

Aksi Kolektif Petambak untuk Meningkatkan Efisiensi Usaha Budi Daya Udang di Tambak Tradisional

Collective Action of Brackishwater Farmers to Enhance the Efficiency of Shrimp Cultivation in Traditional Brackish Water Ponds

*Armen Zulham¹, Sumaryanto², Saptana¹, Dadan Permana¹ dan Ali Rahmat Iman Santoso³

¹Pusat Riset Koperasi, Korporasi, dan Ekonomi Kerakyatan – Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).

Gd Graha Widya Lt 9. Jl. Gatot Subroto, Kav. 10. Jakarta – 12710.

²Pusat Riset Ekonomi Perilaku dan Sirkuler – BRIN.

Gd Graha Widya Lt 9. Jl. Gatot Subroto Kav. 10. Jakarta 12710.

³Biro Perencanaan, Sekretariat Jenderal Kementerian Kelautan dan Perikanan

Jl. Medan Merdeka Timur. No. 16 Jakarta. 10110

ARTICLE INFO

Diterima tanggal : 22 Juli 2025

Perbaikan naskah: 25 Oktober 2025

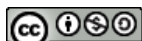
Disetujui terbit : 21 November 2025

Korespondensi penulis:

Email: armenzulham@gmail.com

DOI: [http://dx.doi.org/10.15578/](http://dx.doi.org/10.15578/marina.v1i12.16551)

marina.v1i12.16551



ABSTRAK

Budi daya udang di tambak tradisional telah menggunakan input komersial. Usaha ini belum menerapkan cara budi daya yang baik (*CBIB*), sehingga permasalahan produktivitas dan inefisiensi berpotensi terjadi. Dengan data hasil wawancara dari 182 petambak di Brebes, Lampung Selatan dan Indramayu (Mei - Agustus 2024), penelitian kuantitatif dengan metoda statistik deskriptif dan *Stochastic Frontier Analysis* ini bertujuan: menganalisis karakteristik, produktivitas, kinerja ekonomi, dan faktor inefisiensi budi daya udang menggunakan *Software STATA 15*. Temuan penting adalah: R/C rata-rata (2,7), tertinggi Brebes (3,1), Indramayu (2,5) dan Lampung Selatan (2,2). Monokultur udang menghasilkan pendapatan tertinggi (Rp57,17 juta/ha/siklus), polikultur bandeng (Rp56,56 juta/ha/siklus). Praktek penjarangan sekali, kolam tandon, pembuangan limbah teratur, dan sumber air dari sungai meningkatkan produktivitas. Namun, budi daya udang yang lokasinya jauh dari rumah dan jalan utama, mempunyai banyak petak efisiensinya rendah. Sebaliknya, semakin tinggi tingkat pendidikan, pengalaman petambak, modal yang memadai, luas tambak > 1 hektar, dan kepuasan petambak terhadap kelompok, meningkatkan efisiensi. Mengatur pemanfaatan petak tambak dalam berproduksi mampu mengatasi inefisiensi. Aksi kolektif bertujuan memperbaiki inefisiensi dan mendorong *CBIB*. Aksi ini dilakukan melalui pelatihan, pengadaan input, konsolidasi petak tambak untuk tandon air dan instalasi pembuangan limbah (*IPAL*). Federasi lintas wilayah dan tim teknis diperlukan untuk pencegahan penyakit udang. Korporasi untuk konsolidasi manajemen usaha perlu dibentuk agar tercapai skala ekonomi. Pemerintah diharapkan mendukung aksi kolektif ini agar pelatihan, dan *CBIB* dapat diwujudkan, sehingga budi daya udang menggunakan air yang berkualitas, dan budi daya itu bebas penyakit. Aksi kolektif peningkatan kapasitas petambak dapat mendorong perbaikan infrastruktur, membangun akses terhadap modal sehingga meningkatkan daya saing dan keberlanjutan usaha.

Kata Kunci: budi daya udang; aksi kolektif; inefisiensi; produktivitas; keberlanjutan

ABSTRACT

Shrimp farming in traditional ponds has already utilized commercial inputs. However, this activity has not yet implemented good aquaculture practices (*CBIB*), which is likely to lead to productivity and efficiency issues. Using interview data from 182 shrimp farmers in Brebes, South Lampung, and Indramayu, this quantitative study, employing descriptive statistical methods and *Stochastic Frontier Analysis*, aims to analyze the characteristics, productivity, economic performance, and inefficiency factors of shrimp farming using *Stata 15*. Key findings are: R/C ratio averages 2.7, with the highest in Brebes (3.1), Indramayu (2.5), and South Lampung (2.2). Monoculture shrimp culture is the most income-generating (Rp57.17 million/ha/cycle), followed by milkfish polyculture (Rp56.56 million/ha/cycle). Productivity-enhancing technologies are single thinning, reservoir ponds, periodical waste removal, and river water use. However, shrimp farms located far from the farmer's residence and main roads, and with many plots, tend to be less efficient. On the other hand, higher levels of education, greater farming experience, sufficient capital, pond areas over 1 hectare, and farmer satisfaction with their groups improve efficiency. Managing the use of pond plots for production can overcome inefficiencies. Collective action aims to address inefficiency and promote *CBIB*. This action is implemented through training, procurement of inputs, consolidation of pond plots for water reservoirs, and the establishment of waste-disposal installations (*IPALs*). Cross-regional federations and technical teams are needed to prevent shrimp disease. Business management consolidation corporations should be formed to achieve economies of scale. The government needs to encourage this group action to achieve training and *CBIB* adoption, so that shrimp farmers can use quality water and remain disease-free. Collective capacity-building efforts among farmers can also promote infrastructure improvements, build access to capital, and thereby enhance competitiveness and business sustainability.

Keywords: shrimp aquaculture; collective action; inefficiency; productivity; sustainability

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perikanan budi daya telah menjadi bisnis utama sebagian masyarakat pedesaan di Indonesia (Akber *et al.*, 2020). Usaha tersebut berperan sebagai

pemasok bahan pangan untuk pasar domestik dan ekspor, penyedia lapangan kerja dan sumber pendapatan masyarakat (Rimmer *et al.*, 2013).

Statistik Indonesia (BPS Indonesia, 1990; dan BPS Indonesia, 2023) membuktikan besarnya peran perikanan budi daya dalam produksi

perikanan Indonesia. *Share* produksi perikanan budi daya terhadap produksi ikan nasional, pada tahun 1971 sebesar 11,1%, kemudian meningkat menjadi 66,4% pada tahun 2022. Tren tersebut terjadi juga pada produksi udang hasil budi daya di tambak, yang meningkat dari 4,9% (1971) menjadi 13,1% (2022) dan terus meningkat sampai tahun 2025. Peningkatan produksi udang terjadi karena menggunakan inovasi teknologi (Martindale, 2021), serta intervensi kebijakan dalam bentuk aturan maupun kelembagaan untuk mencapai target peningkatan produksi, pendapatan dan ekspor (Gao *et al.*, 2024). Kebijakan pemerintah Indonesia terhadap usaha ini didorong oleh tingginya permintaan udang di pasar global (Kobayashi *et al.*, 2015). Untuk mewujudkan target itu pemerintah Indonesia memanfaatkan inovasi teknologi yang didukung oleh kebijakan budi daya perikanan. Hal tersebut menjadi *driver factor*, untuk mencapai target yang ditetapkan pemerintah. Pada tahun 2023, sekitar 418.335 rumah tangga di Indonesia ekonominya tergantung pada usaha budi daya tambak (MoMFA, 2024).

Tonggak penting perkembangan usaha tambak udang di Indonesia adalah Program Tambak Inti Rakyat (TIR). Program ini pada dasarnya merupakan salah satu bentuk aksi kolektif (Garland & Thompson, 2023; Zhou *et al.*, 2024) yang mengkonsolidasikan tambak tradisional untuk mendukung peningkatan ekspor non-migas pada tahun 1970-an sampai tahun 1980-an (Purnama Sukardi *et al.*, 2006). Program lain dalam bentuk aksi kolektif seperti: program pengembangan usaha tambak udang di Morotai (Rusdi *et al.*, 2024), program pengembangan Budi daya Udang Berbasis Kawasan (BUBK) di Kecamatan Petanahan Kabupaten Kebumen, dan budi daya udang berbasis klaster yang tersebar pada beberapa lokasi di Indonesia. Aksi kolektif pada budi daya ditambak merupakan upaya bersama yang dilakukan oleh *stakeholder* dengan komunitas petambak untuk keberlanjutan usaha budi daya dan bisnis udang. Aksi kolektif itu tujuannya adalah untuk menjamin keberlanjutan usaha, serta kelestarian sumber daya. Bukti keberhasilan aksi kolektif dapat dipelajari pada pengelolaan padang penggembalaan di Mongolia (Wang *et al.*, 2024), pengelolaan wisata laut di Fiji (Thompson, 2026), pengelolaan lingkungan pedesaan di pedalaman China (Hua *et al.*, 2025), penangkapan kerang-kerangan (*shellfish*) oleh *Late Archaic villagers* di Teluk Atlantik Selatan (Garland & Thompson, 2023), serta pengelolaan lahan pertanian di Guangxi, China (X. Chen & Su, 2025).

Berdasarkan referensi tersebut, maka keberhasilan aksi kolektif pada usaha budi daya udang di tambak tradisional tergantung dari kemampuan kerjasama petambak di dalam manajemen air dan kolam, adopsi paket teknologi tentang pemberian pakan yang tepat dan efisien (Tinh *et al.*, 2023; Strebel *et al.*, 2023), pilihan teknik budi daya *polyculture* atau monokultur yang tepat (Anh *et al.*, 2022; Nasmia *et al.*, 2022), ketepatan menentukan *shrimp stocking density* (Oliveira *et al.*, 2025), ketepatan memilih *probiotik* dan *prebiotik* selama budi daya udang (Athanasopoulou *et al.*, 2025; Song *et al.*, 2023), pemanfaatan energi terbarukan pada kegiatan produksi udang (Chen *et al.*, 2024; Nookuea *et al.*, 2016), teknik pengendalian limbah pakan dan pemanfaatan limbah pakan dari kolam (Henriksson *et al.*, 2019; Suryana & Sabila, 2021). Kebijakan yang paling revolusioner pada usaha budi daya di tambak adalah mengganti udang windu (*tiger shrimp*) dengan udang *vaname* (Yi *et al.*, 2018; Qu *et al.*, 2024). Pemerintah juga mendorong investor yang menguasai teknologi untuk membangun usaha tambak udang super intensif untuk budi daya udang *vanamei* (Mustafa *et al.*, 2023; Rahim, *et al.*, 2021).

Keputusan-keputusan di atas merupakan strategi untuk meningkatkan 250% produksi udang Nasional, agar *share* volume ekspor udang Indonesia ke pasar global pada tahun 2024 dapat ditingkatkan. Langkah ini dilakukan karena permintaan udang di pasar ekspor cukup tinggi (Halim *et al.*, 2021; Kobayashi *et al.*, 2015). Di Indonesia target tersebut, ditopang oleh usaha tambak tradisional yang kontribusi produksinya pada tahun 2022 mencapai 79,3% dari produksi udang nasional (BPS Indonesia, 2023).

Namun, keberlanjutan usaha budi daya udang di Indonesia menghadapi berbagai permasalahan (Delphino *et al.*, 2022), karena kelembagaan yang mengatur pengelolaan usaha budi daya udang pada kawasan pertambakan belum efektif (Tran *et al.*, 2025). Pada berbagai kawasan pertambakan di Indonesia muncul masalah kualitas air dan limbah pada kolam (Alhababy, 2024; Syah *et al.*, 2017), akibatnya penyebaran penyakit pada udang yang dibudi dayakan pada tambak tradisional sangat potensial terjadi (Pratiwi *et al.*, 2024).

Permasalahan pada usaha tambak udang tradisional itu muncul juga, karena petambak mengadopsi sebagian paket teknologi budi daya seperti: pemberian *pellet*; penggunaan benur *vaname* dengan padat penebaran tinggi, pemberian obat-obatan dengan dosis yang tidak sesuai aturan, keterbatasan kapasitas petambak dalam tata kelola

air untuk budi daya di kawasan pertambakan (Rana *et al.*, 2025). Selain itu, tambak tradisional dengan teknologi tandon air dan teknologi pengolahan limbah, sangat jarang ditemukan sehingga volume limbah pakan di dalam kolam cukup tinggi. Limbah ini menyebabkan kondisi lingkungan air di dalam tambak tidak sesuai untuk kehidupan udang, perubahan kondisi kesuburan tanah dalam kolam, tingkat perkembangan penyebaran penyakit pada udang sangat cepat (Nguyen *et al.*, 2021).

Kelembagaan petambak tradisional yang ada seperti Kelompok Pembudi daya Ikan (Pokdakan) belum berhasil menciptakan iklim usaha yang berkelanjutan dan adaptif mengatasi berbagai permasalahan yang dihadapi petambak (Kusnandar *et al.*, 2023). Padahal, kelembagaan yang demikian sangat diperlukan untuk mewujudkan aksi kolektif dalam mengatasi permasalahan akses teknologi, kerja sama antar petambak dalam menyelesaikan berbagai permasalahan *on farm* dan *off farm* (Adenuga & Jack, 2025).

Perlu dicatat, limbah sisa pakan dan bahan organik di dalam tambak udang tradisional, berpotensi mencemari lingkungan perairan jika tidak dikelola dengan baik (Syah *et al.*, 2014; Alhababy, 2024). Lingkungan air tambak yang demikian menurut (Preena *et al.*, 2020 & Ziarati *et al.*, 2025) mempercepat penyebaran penyakit pada udang, seperti *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) dan *Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease* (AHPND), sehingga menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan bagi petambak. Permasalahan tersebut, saling berkaitan dan memerlukan kolaborasi antar stakeholder untuk mengatasinya (Meinzen-dick & Raju, 2000), agar keberlanjutan usaha budi daya udang dapat diwujudkan (Naylor *et al.*, 2021).

Tujuan penelitian ini adalah untuk: (1) mendapat *knowledge* karakteristik usaha tambak udang, (2) memperoleh gambaran produktivitas usaha budi daya udang pada lokasi penelitian; (3) melakukan analisis finansial usaha budi daya udang tambak, (4) mengidentifikasi faktor penyebab inefisiensi pada usaha budi daya udang pada tambak tradisional. Hasil dari tujuan 1 sampai tujuan 4 digunakan sebagai bahan sintesa membangun (5) aksi kolektif mengatasi inefisiensi dalam usaha budi daya udang pada tambak tradisional tersebut. Sintesa tersebut menjadi acuan untuk menyusun rekomendasi kebijakan di dalam mengembangkan usaha budi daya di tambak tradisional. Hasil dari penelitian ini sangat relevan dimanfaatkan oleh para pemangku kepentingan, termasuk petambak, pemerintah, dan pelaku bisnis udang dalam rangka

memperkuat posisi Indonesia sebagai salah satu pusat produksi udang dunia.

PENDEKATAN ILMIAH

Tulisan ini disusun dengan pendekatan ilmiah, menyajikan informasi yang terpercaya, dapat diuji, dan bebas dari bias subjektif, sehingga ideal untuk mendukung pengambilan keputusan atau penelitian lebih lanjut.

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan statistik deskriptif dan *Stochastic Frontier Analysis*. Data kuantitatif diperoleh dari wawancara responden petambak. Petambak yang di wawancara adalah petambak udang tradisional yang komoditas dominannya adalah udang *vaname* atau bandeng. Jumlah responden yang diwawancara adalah sebanyak 182 responden yang dipilih secara acak, yang tersebar di Lampung Selatan (60 responden), Brebes (71 responden) dan Indramayu (51 responden). Wawancara dilakukan dengan pertanyaan terstruktur yang tersedia pada kuesioner.

Ketiga lokasi penelitian tersebut dipilih karena pesatnya perkembangan usaha budi daya udang *vaname*, yang didominasi oleh usaha tambak tradisional. Dan pada beberapa tempat di lokasi itu telah di intervensi program kluster tambak udang.

Selain data diatas, *Focus Group Discussion* (FGD) dilakukan juga dengan pedagang dan tokoh masyarakat. Mereka dipilih untuk FGD untuk melengkapi dan mengklarifikasi hasil pendataan dengan kuesioner pada responden. Pengumpulan data dilakukan dari Mei hingga Agustus 2024.

Dengan bantuan *software STATA 15*, tujuan 1 dan tujuan 2, dijawab melalui analisis statistik deskriptif. Keterbatasan analisis tujuan 2 adalah tidak diperoleh data investasi awal dan cash flow dari usaha budi daya di tambak selama beberapa siklus, sehingga tidak dapat menghitung *Payback Period*, *Internal Rate of Return* (IRR) dan *Net Present Value* (NPV). Sedangkan tujuan 3 dianalisis dengan pendekatan *Stochastic Frontier Analysis-SFA* (Aigner *et al.*, 1977; Jondrow *et al.*, 1982). Pendekatan *SFA* dengan *STATA 15* dapat mengukur efisiensi teknis dalam memaksimalkan produksi udang dengan input minimal. Pendekatan ini memisahkan inefisiensi teknis (μ), yaitu penyimpangan akibat faktor yang dapat dikendalikan seperti manajemen yang kurang optimal atau penggunaan input yang tidak efisien, dari gangguan acak (v), yaitu penyimpangan akibat faktor tak terkendali seperti bencana alam atau fluktuasi harga di pasar.

KARAKTERISTIK USAHA TAMBAK TRADISIONAL DI LOKASI PENELITIAN

Hasil analisis dari 182 responden menunjukkan bahwa koefisien gini kepemilikan lahan tambak di Lampung Selatan adalah 0,42, sedangkan di Indramayu dan Brebes masing-masing sebesar 0,34 dan 0,47. Nilai koefisien ini mengindikasikan bahwa ketimpangan kepemilikan lahan tambak di lokasi tersebut termasuk dalam kategori ketimpangan sedang. Distribusi lahan tersebut jauh lebih baik dari kepemilikan lahan di negara Amerika Latin (Ariza, 2022) dan di Ethiopia (Holden & Tilahun, 2020).

Tabel 1 menunjukkan dari 182 petambak yang menjadi responden, rata-rata memiliki pengalaman 17 tahun dalam usaha budi daya udang. Pengalaman tersebut cukup representative memberi informasi tentang usaha tani tambak. Rentang pengalaman dari 182 responden bervariasi dari 5 hingga 40 tahun, mencerminkan adanya petambak pemula hingga yang sangat berpengalaman. Namun, tingkat pendidikan rata-rata setara dengan SMP (8-9 tahun), dengan variasi signifikan: beberapa responden tidak memiliki pendidikan formal (0 tahun), sementara lainnya mencapai pendidikan setara SMA atau lebih (hingga 16 tahun). Rendahnya tingkat pendidikan berpotensi menyebabkan inefisiensi dalam pengelolaan tambak karena kesulitan mengadopsi berbagai informasi dan teknologi terkini tentang

budi daya udang.

Rata-rata petambak mengelola 2 (1,92) petak kolam, dan sebagian besar mengelola 1-2 petak, meskipun ada yang mengelola hingga 7 petak. Total luas lahan tambak yang dikelola rata-rata mencapai 1,9 hektar, dengan variasi yang tinggi dari kolam yang sangat kecil (0,1 hektar) hingga luas (hampir 10 hektar). Ukuran rata-rata per petak adalah sekitar 1 hektar, dengan sebagian besar petak berukuran kecil (0,07 hektar) hingga ukuran sedang (4,5 hektar). Dari total sampel, 47% petambak mengelola 1 petak, 34% mengelola 2 petak, dan 8% mengelola 3 petak.

Tabel 1 menyajikan rata-rata pendapatan usaha tambak berdasarkan kolam contoh yang digunakan sebagai dasar analisis data, karena petambak kesulitan mengingat input dan output dari seluruh kolam yang dikelola atau dikuasainya. Luas kolam contoh yang dianalisis mendekati luas rata-rata per petak, yaitu 1,04 hektar, dengan rentang dari sangat kecil hingga sedang. Pendapatan dari kolam contoh sangat bervariasi, dengan rata-rata sekitar Rp39 juta hektar per siklus untuk luasan 1,04 hektar. Variasi pendapatan yang signifikan ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dalam produktivitas atau skala usaha antar petambak.

Penggunaan pupuk pada usaha budi daya udang di tambak sangat bervariasi, dengan rata-rata 73,55 kg per hektar per siklus. Sebagian

Tabel 1. Ringkasan Statistik Karakteristik Beberapa Variabel Usaha Tambak (n=182), 2024.

Variabel	Rata-rata	Std. dev.	Minimum	Maksimum
Umur responden (Tahun)	46,78	9,64	29,00	66,00
Tingkat pendidikan responden (Tahun)	8,62	4,18	0,00	16,00
Pengalaman dalam usaha tani tambak (Tahun)	17,25	9,44	5,00	40,00
Jumlah anggota keluarga umur 15-64 tahun	1,71	0,90	1,00	5,00
Total luas kolam yang dikelola:				
• Jumlah petak (Petak)	1,92	1,22	1,00	7,00
• Luas kolam (Hektar)	1,90	1,75	0,10	9,85
• Luas rata-rata per petak (Hektar)	1,04	0,74	0,07	4,50
Kolam contoh yang di analisis per siklus:				
• Hasil (Rp,000)	39.173,00	32.718,51	3.119,00	327.583,00
• Luas (Hektar)	1,07	0,75	0,07	4,50
• Pupuk (Kg)	73,55	115,71	0,00	750,00
• Kapur (Kg)	60,69	76,37	20,00	350,00
• Obat-obatan (Rp.000)	327,56	320,57	0,00	1200,00
• Bibit (Rp.000)	1.367,97	939,30	225,00	5.350,00
• Bahan aditif (Rp.000)	345,52	320,29	0,00	850,00
• Pakan starter (Kg)	76,50	115,34	0,00	615,00
• Pakan grower (Kg)	112,18	211,39	0,00	1.900,00
• Bahan bakar dan Listrik (Rp,000)	581,48	835,19	0,00	3.900,00
• Tenaga kerja (jumlah hari kerja)	100,34	49,67	30,00	290,00
• Jarak rumah tinggal ke kolam ¹⁾	1,37	0,61	1,00	3,00
• Jarak kolam ke jalan utama ¹⁾	1,25	0,50	1,00	3,00

¹⁾ ordinal: 1 = jika < 2,5 Km; 2 = jika 2,5 – 5 Km, dan 3 = jika > 5 Km.

petambak tidak menggunakan pupuk sama sekali, sementara lainnya menggunakan hingga 750 kg per siklus. Variasi penggunaan pupuk yang besar menunjukkan perbedaan dalam praktek budi daya antar petambak. Petambak yang tidak menggunakan pupuk mungkin menghadapi risiko produktivitas rendah karena kurangnya nutrisi untuk mendukung pertumbuhan udang yang dibudi daya. Sebaliknya, penggunaan pupuk yang berlebihan (hingga 750 kg) dapat meningkatkan biaya produksi tanpa jaminan peningkatan hasil yang sebanding, bahkan berpotensi mencemari lingkungan kolam. Penggunaan pupuk yang tidak terkontrol, terutama dalam jumlah besar, dapat menyebabkan pencemaran air, seperti *eutrofikasi*, yang merusak ekosistem tambak dan menurunkan kualitas air (Vishakar *et al.*, 2021). Sebaliknya, tidak menggunakan pupuk dapat mengurangi dampak lingkungan, tetapi berisiko menurunkan hasil panen. Variasi ini mengindikasikan kurangnya standar atau pengetahuan yang seragam tentang dosis pupuk yang optimal. Petambak dengan pendidikan rendah atau akses terbatas ke teknologi mungkin kesulitan menentukan jumlah pupuk yang tepat, sehingga diperlukan pelatihan, pendampingan serta penyuluhan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk.

Penggunaan kapur rata-rata sekitar 60 kg dengan rentang variasi yang tinggi dalam pengelolaan kualitas air atau tanah tambak. Selain itu, pengeluaran untuk obat-obatan relatif kecil, dengan rata-rata sekitar Rp. 327.000. Ada petani yang tidak menggunakan obat-obatan sama sekali dan yang lain mengeluarkan biaya untuk obat-obatan hingga Rp.1,2 juta. Biaya bibit cukup signifikan, dengan rata-rata sekitar Rp.1,36 juta. Variasi besar menunjukkan perbedaan dalam jenis atau jumlah bibit yang digunakan. Pengeluaran untuk bahan aditif rata-rata Rp.345.000, dan beberapa petani tidak menggunakannya sama sekali. Bahan aditif yang banyak digunakan adalah *probiotik*, namun terdapat beberapa petambak yang menggunakan *prebiotic*, enzim, mineral tambahan, vitamin, stimulan imun, pengikat toksik, serta obat peningkat nafsu makan. Sebagian besar petambak mengetahui penggunaan bahan tersebut dari supplier pakan udang.

Supplier pakan memberi informasi tentang jenis pakan yang harus diberikan menurut ukuran udang. Tabel 1, menunjukkan jumlah penggunaan pakan starter bervariasi, dengan rata-rata 76,5 kg. Ada petani yang tidak menggunakan pakan starter. Penggunaan pakan grower lebih besar dibandingkan pakan starter. Penggunaan pakan starter maksimum

615 kg, sedangkan pakan grower mencapai 1.900 kg. Biaya bahan bakar dan listrik cukup bervariasi, dengan rata-rata sekitar Rp.581.000. Ada petani yang tidak mengeluarkan biaya ini, kemungkinan karena tidak menggunakan peralatan yang memerlukan listrik atau bahan bakar.

Rata-rata intensitas penggunaan tenaga kerja pada usaha tambak tradisional pada Tabel 1 adalah sekitar 100 hari per siklus, dengan variasi yang menunjukkan perbedaan intensitas penggunaan tenaga kerja antar petambak sebesar 30 hingga 290 hari. Artinya dalam satu siklus ada petambak menggunakan tenaga kerja 30 hari dan terdapat petambak yang menggunakan tenaga kerja sampai 290 hari.

Lokasi kolam tambak umumnya berada dekat dengan rumah petambak dan jalan utama, sehingga mendukung efisiensi operasional. Rata-rata jarak dari rumah ke kolam adalah 1,37 km, sedangkan jarak kolam ke jalan utama rata-rata 1,25 km, dengan rentang jarak terdekat 1 km dan terjauh 3 km. Dalam kondisi normal, jarak yang relatif dekat antara kolam, rumah petambak, dan jalan utama memudahkan akses untuk pemantauan rutin, pengelolaan harian, dan distribusi hasil panen. Hal ini dapat mengurangi waktu dan biaya transportasi, sehingga meningkatkan efisiensi operasional. Kedekatan lokasi kolam dengan rumah memungkinkan petambak untuk segera menangani masalah seperti kerusakan peralatan, perubahan kualitas air, atau gangguan hama dan penyakit, yang dapat meminimalkan kerugian. Jarak yang dekat dengan jalan utama mempermudah transportasi input produksi (seperti pakan dan pupuk) ke kolam serta pengangkutan hasil panen ke pasar atau pembeli. Ini dapat mempercepat rantai pasok dan menjaga kualitas produk, terutama untuk komoditas yang mudah rusak seperti udang. Tambak dengan jarak hingga 3 km dari rumah atau jalan utama mungkin menghadapi tantangan logistik, seperti biaya transportasi yang lebih tinggi atau keterlambatan dalam penanganan masalah. Petambak dengan kolam yang lebih jauh perlu merencanakan manajemen waktu dan sumber daya yang lebih baik.

PRODUKTIVITAS USAHA Budi daya UDANG

Produktivitas usaha budi daya diukur dalam bentuk nilai mata uang (rupiah). Keseragaman satuan variable diperlukan untuk analisis ini dan *SFA* (Kareem *et al.*, 2009; Chiang *et al.*, 2004). Tabel 2, menunjukkan pola budi daya dengan komoditas prioritas produktivitas tinggi adalah monokultur udang atau polikultur dengan komoditas utama

ikan bandeng. Pola budi daya dan komoditas tersebut dinilai dapat menjaga keberlanjutan usaha budi daya. Dalam proses produksi, penjarangan satu kali (panen awal) memberikan hasil lebih optimal dibandingkan penjarangan dua kali atau lebih (Nguyen Tan Phong, 2023).

Untuk memastikan keberlanjutan usaha budi daya di tambak, investasi pembangunan kolam tandon air sangat disarankan guna meningkatkan produktivitas dan meminimalkan risiko. Hal ini perlu dilakukan untuk mendukung pengelolaan kualitas air (salinitas, polutan, atau sedimen) yang lebih baik melalui proses pengendapan atau penyaringan sebelum air dialirkan ke tambak utama untuk kegiatan budi daya (Fedorova *et al.*, 2022). Langkah ini untuk menciptakan lingkungan di dalam tambak yang lebih stabil, sehingga mendukung kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang atau ikan. Selain itu, kolam tandon ini merupakan salah satu strategi mengurangi risiko kematian akibat fluktuasi kualitas air. Kolam tandon dapat menekan kerugian ekonomi bagi petambak, terutama dalam budi daya udang yang sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan (Ojewole *et al.*, 2024). Lingkungan yang optimal meningkatkan laju pertumbuhan udang dan hasil panen, yang berpotensi meningkatkan pendapatan petambak dan efisiensi biaya operasional. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan air untuk

budi daya yang berasal dari sungai lebih dianjurkan dibandingkan air dari kanal irigasi. Air dari kanal irigasi berisiko tinggi bagi udang yang dibudi dayakan karena mengandung berbagai bahan pencemar. Namun, investasi awal untuk pembangunan kolam tandon memerlukan biaya yang signifikan, sehingga petambak perlu merencanakan anggaran dengan cermat.

Untuk mengoptimalkan keuntungan pada tambak tradisional, pembuangan limbah sisa pakan dari kolam perlu dilakukan secara rutin dan terjadwal. Pembuangan limbah sisa pakan secara rutin mencegah penumpukan bahan organik yang dapat menurunkan kualitas air, seperti meningkatkan kadar amonia atau menurunkan kadar oksigen, yang berbahaya bagi udang atau ikan. Dengan menjaga kualitas air yang optimal, kesehatan dan pertumbuhan komoditas budi daya meningkat, yang pada akhirnya dapat memaksimalkan hasil panen dan keuntungan petambak.

Produktivitas potensial menunjukkan budi daya udang di tambak-tambak Brebes memiliki potensi keuntungan tertinggi, namun memerlukan manajemen risiko yang ketat untuk mengatasi fluktuasi hasil yang signifikan (Tabel 2). Hal ini diperkirakan karena faktor seperti permintaan pasar yang tinggi, harga udang yang menguntungkan, atau kondisi lingkungan yang mendukung produktivitas tinggi. Faktor ini menjadikan Brebes sebagai

Tabel 2. Produktivitas Potensial Usaha Tambak Tradisional (Rp. juta/hektar/siklus).

Uraian	Rata-rata	Std Dev.	Minimum	Nilai Tengah	Maksimum
Total	54,50	13,32	23,56	53,13	95,03
Pola budi daya:					
• Monokultur udang	57,17	13,15	33,30	55,23	95,03
• Monokultur bandeng	48,77	14,09	33,62	44,93	90,20
• Polyculture (utama udang)	50,36	10,64	23,56	48,95	87,60
• Polyculture (utama bandeng)	56,56	15,08	27,63	52,66	89,62
Penjarangan:					
• Tidak melakukan penjarangan	54,36	13,55	23,56	52,66	95,03
• sekali	59,38	12,45	42,06	55,55	89,62
• dua kali	50,54	9,82	32,53	51,48	65,61
Kolam tandon					
• tidak ada	53,48	13,34	23,56	50,64	95,03
• ada	58,16	12,59	40,01	55,14	94,89
Pembuangan limbah:					
• Regular	60,42	16,10	38,05	55,40	95,03
• Irregular	52,30	11,37	23,56	51,48	93,05
Sumber air tawar:					
• Rivers	57,66	14,29	32,53	54,80	95,03
• Others	50,65	10,86	23,56	49,26	91,98
Region (districts):					
• Lampung Selatan (Lampung)	54,16	13,71	23,56	52,10	93,05
• Indramayu (Jawa Barat)	51,86	10,65	34,56	50,26	94,89
• Brebes (Jawa Tengah)	57,48	15,02	32,53	54,64	95,03

Sumber: diolah dari data primer (2024).

lokasi strategis untuk investasi budi daya udang. Petambak di Brebes perlu mengadopsi teknologi atau praktik terbaik, seperti penggunaan kolam tandon atau sistem pemantauan, yang mungkin memerlukan investasi tambahan dan pelatihan untuk meningkatkan efisiensi dan stabilitas hasil. Untuk mendukung potensi ini, pemerintah atau lembaga terkait perlu menyediakan dukungan seperti pelatihan pengendalian resiko, akses ke teknologi, atau asuransi budi daya untuk membantu petambak mengatasi fluktuasi hasil.

KINERJA EKONOMI USAHA BUDI DAYA DI TAMBAK

Tabel 3 menunjukkan kinerja ekonomi usaha budidaya di tambak per hektar per siklus berdasarkan empat variabel utama, dengan 182 observasi. Nilai produksi rata-rata sebesar Rp. 39,111 juta per hektar per siklus mengindikasikan bahwa usaha budi daya di tambak menghasilkan pendapatan yang signifikan. Namun, standar deviasi yang tinggi menunjukkan adanya variasi produktivitas yang lebar antar responden. Rentang nilai yang lebar (dari Rp5,916 Juta hingga Rp86,135 Juta) mencerminkan perbedaan dalam skala usaha, jenis komoditas yang diusahakan, teknologi budi daya yang digunakan, atau kondisi lingkungan.

Selain itu, total biaya rata-rata per hektar per siklus sebesar Rp16,282 juta menunjukkan bahwa usaha budi daya di tambak memerlukan biaya operasional yang cukup besar. Variasi biaya yang tinggi mengindikasikan perbedaan dalam struktur biaya antar unit usaha, yang dipengaruhi oleh luas kolam, jenis input (benih, pakan, obat-obatan atau tenaga kerja), termasuk manajemen usaha budi daya. Biaya maksimum yang sangat tinggi (Rp65,525 Juta) menunjukkan dari sampel tersebut terdapat responden dengan skala operasional besar karena penggunaan input yang intensif.

Tabel 3 juga menunjukkan rata-rata laba yang positif sebesar Rp22,829 Juta per hektar per siklus. Secara umum dari 182 responden usaha budi daya di tambak itu menguntungkan. Namun, terdapat laba negatif (Rp -3,591 Juta) yang menunjukkan beberapa unit usaha tambak (tidak semua usaha)

tidak memenuhi kelayakan ekonomi. Variasi laba yang besar mencerminkan ketimpangan kinerja ekonomi usaha budi daya responden, yang mungkin disebabkan oleh perbedaan produktivitas, biaya, atau faktor eksternal seperti kondisi pasar atau lingkungan.

Pada sisi lain, nilai R/C rata-rata sebesar 2,7 menunjukkan bahwa usaha tani tambak secara umum sangat layak secara ekonomi, karena pendapatan rata-rata jauh melebihi biaya. Namun, adanya unit usaha dengan R/C di bawah 1 menunjukkan bahwa beberapa unit usaha budi daya di tambak tidak menghasilkan keuntungan yang memadai, sementara nilai maksimum 8,0 mengindikasikan potensi efisiensi yang luar biasa pada beberapa kasus.

Tabel 3, dapat diambil kesimpulan rata-rata R/C sebesar 2,7. Nilai ini mengindikasikan bahwa secara rata-rata, usaha budi daya di tambak menghasilkan keuntungan yang signifikan relatif terhadap biaya yang dikeluarkan. Namun, adanya unit usaha dengan R/C di bawah 1 dan laba negatif menunjukkan bahwa tidak semua unit usaha mencapai tingkat efisiensi yang sama, dan perlu menjadi fokus perbaikan. Gambaran seperti ini terjadi juga pada usaha budi daya di China (Baoting Peng, Xin Shen, 2024) dan di Bangladesh (Saha *et al.*, 2022). Standar deviasi yang lebar pada semua variabel (Nilai Produksi, Total Biaya, Laba, dan R/C) mengindikasikan adanya ketimpangan kinerja dalam menjalankan usaha antar responden (unit usaha). Faktor seperti lokasi geografis tambak, skala usaha, teknologi budi daya yang dilakukan, akses terhadap input, ataupun manajemen kemungkinan berkontribusi terhadap variasi ini.

Nilai maksimum yang tinggi untuk nilai produksi per hektar per siklus (Rp86,135 Juta), laba (Rp70,035 Juta), dan R/C (8,0) menunjukkan bahwa beberapa unit usaha memiliki kinerja ekonomi yang sangat baik, yang dapat dijadikan model untuk meningkatkan kinerja unit usaha tambak yang lain. Sebaliknya, nilai minimum yang rendah (terutama laba negatif dan R/C di bawah 1) menunjukkan adanya permasalahan yang perlu ditangani, seperti biaya operasional yang tinggi atau produktivitas yang rendah.

Tabel 3. Analisis Biaya Dan Pengeluaran Usaha Budi Daya Udang Per Hektar di Seluruh Lokasi Penelitian. 2024.

Variabel	Jumlah sampel	Rata-rata	std. Dev	Minimum	Maksimum
Nilai produksi (Rp juta)	182	39,111	15,385	5,916	86,135
Total Biaya (Rp juta)	182	16,282	7,734	3,462	65,525
Laba (Rp juta)	182	22,829	14,445	- 3,591	70,035
R/C	182	2,7	1,2	0,8	8,0

Sumber: diolah dari data primer (182 responden), 2024.

Kinerja Ekonomi Usaha Budi daya Tambak di Lampung Selatan

Usaha budi daya di tambak di Lampung Selatan menunjukkan kinerja ekonomi yang baik, dengan laba positif pada semua unit usaha dan rata-rata R/C sebesar 2,25 (Tabel 4), yang mengindikasikan kelayakan ekonomi dari usaha budi daya tersebut. Kinerja yang lebih konsisten (variasi lebih kecil) dibandingkan responden di Brebes (Tabel 5), Indramayu (Tabel 6), dan agregat (Tabel 3). Namun, efisiensi dan laba rata-rata yang lebih rendah menunjukkan potensi untuk perbaikan. Dibandingkan dengan Brebes, usaha budi daya di Lampung Selatan menunjukkan biaya lebih tinggi dan efisiensi lebih rendah, tetapi lebih konsisten dan tidak memiliki unit usaha yang merugi.

Rata-rata nilai produksi per hektar per siklus sebesar Rp38,453 Juta , yang menunjukkan bahwa usaha budi daya di tambak di Lampung Selatan menghasilkan pendapatan yang signifikan. Variasi yang besar mengindikasikan adanya perbedaan produktivitas antar unit usaha budi daya, yang mungkin dipengaruhi oleh faktor seperti skala usaha, jenis komoditas budi daya (misalnya, udang atau ikan), teknologi budi daya, atau kondisi lingkungan. Nilai minimum yang sama dengan data agregat (Rp5,916 Juta) menunjukkan ada unit usaha dengan produktivitas sangat rendah, sementara nilai maksimum yang lebih rendah dibandingkan Brebes dan agregat (Rp67,988 Juta dibandingkan Rp86,135 Juta) yang menunjukkan potensi peningkatan produksi yang lebih terbatas dibandingkan di Brebes.

Total biaya rata-rata sebesar Rp17,714 Juta menunjukkan bahwa usaha budi daya di tambak di Lampung Selatan memerlukan biaya operasional yang cukup besar, lebih tinggi dibandingkan di Brebes (Rp14,071 Juta) tetapi sebanding dengan di Indramayu (Rp17,674 Juta). Variasi biaya yang moderat menunjukkan struktur biaya yang relatif beragam dibandingkan dengan usaha budi daya di Indramayu, tetapi lebih bervariasi dibandingkan di Brebes. Biaya maksimum yang lebih rendah dibandingkan di Indramayu dan agregat (Rp43,053

Juta dibandingkan Rp65,525 Juta) menunjukkan bahwa skala operasional di Lampung Selatan cenderung lebih kecil dan lebih hemat.

Rata-rata laba yang positif (Rp20,738 Juta per hektar per siklus menunjukkan bahwa usaha tani tambak di Lampung Selatan secara umum menguntungkan. Tidak adanya laba negatif di Lampung Selatan (minimum Rp1,650 Juta) merupakan keunggulan dibandingkan dengan di Brebes, Indramayu, dan agregat, yang semuanya memiliki unit usaha dengan laba negatif. Namun, di Lampung Selatan laba maksimum lebih rendah dibandingkan di Brebes dan agregat (Rp51,888 Juta dibandingkan dengan Rp70,035 Juta) menunjukkan potensi keuntungan yang lebih terbatas. Di Lampung Selatan variasi laba yang besar mencerminkan ketimpangan kinerja antar unit usaha budi daya responden di Lampung Selatan

Rata-rata R/C sebesar 2,2 menunjukkan bahwa usaha tambak di Lampung Selatan secara umum layak secara ekonomi, tetapi kurang efisien dibandingkan di Brebes (3,1) dan agregat (2,7), serta sedikit di bawah Indramayu (2,5). Variasi efisiensi yang kecil (std. dev. 0,8) menunjukkan kinerja yang lebih konsisten dibandingkan wilayah lain. Tidak adanya R/C di bawah 1 adalah indikator positif bahwa semua unit usaha menghasilkan keuntungan, meskipun efisiensi maksimum (4,2) lebih rendah dibandingkan Brebes (7,9), Indramayu (6,1), dan agregat (8,0).

Kinerja Ekonomi Usaha Budi Daya Tambak di Brebes

Usaha budi daya tambak di Brebes menunjukkan kinerja ekonomi yang sangat baik, dengan rata-rata laba dan R/C yang lebih tinggi dibandingkan di Indramayu dan rata-rata agregat. Biaya operasional yang lebih rendah juga menjadi keunggulan. Namun, variasi yang besar dalam nilai produksi, biaya, dan laba, serta adanya unit usaha yang merugi, menunjukkan perlunya strategi untuk meningkatkan konsistensi dan efisiensi. Intervensi yang tepat dapat memaksimalkan potensi ekonomi usaha budi daya di tambak di Brebes.

Tabel 4. Analisis biaya dan Keuntungan Usaha Budi Daya di Tambak Per Hektar di Lampung Selatan, 2024.

Variabel	Jumlah sampel	Rata rata	std. Dev	Minimum	Maksimum
Nilai produksi (Rp. juta)	60	38,453	13,760	5,916	67,988
Total Biaya (Rp. Juta)	60	17,714	6,077	4,265	43,053
Laba (Rp. Juta)	60	20,738	12,608	1,650	51,888
R/C	60	2.2	0.8	1.2	4.2

Sumber: diolah dari data primer, 2024.

Tabel 5. Analisis Biaya Dan Keuntungan Usaha Tani Tambak Per Hektar per siklus di Brebes, 2024.

Variabel	Jumlah Sampel	Rata rata	std. Dev	Minimum	Maksimum
Nilai produksi (Rp. juta)	71	40,063	17,339	9,096	86,135
Total biaya (Rp. juta)	71	14,071	5,963	3,461	40,796
Laba (Rp. juta)	71	25,991	15,793	- 1,930	70,035
R/C	71	3,1	1,3	0,8	7,9

Sumber: diolah dari data primer, 2024.

Rata-rata nilai produksi menunjukkan pendapatan yang cukup besar dari usaha tani tambak di Brebes. Variasi yang tinggi mengindikasikan adanya perbedaan produktivitas antar unit usaha, yang mungkin dipengaruhi oleh faktor seperti luas lahan, jenis komoditas (misalnya udang atau ikan), atau teknologi budi daya. Nilai maksimum yang tinggi menunjukkan potensi produksi yang sangat baik pada beberapa unit usaha.

Rata-rata biaya operasional di Brebes relatif lebih rendah dibandingkan wilayah lain (misalnya, Indramayu). Variasi biaya yang moderat menunjukkan bahwa sebagian besar unit usaha memiliki struktur biaya yang relatif seragam, meskipun ada beberapa unit dengan biaya operasional yang jauh lebih tinggi, mungkin karena skala usaha yang lebih besar atau penggunaan input yang lebih intensif.

Rata-rata laba yang positif menunjukkan bahwa usaha tani tambak di Brebes secara umum menguntungkan. Namun, adanya laba negatif pada beberapa unit usaha menunjukkan permasalahan operasional pada sebagian kecil usaha, mungkin akibat biaya tinggi atau produktivitas rendah. Variasi laba yang besar mencerminkan ketimpangan kinerja antar unit usaha.

Nilai R/C rata-rata yang tinggi (3,1) menunjukkan bahwa usaha tani tambak di Brebes memiliki tingkat efisiensi ekonomi yang sangat baik secara keseluruhan. Namun, adanya unit usaha dengan R/C di bawah 1 menandakan bahwa beberapa unit tidak layak secara ekonomi, sementara nilai maksimum yang tinggi menunjukkan potensi efisiensi luar biasa pada beberapa kasus. Rata-rata R/C sebesar 3,1 menunjukkan bahwa usaha tani tambak di Brebes sangat layak secara ekonomi, dengan efisiensi yang lebih baik dibandingkan Indramayu dan rata-rata agregat. Namun, adanya

unit usaha dengan R/C di bawah 1 dan laba negatif menunjukkan bahwa sebagian kecil unit menghadapi permasalahan operasional yang perlu ditangani.

Kinerja Ekonomi Usaha Budi Daya Tambak di Indramayu

Data pada Tabel 6, menunjukkan bahwa usaha budi daya di tambak di Indramayu memiliki potensi ekonomi yang baik, dengan rata-rata laba positif dan R/C di atas 1. Namun, usaha budi daya tambak di Indramayu menunjukkan variasi yang tinggi dalam kinerja ekonomi antar unit usaha sehingga perlu strategi untuk mengurangi ketimpangan, meningkatkan efisiensi, dan mendukung unit usaha yang merugi agar mencapai kelayakan ekonomi yang lebih baik.

Nilai produksi rata-rata Rp. 38,558 Juta menunjukkan bahwa usaha budi daya tambak di Indramayu menghasilkan pendapatan yang cukup signifikan, tetapi variasi yang besar (standar deviasi Rp. 14,504 Juta) mengindikasikan adanya ketimpangan produktivitas, yang mungkin dipengaruhi oleh faktor seperti luas lahan, jenis komoditas, atau teknologi budi daya.

Total biaya memiliki variasi yang lebih besar dibandingkan nilai produksi, yang mungkin disebabkan oleh perbedaan skala usaha, akses terhadap input produksi (seperti benih atau pakan), atau efisiensi manajemen. Biaya maksimum yang sangat tinggi menunjukkan terdapat responden dengan unit usaha dengan investasi besar. Variasi yang besar dalam nilai produksi, biaya, dan laba menunjukkan adanya ketimpangan dalam manajemen, skala usaha, atau akses terhadap sumber daya. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengidentifikasi faktor penyebab, seperti teknologi budi daya, kualitas benih, atau kondisi lingkungan.

Tabel 6. Analisis Biaya dan Keuntungan Usaha Budidaya di Tambak Per Hektar per Siklus di Indramayu, 2024.

Variabel	Jumlah sampel	Rata rata	std. Dev	Minimum	Maksimum
Nilai produksi (Rp. Juta)	51	38,558	14,504	15,936	75,991
Total biaya (Rp. Juta)	51	17,674	10,572	5,456	65,525
Laba (Rp. Juta)	51	20,884	13,973	-3,590	59,891
R/C	51	2,5	1,1	0,9	6,1

Sumber: diolah dari data primer, 2024.

Secara rata-rata, usaha budi daya tambak di Indramayu menghasilkan laba yang positif. Namun, adanya nilai laba negatif menunjukkan bahwa beberapa unit usaha budi daya tidak layak secara ekonomi, mungkin akibat biaya tinggi atau produktivitas rendah. Variasi laba yang besar (standar deviasi sekitar Rp. 13,973 Juta) mencerminkan ketidakseragaman kinerja operasional usaha.

Nilai R/C rata-rata di atas 1 menunjukkan bahwa usaha tani tambak di Indramayu secara umum layak secara ekonomi. Namun, nilai minimum di bawah 1 menandakan adanya unit usaha dari responden yang tidak efisien, sementara nilai maksimum yang tinggi menunjukkan potensi efisiensi yang sangat baik pada beberapa kasus usaha TAMBAK. Rata-rata R/C sebesar 2,5 menunjukkan bahwa usaha tani tambak di Indramayu secara umum menguntungkan. Namun, keberadaan unit usaha dengan R/C di bawah 1 dan laba negatif menunjukkan perlunya intervensi untuk meningkatkan efisiensi, terutama pada unit usaha yang merugi. Pemerintah atau lembaga terkait dapat memberikan pelatihan atau subsidi untuk unit usaha dengan kinerja rendah guna meningkatkan produktivitas dan profitabilitas.

FAKTOR- FAKTOR PENDORONG INEFISIENSI PADA USAHA TANI TAMBAK TRADISIONAL

Inefisiensi adalah kondisi dimana petambak tidak mencapai potensi produksi maksimal meskipun menggunakan input yang sama dengan petambak lain. Analisis inefisiensi ini telah dilakukan oleh berbagai peneliti untuk memperbaiki produktivitas tambak, seperti di Bangladesh (Begum *et al.*, 2013; Mukta *et al.*, 2019), di India (Sivaraman *et al.*, 2015). Lampiran 1 menunjukkan analisis inefisiensi usaha tambak tradisional tersebut. Pada usaha budi daya tambak, inefisiensi ini semakin meningkat akibat empat faktor utama, yaitu:

1. Jarak tambak yang jauh dari rumah ($z_5=0,245$) menyulitkan petambak dalam melakukan pemantauan rutin, sehingga upaya untuk meningkatkan produksi menjadi kurang efektif, apalagi kualitas jalan menuju tambak yang tidak baik. Hal ini menyebabkan petambak kesulitan melakukan pemantauan terhadap kondisi tambak, seperti kualitas air, kesehatan udang, maupun gangguan hama. Dengan demikian, semakin jauh lokasi tambak dari rumah dapat mengurangi kemampuan untuk mendeteksi dan menangani masalah secara cepat. Untuk mengatasi kendala jarak, petambak mungkin memerlukan solusi seperti teknologi pemantauan jarak jauh (misalnya, sensor kualitas air) atau sistem manajemen

tambak yang lebih efisien. Namun, ini bisa memerlukan investasi tambahan yang mungkin sulit diakses oleh petambak tradisional.

2. Jarak tambak yang jauh dari jalan utama ($z_6=0,373$) menghambat peningkatan produksi karena akses yang sulit, sehingga distribusi dan logistik menjadi tidak efisien. Jarak tambak yang jauh dari jalan utama menyebabkan kesulitan dalam transportasi input (seperti pakan, benih, atau peralatan) dan output (hasil panen udang atau ikan), yang meningkatkan biaya logistik dan waktu pengiriman. Tambak yang jauh dari jalan utama mungkin berada di wilayah yang kurang berkembang, sehingga membuat ketimpangan pendapatan antara petambak di lokasi terpencil dan yang dekat dengan jalan utama. Kondisi ini memastikan perlunya investasi dalam infrastruktur, seperti perbaikan jalan atau pembangunan jalur akses ke tambak, untuk meningkatkan efisiensi logistik dan mendukung produktivitas.
3. Petambak yang mengelola banyak petak tambak ($z_7=0,137$) menghadapi kesulitan dalam pengelolaan secara serentak, sehingga menyebabkan usaha budi daya udang di tambak kurang optimal. Mengelola banyak tambak lebih dari 7 petak secara serentak dapat membagi perhatian dan sumber daya petambak, menyebabkan kurangnya pengawasan terhadap aspek penting seperti kualitas air, pemberian pakan, atau pencegahan penyakit, sehingga menurunkan produktivitas. Kesulitan mengelola banyak tambak dapat mengakibatkan inefisiensi, seperti penggunaan input yang tidak optimal atau respon yang lambat terhadap masalah didalam tambak, yang berdampak pada rendahnya hasil panen dan keuntungan.
4. Di sisi lain, penggunaan tenaga kerja tetap ($M_4=0,317$) oleh petambak tradisional menyebabkan biaya operasional yang tinggi, sehingga berkontribusi terhadap inefisiensi dalam usaha tani tambak. Pada tambak tradisional, penggunaan tenaga kerja tetap dapat meningkatkan biaya operasional. Pemilik tambak harus membayar gaji rutin, tunjangan, atau biaya lainnya kepada pekerja, sehingga dapat mengurangi margin keuntungan petambak, apalagi jika produktivitas tidak sebanding. Tambak tradisional atau skala kecil mungkin kesulitan menanggung biaya tenaga kerja tetap, yang dapat membatasi kemampuan mereka untuk bersaing dengan petambak yang lebih efisien atau menggunakan tenaga kerja musiman.

Inefisiensi tersebut menyebabkan keuntungan berkurang, karena biaya produksi per unit hasil meningkat, dan melemahkan daya saing produk hasil tambak di pasar global, terutama untuk komoditas seperti udang yang memiliki permintaan tinggi. Inefisiensi pada usaha tambak tradisional menunjukkan sebagian petambak belum optimal dalam mengelola sumber daya, seperti pakan, air, atau benih, sehingga menciptakan kesenjangan hasil antara petambak yang efisien dan yang kurang efisien, dan berpotensi menyebabkan ketimpangan ekonomi antar petambak. Petambak yang efisien dapat menghasilkan nilai produksi udang atau ikan yang lebih banyak dengan biaya lebih rendah, sementara petambak yang kurang efisien mendapat nilai produksi udang atau ikan yang rendah dengan biaya tinggi.

Secara teori, jika inefisiensi pada usaha budi daya tambak itu tidak ditangani dengan baik akan mengurangi daya saing usaha budi daya tersebut. Usaha tambak yang tidak efisien akan ditinggalkan oleh petambak. Sehingga dapat berpengaruh pada target pencapaian produksi udang 250% yang dicanangkan pemerintah, serta terhadap ekonomi daerah. Jika kondisi ini terus berlanjut dapat mengancam keberlanjutan usaha tambak karena meningkatkan risiko kerugian finansial dan kerusakan lingkungan, akibat penggunaan input yang tidak optimal. Petambak akan terus mengeluarkan biaya produksi yang tinggi, sementara nilai produksinya cenderung menurun.

Hasil estimasi pada Lampiran 1, juga menunjukkan 5 faktor yang dapat memperbaiki inefisiensi, yaitu:

1. Tingkat pendidikan petambak ($z_2 = -0,064$). Tingkat pendidikan yang lebih tinggi memungkinkan petambak mampu mengatasi inefisiensi pada usaha tani tambak. Semakin tinggi tingkat pendidikan, akan mendorong petambak memahami dan menerapkan praktik budi daya yang baik (*Best Aquaculture Practice*), Budi daya perikanan yang bertanggung jawab, berkelanjutan, dan ramah lingkungan, yang mencakup penggunaan pakan yang optimal, pengendalian kualitas air, pemilihan benih berkualitas, pengelolaan limbah, kondisi lingkungan kerja yang sehat dan aman, serta menghasilkan produk yang berkualitas dan aman di konsumsi, Tingginya tingkat pendidikan petambak berpotensi meningkatkan efisiensi teknis dan ekonomi. Petambak dengan pendidikan lebih tinggi cenderung lebih mudah mengadopsi teknologi terkini atau metode budi daya baru, seperti sistem monitoring digital

atau teknik pengelolaan limbah, yang dapat mengurangi inefisiensi.

2. Pengalaman petambak ($z_3 = -0,012$). Semakin berpengalaman seorang petambak, semakin terampil mengelola usaha budi daya di tambak. Pengalaman petambak, berkorelasi positif dengan kemampuan mengelola usaha budi daya di tambak. Petambak yang lebih berpengalaman cenderung lebih efisien dalam mengelola sumber daya untuk usaha tani tambak, terutama dalam memanfaatkan pakan, menentukan benih yang berkualitas, serta mampu mengatasi permasalahan fluktuasi kualitas air, keputusan mengatasi limbah dalam kolam maupun penyakit yang menyerang ikan dan udang.

Modal yang memadai ($M_3 = -0,240$). Modal yang memadai memungkinkan petambak untuk berinvestasi membangun kolam tandon, instalasi pengolahan limbah, peralatan pengelolaan air (pompa air, kincir air, sistem pintu air), maupun penentuan benih berkualitas, yang dapat meningkatkan produktivitas dan mengurangi risiko kerugian. Dengan modal yang cukup, petambak dapat menerapkan cara budi daya yang baik (Phong *et al.*, 2021). Cara budi daya yang baik mencakup pengelolaan kualitas air, penggunaan pakan dengan kandungan pakan yang sesuai, penggunaan benih berkualitas, pencegahan dan pengendalian penyakit sehingga menghasilkan udang atau ikan sesuai dengan persyaratan pasar, dengan hasil panen yang lebih tinggi seperti di Bangladesh (Hossain, 2025) dan di Mesir (Dickson *et al.*, 2016).

Tambak dengan luas lebih dari 1 hektar ($M_1 = -0,572$). Tambak yang dikelola petambak dengan luas 0,5 – 1 hektar dan tambak yang luasnya > 1 hektar, tingkat efisiensinya lebih tinggi dibandingkan tambak yang luasnya < 0,5 hektar. Hal ini terjadi karena usaha tersebut dapat memanfaatkan peluang peningkatan skala ekonomi, melalui penggunaan sumber daya yang lebih optimal, peluang untuk mengakses ke teknologi modern, atau distribusi biaya tetap yang lebih rendah per unit produksi. Namun, tambak yang lebih luas peluang menghadapi persoalan pencemaran dari limbah pakan dan sumber air sangat besar. Selain itu, efisiensi pada tambak yang luasnya > 1 hektar dapat mengurangi peluang petambak < 0,5 hektar untuk bersaing. Dan berpeluang mempengaruhi mata pencaharian petambak yang luas tambaknya kecil.

Tingkat kepuasan petambak terhadap keanggotaan dalam kelompok petambak ($M_5 = -0,473$). Kelompok petambak (M_5) dapat memfasilitasi kebutuhan petambak dalam

mengakses berbagai sumber informasi, teknologi, maupun aksi kolektif yang membantu petambak menjalankan usaha budi daya agar lebih lancar, terutama dalam penyediaan pakan, obat-obatan dan benih. Kelompok petambak berpeluang menjadi wadah di dalam tata kelola air dan limbah. Kelompok petambak berpotensi menciptakan platform untuk berbagi pengetahuan, pengalaman, atau strategi, yang dapat mengurangi inefisiensi dan meningkatkan produktivitas anggota.

AKSI KOLEKTIF DAN SINTESA MENGATASI INEFISIENSI

Untuk membangun aksi kolektif mengatasi inefisiensi produksi usaha budi daya di tambak didasarkan pada hasil analisis pada Lampiran 1. Lampiran tersebut menunjukkan faktor penyebab inefisiensi adalah: (1). Pendidikan petambak (z_2) = - 0,064 artinya semakin rendah tingkat pendidikan petambak akan semakin inefisien usaha tambak tersebut. (2). Pengalaman petambak (z_3) = -0,012 artinya semakin singkat keterlibatan petambak dalam usaha budi daya di tambak, maka peluang inefisien usaha budi daya di tambak tersebut semakin besar. (3). Jarak tambak dengan rumah (z_5) = 0,245, semakin jauh jarak tambak dengan rumah maka peluang inefisien usaha tambak tersebut semakin tinggi. (4). Jarak tambak ke jalan utama (z_6) = 0,373 yang menunjukkan semakin jauh jarak tambak dari jalan utama maka akan semakin inefisien usaha tambak tersebut. (5). Jumlah total petak tambak yang dimiliki (z_7) = 0.137 artinya semakin banyak petak tambak maka semakin inefisien usaha tambak tersebut. (6). Luas lahan yang dikuasai (M_1) = -0.391, tambak yang ukurannya (0.51–1.00 hektar dan > 1 hektar akan mengurangi inefisiensi dibandingkan dengan tambak yang < 0,5 hektar. (7). Kekurangan modal (M_3) = -0.240 menunjukkan usaha tambak yang mempunyai modal yang cukup atau tidak pernah mengalami kekurangan modal lebih efisien dibandingkan yang sering kekurangan modal. (8). Usaha tambak yang menggunakan pekerja permanen cenderung meningkatkan inefisiensi karena biaya tenaga kerja yang tinggi. (9). Kepuasan petambak terhadap

kelompok petambak akan mengurangi inefisiensi hal ini, menunjukkan pentingnya kelembagaan yang kuat. Tabel 7 menunjukkan ringkasan aksi kolektif untuk mengatasi inefisiensi pada usaha budi daya udang pada tambak tradisional yang disebabkan oleh 9 faktor tersebut. Peran aksi kolektif untuk memperbaiki inefisiensi telah ditunjukkan oleh berbagai penelitian, seperti di China untuk memperbaiki pengelolaan lahan pertanian (Chen & Su, 2025), keuntungan usaha pertanian di *French West Indies* (Luis *et al.*, 2024), mengembangkan tata kelola air tanah di Australia (Shalsi *et al.*, 2022), pengelolaan kanal irigasi di India (Meinzen-dick & Raju, 2000), pengelolaan potensi wisata memerlukan aksi kolektif (Thompson, 2026). Bahkan aksi kolektif sangat diperlukan untuk mengelola kawasan pengembalaan di Mongolia (Wang *et al.*, 2024). Studi tersebut menunjukkan pentingnya aksi kolektif untuk mendorong tercapainya efisiensi usaha dan mengatasi konflik sosial dalam memanfaatkan sumber daya. (Zhou *et al.*, 2024b).

Aksi kolektif 1: Peningkatan kapasitas petambak. Pembentukan koperasi atau kelompok petambak merupakan wadah untuk menyelenggarakan pelatihan reguler dengan melibatkan penyuluh perikanan dan akademisi merupakan langkah penting. Pelatihan ini harus di dukung oleh dinas perikanan setempat dan kementerian/lembaga terkait. Aksi kolektif 1, dilakukan untuk menyelenggarakan pelatihan rutin di Lampung Selatan, seperti yang sudah dilakukan di Brebes dan Indramayu, untuk meningkatkan pengetahuan teknis dan manajerial petambak di dalam mengelola tambak serta tata kelola air budi daya. Dengan fokus pada teknik budi daya air payau yang efisien, dengan menggunakan benih berkualitas dan jenis pakan bernutrisi dengan sesuai dengan yang dibutuhkan. Aksi kolektif ini diharapkan dapat memperbaiki kualitas lingkungan.

Aksi Kolektif 2: Optimalisasi manajemen tambak. Optimalisasi ini dilakukan melalui kelompok petambak untuk pengadaan input secara kolektif, sehingga harga lebih terjangkau dan kualitas terjamin. Kelompok tersebut dapat juga berperan dalam mengembangkan infrastruktur seperti perbaikan jalan utama menuju tambak, melalui

Tabel 7. Aksi Kolektif dan Bentuk Kelembagaan untuk Mengatasi Inefisiensi pada Usaha Pertambakan pada Lokasi Penelitian, 2024.

No.	Aksi kolektif	Bentuk kelembagaan
1.	Peningkatan kapasitas petambak	Koperasi atau kelompok petambak
2.	Optimalisasi manajemen tambak	Kelompok petambak
3.	Penguatan kelembagaan	Federasi atau korporasi usaha tambak
4.	Peningkatan Infrastruktur dan Teknologi	Tim teknis pengembangan usaha tambak
5.	Pemanfaatan Skala Ekonomi	Korporasi Usaha tambak

kerja sama dengan pemerintah daerah atau swasta. Optimalisasi melalui kelompok petambak ini dilakukan untuk mendorong konsolidasi tambak (sudah diterapkan di Lampung Selatan, Brebes dan Indramayu) untuk meminimalkan jumlah petak, sehingga mempermudah pengawasan. Aksi kolektif 2 tersebut dapat mengurangi ketergantungan pada pestisida dengan mempromosikan metode budi daya organik atau pengendalian hama terpadu. Selain itu aksi kolektif 2 dilakukan untuk meningkatkan akses ke benih berkualitas dan pakan starter/grower melalui kelompok petambak untuk mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi.

Aksi kolektif 3: Penguatan Kelembagaan. Aksi kolektif 3 dilakukan melalui pembentukan federasi atau korporasi kelompok petambak lintas wilayah (Lampung Selatan, Brebes, Indramayu) sebagai wadah koordinasi kelembagaan, sarana untuk berbagi sumber daya, dan advokasi kebijakan. Federasi atau korporasi kelompok petambak lintas wilayah ini dapat berperan sebagai pendorong penerapan sistem keuangan transparan pada kawasan pertambakan di Brebes, seperti yang sudah diimplementasikan di Lampung Selatan dan Indramayu, serta untuk mengatasi kekurangan modal dan meningkatkan kepercayaan petambak. Memperkuat legalitas koperasi simpan pinjam untuk memberikan akses modal dengan bunga rendah, terutama bagi petani yang sering mengalami kekurangan modal. Federasi kelompok petambak menjadi forum untuk meningkatkan kepuasan petambak terhadap kelompok petambak melalui kegiatan rutin, seperti diskusi kelompok, pelatihan, dan pendampingan. Forum yang demikian dapat memperkuat kolaborasi dan efisiensi usaha budi daya tambak, bahkan sebagai tempat berbagi praktek budi daya terbaik seperti pengelolaan air tambak berbasis tandon dan pengelolaan limbah dari tambak, bahkan mengintegrasikan kegiatan produksi dengan pasar.

Aksi kolektif 4. Peningkatan Infrastruktur dan Teknologi. Aksi kolektif ini dilakukan dengan membentuk tim teknis kelompok petambak untuk memantau dan memelihara sistem pengelolaan air, serta mengajukan dana ke pemerintah untuk pembangunan infrastruktur seperti tandon air kolektif serta saluran dan kolam limbah kolektif. Hasil penelitian menunjukkan adopsi kolam tandon terbukti meningkatkan efisiensi. Serta penerapan pengelolaan limbah yang teratur untuk menjaga kualitas air dan lingkungan sehingga dapat mengatasi penyakit di dalam tambak.

Aksi Kolektif 5. Pemanfaatan Skala Ekonomi. Aksi

ini dilakukan melalui inisiasi program konsolidasi lahan melalui korporasi, di mana petambak skala kecil dengan luas lahan < 0.5 hektar dapat dikelola bersama untuk efisiensi biaya dan tenaga kerja serta mengakses pasar. Aksi ini harus dilakukan untuk mencapai skala ekonomi seperti petambak dengan lahan lebih luas. Dengan demikian aksi ini dilakukan untuk mendorong petambak dengan luas kolam (≤ 0.50 ha) bergabung dalam korporasi agar tercapai skala ekonomi.

PENUTUP

Usaha tambak tradisional memiliki potensi, didukung pengalaman panjang dan lokasi strategis, namun terhambat pendidikan rendah, ketimpangan lahan, dan variasi input. Untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan, diperlukan: redistribusi lahan untuk pemerataan, pelatihan untuk tingkatkan pengetahuan, dukungan teknologi/modal bagi petambak kecil, standarisasi budi daya untuk mengurangi ketimpangan hasil produksi, penyuluhan dosis input optimal, mekanisasi/pelatihan tenaga kerja dan menyusun strategi logistik untuk tambak jauh dari lokasi tempat tinggal dan jalan utama.

Untuk meningkatkan produktivitas budi daya udang di tambak tradisional, perlu dilakukan: pemilihan pola budi daya (pilih monokultur udang atau polikultur dengan ikan bandeng, dan penjarangan panen sekali untuk hasil terbaik). Agar usaha tersebut terhindar dari resiko penyakit maka perlu dibangun kolam tandon untuk menjaga kualitas air dan memanfaatkan air sungai, hindari menggunakan air dari kanal irigasi. Selain itu pengelolaan limbah juga diperlukan dengan cara membuang sisa pakan rutin agar air tetap bersih. Gunakan alat pemantau kualitas air, dan mendorong petambak agar mengikuti pelatihan untuk manajemen lebih baik. Petambak perlu mengetahui cara mengelola resiko dan memanfaatkan pelatihan atau asuransi dari pemerintah. Langkah ini membuat usaha budi daya di tambak lebih produktif, menguntungkan dan berkelanjutan.

Usaha budi daya di tambak secara umum menguntungkan, dengan rata-rata laba Rp22,8 juta/hektar/siklus dan rasio pendapatan-biaya (R/C) 2,7, namun kinerjanya sangat bervariasi: ada yang untung besar (laba hingga Rp70 juta, R/C = 8,0), tetapi juga yang rugi (laba -Rp3,6 juta, R/C < 1). Brebes menonjol dengan laba dan efisiensi tertinggi (R/C = 3,1), meski fluktuasinya besar; sementara Lampung Selatan lebih konsisten (semua untung) tapi potensi keuntungannya lebih rendah. Langkah yang harus dilakukan agar usaha tambak tradisional

tersebut berkelanjutan adalah: menerapkan pola usaha budi daya optimal (monokultur udang atau polikultur dengan bandeng utama) dan penjarangan sekali, membangun kolam tandon, gunakan air sungai, dan buang limbah pakan secara rutin untuk jaga kualitas air, adopsi teknologi pemantauan agar efisiensi biaya dapat ditingkatkan, pemerintah perlu menyusun modul pelatihan manajemen, akses asuransi budi daya, dan pendampingan teknis, terutama bagi petambak berkinerja rendah. Dan merancang standarisasi praktik budi daya terbaik untuk menstabilkan hasil dan memperkecil kesenjangan kinerja antar petambak.

Inefisiensi usaha tani tambak disebabkan oleh jarak tambak yang jauh dari rumah dan jalan utama, pengelolaan terlalu banyak petak sekaligus, serta penggunaan tenaga kerja tetap yang membebani biaya. Sebaliknya, pendidikan tinggi, pengalaman, modal cukup, luas tambak >1 hektar, dan keaktifan dalam kelompok tani dapat menurunkan inefisiensi. Oleh sebab itu beberapa langkah harus dilakukan, seperti: memperbaiki akses infrastruktur (jalan ke tambak) dan gunakan teknologi pemantauan jarak jauh untuk atasi kendala jarak, membatasi jumlah petak yang dikelola secara bersamaan agar pengawasan lebih optimal, mengalihkan tenaga kerja tetap ke sistem kerja musiman atau kontrak untuk efisiensi biaya, dan meningkatkan pendidikan dan pelatihan teknis bagi petambak, dorong keanggotaan aktif dalam kelompok tani, serta fasilitasi akses modal untuk investasi infrastruktur seperti kolam tandon dan alat pengelolaan air. Langkah ini akan meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan daya saing usaha tambak secara berkelanjutan.

Usaha budi daya tambak sering mengalami inefisiensi karena faktor seperti jarak tambak yang jauh dari rumah dan jalan utama, mengelola terlalu banyak petak, penggunaan tenaga kerja tetap, serta rendahnya pendidikan, pengalaman, dan modal petambak. Sebaliknya, tambak yang luas (>1 hektar), keanggotaan aktif dalam kelompok tani, dan akses modal yang cukup dapat menurunkan inefisiensi. Untuk mengatasinya, diperlukan aksi kolektif melalui lima langkah utama, yaitu: meningkatkan kapasitas petambak lewat pelatihan rutin yang difasilitasi kelompok tani atau koperasi, dengan dukungan penyuluh dan dinas terkait; optimalkan manajemen tambak secara bersama, seperti pengadaan benih dan pakan kolektif, perbaikan akses jalan, dan konsolidasi lahan agar lebih mudah diawasi; perkuat kelembagaan dengan membentuk federasi atau korporasi petambak lintas wilayah untuk advokasi, akses modal, dan

berbagi praktik terbaik, membangun infrastruktur dan teknologi bersama, seperti tandon air dan saluran limbah kolektif, serta gunakan tim teknis untuk pemantauan kualitas air; dan mendorong petambak skala kecil (<0,5 hektar) bergabung dalam korporasi sehingga mencapai skala ekonomi agar bisa menekan biaya dan meningkatkan daya saing. Langkah-langkah ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan keuntungan, tetapi juga memperkuat keberlanjutan usaha tambak secara sosial, ekonomi, dan lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini merupakan salah satu output dari kegiatan RIIM 2: "Strategi Implementasi Kelembagaan Korporasi Agribisnis Tambak dalam Rangka Peningkatan Produktivitas dan Pendapatan. Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur Pendanaan Riset dan Inovasi-Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) dan Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP)-Kementerian Keuangan Republik Indonesia, yang membiayai riset ini melalui Surat Keputusan Deputy Bidang Fasilitasi Riset dan Inovasi Nomor 82/II.7/HK/2022 tanggal 26 Oktober 2022, tentang Penerima Program Riset dan Inovasi untuk Indonesia Maju Gelombang 2 Tahun 2022. Dan Surat Keputusan Direktorat Pendanaan Riset dan Inovasi-BRIN Nomor: B-1209/II.7.5/FR.00.03/2/2025 tanggal 28 Februari 2025. Tim penulis juga mengucapkan terima kasih kepada: Budi Wardono, Radityo Pramoda dan Nensyana Shafitri yang telah membantu dalam pengumpulan data dan memberi saran perbaikan untuk kesempurnaan tulisan ini.

PERNYATAAN KONTRIBUSI PENULIS

Dengan ini kami menyatakan, kontribusi penulis terhadap tulisan ini adalah: Armen Zulham, Sumaryanto dan Saptana masing-masing sebagai kontributor utama. Dadan Permana dan Ali Rahmat Iman Santoso masing-masing sebagai kontributor anggota.

DAFTAR PUSTAKA

- Adenuga, A. H., & Jack, C. (2025). The role of farmer discussion groups in promoting sustainable farming practices: Drivers of participation and environmental impact. *Ecological Indicators*, 177(March). <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2025.113714>
- Akber, M. A., Aziz, A. A., & Lovelock, C. (2020). Major drivers of coastal aquaculture expansion in Southeast Asia. *Ocean and Coastal Management*, 198(January), 105364. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105364>

- Alhababy, A. M. (2024). Analysis Of Wastewater Quality And Performance Effectiveness Of Wastewater Treatment Plant On Vaname Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Culture In BPIU2K Karangasem. *Aurelia Jurnal*, 6(1), 25–34.
- Anh, N. T. N., Murungu, D. K., Van Khanh, L., & Hai, T. N. (2022). Polyculture of sea grape (*Caulerpa lentillifera*) with different stocking densities of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*): Effects on water quality, shrimp performance and sea grape proximate composition. *Algal Research*, 67(July 2021). <https://doi.org/10.1016/j.algal.2022.102845>
- Ariza, F. A. P. (2022). Distribución de la propiedad rural en Colombia en el siglo XXI. *Revista de Economía e Sociología Rural*, 60(4). <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.242402>
- Athanasopoulou, E., Mitsoula, S., Dimitroglou, A., & Tsironi, T. (2025). Chitosan-based biodegradable coatings for securing nutrients in extruded fish feed pellets. *Aquaculture and Fisheries*, October 2024. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2025.04.001>
- Baoting Peng, Xin Shen, Q. J. (2024). Profit or Loss? Delving into the cost-benefit dynamics of characteristic freshwater fish aquaculture in China. *Aquaculture and Fisheries*, 1–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aaf.2024.11.004>
- Begum, E. A., Hossain, M. I., & Papanagiotou, E. (2013). Technical efficiency of shrimp farming in Bangladesh: An application of the stochastic production frontier approach. *Journal of the World Aquaculture Society*, 44(5), 641–654. <https://doi.org/10.1111/jwas.12062>
- BPS Indonesia, S. I. (1990). Statistik Indonesia 1990. *Statistik Indonesia 1990*, 1101001, 790. <https://www.bps.go.id/publication/2020/04/29/e9011b3155d45d70823c141f/statistik-indonesia-2020.html>
- BPS Indonesia, S. I. (2023). Statistical Yearbook of Indonesia 2023. In *Statistik Indonesia 2023* (Vol. 1101001). <https://www.bps.go.id/publication/2020/04/29/e9011b3155d45d70823c141f/statistik-indonesia-2020.html>
- Chen, B. Y., Huang, P. L., Hou, Y. L., Lan, H. Y., Huang, C. T., & Nan, F. H. (2024). The economic feasibility of aquavoltaics in Taiwan - A case study of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture. *Aquaculture*, 581(February). <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.740454>
- Chen, X., & Su, Y. (2025). How does rural collective action affect farmland use right transfer? A case study in Guangxi, China. *Economic Analysis and Policy*, 86(June), 2247–2262. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2025.05.039>
- Chiang, F. S., Sun, C. H., & Yu, J. M. (2004). Technical efficiency analysis of milkfish (*Chanos chanos*) production in Taiwan - An application of the stochastic frontier production function. *Aquaculture*, 230(1–4), 99–116. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.09.038>
- Delphino, M. K. V. C., Laurin, E., Patanasatienkul, T., Rahardjo, R. B., Hakim, L., Zulfikar, W. G., Burnley, H., Hammell, K. L., & Thakur, K. (2022). Description of biosecurity practices on shrimp farms in Java, Lampung, and Banyuwangi, Indonesia. *Aquaculture*, 556(November 2021). <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738277>
- Dickson, M., Nasr-Allah, A., Kenawy, D., & Kruijsen, F. (2016). Increasing fish farm profitability through aquaculture best management practice training in Egypt. *Aquaculture*, 465, 172–178. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.09.015>
- Fedorova, G., Randak, T., Grabic, R., Brooks, Bryan W, K. rina G., & Zlabek, V. (2022). Water reuse for aquaculture: Comparative removal efficacy and aquatic hazard reduction of pharmaceuticals by a pond treatment system during a one year study. 421(July), 2–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126712>
- Gao, J., Zeng, Y., & Liu, M. (2024). Policy interventions and market innovation in rural China: Empirical evidence from Taobao villages. *Economic Analysis and Policy*, 81(March), 1411–1429. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2024.02.015>
- Garland, C. J., & Thompson, V. D. (2023). Collective action and shellfish harvesting practices among Late Archaic villagers of the South Atlantic Bight. *Journal of Anthropological Archaeology*, 69(March). <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2022.101483>
- Halim, S. A. A. A., Othman, A. S., Akib, N. A. M., Jamaludin, N. A., Esa, Y., & Nor, S. A. M. (2021). Mitochondrial markers identify a genetic boundary of the green tiger prawn (*Penaeus semisulcatus*) in the indo-pacific ocean. *Zoological Studies*, 60, 1–37. <https://doi.org/10.6620/ZS.2021.60-08>
- Henriksson, P. J. G., Banks, L. K., Suri, S. K., Pratiwi, T. Y., Fatan, N. A., & Troell, M. (2019). Indonesian aquaculture futures-identifying interventions for reducing environmental impacts. *Environmental Research Letters*, 14(12). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab4b79>
- Holden, S. T., & Tilahun, M. (2020). Farm size and gender distribution of land: Evidence from Ethiopian land registry data. *World Development*, 130. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.104926>
- Hossain, M. M. (2025). Improved aquaculture management practices and its impact on small-scale rural aquaculture farmers in Bangladesh. 594(January).
- Hua, W., Zheng, X., Luo, L., & Zhu, X. (2025). Farmer cooperative fever and collective environmental action: Evidence from China's Rural Human Settlements Improvements. *Journal of Cleaner Production*, 486(January). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.144468>

- Kareem, R. O., Aromolaran, A. B., & Dipeolu, A. O. (2009). Economic efficiency of fish farming in Ogun State, Nigeria. *Aquaculture Economics and Management*, 13(1), 39–52. <https://doi.org/10.1080/13657300802679145>
- Kobayashi, M., Msangi, S., Batka, M., Vannuccini, S., Dey, M. M., & Anderson, J. L. (2015). Fish to 2030: The Role and Opportunity for Aquaculture. *Aquaculture Economics and Management*, 19(3), 282–300. <https://doi.org/10.1080/13657305.2015.994240>
- Kusnandar, K., van Kooten, O., & Brazier, F. M. (2023). Supporting self-organisation in farmer organisations in developing countries: A case with a group of farmer groups in Indonesia. *Journal of Co-Operative Organization and Management*, 11(2), 100214. <https://doi.org/10.1016/j.jcom.2023.100214>
- Luis, C., Aubert, M., & Parrot, L. (2024). *Achieving healthy and profitable production through collective action ? The case of vegetable farmers in the French West Indies*. 366(August).
- Martindale, L. (2021). From Land Consolidation and Food Safety to Taobao Villages and Alternative Food Networks: Four Components of China's Dynamic Agri-Rural Innovation System. *Journal of Rural Studies*, 82(January), 404–416. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.01.012>
- Meinzen-dick, R., & Raju, K. V. (2000). What Affects Organization and Collective Action for Managing Resources? Evidence from Canal Irrigation Systems in India. *Food Policy*, 30(4), 1–26.
- MoMFA. (2024). *Number of the brackish water households in Indonesia*. https://portaldata.kkp.go.id/portals/data-statistik/nelayan_budidaya/tbl-dinamis
- Mukta, M.-A., Khan, M. A., Mian, M. R. U., & Juice, R. A. (2019). Is tilapia farming financially profitable and efficient? Policy options for sustainable farming. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 17(1), 92–98. <https://doi.org/10.3329/jbau.v17i1.40669>
- Mustafa, A., Syah, R., Paena, M., Sugama, K., Kontara, E. K., Muliawan, I., Suwoyo, H. S., Asaad, A. I. J., Asaf, R., Ratnawati, E., Athirah, A., Makmur, Suwardi, & Taukhd, I. (2023). Strategy for Developing Whiteleg Shrimp (Litopenaeus vannamei) Culture Using Intensive/Super-Intensive Technology in Indonesia. *Sustainability (Switzerland)*, 15(3). <https://doi.org/10.3390/su15031753>
- Nasmia, Natsir, S., Rusaini, Tahya, A. M., Nilawati, J., & Ismail, S. N. (2022). Utilization of Caulerpa sp. as a feed ingredient for growth and survival of whiteleg shrimp and Chanos chanos in polyculture. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 48(2), 175–180. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2022.01.005>
- Naylor, R. L., Kishore, A., Sumaila, U. R., Issifu, I., Hunter, B. P., Belton, B., Bush, S. R., Cao, L., Gelcich, S., Gephart, J. A., Golden, C. D., Jonell, M., Koehn, J. Z., Little, D. C., Thilsted, S. H., Tigchelaar, M., & Crona, B. (2021). Blue food demand across geographic and temporal scales. *Nature Communications*, 12(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25516-4>
- Nguyen, K. A. T., Nguyen, T. A. T., Bui, C. T. P. N., Jolly, C., & Nguelifack, B. M. (2021). Shrimp farmers risk management and demand for insurance in Ben Tre and Tra Vinh Provinces in Vietnam. *Aquaculture Reports*, 19(June 2020), 100606. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100606>
- Nguyen Tan Phong, C. T. N. (2023). Thinning, selective harvesting and mangrove protection forests: Lessons learned and recommendations from the Vietnamese Mekong Delta. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 288. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecss.2023.108345>
- Nookuea, W., Campana, P. E., & Yan, J. (2016). Evaluation of solar PV and wind alternatives for self renewable energy supply: Case study of shrimp cultivation. *Energy Procedia*, 88(0), 462–469. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.06.026>
- Ojewole, A. E., Ndimele, P. E., Oladele, A. H., Saba, A. O., Oladipupo, I. O., Ojewole, C. O., Ositimehin, K. M., Oluwasanmi, A. S., & Kalejaye, O. S. (2024). Aquaculture wastewater management in Nigeria's fisheries industry for sustainable aquaculture practices. *Scientific African*, 25(January), e02283. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2024.e02283>
- Oliveira, C. T. A., Barreto, M. K., & Henry-Silva, G. G. (2025). Assessing the environmental, economic and social sustainability of marine shrimp (Penaeus vannamei) cultures at different stocking densities in a semi-arid tropical region. *Aquaculture*, 598(December 2024). <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.741986>
- Phong, T. N., Thang, V. T., & Hoai, N. T. (2021). What motivates farmers to accept good aquaculture practices in development policy? Results from choice experiment surveys with small-scale shrimp farmers in Vietnam. *Economic Analysis and Policy*, 72(December), 454–469. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2021.09.015>
- Pratiwi, R., Hariyadi, D. R., Zahwa, M., & ... (2024). The Effect of Water Quality Dynamics on The Growth Performance of Vannamei Shrimp Litopenaeus vannamei in Intensive Ponds at CV. Daun Prima, East Java. *Sains Akuakultur ...*, 8, 151–157. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/sat/article/view/22115>
- Preena, P. G., Swaminathan, T. R., Kumar, V. J. R., & Singh, I. S. B. (2020). Antimicrobial resistance in aquaculture: a crisis for concern. *Biologia*, 75(9), 1497–1517. <https://doi.org/10.2478/s11756-020-00456-4>
- Purnama Sukardi, Agus Margiwyatno, Anisur Rosyad, Tobari, J. S., & Anwar, dan N. (2006). MODEL HUBUNGAN INTI-PLASMA PADA

- INDUSTRI AKUAKULTUR TAMBAK UDANG A RELATIONSHIP MODEL OF NUCLEAR-PLASMA IN AQUACULTURE INDUSTRY OF PRAWN POND. *Journal LPPM Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto*, 6(1), 57–69. <https://media.neliti.com/media/publications/118316-ID-none.pdf>
- Qu, K., He, G., Shi, M., Chen, X., Zhu, W., Chen, Z., Tan, B., & Xie, S. (2024). Effects of compound feed attractants on the growth rate, feed consumption, intestinal histology, protein synthesis, and immune response of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Animal Feed Science and Technology*, 311(March), 115952. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2024.115952>
- Rahim, Muhammad Reza Almi Rukmana, Anti Landu, A. (2021). Budidaya Udang Vaname super intensif dengan padat tebar berbeda menggunakan sistem zero water discharge. *Journal of Fisheries and Marine Reserach*, 5(3), 595–602.
- Rana, M. M., Kiminami, L., & Furuzawa, S. (2025). An analysis of factors affecting farmers' capacity building for sustainable rural and agricultural development in Bangladesh. *Regional Science Policy and Practice*, 17(8), 100202. <https://doi.org/10.1016/j.rssp.2025.100202>
- Rimmer, M. A., Sugama, K., Rakhmawati, D., Rofiq, R., & Habgood, R. H. (2013). A review and SWOT analysis of aquaculture development in Indonesia. *Reviews in Aquaculture*, 5(4), 255–279. <https://doi.org/10.1111/raq.12017>
- Rusdi, Wahidin, N., Muhammad Aris, & Taufiq Abdulah. (2024). Land Suitability Analysis For Brackishwater Aquaculture Development In In Morotai Island District. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 12(2), 74–85. <https://doi.org/10.35800/jip.v12i2.56268>
- Saha, P., Hossain, M. E., Prodhan, M. M. H., Rahman, M. T., Nielsen, M., & Khan, M. A. (2022). Profit and loss dynamics of aquaculture farming. In *Aquaculture* (Vol. 561). <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738619>
- Shalsi, S., Ordens, C. M., Curtis, A., & Simmons, C. T. (2022). Coming together: Insights from an Australian example of collective action to co-manage groundwater. *Journal of Hydrology*, 608(May). <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.127658>
- Sivaraman, I., Krishnan, M., Ananthan, P., Satyasai, K., Krishnan, L., Haribabu, P., & Ananth, P. (2015). Technical Efficiency of Shrimp Farming in Andhra Pradesh: Estimation and Implications. *Current World Environment*, 10(1), 199–205. <https://doi.org/10.12944/cwe.10.1.23>
- Song, J., Wang, T., Hu, G., Zhang, Z., Zhao, W., Wang, Z., & Zhang, Y. (2023). Conveying characteristics of shrimp feed pellets in pneumatic conveying system and minimum power consumption dissipation factor. *Aquacultural Engineering*, 102(99), 102347. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2023.102347>
- Strebel, L. M., Nguyen, K., Araujo, A., Corby, T., Rhodes, M., Beck, B. H., Roy, L. A., & Davis, D. A. (2023). On demand feeding and the response of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) to varying dietary protein levels in semi-intensive pond production. *Aquaculture*, 574(December 2022), 739698. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739698>
- Suryana, A. A. H., & Sabila, A. (2021). Analysis of the Brackish Water Aquaculture Development in Indonesia. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 14(5), 40–46. <https://doi.org/10.9734/ajfar/2021/v14i530307>
- Syah, R., Fahrur, M., Suwoyo, H. S., & Makmur, M. (2017). Performance of Intensive Shrimp Pond Waste Water Treatment Plant. *Media Akuakultur*, 12(2), 95. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/ma/article/view/6140>
- Syah, R., Makmur, M., & Undu, M. C. (2014). Estimasi Beban Limbah Nutrien Pakan Dan Daya Dukung Kawasan Pesisir Untuk Tambak Udang Vaname Superintensif. *Jurnal Riset Akuakultur*, 9(3), 439. <https://doi.org/10.15578/jra.9.3.2014.439-448>
- Thompson, B. S. (2026). Does effective tourism management require collective action? Evidence from industry, community, and government stakeholders on shark dive ecotourism. *Tourism Management*, 112(April 2025). <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2025.105268>
- Tinh, T. H., Kokou, F., Hai, T. N., Verreth, J. A. J., & Verdegem, M. C. J. (2023). Effects of feed, carbohydrate addition and stocking density on Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production. *Aquacultural Engineering*, 101(February), 102325. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2023.102325>
- Tran, T. A., Cook, B. R., & Touch, V. (2025). Agricultural extension institutions in rural Cambodia: Unpacking extension agent-farmer relations and interactions. *Journal of Rural Studies*, 117(September 2024), 103671. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2025.103671>
- Vishakar, V. V., Haran, N. H., Vidya, C., & Mohamed, M. A. (2021). Materials Today : Proceedings Removal of ammonia in water systems using cell immobilization technique in surrounding environment. *Materials Today: Proceedings*, 43, 1513–1518. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.09.314>
- Wang, J., Alita, L., Jiang, M., Nie, Z., Tu, Q., & Liu, M. (2024). Collective action in the pastoral area of Inner Mongolia, China: Evidence from a lab-in-the-field experiment. *Land Use Policy*, 144(September). <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2024.107255>
- Yi, D., Reardon, T., & Stringer, R. (2018). Shrimp aquaculture technology change in Indonesia: Are small farmers included? *Aquaculture*, 493, 436–445. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.11.003>

- Zhou, L., Zhou, Y., de Vries, W. T., Liu, Z., & Sun, H. (2024a). Collective action dilemmas of sustainable natural resource management: A case study on land marketization in rural China. *Journal of Cleaner Production*, 439(September 2023), 140872. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.140872>
- Zhou, L., Zhou, Y., de Vries, W. T., Liu, Z., & Sun, H. (2024b). Collective action dilemmas of sustainable natural resource management: A case study on land marketization in rural China. *Journal of Cleaner Production*, 439(January), 140872. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.140872>
- Ziarati, M., Mousavi, S. S., Zorriehzahra, M. J., Goharrizi, L. Y., & Talebi, M. (2025). White spot disease (WSD), past, present and future: a review. *International Aquatic Research*, 17(1), 31–55. <https://doi.org/10.22034/iar.2025.1997032.1522>

Lampiran 1. Efisiensi Teknis dan Faktor Faktor Penyebab Inefisiensi Usaha Tambak Tradisional di Lokasi Penelitian, 2024.

Stoc. frontier normal/half-normal model

Number of obs = 3,550*)

Wald chi2(23) =

19237.74

Log pseudolikelihood = -1036.5069

Prob > chi2 = 0.0000

	Coeff.	robust std.err.	Z	p > z
lny (natural log of production)				
lnx1 (natural log of area cultivated)	0.699	0.021	33.657	0.000
lnx2 (natural log of fertilizer used)	0.000	0.001	0.232	0.817
lnx3 (natural log of dolomite used)	0.007	0.012	0.647	0.518
lnx4 (natural log of pesticides used)	-0.008	0.001	-6.830	0.000
lnx5 (natural log of seeds used)	0.017	0.008	2.077	0.038
lnx5*D0 (combination of lnx5 with seeds quality)	0.001	0.000	3.300	0.001
lnx6 (natural log of pre starter and starter feeds used)	0.018	0.001	13.974	0.000
lnx7 (natural log of additives used)	0.008	0.002	4.140	0.000
lnx8 (natural log of grower feeds used)	0.007	0.002	3.605	0.000
lnx9 (natural log of fuel and electricity used)	0.003	0.001	1.973	0.048
lnx10 (natural log of labor used)	0.077	0.030	2.555	0.011
_D1 (pattern of cultivation, control: monoculture shrimp):				
• monoculture milkfish	-0.125	0.032	-3.852	0.000
• polyculture 1: main commodity is shrimp	-0.053	0.017	-3.169	0.002
• polyculture 2: main commodity is milkfish	-0.091	0.028	-3.259	0.001
_D2 (thinning practices, control: no thinning)				
• once	0.101	0.024	4.152	0.000
• twice	-0.220	0.030	-7.347	0.000
_D3 (implement settling pond (0=no, 1= yes)	0.144	0.020	7.116	0.000
_D4 (install water wheel; 0=no, 1=yes)	0.036	0.031	1.146	0.252
_D5 (inlet-outlet gates: 0=separate, 1= not separate)	-0.025	0.016	-1.510	0.131
_D6 (waste disposal: 0=regular, 1=irregular)	0.074	0.013	5.891	0.000
_D7 (source of fresh water: 0=river, 1=others)	-0.063	0.020	-3.176	0.001
_D8 (regions; control: South Lampung (Lampung)				
• Indramayu (West Java)	0.209	0.052	3.990	0.000
• Brebes (Central Java)	0.443	0.054	8.267	0.000
_cons	10.084	0.161	62.652	0.000
lnsig2v				
Source of fresh water (0=river, 1=others)	1.815	0.501	3.623	0.000
_cons	-4.485	0.493	-9.103	0.000
lnsig2u				
z1 (age of household's head	0.003	0.004	0.797	0.425
z2 (education of farmer)	-0.064	0.009	-7.164	0.000
z3 (experience of farmer in brackish water aquaculture)	-0.012	0.005	-2.492	0.013
z4 (household labor's availability)	-0.009	0.044	-0.212	0.832
z5 (desistance of the pond from home)	0.245	0.050	4.866	0.000
z6 (distance of the pond to the main farm road)	0.373	0.062	6.060	0.000
z7 (number of total plots owned)	0.137	0.033	4.143	0.000
z8 (average size of all plots owned	0.037	0.063	0.582	0.560
_M1 (dummy var. land holding; control: area <= 0.50 hectares)				
• area: 0.51 – 1.00 hectares	-0.391	0.084	-4.668	0.000
• area: > 1.00 hectares	-0.572	0.168	-3.412	0.001
_M2 (main job: non BWA (others)	0.011	0.101	0.113	0.910
_M3 (capital shortage for BWA farming; control: often)				
• sometimes	-0.240	0.087	-2.776	0.005
• never	-0.539	0.144	-3.736	0.000
_M4 (day-to-day operations of BWA: permanent worker	0.317	0.089	3.571	0.000
_M5 (perception of farmer towards (FG): satisfy	-0.473	0.107	-4.432	0.000
_cons	-1.566	0.242	-6.467	0.000

*) using frequency weight [fweight]: 10, 30, and 20 for South Lampung, Indramayu, and Brebes respectively