INNOVA-S: Journal of Innovation and Sustainable Services
Vol. 2, Nomor 2, 2026. Hal. 96-106 **e-ISSN: 3110-5610**
https://ejurnal.itbm.ac.id/innova-s

Peningkatan Literasi Teknologi Adaptif Bagi Pembudidaya Ikan Bandeng di Sulawesi Selatan Menuju Akuakultur Terintegrasi dan Berkelanjutan

Muh. Ikhsan Idrus[a,b], Heriansah[a,c*], Nursyahran[a,d], Arnold Kabangnga[a,c], Muh. Ruslan Smith[b]

[a] Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa
[b] Yayasan Mattirotasi Mitra Lestari, Makassar
[c] Asosiasi 33 Masyarakat Akuakultur Indonesia
[d] Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP) Akuakultur Indonesia

Kata Kunci:
Akuakultur berkelanjutan; IMTA; Literasi teknologi adaptif; Pembudidaya Ikan Bandeng

Keywords:
Adaptive technology literacy; IMTA; Milkfish farmers; Sustainable aquaculture

Penulis Koresponden:
Email: heriansah.itbm.bd@gmai.com

Abstrak: Dominasi sistem monokultur pada budidaya ikan bandeng di Sulawesi Selatan memicu kerentanan ekologis lingkungan budidaya dan rendahnya efisiensi pemanfaatan sumber daya. Untuk mengatasi hal tersebut, penguatan literasi melalui diseminasi sains terapan berbasis Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) menjadi krusial. Kegiatan ini bertujuan meningkatkan kapasitas dan literasi teknologi adaptif pembudidaya ikan bandeng menuju akuakultur terintegrasi dan berkelanjutan. Pelaksanaan kegiatan di Kota Makassar melibatkan 20 perwakilan Kelompok Pembudidaya Ikan (POKDAKAN) dari enam kabupaten sentra produksi ikan bandeng di Sulawesi Selatan. Diseminasi menggunakan pendekatan andragogi partisipatif yang mengombinasikan metode learning by doing, diskusi interaktif, simulasi, dan problem-based learning. Hasil evaluasi kognitif menunjukkan peningkatan skor yang signifikan pada seluruh indikator teknis dan finansial pasca-diseminasi. Selain itu, evaluasi persepsi peserta mencatatkan respons yang sangat positif terhadap pelaksanaan kegiatan, meliputi kejelasan materi, efektivitas metode, nilai guna praktis, serta komitmen replikasi teknologi di tingkat lokal. Kesimpulan dari kegiatan ini menunjukkan bahwa integrasi pendekatan pembelajaran orang dewasa efektif mentransformasikannya menjadi pembudidaya pelopor, sekaligus menjadi pilar strategis dalam mengawal transisi menuju sistem akuakultur terintegrasi dan berkelanjutan di Sulawesi Selatan.

© 2025 The Authors. Published by JPBD
This is an open access article under the CC BY-NC-SA license
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0

Pendahuluan

Ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsskal, 1775) secara historis merupakan komoditas akuakultur yang bernilai ekonomi penting di Indonesia (Asfar et al., 2025). Kegiatan usaha budidayanya berkontribusi signifikan terhadap penyediaan bahan pangan hewani, peningkatan pendapatan pembudidaya, serta penciptaan lapangan kerja melalui sistem produksi yang bervariasi, mulai dari skala tradisional hingga intensif (Jumali et al., 2026). Selain itu, julukan *ikan sejuta umat* melekat kuat pada spesies ini karena tingginya preferensi konsumen, kandungan gizi tinggi, dan harga yang

terjangkau (Cahyono et al., 2026). Pada konteks nasional, Provinsi Sulawesi Selatan menempati posisi tertinggi sebagai produsen utama ikan bandeng, dengan capaian produksi tahun 2025 sebesar 266.209 ton atau berkontribusi 31,6% terhadap total produksi nasional yang mencapai 842.435 ton (KKP, 2026).

Meskipun memiliki kontribusi positif terhadap sosial-ekonomi masyarakat, produksi ikan bandeng termasuk di Sulawesi Selatan didominasi dengan sistem monokultur. Sistem akuakultur satu spesies ini tidak hanya dapat mengakumulasi limbah nutrisi, tetapi juga memiliki ketahanan ekonomi dan adaptasi ekologis yang rendah dalam menghadapi dinamika lingkungan maupun sosial-ekonomi (Amoussou et al., 2022). Pengembangan pada perspektif akuakultur berkelanjutan harus menarik pelajaran dari agronomi terestrial, di mana sistem monokultur semakin tidak dipercaya, terutama karena kinerjanya menurun dari waktu ke waktu (Thomas et al., 2021). Selain itu, perubahan iklim menimbulkan ancaman serius bagi masyarakat pesisir, terutama pada aspek produktivitas akuakultur (Adzigbli et al., 2026). Oleh karena itu, diperlukan pergeseran paradigma menuju model pengelolaan yang lebih adaptif, efisien, dan selaras dengan prinsip-prinsip keberlanjutan (Heriansah et al., 2026).

Salah satu pendekatan strategis pada konteks akuakultur terintegrasi dan berkelanjutan adalah penerapan sistem *Integrated Multi-Trophic Aquaculture* (IMTA) atau sistem akuakultur multi-trofik terintegrasi (Heriansah et al., 2022, 2024, 2023, 2025). Sistem IMTA menerapkan "prinsip sirkular", dimana organisme dengan tingkat trofik yang berbeda diintegrasikan dalam satu unit budidaya yang saling mendukung (Azhar & Memis, 2023; Checa et al., 2024). Spesies yang diberi pakan, seperti ikan atau udang, diintegrasikan dengan spesies dari tingkat trofik yang lebih rendah, yang mencakup spesies ekstraktif organik (seperti kerang-kerangan) dan spesies ekstraktif anorganik (seperti makroalga) (Chopin et al., 2012). Melalui mekanisme daur ulang nutrisi, limbah pakan dan metabolit dapat dimanfaatkan oleh spesies ekstraktif, sehingga meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya sekaligus menekan tingkat pencemaran lingkungan (Nederlof et al., 2021). Selain memberikan manfaat ekologis, sistem IMTA juga memberikan diversifikasi produk yang mampu meningkatkan ketahanan ekonomi pembudidaya melalui pemanenan multi-komoditas (Knowler et al., 2020). Oleh karena itu, pengadopsian teknologi adaptif berbasis IMTA menjadi salah satu solusi konkret dalam mewujudkan ekosistem akuakultur pesisir yang tangguh dan berkelanjutan, termasuk akuakultur ikan bandeng di Sulawesi Selatan.

Terlepas dari potensi teknologi IMTA yang menawarkan solusi holistik bagi keberlanjutan akuakultur, keberhasilan adopsi dan penerapannya di lapangan sangat ditentukan oleh tingkat literasi teknologi para pembudidaya (Susilo et al., 2019). Kondisi empiris di lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar pembudidaya ikan bandeng di Sulawesi Selatan terjebak pada kebiasaan penerapan monokultur konvensional pada budidaya ikan bandeng. Kondisi ini diakibatkan oleh rendahnya kompetensi (pengetahuan, keterampilan, dan pola pikir) pembudidaya dalam menerapkan teknologi akuakultur terintegrasi, khususnya sistem IMTA. Kesenjangan kompetensi ini menjadi hambatan utama yang menyebabkan lambatnya proses alih teknologi di tingkat pembudidaya. Oleh karena itu, kegiatan diseminasi teknologi adaptif dirancang sebagai intervensi strategis yang mendesak untuk menjembatani kesenjangan tersebut, yakni dengan memperkuat literasi teknologi IMTA secara komprehensif agar transformasi menuju sistem akuakultur terintegrasi yang berkelanjutan dapat diimplementasikan secara efektif, mandiri, dan berdaya guna oleh para pembudidaya.

Metode

Tim pelaksana memusatkan seluruh rangkaian kegiatan diseminasi teknologi ini di Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan pada bulan Juli 2026. Kegiatan ini melibatkan secara aktif 20 pembudidaya sasaran yang merupakan perwakilan dari berbagai Kelompok Pembudidaya Ikan (POKDAKAN) di wilayah pesisir Sulawesi Selatan, meliputi Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan (Pangkep), Bone, Bulukumba, Sinjai, Luwu Timur, dan Takalar. Pemilihan peserta dari berbagai wilayah perwakilan sentra budidaya ini bertujuan untuk

meluaskan jangkauan alih teknologi serta membentuk pembudidaya pelopor yang siap menginduksi dan mendiseminasikan prinsip-prinsip sistem akuakultur terintegrasi di kawasan tambak masing-masing.

Guna mendukung komitmen transformasi literasi, tim mengarahkan metodologi pendekatan pada prinsip pembelajaran orang dewasa (andragogi). Pendekatan ini pada prinsipnya mempertimbangkan karakteristik unik orang dewasa dalam menyerap informasi teknis serta mengembangkan keterampilan baru secara efektif (Husamah et al., 2025). Pada pelaksanaannya, tim menerapkan kombinasi metode penyampaian materi secara interaktif, diskusi kelompok terarah, bedah studi kasus lapangan, hingga praktik simulasi mandiri. Tim pelaksana menyusun seluruh alur materi secara sistematis guna mengoptimalkan pemahaman komprehensif peserta dalam alokasi waktu yang efisien. Melalui skema andragogi ini, kegiatan diseminasi mentransformasi peran petambak dari sekadar penerima informasi pasif menjadi pelaku adopsi teknologi yang mandiri dan adaptif (Mukti et al., 2025).

Penerapan metode andragogi yang berpusat pada peserta menjadikan kegiatan ini tidak sekadar berfungsi sebagai media alih pengetahuan, melainkan sebagai ruang penguatan kapasitas petambak secara mandiri. Tim merancang pola pendekatan ini agar setelah program berakhir, para peserta mampu berperan sebagai fasilitator lokal yang kompeten (Idrus et al., 2026). Dengan demikian, mereka dapat membimbing, menyebarluaskan, dan mereplikasi penerapan akuakultur terintegrasi dan berkelanjutan melalui sistem IMTA kepada anggota kelompok serta komunitas petambak yang lebih luas di daerah asal masing-masing. Guna mencapai target penguatan kapasitas tersebut, tim pelaksana membagi struktur kegiatan diseminasi ke dalam tiga tahapan utama, yang meliputi diseminasi teoretis, simulasi/praktik mandiri, dan evaluasi hasil kegiatan dengan rincian sebagai berikut:

Sesi diseminasi teoretis

Tim pelaksana mengawali tahapan pertama ini melalui sesi diseminasi teoretis yang menyampaikan materi konsep dan implementasi sistem IMTA sebagai model akuakultur terintegrasi dan berkelanjutan. Selain itu, tim menyajikan materi simulasi produksi serta analisis kelayakan ekonomi dari hasil budidaya IMTA. Tim merancang sesi ini secara interaktif guna menjembatani teori ilmiah dengan pemahaman praktis petambak di lapangan. Guna memperkuat pemahaman peserta, tim memanfaatkan alat bantu visual berupa salindia presentasi yang komunikatif Suasana interaktif juga diciptakan dalam sesi ini melalui ruang diskusi dua arah yang berorientasi pada pemecahan masalah nyata. Pembelajaran tidak berjalan searah, melainkan memicu partisipasi aktif peserta melalui sesi bedah kasus mandiri. Pada sesi tersebut, para petambak memaparkan kendala teknis yang dihadapi sehari-hari di tambak, lalu tim bersama peserta merumuskan solusinya berbasis prinsip dan sistem budidaya IMTA.

Sesi diseminasi simulasi/praktik

Pada tahapan kedua ini, tim pelaksana melaksanakan sesi diseminasi simulasi dan praktik mandiri melalui metode *learning by doing* yang membagi peserta ke dalam beberapa kelompok kerja kecil. Pola kerja kolaboratif ini dirancang untuk memastikan setiap petambak terlibat langsung dan mandiri dalam proses pembuatan pakan. Melalui kelompok kerja tersebut, tim mengarahkan para peserta untuk mensimulasikan penentuan jenis-jenis organisme yang kompatibel untuk diintegrasikan dengan ikan bandeng dalam sistem IMTA. Bersamaan dengan simulasi tersebut, tim menjelaskan secara mendalam hubungan interaksi trofik antar-organisme, termasuk peran rumput laut sebagai penyerap nutrisi terlarut serta biota bentik sebagai pemanfaat padatan organik. Selain aspek ekologis, tim memandu para petambak mempraktikkan analisis kelayakan ekonomi secara langsung, yang mencakup kalkulasi struktur biaya operasional, estimasi penerimaan panen komoditas pendamping, hingga perhitungan keuntungan bersih.

Sesi evaluasi

Pada tahapan akhir ini, tim pelaksana mengukur tingkat keberhasilan pelaksanaan diseminasi secara objektif dan terukur. Tim menerapkan instrumen evaluasi kuantitatif berupa pemberian *pre-test* sebelum penyampaian materi dan *post-test* pada akhir seluruh rangkaian kegiatan. Instrumen evaluasi disusun dalam bentuk 10 butir soal terstruktur

yang dirancang khusus untuk mengukur tingkat penguasaan materi peserta, dengan sistem penilaian dikalkulasikan berdasarkan persentase jawaban benar dari total bobot soal per indikator, sehingga perbandingan akumulatif antara skor pre-test dan post-test dapat merefleksikan peningkatan literasi peserta secara akurat. Materi tes mengukur aspek kognitif, psikomotorik, dan afektif peserta berdasarkan tingkatan Taksonomi Bloom, khususnya pada ranah pemahaman konsep, analisis sistem, serta pengaplikasian teknis IMTA. Di samping pengujian tingkat pengetahuan, tim menilai efektivitas kegiatan menggunakan kuesioner indikator kepuasan dan dampak, yang mencakup kejelasan penyampaian materi, efektivitas metode pembelajaran, tingkat kebermanfaatan kegiatan, serta komitmen peserta dalam mereplikasi teknologi di lapangan. Tim selanjutnya menabulasikan seluruh data yang diperoleh, menghitung persentase capaian per indikator soal, dan menganalisisnya secara deskriptif kuantitatif guna menggambarkan peningkatan literasi teknologi peserta secara komprehensif.

Hasil Dan Pembahasan

Deskripsi pelaksanaan kegiatan

Tim pelaksana merealisasikan rangkaian kegiatan diseminasi teknologi IMTA dengan menghadirkan 100% target peserta, yaitu 20 pembudidaya kunci yang mewakili Kelompok Pembudidaya Ikan (POKDAKAN) dari enam kabupaten pesisir Sulawesi Selatan (Kabupaten Pangkep, Bone, Bulukumba, Sinjai, Luwu Timur, dan Takalar). Pemilihan lokasi terpusat di Kota Makassar terbukti secara empiris meningkatkan tingkat kehadiran dan fokus peserta hingga akhir sesi, karena dapat mengisolasi para petambak dari gangguan rutinitas harian di lokasi budidaya masing-masing.

Pada aspek lain, tim pelaksana mengelola tahapan diseminasi teoretis sesuai dengan jadwal dan alokasi waktu yang telah direncanakan secara presisi. Tim mengoptimalkan penggunaan alat bantu visual berupa salindia presentasi interaktif dan modul cetak ringkas yang disesuaikan dengan tingkat keterbacaan petambak. Kehadiran media visual yang komunikatif ini memfasilitasi kelancaran transfer materi (Surianto et al., 2026), di mana para peserta menyimak pemaparan materi konsep dasar IMTA dan analisis ekonomi secara intensif. Tim pelaksana juga mengarahkan dinamika kelas agar tetap kondusif, sehingga proses penyampaian konsep ilmiah yang kompleks dapat berlangsung secara komunikatif, namun tetap fokus pada substansi materi.

Pada sesi simulasi dan praktik mandiri, tim pelaksana memfasilitasi pembentukan kelompok kerja kecil yang heterogen dengan membaurkan peserta dari kabupaten yang berbeda. Fasilitasi ini bertujuan untuk mengoptimalkan pendampingan intensif dari tim bagi setiap kelompok saat mensimulasikan penentuan kombinasi spesies dan analisis ekonomi. Tim menyediakan seluruh lembar kerja simulasi serta alat bantu kalkulasi sederhana yang mempermudah peserta dalam mengikuti setiap tahapan latihan. Penyediaan sarana praktik yang memadai ini mendorong kelancaran eksekusi simulasi (Putri et al., 2025), di mana seluruh kelompok kerja berhasil menyelesaikan seluruh skenario tugas praktik sesuai batas waktu yang ditetapkan tanpa kendala teknis yang berarti.

Peserta sangat antusias dalam mengikuti materi, di mana ruang kelas bertransformasi menjadi forum diskusi yang sangat interaktif dan informatif. Tim pelaksana juga menemukan adanya transfer pengalaman antar-daerah yang memperkaya diskusi selama kegiatan berlangsung. Petambak dari kawasan pantai timur (seperti Bone dan Sinjai) memberikan masukan faktual terkait tantangan fluktuasi salinitas saat musim hujan, sementara petambak dari pantai barat (seperti Pangkep dan Takalar) membagikan pengalaman praktis mengenai pengelolaan ketersediaan bibit makroalga. Sinergi pengetahuan lokal antar-petambak ini memperkuat analisis kelayakan penerapan IMTA, sehingga rekomendasi teknis yang dihasilkan tidak hanya bersifat teoretis, melainkan adaptif terhadap variasi tipologi tambak di Sulawesi Selatan.

Keberhasilan keterlaksanaan seluruh rangkaian alur diseminasi ini mengindikasikan bahwa kombinasi materi komprehensif dan pendekatan andragogi partisipatif efektif mentransformasi persepsi pembudidaya (Idrus et al., 2026). Tim tidak menemukan hambatan

komunikasi yang berarti selama alih teknologi berlangsung, yang ditunjukkan oleh tingginya antusiasme peserta dalam mengajukan pertanyaan korektif dan melakukan konfirmasi teknis. Hasil ini membuktikan bahwa para peserta tidak hanya menyerap literasi baru secara pasif, tetapi telah siap bertindak sebagai pelopor yang memiliki kapasitas teknis untuk mereplikasi sistem IMTA tradisional plus di kawasan tambak masing-masing.

Gambar 1:
Dokumentasi foto kegiatan desiminasi



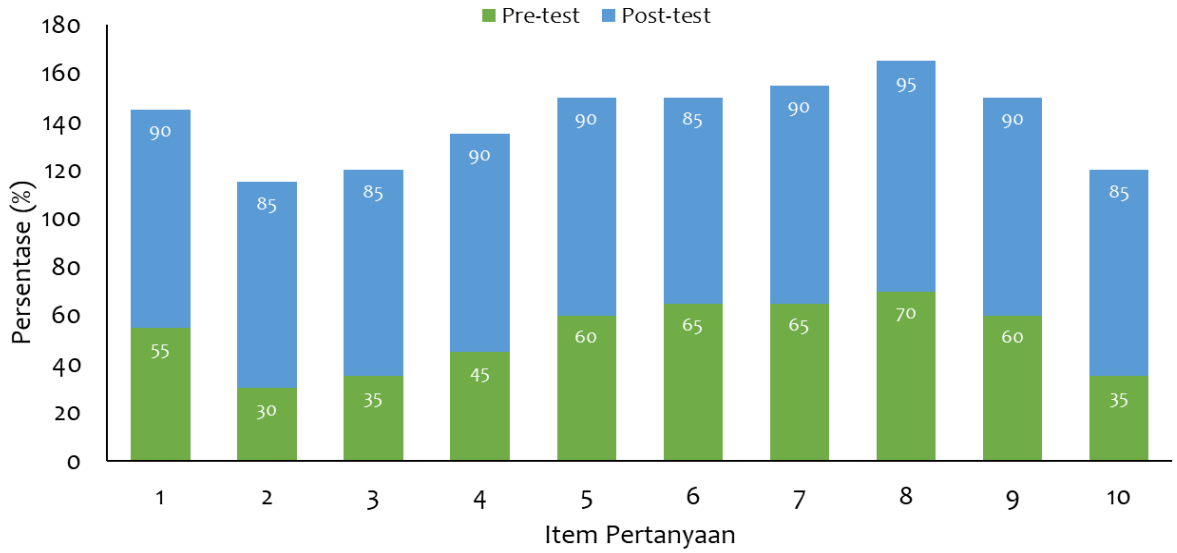
Pendekatan metode andragogi yang mengombinasikan pemanfaatan media visual interaktif dan ruang diskusi dua arah terbukti mempercepat peningkatan literasi teknologi adaptif bagi pembudidaya ikan bandeng di Sulawesi Selatan. Desain pembelajaran ini memastikan bahwa materi yang disampaikan memiliki relevansi langsung dengan realitas operasional tambak yang dikelola petambak sehari-hari (Husamah et al., 2025). Kesesuaian konteks ini sejalan dengan temuan empiris sebelumnya, di mana kombinasi metode visual dan dialog partisipatif efektif mereduksi kompleksitas teknis sistem akuakultur terintegrasi menjadi informasi praktis yang mudah dipahami, diserap, dan diterapkan secara mandiri (Rusydi & Mahdaliana, 2025). Penguatan literasi adaptif melalui strategi komunikasi yang tepat ini menjadi katalisator penting dalam mengakselerasi transformasi pembudidaya lokal menuju praktik akuakultur yang produktif dan berkelanjutan.

Evaluasi Kognitif

Kapasitas literasi (kognitif) peserta dievaluasi melalui perbandingan hasil *pre-test* dan *post-test*. Tingkat penyerapan materi serta efektivitas pendekatan andragogi partisipatif berbasis *learning by doing* dinilai secara objektif berdasarkan sepuluh indikator utama, meliputi: (1) konsep sistem IMTA, (2) fungsi ekologis organisme ekstraktif, (3) aliran nutrien, (4)

pemilihan spesies, (5) kepadatan tebar, (6) mitigasi risiko, (7) biaya produksi, (8) kalkulasi pendapatan, (9) evaluasi kelayakan usaha, dan (10) proyeksi pengembalian modal. Rekapitulasi skor *pre-test* dan *post-test* dari seluruh peserta disajikan pada Gambar 2.

Gambar 2:
Rekapitulasi Nilai *Pre-Test* dan *Post-Test* Berdasarkan Item Pertanyaan



Mengacu pada visualisasi data pada Gambar 2, tampak adanya penguatan kapasitas literasi peserta pada seluruh item pertanyaan setelah rangkaian diseminasi selesai dilaksanakan. Peningkatan skor peserta dari 55% menjadi 90% (item 1) membuktikan bahwa penerapan metode andragogi berbasis diskusi interaktif berhasil menjembatani pemahaman teoretis pembudidaya (Eli et al., 2026). Melalui ruang dialog dua arah, peserta didorong untuk membedakan secara kritis antara sistem monokultur konvensional dan transisi menuju budidaya multi-trofik. Pendekatan ini efektif merangsang keaktifan petambak dalam menyerap konsep dasar ekosistem akuakultur terintegrasi.

Lonjakan pemahaman dari 30% menjadi 85% (item 2) dicapai berkat pemanfaatan media visual komunikatif yang secara langsung mengubah persepsi yang kurang tepat di kalangan pembudidaya terkait fungsi ekologis organisme ekstraktif. Melalui penjelasan visual (Landu et al., 2025), peserta dapat memahami dengan mudah bahwa kehadiran biota tambahan seperti rumput laut atau kerang bukan sebagai kompetitor ruang. Pendekatan ini berhasil mengubah sudut pandang petambak untuk mengenali fungsi vital organisme ekstraktif sebagai penyerap limbah biologis.

Kenaikan skor dari 35% menjadi 85% (item 3) merefleksikan keberhasilan pendekatan *learning by doing* yang diterapkan tim pelaksana selama sesi diseminasi. Peserta diajak mempraktikkan simulasi visual mengenai siklus perpindahan zat hara dari sisa pakan ikan bandeng ke dalam jaringan makroalga. Pengalaman langsung ini membuat konsep ekologis yang kompleks menjadi informasi praktis yang sangat mudah dicerna oleh para petambak. Sementara itu, peningkatan dari 45% menjadi 90% (item 4) menunjukkan bahwa metode pemecahan masalah (*problem-based learning*) dalam kelompok kerja kecil sangat andal dalam melatih kemampuan analisis peserta (Husamah et al., 2025). Melalui diskusi kasus nyata, petambak dibimbing untuk mengidentifikasi karakteristik perairan daerah asal mereka. Proses kolaboratif ini melatih pembudidaya secara mandiri dalam memilih jenis komoditas pendamping yang paling kompatibel dengan ikan bandeng.

Konfirmasi peningkatan dari 60% menjadi 90% (item 5) didorong oleh latihan simulasi terstruktur yang memandu peserta menghitung perbandingan biomassa secara

presisi. Melalui lembar kerja interaktif, pembudidaya dilatih menghitung daya dukung lingkungan tambak secara rasional, khususnya keseimbangan padat tebar guna mencegah kelebihan beban organik (*overloading*) di perairan. Untuk item 6, peningkatan skor dari 65% menjadi 85% dicapai lewat metode bedah kasus yang memfasilitasi pertukaran pengalaman antar-petambak lintas wilayah. Sesi diskusi ini mengeksplorasi strategi nyata dalam menghadapi fluktuasi lingkungan dan serangan penyakit di tambak. Pendekatan partisipatif tersebut sukses membekali pembudidaya dengan kesadaran taktis untuk mereduksi risiko kerugian melalui diversifikasi produk panen.

Kenaikan skor dari 65% menjadi 90% (item 7) merupakan hasil langsung dari penggunaan instrumen lembar kerja simulasi finansial di dalam kelas. Peserta diajak secara aktif merinci dan mengklasifikasikan komponen pengeluaran modal tetap maupun variabel. Latihan terstruktur ini membiasakan petambak untuk menghitung struktur biaya secara cermat sebelum memulai siklus operasional tambak. Lonjakan dari skor awal 70% menjadi 90% (item 8) menegaskan bahwa latihan hitung langsung berbasis praktik mandiri berhasil mengoptimalkan ketepatan kalkulasi finansial. Pendekatan andragogi yang relevan dengan kebutuhan usaha membuat petambak lebih antusias dalam mempraktikkan proyeksi penerimaan hasil panen ganda (Idrus et al., 2026). Hal ini meningkatkan kepercayaan diri para pembudidaya dalam memperhitungkan estimasi keuntungan kotor secara akurat.

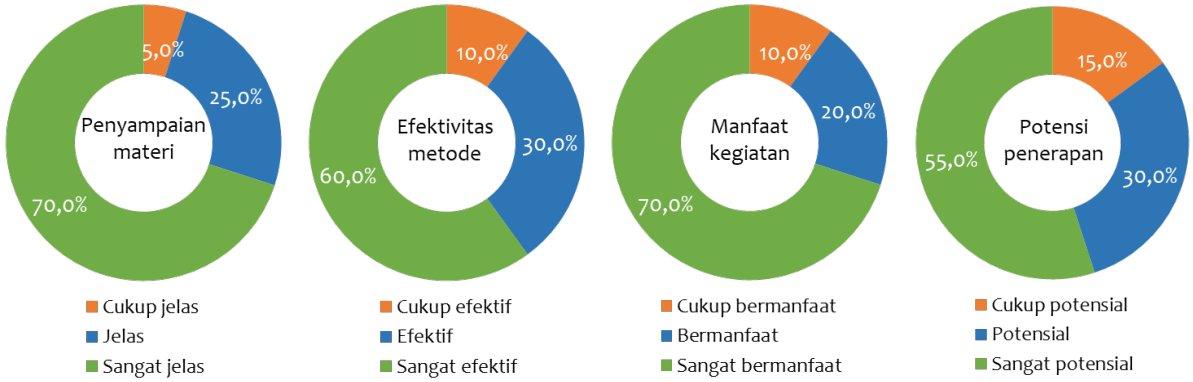
Peningkatan dari 60% menjadi 90% (item 9) membuktikan bahwa pendekatan andragogi yang aplikatif mampu mentransformasikan rumus ekonomi yang rumit menjadi instrumen praktis (Putri et al., 2025). Melalui simulasi perhitungan *R/C Ratio*, peserta dibimbing secara bertahap hingga memahami parameter batas kelayakan finansial suatu usaha. Pelatihan ini berhasil mengubah cara pandang petambak untuk menilai profitabilitas teknologi baru secara objektif dan rasional. Kenaikan skor dari 35% menjadi 85% (item 10) menunjukkan bahwa panduan simulasi bisnis jangka panjang sukses membekali pembudidaya dengan cara pandang strategis. Melalui metode diskusi terarah, peserta diajarkan cara mengukur efisiensi investasi dan durasi pemulihan modal melalui analisis *Payback Period*. Capaian ini melengkapi kompetensi petambak sehingga tidak hanya menguasai aspek teknis, tetapi juga siap mengelola aspek bisnis akuakultur.

Secara keseluruhan, rekapitulasi data pada Gambar 2 menunjukkan adanya kenaikan rata-rata skor penguasaan materi peserta sebesar 29,5% dari total seluruh indikator, dengan rentang nilai *pre-test* secara akumulatif berada pada kisaran 30%–70% yang meningkat menjadi 85%–90% pada tahap *post-test*. Capaian nilai ini menunjukkan tren peningkatan yang konsisten dan merata pada seluruh aspek teknis maupun finansial. Penguatan kapasitas literasi yang tercatat secara deskriptif ini membuktikan bahwa integrasi pendekatan andragogi dan metode *learning by doing* mampu mendorong peningkatan pemahaman peserta. Desain pembelajaran yang menempatkan peserta sebagai subjek aktif melalui ruang dialog dua arah, simulasi interaktif, dan pemecahan masalah berbasis kasus nyata, berhasil mentransformasikan pengetahuan teoretis yang kompleks menjadi keterampilan praktis yang aplikatif (Husamah et al., 2025). Dengan demikian, model diseminasi partisipatif ini terbukti efektif dalam membangun kesiapan literasi, sekaligus menjadi pilar esensial dalam mengawal transisi menuju praktik akuakultur terintegrasi yang mandiri dan berkelanjutan.

Evaluasi Pelaksanaan Program

Keberhasilan dari diseminasi sains terapan tidak hanya ditinjau dari ranah kognitif, tetapi juga dievaluasi secara menyeluruh berdasarkan penilaian persepsi objektif peserta. Program ini menitikberatkan evaluasi pada empat parameter fungsional, yaitu kejelasan penyampaian materi, efektivitas pendekatan pembelajaran orang dewasa yang partisipatif, nilai guna praktis kegiatan bagi operasional tambak, serta kekuatan komitmen petambak dalam mereplikasi teknologi mandiri secara berkelanjutan. Pengukuran ini memegang peranan krusial dalam melihat efektivitas program dalam menstimulasi motivasi serta kesiapan literasi pembudidaya. Rekapitulasi persentase respons dan tingkat kepuasan peserta terhadap keempat indikator tersebut ditampilkan pada Gambar 3.

Gambar 3:
Persepsi Peserta terhadap Pelaksanaan Program



Penilaian persepsi peserta terhadap pelaksanaan diseminasi diukur secara kuantitatif melalui empat parameter fungsional utama sebagaimana disajikan pada Gambar 3. Hasil evaluasi secara umum menunjukkan bahwa mayoritas peserta memberikan respons yang sangat positif terhadap seluruh indikator pelaksanaan program, yang mencerminkan keberhasilan strategi komunikasi dan efektivitas metodologi pembelajaran yang diterapkan.

Dominasi tanggapan positif pada indikator kejelasan materi membuktikan bahwa penggunaan media visual komunikatif dan pendekatan komunikasi dua arah yang diterapkan narasumber berhasil menyederhanakan materi teknis akuakultur terintegrasi yang kompleks menjadi informasi yang sangat mudah dicerna oleh pembudidaya. Melalui metode penjelasan yang kontekstual dan interaktif, hambatan komunikasi antara akademisi dan petambak dapat dieliminasi secara efektif, sehingga proses transfer pengetahuan teoretis tersampaikan dengan sangat jelas (Kartikaningsih et al., 2025).

Tingginya apresiasi peserta terhadap aspek metode pembelajaran partisipatif mengindikasikan bahwa penerapan pendekatan andragogi berbasis partisipasi aktif, seperti diskusi kelompok terarah dan simulasi *learning by doing*, sangat baik dalam menciptakan atmosfer belajar orang dewasa yang kondusif (Eli et al., 2026). Keterlibatan mental dan fisik secara langsung dalam setiap sesi pelatihan menumbuhkan rasa kepemilikan materi serta menghasilkan daya serap informasi yang jauh lebih kuat dibandingkan metode ceramah searah konvensional.

Penilaian yang sangat baik pada aspek kemanfaatan praktis mencerminkan keberhasilan metode pemecahan masalah (*problem-based learning*) yang mendasarkan materi pelatihan pada persoalan nyata di lapangan (Husamah et al., 2025). Melalui lembar kerja simulasi dan studi kasus operasional tambak, pembudidaya merasakan secara langsung bahwa inovasi sistem IMTA dan analisis usaha memberikan solusi aplikatif yang relevan untuk meningkatkan efisiensi operasional serta profitabilitas budidaya(Susilo et al., 2019).

Akumulasi tanggapan positif secara keseluruhan menegaskan bahwa kegiatan diseminasi ini sukses merealisasikan sasaran utamanya dalam mewujudkan peningkatan literasi teknologi adaptif bagi pembudidaya ikan bandeng di Sulawesi Selatan. Keterlibatan aktif para pengurus dan anggota POKDAKAN lintas wilayah berhasil membangun fondasi sosial yang kokoh bagi pembudidaya untuk bertindak sebagai fasilitator lokal dalam mengawal replikasi mandiri atas tata kelola pakan presisi. Efek multiplikasi *(multiplier effect)* dari pembentukan kesiapan teknis dan motivasi internal ini menjadi pilar strategis dalam mendasari peningkatan produktivitas tambak demi terwujudnya sistem akuakultur terintegrasi dan berkelanjutan di kawasan pesisir Sulawesi Selatan.

Kesimpulan dan Rekomendasi

Kegiatan diseminasi sains terapan ini mencapai sasaran utamanya dalam mewujudkan

peningkatan literasi teknologi adaptif bagi pembudidaya ikan bandeng di Sulawesi Selatan menuju akuakultur terintegrasi dan berkelanjutan. Keberhasilan program ini ditunjukkan oleh transformasi pemahaman kognitif peserta yang signifikan pada seluruh indikator teknis maupun finansial, serta didukung oleh tingkat penerimaan persepsi dan komitmen adopsi yang sangat tinggi dari para anggota POKDAKAN. Dengan demikian, integrasi antara penguatan kapasitas literasi dan persepsi positif ini menciptakan efek multiplikasi (*multiplier effect*) yang menjadi pilar strategis dalam mengawal transisi tata kelola budidaya monokultur menuju sistem akuakultur terintegrasi yang efisien, mandiri, dan ramah lingkungan di Sulawesi Selatan.

Untuk menjaga keberlanjutan dampak diseminasi dan mengeskalasi adopsi teknologi di tingkat pembudidaya, direkomendasikan beberapa langkah strategis sebagai berikut:

1. Perlunya skema pendampingan teknis secara berkala pada skala pilot percontohan (*demfarm*) untuk mengawal pembudidaya saat mengimplementasikan tata kelola pakan mandiri dan penataan biota ekstraktif pada siklus budidaya riil di lapangan.
2. Mendorong transformasi pengurus dan anggota POKDAKAN peserta diseminasi untuk secara formal difungsikan sebagai fasilitator swadaya, sehingga proses alih teknologi ke pembudidaya sekitarnya dapat berlangsung secara mandiri dan meluas.
3. Mendorong pemerintah daerah setempat dan instansi terkait untuk mereplikasi model pelatihan berbasis andragogi dan *learning by doing* ini ke dalam program pembinaan masyarakat pesisir, serta memfasilitasi akses permodalan bagi kelompok pembudidaya yang mengadopsi sistem budidaya berkelanjutan berbasis IMTA.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Yayasan Mattirotasi Mitra Lestari atas kolaborasi strategis dalam menyukseskan kegiatan diseminasi sains terapan ini. Ucapan terima kasih dan apresiasi yang tinggi turut disampaikan kepada Kantor Perwakilan Bank Indonesia Provinsi Sulawesi Selatan atas dukungan program dan fasilitasi pendanaan melalui Program Rewako Petani Pintar 2026 bagi penguatan kapasitas ekonomi petambak di Sulawesi Selatan.

Daftar Pustaka

Adzigbli, W. K., Bloomer, J., & Morrissey, J. (2026). Climate change and coastal communities : Designing an integrated framework for vulnerability , adaptation and resilience. *Sustainable Futures*, *12*(January), 102067. https://doi.org/10.1016/j.sftr.2026.102067

Amoussou, N., Thomas, M., Pasquet, A., & Lecocq, T. (2022). Finding the best match: A ranking procedure of fish species combinations for polyculture development. *Life*, *12*(9). https://doi.org/10.3390/life12091315

Asfar, M., Maksum, F., Laga, A., Bakar, A., Mahendradatta, M., Wiryadinata, A., Paena, M., & Lestari, D. (2025). Nutritional characterization and functional properties of milkfish (Chanos chanos) protein concentrate and whole fish powder as protein and calcium ingredient products. *Food Chemistry Advances*, *9*(September), 101114. https://doi.org/10.1016/j.focha.2025.101114

Azhar, M. H., & Memis, D. (2023). Application of the IMTA (Integrated Multi-Trophic Aquaculture) system in freshwater, brackish and marine aquaculture. *Aquatic Sciences and Engineering*, *38*(2), 106–121.

Cahyono, I., Heriansah, H., Akmal, M. I., Firliana, N. A., & Awaluddin, A. (2026). The Growth and economic performance of milkfish in the IMTA-paddy System. *Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, *8*(1), 8–14. https://doi.org/10.51179/jipsbp.v8i1.3282

Checa, D., Macey, B. M., Bolton, J. J., Brink-hull, M., Donohoe, P. O., Cardozo, A., Poersch, L. H., & Inmaculada, S. (2024). Circularity assessment in aquaculture: The case of Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) systems. *Fishes*, *9*(165), 1–121.

Chopin, T., Cooper, J. A., Reid, G., Cross, S., & Moore, C. (2012). Open-water integrated

multi-trophic aquaculture: Environmental biomitigation and economic diversification of fed aquaculture by extractive aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, *4*(4), 209–220. https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2012.01074.x

Eli, Ridwan, I., Salama, S., & Nursaidah. (2026). Strategi pembelajaran andragogi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran di Pusat Kegiatan Belajar Masyarakat Panrita. *Journal of Humanities, Social Sciences, And Education*, *1*(11), 78–89.

Heriansah, Cahyono, I., Nursidi, Awaluddin, & Fathuddin. (2026). Assessment of Integrated Agriculture – Aquaculture scenarios for aquatic animal cultivation and floating rice in coastal zones to optimize productivity and nutrient recovery. *Omni-Akuatika*, *22*(1), 1–13.

Heriansah, Fathuddin, Kabangnga, A., Nursidi, & Izzul Alfarifdy, M. (2024). Enhanced Growth Potential of Tilapia (Oreochromis niloticus) Through Maggot-Based Feeding in Multi-Trophic Systems. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, *13*(3), 375–387. https://doi.org/10.20473/jafh.v13i3.51287

Heriansah, H., Cahyono, I., & Hamsiah, H. (2023). The combination of aquatic species in integrated multi-trophic aquaculture with paddy in brackish Water: An investigation of feed utilization performance. *Journal of Fisheries Sciences*, *25*(2), 143.149. https://doi.org/10.22146/jfs.83347

Heriansah, H., Syamsuddin, R., Najamuddin, N., Syafiuddin, S., & Hidayani, M. T. (2025). Studying how to minimize nutrient waste while maximizing macroalgae biomass; A vertical method study on an integrated aquaculture recirculating system. *Aquaculture Studies*, *25*(3), 128–138.

Heriansah, Syamsuddin, R., Najamuddin, & Syafiuddin. (2022). Growth of Kappaphcus alvarezii in vertical method of multi-trophic system based on feeding rate. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, *26*(5), 1197–1210. https://doi.org/10.21608/ejabf.2022.267643

Husamah, Ardiyani, D. K., Wijayati, P. H., Mashuri, & Ekowati, D. W. (2025). *Metode Pendidikan Orang Dewasa : Pendekatan Andragogi dan Transformasi*. PT. Akselerasi Karya Mandiri.

Idrus, M. I., Heriansah, Basir, B., Smith, M. R., & Febrianti, S. (2026). Akselarasi Kemandirian Petambak Tradisional melalui Diseminasi Tata Kelola Pakan Buatan untuk Akuakultur Berkelanjutan. *INNOVA-S: Journal of Innovation and Sustainable Services*, *2*(1), 65–75.

Jumali, M. A., Lestari, E. R., Mustaniroh, S. A., & Riza, F. Al. (2026). *System Dynamics-Based Optimization of Milkfish Pond Productivity for Sustainable Aquaculture Performance in Coastal Sidoarjo*. *30*(5), 1341–1371.

Kartikaningsih, H., Sudaryanti, S., Koentjoro, M. P., Fathur, M., Hasan, R., Anggraeni, I. L., Ashari, F. M., & Gunawan, F. K. (2025). Sosialisasi pembuatan probiotik alami berbahan rempah untuk meningkatkan produktivitas tambak bandeng tradisional. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, *9*(4), 3674–3685.

Knowler, D., Chopin, T., Martínez-Espiñeira, R., Neori, A., Nobre, A., Noce, A., & Reid, G. (2020). The economics of Integrated Multi-Trophic Aquaculture: where are we now and where do we need to go? *Reviews in Aquaculture*, *12*(3), 1579–1594.

KKP (2026). Data Statistik Produksi Perikanan Budi Daya Pembesaran, Kementerian Kelautan dan Perikanan. https://portaldata.kkp.go.id/datainsight/produksi-ikan-budidaya

Landu, A., Bustang, Tasabaramo, I. A., Yusnaini, Fekri, L., Asmadin, Adimu, H. E., Sukrin, S., & Juhardin. (2025). Pelatihan budidaya sistem integrasi pada konstruksi keramba jaring apung di Desa Tanggetada, Kabupaten Kolaka. *Jurnal Abdi Insani*, *12*(12), 6543–6551.

Mukti, R. C., Jubaedah, D., Amin, M., Marsi, & Yulisman. (2025). Assistance of catfish feed management in fish farmer groups Tanjung Seteko Village, Indralaya, Ogan Ilir. *Unram Journal of Community Service*, *6*(3), 671–674. https://doi.org/10.29303/ujcs.v6i3.1137

Nederlof, M. A. J., Verdegem, M. C. J., Smaal, A. C., & Jansen, H. M. (2021). Nutrient retention efficiencies in integrated multi-trophic aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, *October*, 1–19. https://doi.org/10.1111/raq.12645

Putri, H., Fahrudin, T., & Sukawati, R. (2025). Literasi perhitungan biaya produksi dalam upaya peningkatan usaha ternak di Desa Bojongsoang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*

Bangsa, *3*(5), 2013–2019.

Rusydi, R., & Mahdaliana. (2025). Dampak penyuluhan dan pelatihan budidaya perikanan terhadap peningkatan keterampilan petani tambak: Review. *Eumpang Breuh: Jurnal PEngabdian Masyarakat*, *4*(2022), 25–28.

Surianto, N. M., Ryketeng, M., Azisah, A. N., & Putri, N. (2026). Pelatihan dan pendampingan aparatur Desa Bira dalam penyusunan laporan keuangan yang berbasis akuntabilitas. *Rahmatan Lil'alamin Journal of Community Services*, *6*(1), 61–71.

Susilo, H., Darmansyah, O., & Saleha, Q. (2019). Determinants of small scale farmers decision to adopt polyculture system in Mahakam Delta, Indonesia. *AACL Bioflux*, *12*(6), 2202–2211.

Thomas, M., Pasquet, A., Aubin, J., Nahon, S., & Lecocq, T. (2021). When more is more: taking advantage of species diversity to move towards sustainable aquaculture. *Biological Reviews*, *96*(2), 767–784. https://doi.org/10.1111/brv.12677