

Analisis Risiko dan Resiliensi Usaha Budidaya Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Sistem Tradisional Berbasis Indeks di Kecamatan Parigi Selatan

Emma Sosiawati^{1*)}, Fachri Kurnia Bhakti²⁾, Rasul³⁾

¹⁾ Program Studi Agrobisnis, Perikanan Fakultas Perikanan, Universitas Alkhairaat, Palu, 94221

²⁾ Program Studi Sumberdaya Akuatik, Fakultas Perikanan, Universitas Alkhairaat, Palu, 94221

*Penulis korespondensi: sosiawatiemma@gmail.com

Diajukan: 30 April 2026 | Diterima: 5 Mei 2026 | Dipublikasikan: 25 Juni 2026

Abstrak

Budidaya udang vannamei sistem tradisional memiliki peran penting dalam mendukung ekonomi masyarakat pesisir, namun dihadapkan pada berbagai risiko usaha yang dapat mengancam keberlanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat risiko dan resiliensi usaha budidaya udang vannamei sistem tradisional berbasis pendekatan indeks di Kecamatan Parigi Selatan. Penelitian menggunakan metode survei terhadap 33 pembudidaya dengan pengumpulan data melalui kuesioner terstruktur menggunakan skala Likert. Analisis risiko dilakukan menggunakan matriks *probability impact*, sedangkan variabilitas risiko diukur menggunakan *coefficient of variation* (CV). Tingkat resiliensi usaha dianalisis menggunakan *Livelihood Vulnerability Index* (LVI) dan dipetakan menggunakan *Multidimensional Scaling* (MDS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa risiko utama berada pada aspek produksi dan lingkungan, dengan nilai risiko tertinggi pada penyakit udang sebesar 18,45 dan kualitas air sebesar 16,34. Nilai *coefficient of variation* sebesar 0,153 menunjukkan bahwa usaha relatif stabil namun tetap menghadapi ketidakpastian. Nilai LVI sebesar 0,50 mengindikasikan bahwa tingkat resiliensi berada pada kategori sedang, dengan kelemahan utama pada dimensi teknis 0,61. Hasil MDS menunjukkan bahwa posisi usaha berada pada kategori moderat menuju rentan, yang menegaskan bahwa faktor teknis menjadi pembatas utama dalam peningkatan resiliensi usaha. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa usaha budidaya masih memiliki kemampuan bertahan, namun kapasitas adaptasi terhadap risiko masih terbatas, sehingga diperlukan penguatan aspek teknis dan kelembagaan untuk meningkatkan keberlanjutan usaha.

Kata Kunci: Budidaya Udang Vannamei; Risiko Usaha; Resiliensi Usaha; Livelihood Vulnerability Index; Multidimensional Scaling

1. Pendahuluan

Budidaya udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu subsektor akuakultur yang berkembang pesat dan memiliki kontribusi signifikan terhadap perekonomian global maupun nasional. Produksi akuakultur dunia telah mencapai lebih dari 87 juta ton, dengan udang sebagai komoditas bernilai ekonomi tinggi dalam perdagangan internasional (FAO, 2022). Di Indonesia, sektor budidaya udang menjadi prioritas dalam pembangunan perikanan nasional, khususnya dalam mendukung peningkatan ekspor dan kesejahteraan masyarakat pesisir (Latifah et al., 2025). Sejalan dengan hal tersebut, produksi udang nasional menunjukkan dinamika yang fluktuatif dalam beberapa tahun terakhir (Fitriana & Amirah, 2025). Fluktuasi ini mencerminkan adanya berbagai faktor risiko yang mempengaruhi keberhasilan usaha budidaya. Data produksi udang Indonesia disajikan pada Tabel 1.

Data tersebut menunjukkan bahwa produksi udang nasional mengalami peningkatan dari tahun 2019 hingga 2021, kemudian mengalami penurunan pada tahun 2022, dan kembali meningkat hingga tahun 2025 dengan lonjakan yang cukup signifikan. Pola fluktuatif ini menunjukkan bahwa stabilitas produksi masih menjadi tantangan utama dalam pengembangan budidaya udang, yang dipengaruhi oleh berbagai faktor risiko baik dari aspek teknis, lingkungan, maupun ekonomi. Pada tingkat lokal,

khususnya di Kecamatan Parigi Selatan, budidaya udang vannamei masih didominasi oleh sistem tradisional yang dikelola oleh pembudidaya skala kecil hingga menengah (Nurhasni et al., 2019). Sistem ini umumnya menggunakan teknologi sederhana, padat tebar rendah, serta memiliki ketergantungan tinggi terhadap kondisi lingkungan alami. Kondisi tersebut menyebabkan usaha budidaya memiliki tingkat kerentanan yang relatif tinggi terhadap berbagai gangguan eksternal (Wang et al., 2026).

Tabel 1. Produksi Udang Indonesia Tahun 2019–2025

No	Tahun	Produksi (Ton)
1	2019	863118
2	2020	881599
3	2021	953176
4	2022	918550
5	2023	941646
6	2024	958463
7	2025	1130171

Sumber: Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, 2025.

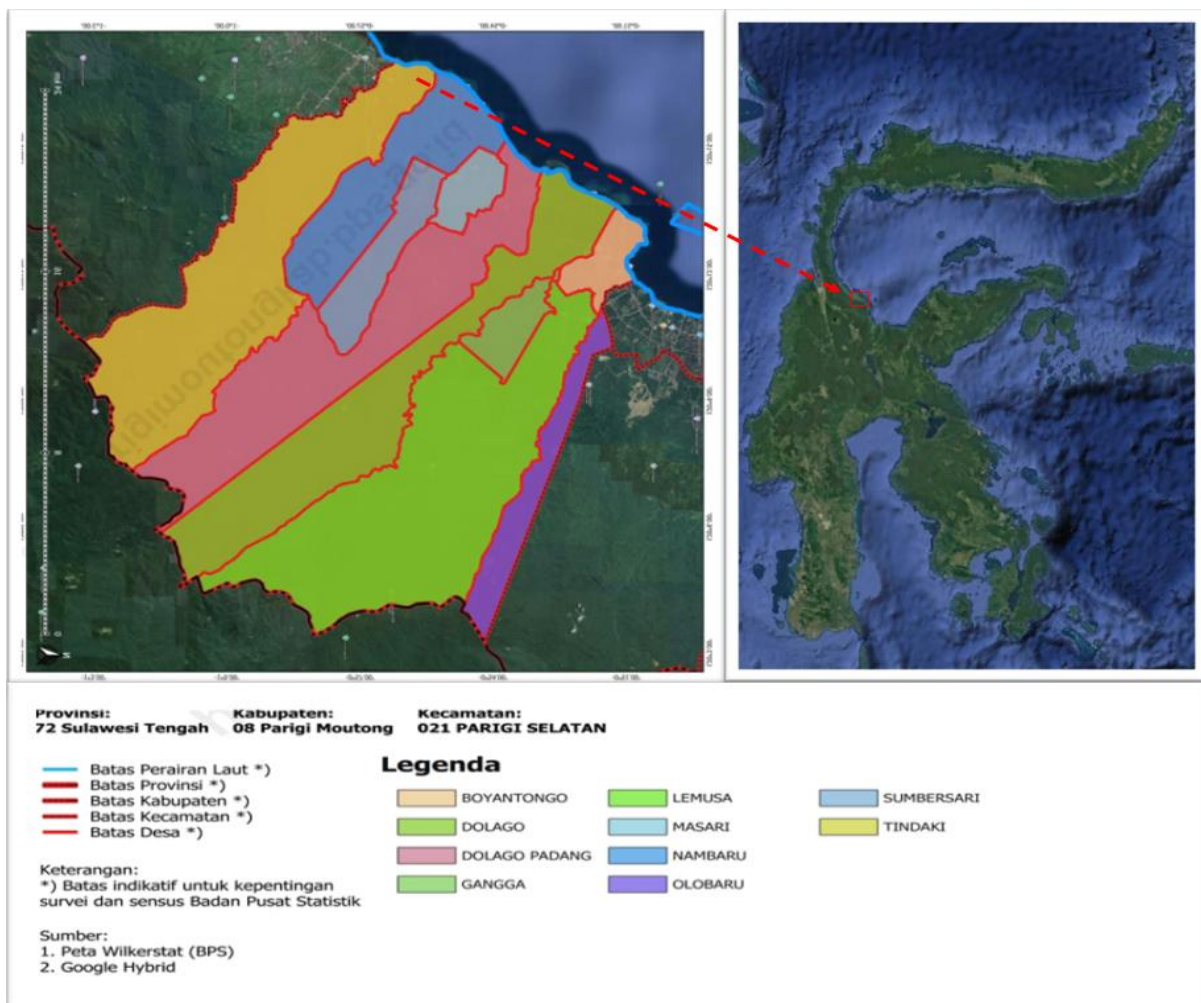
Risiko yang dihadapi pembudidaya bersifat multidimensional, meliputi risiko produksi seperti serangan penyakit dan kualitas benur, risiko lingkungan seperti fluktuasi kualitas air dan perubahan cuaca, serta risiko ekonomi berupa ketidakpastian harga hasil panen (Fitriana & Amirah, 2025). Selain itu, keterbatasan akses terhadap permodalan, lemahnya kelembagaan, serta rendahnya kapasitas manajerial turut memperbesar tingkat kerentanan usaha (Setyaningrum et al., 2024). Kondisi ini menyebabkan fluktuasi produksi dan pendapatan yang cukup tinggi, sehingga keberlanjutan usaha budidaya menjadi terancam. Dalam hal ini, resiliensi usaha menjadi aspek penting dalam menentukan kemampuan pembudidaya untuk bertahan dan beradaptasi terhadap berbagai gangguan. Resiliensi mencerminkan kapasitas sistem usaha dalam menghadapi tekanan, beradaptasi terhadap perubahan, serta pulih dari kondisi krisis (Rais Assidqi & Firmani, 2025). Semakin tinggi tingkat resiliensi suatu usaha, maka semakin besar kemampuannya untuk mempertahankan keberlanjutan dalam kondisi ketidakpastian. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa aspek teknis dan lingkungan masih menjadi faktor pembatas utama dalam keberlanjutan budidaya udang vannamei. Basuki et al., (2024) menemukan bahwa resiliensi ekonomi relatif baik, namun resiliensi teknis masih rendah. Sementara itu, Syarifuddin et al., (2025) menunjukkan bahwa pengelolaan kualitas air dan kelembagaan merupakan faktor kunci dalam meningkatkan keberlanjutan usaha. Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih bersifat parsial dan belum mengintegrasikan analisis risiko dan resiliensi secara kuantitatif dalam satu kerangka analisis yang komprehensif. Belum optimalnya pengukuran risiko usaha secara kuantitatif serta belum adanya pendekatan yang mengintegrasikan analisis risiko dan resiliensi dalam satu model yang terukur menunjukkan adanya kesenjangan dalam kajian budidaya perikanan. Padahal, pemahaman yang komprehensif mengenai kedua aspek tersebut sangat penting dalam mendukung pengembangan usaha budidaya yang berkelanjutan.

Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada penerapan pendekatan terintegrasi yang menggabungkan analisis risiko berbasis *probability impact* dan *coefficient of variation* (CV) dengan analisis resiliensi menggunakan *Livelihood Vulnerability Index* (LVI) serta pemetaan posisi usaha melalui *Multidimensional Scaling* (MDS) dalam satu kerangka analisis kuantitatif. Pendekatan ini memungkinkan pengukuran yang lebih komprehensif terhadap hubungan antara tingkat risiko dan kapasitas resiliensi usaha pembudidaya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengukur tingkat risiko usaha budidaya udang vannamei sistem tradisional serta menganalisis tingkat resiliensi usaha pembudidaya. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan kajian risiko dan resiliensi pada sektor perikanan budidaya serta menjadi dasar dalam perumusan strategi pengelolaan usaha yang lebih adaptif dan berkelanjutan.

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Boyantongo, Kecamatan Parigi Selatan, Kabupaten Parigi Moutong, Provinsi Sulawesi Tengah (Gambar 1). Pemilihan lokasi dilakukan secara purposive dengan pertimbangan bahwa wilayah tersebut merupakan salah satu sentra budidaya udang vannamei sistem tradisional yang dikelola oleh pembudidaya skala kecil (Laapo, 2020). Selain itu, wilayah ini memiliki karakteristik lingkungan pesisir yang dinamis serta menghadapi berbagai permasalahan terkait risiko produksi, lingkungan, dan ekonomi, sehingga relevan dengan tujuan penelitian. Kondisi lokasi penelitian yang masih didominasi oleh sistem budidaya tradisional (Nurhasni et al., 2019) menjadikan wilayah ini representatif untuk mengkaji tingkat risiko dan resiliensi usaha. Faktor lain yang mendukung pemilihan lokasi adalah ketersediaan responden yang aktif melakukan kegiatan budidaya serta aksesibilitas data yang memungkinkan dilakukannya penelitian secara efektif dan efisien.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.2 Metode Pengambilan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pembudidaya udang vannamei sistem tradisional di Desa Boyantongo, Kecamatan Parigi Selatan. Populasi ini dipilih karena memiliki karakteristik yang sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu pelaku usaha budidaya yang menghadapi risiko produksi, lingkungan, dan ekonomi secara langsung. Jumlah populasi dalam penelitian ini sebanyak 33 orang pembudidaya. Mengingat jumlah populasi relatif kecil, maka seluruh populasi dijadikan sebagai sampel penelitian (total sampling). Metode total sampling digunakan apabila jumlah populasi kurang dari 100, sehingga seluruh anggota populasi dapat dijadikan responden untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dan representatif (Sugiyono, 2016). Penggunaan seluruh populasi sebagai sampel

bertujuan untuk meminimalkan bias serta meningkatkan validitas hasil penelitian, karena seluruh karakteristik populasi dapat terwakili secara menyeluruh dalam analisis yang dilakukan.

2.3 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan kombinasi data primer dan data sekunder untuk memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai tingkat risiko dan resiliensi usaha budidaya udang vannamei sistem tradisional. Data primer merupakan sumber utama dalam penelitian ini yang diperoleh secara langsung dari responden melalui wawancara menggunakan kuesioner terstruktur. Data primer yang dikumpulkan berupa skor persepsi responden terhadap berbagai indikator risiko usaha dan resiliensi usaha yang diukur menggunakan skala Likert. Penggunaan data primer dinilai penting karena mampu merepresentasikan kondisi empiris di lapangan secara langsung serta mencerminkan pengalaman nyata yang dihadapi oleh pembudidaya (Creswell, 2011).

Selain data primer, penelitian ini juga menggunakan data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber seperti laporan instansi pemerintah, publikasi statistik perikanan, serta artikel ilmiah yang relevan dengan topik penelitian. Data sekunder digunakan untuk mendukung analisis, memberikan konteks terhadap hasil penelitian, serta memperkuat landasan teoritis yang digunakan. Penggunaan kombinasi data primer dan sekunder diharapkan dapat meningkatkan validitas dan reliabilitas hasil penelitian, sehingga menghasilkan temuan yang lebih akurat dan dapat dipertanggungjawabkan (Sugiyono, 2016).

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuesioner terstruktur yang disusun berdasarkan variabel dan indikator penelitian. Variabel risiko usaha terdiri atas beberapa indikator utama, yaitu risiko produksi, risiko lingkungan, risiko ekonomi, dan risiko kelembagaan. Sementara itu, variabel resiliensi usaha diukur berdasarkan tiga dimensi utama, yaitu dimensi ekonomi, dimensi teknis, dan dimensi sosial. Setiap indikator diterjemahkan ke dalam butir pertanyaan yang relevan untuk menggambarkan kondisi usaha yang dihadapi oleh responden. Pengukuran terhadap masing-masing indikator dilakukan menggunakan skala Likert dengan rentang nilai 1 hingga 5, dimana nilai 1 menunjukkan tingkat yang sangat rendah dan nilai 5 menunjukkan tingkat yang sangat tinggi. Skala pengukuran tersebut digunakan untuk mempermudah proses kuantifikasi persepsi responden sehingga dapat dianalisis secara statistik.

2.3 Analisis Data

2.3.1 Analisis Risiko Usaha (*Probability Impact Matrix*)

Risiko usaha dianalisis berdasarkan tingkat kemungkinan risiko (*probability*) dan tingkat dampak (*impact*) dari setiap jenis risiko. Jenis risiko yang dianalisis meliputi risiko produksi, risiko lingkungan, risiko ekonomi, serta risiko kelembagaan dan manajerial usaha (Aprilia Dwi Lestari & Amirah Amirah, 2025). Penilaian *probability dan impact* dilakukan menggunakan skala Likert (1–5) berdasarkan persepsi dan pengalaman pembudidaya. Nilai risiko dihitung menggunakan persamaan (Zakiyah, 2026):

$$R_i = P_i \times I_i$$

Keterangan: R_i = nilai risiko ke- i , P_i = tingkat kemungkinan terjadinya risiko ke- i , I_i = tingkat dampak risiko ke- i . Dimana klasifikasi tingkat risiko ditetapkan sebagai berikut: $R \geq 15$ = Risiko Tinggi, $10 \leq R < 15$ = Risiko Sedang, dan $R < 10$ = Risiko Rendah.

Penetapan batas kategori tersebut didasarkan pada pembagian interval dari rentang nilai risiko (1–25) yang diperoleh dari skala Likert 1–5, serta mengacu pada pendekatan risk matrix dalam analisis risiko semi kuantitatif (Sugiyono, 2016).

2.3.2 Coefficient of Variation (CV)

Penggunaan CV bertujuan untuk melihat tingkat ketidakstabilan risiko usaha yang dihadapi oleh pembudidaya, dimana nilai CV yang lebih tinggi menunjukkan variasi risiko yang semakin besar dan kondisi usaha yang lebih rentan. Nilai *Coefficient of Variation* dihitung dengan membandingkan nilai standar deviasi terhadap nilai rata-rata risiko usaha, yang dirumuskan sebagai berikut (Supriyadi et al., 2022):

$$CV = \frac{\sigma}{\mu}$$

Dimana: CV = *Coefficient of Variation*, σ = standar deviasi nilai risiko, μ = nilai rata-rata risiko.

2.3.3 Indeks Resiliensi Usaha/*Livelihood Vulnerability Index (LVI)*

Pengukuran resiliensi dilakukan menggunakan pendekatan *Livelihood Vulnerability Index (LVI)* yang dibangun dari sejumlah indikator terpilih yang dikelompokkan ke dalam tiga dimensi utama, yaitu dimensi ekonomi, teknis, dan social (Azizi & Komarudin, 2021). Setiap indikator pada masing-masing dimensi dinormalisasi untuk menghasilkan nilai indeks yang berada pada rentang 0–1. Proses normalisasi dilakukan dengan persamaan (Akram et al., 2025):

$$\text{Index}_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

Dimana: Index_{ij} = nilai indeks indikator ke-j pada responden ke-i, X_{ij} = nilai aktual indikator, X_{\max} dan X_{\min} = nilai minimum dan maksimum indikator

Nilai *Livelihood Vulnerability Index (LVI)* diperoleh melalui agregasi nilai dari seluruh dimensi dengan menggunakan metode pembobotan. Nilai LVI berada pada rentang 0–1, dimana nilai yang mendekati 1 menunjukkan tingkat kerentanan yang tinggi (resiliensi rendah), sedangkan nilai yang mendekati 0 menunjukkan tingkat kerentanan yang rendah (resiliensi tinggi). Perhitungan LVI dilakukan dengan rumus sebagai berikut (Akram et al., 2025):

$$LVI = \sum_{k=1}^n W_k \times M_k$$

Dimana: LVI = *Livelihood Vulnerability Index*, M_k = nilai komposit dimensi ke-k, W_k = bobot dimensi ke-k, n = jumlah dimensi

Dalam penelitian ini, pengukuran dilakukan berdasarkan tiga dimensi utama, yaitu dimensi ekonomi, teknis, dan sosial. Masing-masing dimensi diberikan bobot yang sama (*equal weighting*) sebesar 1/3, sehingga kontribusi setiap dimensi terhadap nilai indeks total bersifat seimbang. Pendekatan *equal weighting* ini umum digunakan dalam penyusunan indeks komposit, terutama ketika tidak terdapat dasar empiris yang kuat untuk memberikan bobot yang berbeda antar dimensi (Hahn et al., 2009). Selain itu, penggunaan bobot yang sama bertujuan untuk menghindari subjektivitas dalam penentuan bobot serta menjaga transparansi dan konsistensi dalam proses analisis. Bobot masing-masing dimensi dalam perhitungan LVI disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Bobot Dimensi dalam Perhitungan *Livelihood Vulnerability Index (LVI)*

No	Dimensi	Bobot	Keterangan
1	Ekonomi	0,33	Pembobotan setara (<i>equal weight</i>)
2	Teknis	0,33	Pembobotan setara (<i>equal weight</i>)
3	Sosial	0,33	Pembobotan setara (<i>equal weight</i>)
Total		1,00	

Sumber: Data Primer, 2026.

2.3.4 *Multidimensional Scaling (MDS)*

Analisis *Multidimensional Scaling (MDS)* dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 26 untuk memetakan posisi resiliensi usaha berdasarkan kedekatan antar dimensi. Kelayakan model dievaluasi menggunakan nilai stress dan koefisien determinasi (R^2). *Multidimensional Scaling (MDS)* digunakan untuk mengidentifikasi posisi relatif resiliensi usaha pembudidaya serta untuk menentukan aspek atau indikator yang paling berpengaruh terhadap tingkat resiliensi. Nilai *stress* < 0,25

menunjukkan model pemetaan yang dapat diterima (Supriyadi et al., 2022). Fungsi *Stress* /Kruskal Stress (Purnomo, Sutadji, et al., 2022)

$$Stress = \sqrt{\frac{\sum (d_{ij} - d'_{ij})^2}{\sum d_{ij}^2}}$$

Dimana: d_{ij} = jarak aktual antar objek, d'_{ij} = jarak hasil pemodelan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik Responden

Berdasarkan hasil pengumpulan data, responden dalam penelitian ini terdiri dari pembudidaya udang vannamei sistem tradisional di Kecamatan Parigi Selatan, Kabupaten Parigi Moutong. Jumlah responden sebanyak 33 orang yang seluruhnya merupakan pelaku usaha budidaya skala kecil hingga menengah. Berdasarkan data kapasitas produksi, pembudidaya memiliki variasi produksi yang cukup beragam, yaitu berkisar antara 500 kg hingga 5000 kg per siklus, dengan rata-rata produksi sebesar 1.621 kg per siklus. Variasi ini menunjukkan adanya perbedaan kapasitas usaha antar pembudidaya, yang dipengaruhi oleh faktor modal, luas tambak, serta kemampuan teknis dalam pengelolaan budidaya.

Tabel 3. Karakteristik Responden Berdasarkan Kapasitas Produksi

No	Kategori Produksi	Kisaran (kg/siklus)	Jumlah (orang)	Persentase (%)
1	Rendah	< 1000	11	33,3
2	Sedang	1000 – 2000	19	57,6
3	Tinggi	> 2000	3	9,1
Total			33	100

Sumber: Analisis Data Primer, 2026

Distribusi kapasitas produksi menunjukkan bahwa mayoritas pembudidaya berada pada kategori sedang (57,6%). Hal ini mengindikasikan bahwa usaha budidaya udang vannamei di lokasi penelitian masih didominasi oleh skala usaha tradisional dengan tingkat intensifikasi yang terbatas. Kondisi tersebut berimplikasi terhadap tingginya ketergantungan terhadap faktor lingkungan serta keterbatasan dalam pengelolaan teknis budidaya. Pembudidaya dengan kapasitas produksi rendah cenderung lebih rentan terhadap risiko produksi dan lingkungan, terutama terhadap serangan penyakit dan perubahan kualitas air. Sementara itu, pembudidaya dengan kapasitas produksi yang lebih tinggi memiliki kemampuan yang relatif lebih baik dalam mengelola usaha, meskipun tetap menghadapi risiko yang signifikan.

3.2 Identifikasi Risiko Usaha

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa pembudidaya udang vannamei sistem tradisional menghadapi empat kelompok risiko utama, yaitu risiko produksi, risiko lingkungan, risiko ekonomi, dan risiko kelembagaan. Risiko produksi merupakan risiko yang paling dominan, yang meliputi serangan penyakit serta kualitas benur yang digunakan dalam proses budidaya. Sementara itu, risiko lingkungan berkaitan dengan fluktuasi kualitas air dan kondisi cuaca yang tidak menentu, yang secara langsung mempengaruhi pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup udang. Selain itu, pembudidaya juga menghadapi risiko ekonomi berupa ketidakpastian harga jual hasil panen serta keterbatasan modal usaha. Risiko kelembagaan muncul akibat lemahnya organisasi kelompok pembudidaya serta keterbatasan akses terhadap informasi dan dukungan teknis. Keempat kelompok risiko tersebut saling berkaitan dan secara keseluruhan mempengaruhi keberlanjutan usaha budidaya udang vannamei sistem tradisional (Hartoyo et al., 2018).

Berdasarkan Tabel 4, risiko produksi dan lingkungan menjadi risiko yang paling dominan dihadapi oleh pembudidaya. Hal ini menunjukkan bahwa sistem budidaya tradisional memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap kondisi biologis dan lingkungan perairan (Arif et al., 2025). Risiko penyakit udang dan kualitas air merupakan faktor yang paling sering menyebabkan kegagalan produksi. Sementara itu, risiko ekonomi dan kelembagaan berperan sebagai faktor pendukung yang

memperbesar dampak risiko utama. Ketidakstabilan harga dan keterbatasan modal menyebabkan pembudidaya sulit melakukan perbaikan teknologi budidaya, sedangkan lemahnya kelembagaan menghambat akses terhadap informasi dan inovasi.

Tabel 4. Identifikasi Risiko Usaha Budidaya Udang Vannamei

No	Kelompok Risiko	Jenis Risiko	Keterangan
1	Produksi	Penyakit udang	Serangan penyakit yang menyebabkan kematian massal
2	Lingkungan	Kualitas benur	Benur tidak sehat atau tidak bersertifikat
		Kualitas air	Perubahan pH, salinitas, dan Oksigen terlarut
3	Ekonomi	Cuaca	Perubahan suhu dan curah hujan ekstrem
		Harga jual	Fluktuasi harga pasar yang tidak stabil
4	Kelembagaan	Modal usaha	Keterbatasan akses permodalan
		Kelembagaan lemah	Kurangnya peran kelompok/organisasi
		Akses informasi	Terbatasnya penyuluhan dan teknologi

Sumber: Analisis Data Primer, 2026

3.3 Tingkat Risiko Usaha

Hasil perhitungan tingkat risiko usaha dilakukan dengan mengalikan nilai probability (P) dan impact (I) dari masing-masing jenis risiko. Nilai probability dan impact diperoleh dari rata-rata skor persepsi responden menggunakan skala Likert 1–5. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar risiko berada pada kategori sedang hingga tinggi, dimana risiko produksi dan lingkungan memiliki nilai risiko tertinggi dibandingkan dengan risiko lainnya.

Tabel 5. Tingkat Risiko Usaha Budidaya Udang Vannamei

No	Jenis Risiko	Probability (P)	Impact (I)	Nilai Risiko (R=P×I)	Kategori
1	Penyakit udang	4,1	4,5	18,45	Tinggi
2	Kualitas benur	3,8	4,2	15,96	Tinggi
3	Kualitas air	3,8	4,3	16,34	Tinggi
4	Cuaca	3,5	3,9	13,65	Sedang
5	Harga jual	3,2	4	12,8	Sedang
6	Modal usaha	3,6	3,8	13,68	Sedang
7	Kelembagaan lemah	3,2	3,5	11,2	Sedang
Rata-Rata Nilai Resiko (μ)				14,58	Sedang

Sumber: Analisis Data Primer, 2026

Berdasarkan Tabel 5, risiko dengan kategori tinggi didominasi oleh risiko produksi dan lingkungan, yaitu penyakit udang, kualitas air, dan kualitas benur. Risiko penyakit udang memiliki nilai risiko tertinggi 18,45, yang menunjukkan bahwa risiko ini paling sering terjadi dan memiliki dampak yang sangat besar terhadap keberhasilan usaha budidaya. Risiko kualitas air juga menunjukkan nilai yang tinggi 16,34, yang menandakan bahwa perubahan kondisi lingkungan perairan menjadi faktor kritis dalam menentukan produktivitas tambak. Hal ini menunjukkan bahwa sistem budidaya tradisional sangat bergantung pada kondisi lingkungan yang tidak sepenuhnya dapat dikendalikan oleh pembudidaya (Purnomo, et al., 2022). Sementara itu, risiko ekonomi seperti harga jual juga berada pada kategori sedang 12,8, yang menunjukkan bahwa fluktuasi harga pasar memiliki dampak signifikan terhadap pendapatan pembudidaya. Sebaliknya, risiko kelembagaan dan modal usaha berada pada kategori sedang, yang menunjukkan bahwa meskipun penting, dampaknya relatif lebih rendah dibandingkan risiko teknis dan lingkungan.

3.4 Analisis Variabilitas Risiko (CV)

Analisis variabilitas risiko dilakukan untuk mengukur tingkat ketidakstabilan usaha budidaya udang vannamei sistem tradisional yang dihadapi oleh pembudidaya. Pengukuran ini menggunakan

Coefficient of Variation (CV), yang diperoleh dari perbandingan antara nilai standar deviasi dan rata-rata nilai risiko.

Tabel 6. Variabilitas Risiko Usaha Budidaya Udang Vannamei

No	Risiko	R	(R - μ)	(R - μ) ²
1	Penyakit	18,45	3,87	14,95
2	Benur	15,96	1,38	1,90
3	Air	16,34	1,39	1,92
4	Cuaca	13,65	-0,93	0,87
5	Harga	12,8	-1,78	3,18
6	Modal	13,68	-0,90	0,82
7	Kelembagaan	11,2	-3,38	11,44
Total				35,08

Sumber: Analisis Data Primer, 2026

$$\text{Standar Deviasi Nilai Risiko } (\sigma) = \sqrt{\frac{35,08}{7}} = 2,24$$

$$\text{Coefficient of Variation (CV)} = \frac{2,24}{14,58} = 0,153$$

Berdasarkan hasil perhitungan terhadap data responden, diperoleh nilai rata-rata risiko sebesar 14,58 dan standar deviasi sebesar 2,24, sehingga nilai coefficient of variation (CV) adalah sebesar 0,153. Nilai CV sebesar 0,153 menunjukkan bahwa tingkat variasi risiko usaha berada pada kategori rendah hingga sedang. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun terdapat beberapa jenis risiko dengan nilai yang relatif tinggi, seperti penyakit udang dan kualitas air, distribusi risiko antar indikator tidak terlalu menyebar secara ekstrem. Secara lebih lanjut, nilai CV yang relatif rendah menunjukkan bahwa pola risiko usaha cenderung konsisten di antara pembudidaya. Artinya, sebagian besar pembudidaya menghadapi jenis dan tingkat risiko yang relatif serupa, terutama pada aspek produksi dan lingkungan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa risiko yang terjadi bukan bersifat acak, melainkan sistemik dan berulang, sehingga berpotensi untuk diantisipasi melalui strategi pengelolaan yang tepat.

Meskipun keberadaan risiko dengan nilai tinggi tetap menjadi faktor utama yang dapat mempengaruhi stabilitas usaha. Risiko penyakit udang dan kualitas air, misalnya, memiliki kontribusi besar terhadap peningkatan nilai rata-rata risiko, sehingga menjadi faktor dominan dalam menentukan tingkat kerentanan usaha (Mochamad Aqmarah Fahmi et al., 2024). Oleh karena itu, upaya mitigasi risiko perlu difokuskan pada faktor-faktor utama tersebut untuk meningkatkan stabilitas dan keberlanjutan usaha budidaya. Dengan demikian, hasil analisis coefficient of variation menunjukkan bahwa usaha budidaya udang vannamei sistem tradisional masih berada dalam kondisi yang relatif stabil, namun tetap memiliki kerentanan terhadap risiko tertentu yang bersifat dominan dan memerlukan penanganan secara prioritas.

3.5 Tingkat Resiliensi Usaha (LVI)

Hasil analisis resiliensi usaha budidaya udang vannamei sistem tradisional dilakukan menggunakan pendekatan *Livelihood Vulnerability Index (LVI)*, yang mengukur kemampuan pembudidaya dalam menghadapi, beradaptasi, dan pulih dari berbagai risiko usaha. Berdasarkan hasil perhitungan indeks, diperoleh nilai resiliensi pada masing-masing dimensi sebagaimana disajikan pada Tabel 7.

Nilai LVI sebesar 0,50 menunjukkan bahwa tingkat resiliensi usaha budidaya udang vannamei sistem tradisional berada pada kategori sedang. Hal ini berarti bahwa pembudidaya masih memiliki kemampuan untuk bertahan dalam menghadapi berbagai risiko, namun kapasitas adaptasi dan pemulihan yang dimiliki belum optimal. Dimensi ekonomi memiliki nilai indeks sebesar 0,42 yang menunjukkan kondisi relatif stabil. Hal ini mengindikasikan bahwa pembudidaya masih mampu mempertahankan pendapatan usaha meskipun menghadapi fluktuasi produksi dan harga. Namun

demikian, keterbatasan akses terhadap permodalan masih menjadi kendala dalam meningkatkan skala usaha. Dimensi teknis memiliki nilai indeks tertinggi yaitu 0,61 yang menunjukkan tingkat kerentanan yang relatif tinggi. Kondisi ini mencerminkan keterbatasan kemampuan pembudidaya dalam mengelola aspek teknis budidaya, seperti pengendalian penyakit, pengelolaan kualitas air, serta penggunaan teknologi yang masih sederhana. Tingginya kerentanan pada dimensi ini sejalan dengan hasil analisis risiko yang menunjukkan bahwa risiko produksi dan lingkungan merupakan faktor dominan dalam usaha budidaya (Imelda et al., 2025). Sementara itu, dimensi sosial memiliki nilai indeks sebesar 0,48 yang berada pada kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan sosial antar pembudidaya serta keberadaan kelembagaan masih cukup mendukung, meskipun belum optimal dalam memberikan akses terhadap informasi, pelatihan, dan inovasi teknologi.

Tabel 7. Nilai Indeks Resiliensi Usaha (LVI)

No	Dimensi	Nilai Indeks	Kategori
1	Ekonomi	0.42	Sedang
2	Teknis	0.61	Rendah (rentan)
3	Sosial	0.48	Sedang
LVI		0.50	Sedang

Sumber: Data Primer, 2026

Secara keseluruhan, nilai resiliensi yang berada pada kategori sedang menunjukkan bahwa usaha budidaya udang vannamei sistem tradisional masih memiliki kemampuan bertahan, namun belum memiliki kapasitas adaptasi yang kuat terhadap perubahan dan tekanan eksternal. Kelemahan utama terletak pada dimensi teknis, yang menjadi faktor pembatas dalam meningkatkan ketahanan usaha. Nilai resiliensi yang berada pada kategori sedang juga dipengaruhi oleh skala usaha pembudidaya yang relatif kecil, sebagaimana ditunjukkan oleh kapasitas produksi responden yang sebagian besar berada pada kisaran 1000 sampai 2000 kg/siklus. Kondisi ini menunjukkan keterbatasan dalam akses terhadap teknologi dan permodalan yang berpengaruh terhadap kemampuan adaptasi usaha. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan resiliensi usaha perlu difokuskan pada penguatan kapasitas teknis pembudidaya, melalui peningkatan keterampilan, penerapan teknologi budidaya yang lebih baik, serta pengelolaan lingkungan tambak yang lebih optimal. Selain itu, penguatan aspek kelembagaan dan akses informasi juga menjadi faktor penting dalam mendukung peningkatan resiliensi usaha secara berkelanjutan. Peningkatan kapasitas pembudidaya terbukti memberikan pengaruh positif yang kuat terhadap resiliensi usaha sekaligus memperkuat kemampuan adaptasi dalam menghadapi berbagai tekanan dan risiko usaha secara berkelanjutan (Mursalat et al., 2026).

3.6 Posisi Resiliensi (MDS)

Analisis Multidimensional Scaling (MDS) digunakan untuk memetakan posisi resiliensi usaha budidaya udang vannamei sistem tradisional secara visual berdasarkan kedekatan antar dimensi resiliensi. Pendekatan ini bertujuan untuk menggambarkan posisi relatif usaha dalam spektrum resiliensi, serta mengidentifikasi dimensi yang paling berpengaruh terhadap tingkat resiliensi secara keseluruhan.

Tabel 8. Goodness of Fit Model MDS Usaha Budidaya Udang Vannamei

No	Parameter	Nilai	Keterangan
1	Stress	0.18	Model baik
2	R ²	0.91	Kesesuaian tinggi

Sumber: Analisis Data Primer, 2026

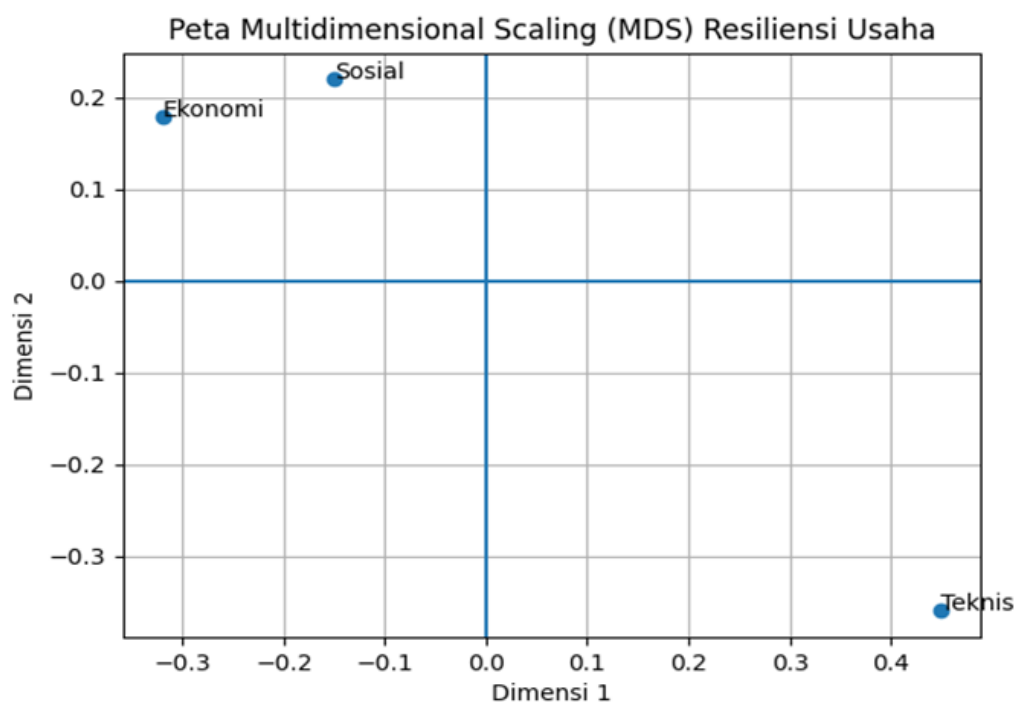
Berdasarkan hasil analisis MDS, diperoleh nilai stress sebesar 0,18 dan nilai koefisien determinasi (R²) sebesar 0,91. Nilai stress yang lebih kecil dari 0,25 menunjukkan bahwa model pemetaan memiliki tingkat kesesuaian yang baik, sehingga hasil analisis dapat dianggap valid dalam merepresentasikan kondisi resiliensi usaha. Sementara itu, nilai R² yang mendekati 1 menunjukkan bahwa model memiliki tingkat keakuratan yang tinggi dalam menjelaskan variasi data (Maisaroh et al., 2025).

Tabel 9. Hasil Analisis Multidimensional Scaling (MDS)

No	Dimensi	Koordinat X	Koordinat Y	Nilai Indeks	Kategori Posisi
1	Ekonomi	-0.32	0.18	0.42	Moderat
2	Teknis	0.45	-0.36	0.61	Rentan
3	Sosial	-0.15	0.22	0.48	Moderat

Sumber: Analisis Data Primer 2026

Hasil analisis *Multidimensional Scaling* (MDS) menunjukkan bahwa dimensi teknis memiliki posisi paling mendekati area rentan dengan nilai indeks sebesar 0,61. Hal ini menunjukkan bahwa aspek teknis menjadi faktor pembatas utama dalam meningkatkan resiliensi usaha budidaya udang vannamei. Sementara itu, dimensi ekonomi dan sosial berada pada posisi moderat dengan nilai indeks masing-masing sebesar 0,42 dan 0,48. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun pembudidaya masih memiliki kemampuan bertahan secara ekonomi dan sosial, kapasitas adaptasi yang dimiliki belum optimal. Nilai *stress* sebesar 0,18 dan nilai R^2 sebesar 0,91 menunjukkan bahwa model MDS memiliki tingkat kesesuaian yang baik, sehingga hasil pemetaan dapat digunakan untuk menggambarkan kondisi resiliensi usaha secara akurat.



Gambar 2. Peta Multidimensional Scaling (MDS) Resiliensi Budidaya Udang Vannamei Sistem Tradisional; Sumber: Data Olahan, 2026

Hasil pemetaan *Multidimensional Scaling* (MDS) menggambarkan posisi resiliensi usaha budidaya udang vannamei sistem tradisional. Dimensi teknis terlihat berada pada posisi yang menjauh dari dimensi lainnya dan mendekati area rentan, yang menunjukkan bahwa aspek teknis menjadi faktor pembatas utama dalam meningkatkan resiliensi usaha. Sementara itu, dimensi ekonomi dan sosial berada pada posisi yang relatif berdekatan dan berada pada kategori moderat, yang menunjukkan bahwa kedua dimensi tersebut masih memiliki peran dalam mempertahankan keberlanjutan usaha, meskipun belum optimal.

Kerentanan pada dimensi teknis di Kecamatan Parigi Selatan diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain keterbatasan akses terhadap teknologi budidaya dan keterbatasan dalam memperoleh benur berkualitas atau bersertifikat (*Specific Pathogen Free / SPF*). Selain itu, sebagian besar pembudidaya masih mengandalkan pengalaman tradisional dalam pengelolaan tambak, sehingga kemampuan dalam pengendalian penyakit dan manajemen kualitas air masih terbatas. Kondisi ini

menyebabkan tingginya risiko produksi, terutama terkait serangan penyakit dan fluktuasi kualitas lingkungan perairan.

Hasil analisis MDS memperkuat temuan dari analisis risiko dan LVI, dimana faktor teknis dan lingkungan menjadi sumber utama kerentanan usaha (Imelda et al., 2025). Risiko produksi seperti penyakit udang dan kualitas air yang memiliki nilai risiko tinggi terbukti berkorelasi dengan rendahnya resiliensi pada dimensi teknis. Kondisi ini menunjukkan bahwa tingkat resiliensi usaha tidak hanya dipengaruhi oleh kemampuan ekonomi dan sosial, tetapi sangat ditentukan oleh kapasitas teknis dalam mengelola sistem budidaya. Dengan demikian, peningkatan resiliensi usaha perlu difokuskan pada perbaikan aspek teknis, seperti pengelolaan kualitas air, pengendalian penyakit, serta penerapan teknologi budidaya yang lebih baik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, usaha budidaya udang vannamei sistem tradisional menghadapi risiko utama pada aspek produksi dan lingkungan dengan kategori sedang hingga tinggi. Nilai risiko tertinggi terdapat pada risiko penyakit udang sebesar 18,45, diikuti oleh risiko kualitas air sebesar 16,34 dan kualitas benur sebesar 15,96, yang menunjukkan bahwa faktor teknis dan lingkungan menjadi sumber utama kerentanan usaha. Tingkat ketidakstabilan usaha yang diukur menggunakan *coefficient of variation* (CV) menunjukkan nilai sebesar 0,153 yang berada pada kategori stabil hingga sedang. Nilai ini mengindikasikan bahwa variasi risiko usaha relatif tidak terlalu tinggi, namun tetap menunjukkan adanya ketidakpastian yang dapat mempengaruhi keberlanjutan usaha, terutama akibat dominasi risiko produksi dan lingkungan.

Sementara itu, tingkat resiliensi usaha yang diukur menggunakan *Livelihood Vulnerability Index* (LVI) menunjukkan nilai sebesar 0,50, yang berada pada kategori sedang. Secara parsial, dimensi ekonomi memiliki nilai indeks sebesar 0,42, dimensi sosial sebesar 0,48, dan dimensi teknis sebesar 0,61 yang menunjukkan tingkat kerentanan tertinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa kelemahan utama dalam sistem budidaya terletak pada aspek teknis dan kelembagaan yang masih terbatas dalam mendukung adaptasi terhadap risiko. Dengan demikian, usaha budidaya udang vannamei sistem tradisional masih memiliki kemampuan untuk bertahan, namun memerlukan peningkatan kapasitas terutama pada aspek teknis dan kelembagaan guna meningkatkan resiliensi dan keberlanjutan usaha di masa mendatang.

5. Ucapan Terimakasih

Tim Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini, khususnya kepada Universitas Alkhairaat sebagai pihak pemberi dana. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada, instansi terkait dan responden pembudidaya di Desa Boyantongo, Kecamatan Parigi Selatan, Kabupaten Parigi Moutong yang telah membantu dalam proses pengumpulan data, serta kepada rekan-rekan Dosen Fakultas Perikanan Universitas Alkhairaat yang telah memberikan masukan dan dukungan selama proses penyusunan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Akram, A., Tahir, A., Alam, A., & Waheed, A. (2025). Livelihood vulnerability index: Assessment of climatic changes in flood affected areas of Mianwali district, Punjab, Pakistan. *PLoS ONE*, *20*(3 March), 1–24. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0315398>
- Aprilia Dwi Lestari, & Amirah Amirah. (2025). Manajemen Risiko Pada Peternakan Kambing di Desa Dampyak Kabupaten Tegal. *Digital Bisnis: Jurnal Publikasi Ilmu Manajemen Dan E-Commerce*, *4*(4), 01–10. <https://doi.org/10.30640/digital.v4i4.5383>
- Arif, G., Prayitno, S. B., & Purnomo, P. W. (2025). Sustainability Status of Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Aquaculture in Millennial Pond Model. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, *14*(3), 321–335. <https://doi.org/10.20473/jafh.v14i3.73619>
- Azizi, & Komarudin, N. (2021). Analisis of livelihood vulnerability fisherman dealing with climate variability (case muara village blanakan sub-district, subang district). *Jurnal AKuatek*, *2*(2), 140–147.
- Basuki, A. Y., Widodo, E. M., & Rifa'i, A. (2024). Analisis Kelayakan Usaha Budidaya Udang Vaname Menuju Agriculture yang Berkelanjutan Di Kecamatan Buayan Kabupaten Kebumen

- (Studi Kasus Di Tambak Udang Jladri). *Jurnal Borobudur Engineering Review*, 04(02), 1–25. <https://doi.org/10.31603/benr.v4i02.12203>
- Creswell. (2011). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. In *Manual Therapy* (Vol. 16, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.math.2010.09.003>
- FAO. (2022). The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA), FAO: Rome, 2022. In *The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA)*. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cc0461en>
- Fitriana, N. L., & Amirah. (2025). Manajemen risiko budidaya udang vannamei kota tegal. *Manajerial Dan Bisnis Tanjungpinang*, 8(2).
- Hahn, M. B., Riederer, A. M., & Foster, S. O. (2009). The Livelihood Vulnerability Index: A pragmatic approach to assessing risks from climate variability and change—A case study in Mozambique. *Global Environmental Change*, 19(1), 74–88. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2008.11.002>
- Hartoyo, K. L., Fariyanti, A., & Suharno, S. (2018). Risiko Dan Strategi Peningkatan Produksi Udang Vannamei Di Kecamatan Blanakan Kabupaten Subang. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*, 13(1), 99. <https://doi.org/10.15578/jsekp.v13i1.6764>
- Imelda, Dolorosa, E., & Hidayat, R. (2025). Risk management in fisheries: perception, mitigation, and benefits for small-scale fisheries performance. *AAFL Bioflux*, 18(3), 1191–1206.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. (2025). *portaldata.kkp.go.id*. <https://portaldata.kkp.go.id/portals/data-statistik/layer1>
- Laapo, A. (2020). Analisis Pendapatan Usaha Tambak Udang Vannamei Di Desa Boyantongo Kecamatan Parigi Selatan Kabupaten Parigi Moutong. 7, 115–122.
- Latifah, A. L., Revaldi, M., & Destianty, M. N. (2025). Peran udang vaname dalam meningkatkan daya saing ekspor perikanan indonesia di pasar global. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Manajemen*, 3(2), 319–325.
- Maisaroh, S., Fiska, R. R., Jl, A., Alam, B., Alam, S., & Riau, B. (2025). Implementasi Algoritma Regresi Linier Berganda untuk Prediksi Penjualan di D ' Kopikap Politeknik Negeri Bengkalis , Indonesia dan model statistik dalam bisnis kuliner dapat meningkatkan akurasi perencanaan dan efisiensi. *Teknik Informatika Dan Teknologi Informasi*, 5(April), 114–131.
- Mochamad Aqmara Fahmi, R., Anugerah Wijayanti, N., & Halim, A. (2024). Manajemen Kualitas Air Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di IBL Prigi, Kabupaten Trenggalek. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 3(2), 37–46. <https://doi.org/10.58169/saintek.v3i2.651>
- Mursalat, A., Jamil, M. H., Salam, M., Sulaiman, A. A., Hastang, & Bahrun, A. H. (2026). Building farmers capacity for sustainable agricultural resilience through the diffusion of innovations in ICT advisory using partial least squares structural equation modeling. *Discover Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s43621-026-03441-0>
- Nurhasni, Antara, M., & Laapo, A. (2019). Analisis Pendapatan Usaha Tambak Udang Vannamei Di Desa Boyantongo Kecamatan Parigi Selatan Kabupaten Parigi Moutong. *Agroteknologi Bisnis*, 7(1), 115–122.
- Purnomo, A. R., Patria, M. P., Takarina, N. D., & Karuniasa, M. (2022). Environmental Impact of the Intensive System of Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Farming on the Karimunjawa-Jepara-Muria Biosphere Reserve, Indonesia. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 12(3), 873–880. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.12.3.14181>
- Purnomo, Sutadji, E., Utomo, W., Purnawirawan, O., Farich, R., A.S., S., M., R. F., Carina, A., & R., N. G. (2022). *Analisi Data Multivariat* (Cetakan I). Omera Pustaka.
- Rais Assidqi, M., & Firmani, U. (2025). Analisis Pertumbuhan Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) Pada Tambak Tanah Tradisional Di Kecamatan Dukun Kabupaten Gresik. *SEMAH : Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Perairan*, 9(1), 22–28. <https://doi.org/https://doi.org/10.36355/semahjpsp.v9i1.1788>
- Setyaningrum, E. W., Yuniartik, M., & Yuniari, S. H. (2024). The Livelihood Vulnerability of Vannamei Shrimp Culture as the Impact of Climate Change in Banyuwangi Regency, East Java Province, Indonesia. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 16(1), 136–151. <https://doi.org/10.20473/jipk.v16i1.45301>

- Sugiyono. (2016). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R & D. Bandung: Alfabeta. In *Bandung: Alfabeta*.
- Supriyadi, S., Sari, M., Abdillah, K. I., & Asshovani, C. (2022). Analisis Risiko Produksi Dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Risiko Usaha Budidaya Ikan Hias Di Kecamatan Plosoklaten, Kabupaten Kediri. *ECSoFiM: Journal of Economic and Social of Fisheries and Marine*, 09(02), 224–237. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21776/ub.ecsofim.2022.009.02.06> e-ISSN:
- Syarifuddin, Jayadi, Harlina, & Hasnidar. (2025). Sustainability of Vannamei Shrimp (*Litopenaeus Vannamei*) Pond Management in Bottolampangen Village. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 29(6), 1513–1534. www.ejabf.journals.ekb.eg
- Wang, Y., Chen, Z., Wang, J., Chang, Z., Zhang, S., Meng, G., & Li, J. (2026). Analysis of sustainability differences among various shrimp farming models: a systematic review and meta analysis. *Scientific Reports*, 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-34072-6>
- Zakiah, N. (2026). *YUME : Journal of Management Analisis Manajemen Risiko pada Toko Besi di Kabupaten Tegal : Identifikasi , Pengukuran dan Pengelolaan Risiko*. 9(1), 749–756.