., Duan, Y., Valverde, J., van Ransbeeck, S., Ajmal, T., & Valverde, S. (2023). Using IoT sensor technologies to reduce waste and improve sustainability in artisanal fish farming in Southern Brazil. *Sustainability*, 15(3). <https://doi.org/10.3390/su15032078>
- Rosnan, H., & Yusof, N. (2023). Digital technologies and small-scale rural farmers in Malaysia. In *Lecture Notes in Networks and Systems* (Vol. 620). https://doi.org/10.1007/978-3-031-26953-0_72
- Santi, A. M., Hsu, Y.-L., Dharmastiti, R., & Cho, W.-Y. (2024). Usability evaluation of an intelligent aquaculture system. *AIP Conference Proceedings*, 2860(1). <https://doi.org/10.1063/5.0226124>
- Schwering, D. S., & Lemken, D. (2020). Totally digital? Adoption of digital farm management information systems. *Lecture Notes in Informatics*, P-299, 295–300.
- Yeo, M. L., & Keske, C. M. (2024). From profitability to trust: Factors shaping digital agriculture adoption. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1456991>