

**STRATEGI PENGEMBANGAN BERKELANJUTAN SISTEM
BUDIDAYA KERAMBA JARING APUNG BERBASIS *EVIDENCE*
DI TELUK LAMPUNG PROVINSI LAMPUNG**

(DISERTASI)

Oleh

**Nazdan
1930011001**



**PROGRAM STRATA 3
PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU LINGKUNGAN
PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**STRATEGI PENGEMBANGAN BERKELANJUTAN SISTEM
BUDIDAYA KERAMBA JARING APUNG BERBASIS *EVIDENCE*
DI TELUK LAMPUNG PROVINSI LAMPUNG**

Oleh

Nazdan

DISERTASI

**sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
DOKTOR ILMU LINGKUNGAN**

pada

**Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan
Pascasarjana Multidisiplin Universitas Lampung**



**PROGRAM STRATA 3
PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU LINGKUNGAN
PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

STRATEGI PENGEMBANGAN BERKELANJUTAN SISTEM BUDIDAYA KERAMBA JARING APUNG BERBASIS *EVIDENCE* DI TELUK LAMPUNG PROVINSI LAMPUNG

Oleh

Nazdan

Keberlanjutan sistem budidaya Keramba Jaring Apung (KJA) di Indonesia, termasuk di Teluk Lampung, Sumatra, masih belum banyak dikaji secara komprehensif, padahal sistem ini telah menjadi sumber mata pencaharian penting bagi masyarakat pesisir. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi tingkat keberlanjutan budidaya KJA di 15 lokasi perairan Teluk Lampung dengan menggunakan pendekatan Rapid Appraisal for Fisheries (Rapfish) yang mencakup lima dimensi: ekologi, ekonomi, sosial, kelembagaan, dan teknologi. Analisis leverage digunakan untuk mengidentifikasi atribut yang paling berpengaruh terhadap posisi keberlanjutan, sedangkan simulasi Monte Carlo diterapkan untuk menguji kestabilan hasil analisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Teluk Hurun memiliki performa terbaik pada dimensi sosial, kelembagaan, dan teknologi; Pulau Pasaran menunjukkan sensitivitas tinggi pada dimensi ekonomi; Labuhan Sawah sensitif pada dimensi ekologi; sementara Labuhan Kramat Pulau Legundi memperoleh nilai keberlanjutan terendah pada dimensi ekonomi. Nilai robust error dari simulasi Monte Carlo terhadap indeks keberlanjutan KJA di Teluk Lampung menunjukkan sebagian besar dimensi memiliki kestabilan hasil yang baik. Namun, beberapa dimensi seperti kelembagaan di Pulau Kubur, Teluk Ratai, dan Pahawang Lunik ($>0,25$) serta sosial di Pulau Tegal ($=0,25$) menunjukkan hasil yang kurang stabil. Secara umum, indeks keberlanjutan budidaya KJA di Teluk Lampung adalah 63,36, yang termasuk dalam kategori Cukup Berkelanjutan. Temuan ini memberikan dasar ilmiah bagi perumusan kebijakan pengelolaan perikanan budidaya berkelanjutan serta mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya tujuan 2 (Tanpa Kelaparan) dan tujuan 14 (Ekosistem Lautan).

Kata kunci: KJA, Rapfish, Teluk Lampung, Keberlanjutan, Monte Carlo, SDGs

ABSTRACT

SUSTAINABLE DEVELOPMENT STRATEGIES FOR FLOATING NET CAGE AQUACULTURE SYSTEMS AN EVIDENCE BASED APPROACH IN LAMPUNG BAY, LAMPUNG PROVINCE

By

Nazdan

The sustainability of Floating Net Cage (FNC) aquaculture systems in Indonesia, including in Lampung Bay, Sumatra, has not been comprehensively assessed, despite their role as a vital source of livelihood for coastal communities. This study aims to evaluate the sustainability of FNC aquaculture in 15 sites across Lampung Bay using the Rapid Appraisal for Fisheries (Rapfish) approach, which encompasses five dimensions: ecological, economic, social, institutional, and technological. Leverage analysis was applied to identify the most influential attributes affecting sustainability status, while Monte Carlo simulations were conducted to test the robustness of the results. The findings reveal that Hurun Bay performed best in the social, institutional, and technological dimensions; Pasaran Island showed high sensitivity in the economic dimension; Labuhan Sawah was sensitive in the ecological dimension; whereas Labuhan Kramat, Legundi Island recorded the lowest sustainability score in the economic dimension. The robust error values from Monte Carlo simulations indicated that most dimensions demonstrated stable results, although some dimensions such as institutional in Kubur Island, Ratai Bay, and Pahawang Lunik (>0.25) and social in Tegal Island ($=0.25$) showed less stability. Overall, the sustainability index of FNC aquaculture in Lampung Bay was 63.36, categorized as Moderately Sustainable. These findings provide a scientific basis for policy formulation in sustainable aquaculture management and contribute to the achievement of the Sustainable Development Goals (SDGs), particularly Goal 2 (Zero Hunger) and Goal 14 (Life Below Water).

Keywords: Floating Net Cage, Rapfish, Lampung Bay, Sustainability, Monte Carlo, SDGs

Judul Disertasi : **STRATEGI PENGEMBANGAN BERKELANJUTAN
SISTEM BUDIDAYA KERAMBA JARING APUNG
BERBASIS *EVIDENCE* DI TELUK LAMPUNG
PROVINSI LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Nazdan**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1930011001

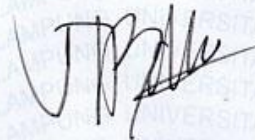
Program Studi : Doktor Ilmu Ekonomi

Fakultas : Program Pascasarjana Multidisiplin

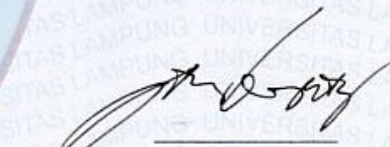
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

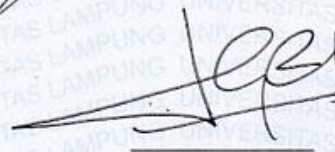
Prof. Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si.
NIP. 196105051987031002



Prof. Dr. Indra Gumay Febryano, S.Hut., M.Si.
NIP. 197402222003121001

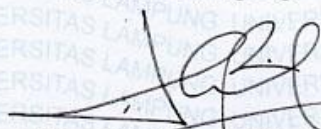


Prof. Drs. Tugiyono, M.S., Ph.D.
NIP. 196411191990031001



**2. Koordinator Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan
Universitas Lampung**

Prof. Drs. Tugiyono, M.S., Ph.D.
NIP. 196411191990031001



MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua Penguji : Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.

Sekretaris Penguji : Prof. Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D.

Promotor : Prof. Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si.

Co-Promotor 1 : Prof. Dr. Indra Gumay Febryano, S.Hut., M.Si.

Co-Promotor 2 : Prof. Drs. Tugiyono, M.S., Ph.D.

Penguji Internal : Dr. Ir. Abd. Aman Damai, M.Si.

Penguji Eksternal : Dr. dr. Sri Aryanti, S.Ked., M.M., M.Kes.

2. Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung

Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.
NIP. 196403261989021001

Tanggal Lulus Ujian Disertasi: 31 Desember 2025

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Disertasi dengan judul: **“STRATEGI PENGEMBANGAN BERKELANJUTAN SISTEM BUDIDAYA KERAMBA JARING APUNG BERBASIS *EVIDENCE* DI TELUK LAMPUNG PROVINSI LAMPUNG”** adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya orang lain dengan cara yang tidak sesuai dengan etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya, saya bersedia dan sanggup dituntut sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 31 Desember 2025
saya membuat pernyataan,



NAZDAN
NPM 1930011001

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Nazdan, lahir di Yogyakarta pada 10 Juni 1973, merupakan anak kedua dari lima bersaudara pasangan dari Bapak Raf'an Yusuf (alm) dan Nur Rini (almh). Penulis menikah dengan Meita Dresia Armila dan dianugerahi dua orang anak yaitu Nabiha Lituhayu Kansa dan Kenji Dhia Annasai.

Sejak masa muda, penulis menunjukkan ketertarikan yang kuat terhadap alam, khususnya lingkungan laut, yang kemudian memengaruhi pilihan pendidikan dan pengembangan keilmuannya. Adapun untuk riwayat pendidikan formal yang pernah peneliti tempuh dengan beberapa jenjang, yakni:

1. Pendidikan Sarjana (S1) diselesaikan pada tahun 1998 di Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
2. Pendidikan Magister (S2) diselesaikan pada tahun 2009 di Program Pascasarjana Manajemen Ketahanan Pangan, Institut Pertanian Bogor.
3. Pendidikan Doktor (S3) dimulai pada tahun 2019 di Program Studi Ilmu Lingkungan, Universitas Lampung.

Selain kegiatan akademik formal, penulis memiliki pengalaman praktis yang panjang di bidang kelautan dan penyelaman. Sejak tahun 1994, penulis aktif melakukan kegiatan penyelaman dan pengenalan ekosistem laut di berbagai perairan Indonesia. Pengalaman lapangan tersebut memberikan pemahaman mengenai kondisi ekosistem laut, khususnya terumbu karang, serta tantangan konservasi yang dihadapi akibat tekanan aktivitas manusia dan perubahan lingkungan.

Sebagai bagian dari upaya pengembangan kapasitas dan edukasi lingkungan, penulis mendirikan Coral Scuba Divers (COSDI) yang berfungsi sebagai wadah pembelajaran, berbagi pengalaman, dan peningkatan kepedulian terhadap kelestarian terumbu karang dan ekosistem laut. Penulis juga memiliki sejumlah sertifikasi profesional di bidang penyelaman, antara lain Dive Master dari Association of Diving Schools International, Rescue Diver dari Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques (CMAS), serta sertifikasi Marine Ecology dari Scuba Schools International. Dedikasi penulis di bidang penyelaman tercatat melalui partisipasi dalam kegiatan pemecahan rekor dunia penyelaman terbanyak pada ajang Sail Bunaken tahun 2009. Untuk membantu upaya pengendalian dan pengawasan ekosistem laut dan kegiatan akuakultur penulis juga memiliki kewenangan sebagai Pengawas Perikanan dan Penyidik Pegawai Negeri Sipil Perikanan.

MOTTO

“Jangan menyerah, langkah kecil yang konsisten lebih kuat daripada diam.”

(Penulis)

“Keberlanjutan sistem budidaya Keramba Jaring Apung bukanlah hasil dari langkah sesaat, melainkan buah dari ketekunan, pengelolaan yang bertanggung jawab, dan keputusan yang berpijak pada bukti ilmiah, yang melalui keseimbangan aspek ekologi, ekonomi, sosial, kelembagaan, dan teknologi memungkinkan budidaya KJA terus berkembang sebagai penopang kehidupan masyarakat pesisir sekaligus menjaga kelestarian perairan bagi generasi mendatang, karena keberlanjutan adalah sebuah pilihan.”

(Penulis)

PERSEMBAHAN

Man jadda wajada,

Puji syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan ridho-Nya yang senantiasa menyertai perjalanan penulis. Berkat kemudahan, kekuatan, dan petunjuk-Nya, penulis dapat menyelesaikan tulisan ini dengan segala keterbatasan yang ada. Karya ini penulis persembahkan sebagai ungkapan terima kasih dan rasa syukur yang tulus kepada:

Keluarga

Ayahanda Bapak Raf'an Yusuf (alm) dan Ibunda Nur Rini
Istri dan anak-anakku tersayang Meita, Kansa, dan Kenji

Para dosen dan civitas akademik

Yang telah membantu memberikan doa, dukungan, dan semangat untuk menyelesaikan studi

Almamater

Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan disertasi dengan judul “Strategi Pengembangan Keberlanjutan Budidaya Keramba Jaring Apung Berbasis *Evidence* di Teluk Lampung Provinsi Lampung” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor Ilmu Lingkungan di Universitas Lampung. Penulis menyadari bahwa disertasi ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.IPM, ASEAN Eng, selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si., selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung.
3. Ibu Dr. Candra Perbawati, S.H., M.H., selaku Wakil Direktur Pascasarjana Bidang Akademik, Kemahasiswaan dan Alumni Universitas Lampung sekaligus penguji internal 2 yang telah memberikan saran dan masukan yang bersifat membangun untuk perbaikan disertasi ini.
4. Bapak Dr. Fitra Dharma, S.E., M.Si., selaku Wakil Direktur Pascasarjana Bidang Umum Universitas Lampung.
5. Bapak Prof. Drs. Tugiyono, M.S., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan Pascasarjana Multidisiplin Universitas Lampung yang telah memberikan masukan, saran, dan kritik atas penyempurnaan penulisan disertasi.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si., selaku Promotor utama penulis atas segala bimbingan, arahan, kesabaran, dan dukungan yang telah Bapak berikan selama proses penulisan disertasi ini. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan kesehatan, keberkahan usia, ketenangan hati, dan keberhasilan dalam setiap langkah Bapak. Semoga ilmu dan kebaikan yang telah Bapak berikan menjadi amal jariyah yang tak terputus. Aamiin.
7. Bapak Prof. Dr. Indra Gumay Febryano, S.Hut., M.Si., selaku Co-Promotor 1 yang telah memberikan arahan, nasihat, dukungan, serta motivasi dalam penyusunan

8. penulisan disertasi ini. Dedikasi dan keteladanan Bapak dalam mendampingi penulis melalui setiap tahapan riset telah menjadi penuntun yang sangat berarti dalam perjalanan penyelesaian disertasi ini. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan kesehatan, keberkahan usia, ketenangan hati, dan keberhasilan dalam setiap langkah Bapak baik dalam kehidupan pribadi maupun pengabdian ilmiah dan pendidikan. Semoga ilmu dan kebaikan yang telah Bapak berikan menjadi amal jariyah yang tak terputus. Aamiin.
9. Bapak Prof. Drs. Tugiyono, M.S., Ph.D., selaku Co-Promotor 2 yang telah memberikan arahan, nasihat, dukungan, serta motivasi dalam penulisan disertasi ini. Terima kasih atas sharing pengalaman menulis disertasi dan arahan untuk penulisan disertasi ini agar menjadi lebih baik. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan kesehatan, keberkahan usia, ketenangan hati, dan keberhasilan dalam setiap langkah Bapak baik dalam kehidupan pribadi maupun pengabdian ilmiah dan pendidikan. Semoga ilmu dan kebaikan yang telah Bapak berikan menjadi amal jariyah yang tak terputus. Semoga segera menjadi Profesor. Aamiin.
10. Bapak Dr. Ir. Abd. Aman Damai, M.Si., selaku penguji internal yang telah memberikan arahan, masukan, dan saran yang bersifat membangun untuk lebih memperbaiki disertasi ini. Semoga Bapak selalu sehat dan sukses. Aamiin.
11. Bapak Dr. dr. Sri Aryanti, S.Ked., M.M., M.Kes., selaku penguji eksternal yang telah memberikan arahan, masukan, dan saran yang bersifat membangun untuk lebih memperbaiki disertasi ini. Semoga Bapak selalu sehat dan semakin sukses memimpin Kabupaten Lampung Utara menjadi semakin maju. Aamiin.
12. Seluruh dosen Program Doktor Ilmu Lingkungan Universitas Lampung atas ilmu pengetahuan yang diberikan selama penulis menempuh dan menyelesaikan pendidikan ini. Semoga ilmu dan kebaikan yang telah Bapak/Ibu berikan menjadi amal jariyah yang tak terputus. Aamiin.
13. Ketua Jurusan Administrasi Negara dan seluruh teman sejawat di jurusan atas segala doa dan dukungannya. Terima kasih telah menjadi keluarga dan rumah kedua yang nyaman bagi penulis.
14. Teman-teman seperjuangan mahasiswa Doktor Ilmu Lingkungan 2019, kita bisa lulus teman-teman. Semangat. Juga kakak tingkat dan adik tingkat mahasiswa DIL UNILA, terima kasih untuk saling mendukung.

15. Seluruh staf pada Program Doktor Ilmu Lingkungan dan Program Pascasarjana Universitas Lampung atas arahan, bantuan, dan segala macam keperluan penulis selama menjalani perkuliahan hingga wisuda penulis.

16. Serta semua pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian disertasi ini.

Akhir kata, semoga segala kebaikan dan bantuan yang diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan disertasi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis menerima saran dan kritik yang bersifat membangun agar disertasi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Bandar Lampung, Desember 2025

Nazdan

DAFTAR ISI

JUDUL DISERTASI	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
MOTTO	viii
PERSEMBAHAN	ix
SANWACANA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Kontribusi Penelitian	3
1.6 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian	4
1.7 Novelty.....	4
II. LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.1.1 Pengertian Perikanan Budidaya Laut.....	5
2.1.2 Pendekatan Pengelolaan Perikanan Budidaya Laut.....	6

2.1.3 Perikanan Budidaya Laut Berkelanjutan	7
2.1.4 Dimensi dan Indikator Budidaya Keramba Jaring Apung Berkelanjutan	8
2.1.5 Budidaya Keramba Jaring Apung (KJA).....	34
2.1.6 Dampak Lingkungan Budidaya Keramba Jaring Apung	35
2.1.7 Daya Dukung Lingkungan Perairan.....	37
2.1.8. Budidaya Keramba Jaring Apung di Teluk Lampung	38
2.2 Kerangka Pemikiran.....	42
2.3 Hipotesis	42
III. METODE PENELITIAN	44
3.1. Waktu dan Tempat	44
3.2. Tahapan Penelitian.....	45
3.3. Rancangan Penelitian.....	46
3.4. Kesesuaian Perairan Budidaya Laut	47
3.4.1. Metode Pengumpulan Data.....	47
3.5. Analisis Keberlanjutan.....	49
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	55
4.1 Hasil	55
4.1.1 Dimensi Ekologi	55
4.1.2 Dimensi Ekonomi	59
4.1.3 Dimensi Sosial	62
4.1.4 Dimensi Kelembagaan	65
4.1.5 Dimensi Teknologi.....	68
4.2 Pembahasan.....	72
4.3 Strategi Kebijakan.....	79
V. KESIMPULAN DAN SARAN	82
5.1 Kesimpulan	82
5.2 Saran	85
DAFTAR PUSTAKA.....	87
LAMPIRAN.....	94

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Parameter kualitas air untuk pertumbuhan optimal budidaya ikan laut di KJA	35
Tabel 2. Kriteria skoring setiap dimensi pengelolaan perikanan budidaya laut di perairan Teluk Lampung	49
Tabel 3. Indeks keberlanjutan budidaya KJA di Teluk Lampung	76
Tabel 4. Skenario pengembangan budidaya KJA di perairan yang belum dimanfaatkan.	77
Tabel 5. 10 program prioritas dengan nilai skor tertinggi	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Lokasi Budidaya Keramba Jaring Apung di Teluk Lampung	39
Gambar 2. Profil budidaya KJA di perairan Teluk Lampung (2013-2023).....	39
Gambar 3. Peta Rencana Pola Ruang Laut Provinsi Lampung (Perda RTRW Provinsi Lampung, 2023).....	40
Gambar 4. Kerangka Pemikiran Analisis Keberlanjutan dan Strategi Pengembangan Perikanan Budidaya Laut di Teluk Lampung Provinsi Lampung	42
Gambar 5. Peta Lokasi Penelitian	44
Gambar 6. Alur strategi pengelolaan budidaya laut berkelanjutan.....	46
Gambar 7. Lokasi Sampling Penelitian	48
Gambar 8. Ordinası keberlanjutan dimensi ekologi	55
Gambar 9. Lverage atribut dimensi ekologi.....	56
Gambar 10. Analisis Monte Carlo untuk Dimensi Ekologi.....	58
Gambar 11. Ordinası keberlanjutan dimensi ekonomi	59
Gambar 12. Lverage atribut dimensi ekonomi.....	60
Gambar 13. Analisis Monte Carlo untuk dimensi ekonomi	61
Gambar 14. Ordinası keberlanjutan dimensi sosial	62
Gambar 15. Lverage atribut dimensi sosial.....	63
Gambar 16. Analisis Monte Carlo untuk dimensi sosial	64
Gambar 17. Ordinası keberlanjutan dimensi kelembagaan	65
Gambar 18. Lverage atribut dimensi kelembagaan.....	66
Gambar 19. Analisis Monte Carlo untuk dimensi kelembagaan	67
Gambar 20. Ordinası keberlanjutan dimensi teknologi	69
Gambar 21. Lverage atribut dimensi teknologi.....	70
Gambar 22. Analisis Monte Carlo untuk dimensi teknologi	71
Gambar 23. Diagram Layang posisi keberlanjutan multi dimensi setiap unit penelitian	72
Gambar 24. Diagram radar keberlanjutan setiap unit penelitian	74
Gambar 25. Diagram Layang status keberlanjutan budidaya KJA di Teluk Lampung di setiap dimensi.....	74
Gambar 26. Diagram Layang perbandingan status keberlanjutan budidaya KJA kondisi riil dengan status keberlanjutan dengan skenario pengembangan di lokasi baru (simulasi)	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta Lokasi Sampling Penelitian (Unit Penelitian)	95
Lampiran 2. Rencana Program Budidaya Keramba Jaring Apung Berkelanjutan di Teluk Lampung	96

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Pembangunan berkelanjutan telah menjadi paradigma utama dalam pengelolaan sumber daya alam, termasuk wilayah pesisir dan laut. Secara global, sektor akuakultur memegang peranan penting dalam mendukung ketahanan pangan serta mendorong pertumbuhan ekonomi biru (FAO, 2020). Di tingkat nasional, Indonesia sebagai negara kepulauan dengan garis pantai terpanjang kedua di dunia memiliki potensi besar dalam pengembangan budidaya laut, khususnya melalui sistem Keramba Jaring Apung (KJA).

Budidaya keramba jaring apung (KJA) merupakan salah satu sektor unggulan perikanan Indonesia, menyumbang 34% dari total produksi perikanan budidaya nasional (KKP, 2023). Dengan demikian budidaya KJA memberikan peluang ekonomi yang signifikan bagi masyarakat pesisir. Namun ekspansi yang tidak terkontrol serta kurangnya pendekatan berbasis keberlanjutan telah menimbulkan sejumlah permasalahan. Isu-isu seperti penurunan kualitas air, peningkatan limbah organik, konflik pemanfaatan ruang, dan kerentanan sosial-ekonomi pembudidaya menjadi tantangan utama (Effendi et al., 2019).

Teluk Lampung merupakan salah satu kawasan potensial untuk pengembangan KJA di Indonesia. Kawasan ini didukung oleh produktivitas perairan yang tinggi, infrastruktur penunjang, serta akses pasar yang memadai. Namun, peningkatan intensitas budidaya di wilayah ini turut memicu tekanan terhadap daya dukung lingkungan serta keberlanjutan sistem budidaya (Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Lampung, 2023). Menurut Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Lampung (2022), aktivitas KJA berkembang pesat dengan luas area mencapai 250 hektar, tetapi diiringi konflik ruang dengan sektor pariwisata dan nelayan tradisional (Yulianto et al., 2021).

Selain itu, aktivitas lain di Teluk Lampung seperti pelabuhan, pariwisata, lalu lintas kapal, dan penangkapan ikan turut memberikan tekanan terhadap kegiatan budidaya KJA. Aktivitas pelabuhan seperti di Pelabuhan Panjang dan Pelabuhan Bakauheni menyebabkan peningkatan limbah industri dan risiko pencemaran bahan kimia di perairan. Lalu lintas kapal yang tinggi (sekitar 1.200 kapal per bulan menurut BPS Provinsi Lampung, 2023) juga

meningkatkan resiko kerusakan fisik terhadap instalasi KJA akibat gelombang dan tabrakan. Di sisi lain, pariwisata bahari yang berkembang di sepanjang pesisir Teluk Lampung mendorong terjadinya konflik pemanfaatan ruang antara zona wisata dan budidaya. Walaupun pakan alami KJA bersandar pada hasil sampingan tangkapan nelayan, kegiatan penangkapan ikan yang intensif juga memperbesar risiko degradasi stok ikan lokal dan interaksi negatif antara alat tangkap dan fasilitas budidaya.

Lebih lanjut, berdasarkan data dari Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Lampung (2023), terjadi penurunan produksi KJA di Teluk Lampung dari 3.850 ton pada tahun 2020 menjadi 2.930 ton pada tahun 2022. Penurunan ini disebabkan oleh berbagai faktor seperti pencemaran perairan, over kapasitas KJA, penurunan kualitas benih, serangan penyakit, serta keterbatasan penerapan teknologi monitoring kualitas air secara *real time*. Hal ini menunjukkan bahwa sistem budidaya KJA di Teluk Lampung menghadapi tekanan multipel baik dari aspek lingkungan, sosial, maupun teknologi.

Studi sebelumnya tentang keberlanjutan KJA umumnya terbatas pada aspek ekologi dan ekonomi (Purwanto et al., 2020), sementara dimensi kelembagaan (kebijakan, regulasi, dan partisipasi stakeholders) sering diabaikan padahal menjadi faktor kunci (Jentoft, 2007). Pendekatan Multi-Dimensional Scaling (MDS) melalui Rapfish mampu mengintegrasikan dimensi ekologi, ekonomi, sosial, teknologi, dan kelembagaan secara kuantitatif (Kavanagh & Pitcher, 2004), sehingga cocok untuk menilai kompleksitas keberlanjutan KJA di Teluk Lampung.

Oleh karena itu, diperlukan kajian mendalam mengenai keberlanjutan budidaya KJA di Teluk Lampung yang mencakup lima dimensi utama, yaitu ekologi, ekonomi, sosial, kelembagaan, dan teknologi. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam perumusan strategi pengembangan yang adaptif, inovatif, dan berkelanjutan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana tingkat keberlanjutan budidaya keramba jaring apung di Teluk Lampung ditinjau dari aspek ekologi, ekonomi, sosial, kelembagaan, dan teknologi?
2. Apa saja faktor dominan yang mempengaruhi keberlanjutan budidaya KJA di wilayah tersebut?
3. Strategi pengembangan seperti apa yang dapat diterapkan untuk meningkatkan keberlanjutan budidaya KJA di Teluk Lampung?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis tingkat keberlanjutan budidaya KJA di Teluk Lampung berdasarkan dimensi ekologi, ekonomi, sosial, kelembagaan, dan teknologi.
2. Mengidentifikasi faktor-faktor utama yang memengaruhi keberlanjutan sistem budidaya KJA.
3. Merumuskan strategi pengembangan budidaya KJA yang berkelanjutan dan sesuai dengan konteks lokal Teluk Lampung.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

Secara akademik:

- Memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan model analisis keberlanjutan multidimensi pada sistem budidaya laut.
- Memperkaya literatur mengenai integrasi teknologi dalam sistem budidaya berkelanjutan.

Secara praktis:

- Menyediakan rekomendasi berbasis data bagi pemerintah daerah, pelaku usaha, dan masyarakat terkait pengelolaan KJA yang berkelanjutan.
- Menjadi referensi dalam perumusan kebijakan pengembangan teknologi budidaya laut yang efisien dan ramah lingkungan.

1.5 Kontribusi Penelitian

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh urgensi integrasi prinsip-prinsip keberlanjutan dalam kegiatan budidaya perikanan laut. Hasil observasi lapangan menunjukkan adanya ketimpangan antara laju pertumbuhan sektor budidaya dengan kapasitas lingkungan dan sosial yang menopangnya. Di samping itu, masih minimnya pemanfaatan teknologi tepat guna turut menjadi kendala dalam pencapaian efisiensi dan keberlanjutan sistem produksi. Melalui pendekatan ilmiah yang sistematis, peneliti terdorong untuk memberikan kontribusi nyata dalam perumusan strategi pengembangan KJA yang lebih adaptif dan inovatif.

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi sebagai berikut:

- Menyediakan kerangka analisis keberlanjutan yang komprehensif untuk sistem budidaya KJA, mencakup dimensi ekologi, ekonomi, sosial, kelembagaan, dan teknologi.

- Menyusun strategi pengembangan budidaya laut berbasis hasil analisis keberlanjutan yang dapat diterapkan secara praktis.
- Menjadi referensi bagi pengembangan kebijakan dan inovasi teknologi di sektor budidaya perikanan.

1.6 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Ruang lingkup:

- Penelitian ini difokuskan pada budidaya ikan laut menggunakan sistem keramba jaring apung di wilayah Teluk Lampung.
- Kajian keberlanjutan mencakup lima dimensi utama: ekologi, ekonomi, sosial, kelembagaan, dan teknologi.
- Strategi pengembangan dirumuskan berdasarkan hasil analisis keberlanjutan dan masukan dari pemangku kepentingan.

Batasan penelitian:

- Penelitian ini terbatas pada komoditas ikan laut, tidak mencakup rumput laut atau moluska.
- Data yang digunakan merupakan data primer dan sekunder dalam rentang waktu 2013–2025.
- Analisis regulasi dibatasi pada kebijakan lokal dan regional yang relevan dengan pengelolaan KJA.

1.7 Novelty

1. Novelty dari penelitian ini adalah status keberlanjutan pengelolaan budidaya KJA di Perairan Teluk Lampung secara multidimensi (ekologi, ekonomi, sosial, kelembagaan, dan teknologi).
2. Merencanakan keberlanjutan budidaya KJA di lokasi baru dengan skenario dimensi teknologi.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Pengertian Perikanan Budidaya Laut

Budidaya perikanan adalah usaha pemeliharaan dan pengembangbiakan ikan atau organisme air lainnya. Budidaya perikanan disebut juga sebagai budidaya perairan atau *akuakultur* mengingat organisme air yang dibudidayakan bukan hanya dari jenis ikan saja tetapi juga organisme air lain seperti kerang, udang maupun tumbuhan air.

Akuakultur secara global didefinisikan FAO (1988), sebagai “usaha budidaya organisme air termasuk ikan, moluska, krustasea, dan tanaman air secara terkontrol yang bertujuan untuk meningkatkan produksi, dimiliki, dan diusahakan oleh individu atau badan usaha”. Indonesia mengadopsi definisi FAO ini di mana padanan kata "akuakultur" adalah "budidaya ikan" yang didefinisikan sebagai “kegiatan untuk memelihara, membesarkan, dan atau membiakkan ikan serta memanen hasilnya dalam lingkungan terkontrol termasuk kegiatan transportasi, penyimpanan, pengolahan, dan pengawetan (UU Perikanan No. 45/2009).

Berdasarkan kata penyusunnya, budidaya perikanan tersusun dari dua kata yakni budidaya dan perikanan. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia ‘budidaya’ adalah usaha yang bermanfaat dan memberikan hasil, sedangkan ‘perikanan’ adalah segala sesuatu yang berhubungan dengan penangkapan, pemeliharaan dan pembudidayaan ikan. Oleh karena itu pengertian Perikanan Budidaya Laut (*Marinculture*) yang setelah diserap disebut ‘marikultur’ dapat diartikan sebagai segala hal yang terkait dengan kegiatan pemeliharaan organisme laut menggunakan wadah tertutup atau jalur di laut untuk tujuan produksi (Gopakumar, 2015).

Ruang lingkup budidaya laut atau marikultur berdasarkan kegiatannya mencakup kegiatan domestikasi, pembenihan, pendederan, pembesaran, pemanenan, pengemasan dan pemasaran hasil budidaya. Kegiatan tersebut dapat dilakukan dalam satu kesatuan unit usaha budidaya air laut atau berdiri sendiri.

Beberapa jenis komoditas laut yang berpotensi besar untuk berhasil dibudidayakan dan telah eksis dibudidayakan di perairan Teluk Lampung adalah rumput laut, ikan kerapu,

teripang, udang vannamee, udang putih, tiram mutiara, bawal bintang, baronang, kakap, abalon dan kerang hijau. Menurut Widodo (2001), bahwa pemilihan spesies yang akan dibudidayakan minimal mempunyai karakteristik sebagai berikut, (1) memiliki laju pertumbuhan dan produksi yang optimal dalam kondisi dibudidayakan, (2) dapat dipijahkan sehingga mudah mendapatkan benih secara kontinyu, (3) dapat beradaptasi dengan asupan pakan buatan sehingga mudah mendapatkan nutrisi/pakan, (4). memiliki konsumen luas dan pasar yang baik.

2.1.2 Pendekatan Pengelolaan Perikanan Budidaya Laut

Arah pembangunan perikanan budidaya saat ini difokuskan pada pembangunan berbasis ekosistem atau *Ecosystem Approach to Aquaculture (EAA)* (FAO, 2010). EAA pada prinsipnya adalah strategi pembangunan perikanan budidaya yang berkelanjutan yang berdasarkan pada tiga pilar utama yaitu: 1. Memastikan kesejahteraan masyarakat baik pembudidaya maupun masyarakat luas yang terkait dengan proses dan hasil perikanan budidaya. 2. Memastikan perlindungan lingkungan lokal, regional dan global yang terdampak secara langsung maupun tidak langsung oleh pembangunan perikanan budidaya. 3. Memfasilitasi konektivitas and keseimbangan keduanya, yang tentu saja disesuaikan dengan arah kebijakan pembangunan perikanan budidaya nasional (Hatim dkk, 2019).

Di Indonesia, prinsip-prinsip EAA ini tercermin jelas dalam kebijakan pemerintah Indonesia melalui kebijakan *Good Aquaculture Practice (GAP)* yang diimplementasikan dalam Program Cara Budidaya Ikan yang Baik (CBIB), Cara Perbenihan Ikan yang Baik (CPIB), atau Cara Pengolahan Pakan Ikan yang Baik (CPPIB) tersirat dengan jelas arah pembangunan perikanan budidaya yang mendukung aktivitas budidaya dan memastikan bahwa aktivitas tersebut dilakukan secara ramah lingkungan. Program-program ini juga ditujukan untuk merespon permintaan luar negeri terkait sertifikasi produk-produk perikanan agar sesuai standar Global/Euro GAP terkait aspek mutu, keamanan pangan, tanggung jawab sosial serta keberlanjutannya yang dinisiasi sejak tahun 2004. Contoh lain adalah perencanaan zonasi kawasan budidaya yang ada di kawasan perairan laut yang mengendepankan konektivitas antara hulu-hilir serta tidak tumpang tindih dengan aktivitas ekonomi lain.

2.1.3 Perikanan Budidaya Laut Berkelanjutan

Perikanan Budidaya Berkelanjutan atau *sustainable aquaculture* diturunkan dari definisi umum "sustainability" yang berarti pemanfaatan sumber daya perikanan budidaya yang ditujukan untuk memenuhi kebutuhan generasi saat ini dan secara bersamaan menjamin bahwa generasi masa depan dapat terus memanfaatkan sumber daya tersebut (WCED, 1987). FAO lebih jauh menjelaskan bahwa perikanan budidaya berkelanjutan tersebut harus memenuhi syarat tidak merusak lingkungan, secara teknis sesuai, menguntungkan secara ekonomi dan secara sosial dapat diterima oleh masyarakat pengguna.

Ide perikanan budidaya berkelanjutan dicetuskan lebih dari 30 tahun silam berdasarkan pada proyeksi bahwa budidaya ikan akan menjadi tumpuan di masa depan dalam penyediaan sumber protein hewani dan adanya kecenderungan stagnasi produksi perikanan tangkap. Produksi perikanan budidaya meningkat lebih dari enam kali lipat dibandingkan 30 tahun lalu dan diproyeksikan menjadi dua kali lipat di tahun 2050 (Subasinghe, 2017). Sebagai satu aktivitas ekonomi, peningkatan produksi tentu saja akan berimbas pada meningkatnya pengaruh negatif perikanan budidaya baik secara ekonomi, sosial dan lingkungan yang tidak hanya merugikan sektor lain, namun juga perikanan budidaya itu sendiri.

Tidak heran jika muncul sebagian pandangan publik bahwa perikanan budidaya termasuk aktivitas ekonomi eksploitatif yang membutuhkan energi dan sumber daya yang tinggi serta berpotensi menghasilkan limbah di setiap rantai produksinya (Subasinghe, 2017, Little et al., 2018). Untuk menjawab stigma tersebut sekaligus membangun kesadaran bersama dari setiap stake holder terkait, konsep perikanan budidaya berkelanjutan kemudian dibangun dan berevolusi sehingga diterima oleh hampir semua negara. Di Indonesia, perikanan budidaya berkelanjutan ditransformasikan ke dalam langkah-langkah strategis, pengembangan, dan preventif untuk menjamin keberlanjutan fungsinya baik secara ekonomi, sosial, dan lingkungan.

Perspektif internasional yang saat ini dilakukan oleh Indonesia dalam mengendalikan pembangunan perikanan budidaya sehingga dapat berkelanjutan didasarkan pada 5 aspek utama (Bappenas, 2014) yaitu: 1) *Input control*, mengendalikan penggunaan input produksi seperti benih, pakan, investasi, media budidaya serta lokasi budidaya, 2) *Output control*, mengendalikan jumlah output seperti total hasil budidaya dan limbah 3) *Technical measures*, mengendalikan teknik budidaya yang dilakukan seperti penggunaan probiotik, pembatasan spesies hibrid, desain/konstruksi budidaya yang efisien dan ramah lingkungan, 4) *Ecosystem based management*, pengendalian kegiatan budidaya yang selalu mengedepankan

konektivitas dan keseimbangan antara kepentingan socio-ekonomi perikanan budidaya dengan perlindungan lingkungan, misalnya pengurangan jumlah Keramba Jaring Apung (KJA) ketika hasil evaluasi buangan limbah melebihi ambang batas lingkungan, 5) *Indirect economic instruments*, mengendalikan instrumen ekonomi yang berdampak langsung dalam sistem budidaya, seperti pajak progresif dengan makin besarnya skala usaha atau subsidi input dan infrastruktur di wilayah dimana perikanan budidaya belum berkembang atau mengalami stagnasi.

Penerapan ke-5 aspek kontrol di atas juga telah dilakukan di Indonesia meskipun masih dalam tahap awal dan sporadis. Salah satu alasannya adalah pelaku utama perikanan budidaya di Indonesia didominasi oleh pembudidaya skala kecil yang secara geografis tersebar, tidak terdata atau diatur dengan baik, serta cenderung mengalami eksploitasi oleh pembudidaya besar/middle man (Rimmer et al., 2013). Bappenas (2014) mengidentifikasi setidaknya terdapat 24 permasalahan di sistem perikanan budidaya Indonesia yang terdistribusi ke dalam aspek ekonomi, sosial, lingkungan dan kelembagaan. Dari 24 permasalahan tersebut, ketersediaan pakan, benih unggul dan penyediaan tata ruang budidaya yang berkelanjutan teridentifikasi sebagai permasalahan utama.

2.1.4 Dimensi dan Indikator Budidaya Keramba Jaring Apung Berkelanjutan

2.1.4.1 Dimensi Ekologi

Dimensi ekologi merupakan faktor utama yang sangat berpengaruh terhadap keberlanjutan akuakultur. Kualitas lingkungan akan mempengaruhi fungsi dan peran ekosistem dalam melayani kehidupan didalamnya, dimana aktifitas akuakultur akan menjadi bagian dari unsur yang akan menentukan keseimbangan siklus alamiah dalam suatu ekosistem. Prinsip pembangunan berkelanjutan menempatkan dimensi ekologi sebagai unsur utama dalam melakukan pemanfaatan sumberdaya alam bagi kepentingan pembangunan.

Untuk mewujudkan akuakultur yang berkelanjutan, setidaknya ada 3 (tiga) prinsip yang harus dipenuhi dalam konteks dimensi ekologi yaitu; bagaimana akuakultur menjamin kinerja fungsi dan layanan ekosistem, bagaimana meminimalisir dampak global yang ditimbulkan oleh aktifitas akuakultur, dan bagaimana meminimalisir dampak negatif akuakultur terhadap keanekaragaman hayati (biodiversity) dalam suatu ekosistem.

Dalam dimensi ekologi, Indikator yang menjadi perhatian dalam konteks mewujudkan budidaya Keramba Jaring Apung (KJA) yang berkelanjutan adalah;

- a. Tingkat daya dukung perairan
- b. Ancaman terhadap perairan

- c. Kondisi ekosistem perairan
- d. Kesesuaian perairan
- e. Kesuburan perairan
- f. Tingkat sedimentasi
- g. Serangan hama dan penyakit.

a. Tingkat daya dukung perairan

Daya dukung perairan menjadi faktor yang paling berpengaruh terhadap status keberlanjutan akuakultur, sehingga dalam setiap perencanaan kegiatan akuakultur perlu dilakukan terlebih dahulu kajian mengenai daya dukung perairan yang didasarkan pada tingkat kesesuaian perairan untuk kegiatan budidaya KJA.

Pendekatan yang dapat dilakukan untuk menilai daya dukung lingkungan pada kegiatan akuakultur diantaranya adalah melalui pendekatan kapasitas perairan/lahan, dan pendekatan berdasarkan pendugaan beban nutrient (loading nutrient) untuk Phospor (P) dan Nitrogen (N). Untuk budidaya laut, batasan persentase kapasitas perairan adalah 20% dari total potensi indikatif yang ada (Cocon, 2016).

Penilaian kesesuaian lokasi untuk kegiatan budidaya laut yang mencakup aspek legalitas, faktor kemudahan, faktor keamanan, dan aspek kerentanan yang mengacu pada baku mutu untuk kehidupan biota laut, serta acuan lain yang relevan.

b. Ancaman pada perairan

Indikator ini penting untuk mengetahui ada tidaknya resiko bencana dan cemaran yang akan berdampak pada kegiatan akuakultur. Penilaian indikator ini dapat dijadikan acuan dini untuk upaya mitigasi yang memungkinkan untuk dilakukan. Penilaian terhadap indikator ini didasarkan pada Peta Rawan Bencana dalam Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil Provinsi Lampung (RZWP3K, 2018), dan Peta Risiko Bencana Provinsi Lampung (BPBD Lampung, 2019). Kerentanan kawasan budidaya laut terhadap cemaran mengacu pada kajian ilmiah yang pernah dilakukan dan dapat dipertanggungjawabkan.

c. Kondisi ekosistem perairan

Identifikasi kondisi ekosistem dan habitat kritis penting dilakukan untuk memastikan bahwa kawasan akuakultur tersebut harus terhindar dari dampak kegiatan akuakultur yang dapat mengganggu ekosistem dan habitat yang ada. Penilaian indikator ini juga mencakup upaya pemulihan melalui rehabilitasi untuk mengembalikan kualitas ekosistem dan habitat yang terdegradasi akibat aktifitas akuakultur.

Dalam penilaian indikator ini, kondisi tutupan terumbu karang dan status kerusakan padang lamun menjadi acuan mengingat pentingnya kedua ekosistem ini dalam menjaga keseimbangan kualitas perairan. Kondisi tutupan terumbu karang diukur dengan mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.4 tahun 2001 tentang Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang. Sementara kerusakan padang lamun mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.200 tahun 2004 tentang Kriteria Baku Kerusakan Dan Pedoman Penentuan Status Padang Lamun.

d. Kesesuaian perairan untuk budidaya KJA

Analisis kesesuaian lahan untuk budidaya keramba jaring apung (KJA) di Teluk Lampung penting untuk menentukan potensi pengembangan perikanan tersebut dengan mempertimbangkan kondisi fisik dan kimia perairan. Berbagai penelitian di area lain memberikan wawasan tentang faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam melakukan evaluasi kesesuaian lahan untuk KJA.

Menurut Mustafa et al. (Mustafa et al., 2018), evaluasi kesesuaian perairan di Kabupaten Maluku Tenggara Barat menunjukkan bahwa pengumpulan data karakteristik fisik perairan seperti pasang surut dan suhu sangat penting dalam menentukan potensi budidaya ikan dalam KJA. Hal ini sejalan dengan penelitian Anhar (Anhar, 2023), yang menekankan pentingnya kajian mengenai daya dukung perairan untuk memperkirakan jumlah KJA yang dapat dikembangkan di Teluk Sabang. Dalam kedua studi tersebut, analisis parameter fisik perairan (oseanografi) dan kualitas air memberikan landasan yang kuat untuk menilai keberlanjutan budidaya dan pemanfaatan ruang perairan secara efektif.

Lebih lanjut hasil penelitian yang dilakukan oleh Kamil (2001) tentang kesesuaian dan daya dukung perairan untuk budidaya KJA, serta penelitian Estigade (2019) tentang pemetaan kesesuaian fisik perairan untuk budidaya KJA di Teluk Lampung digunakan sebagai acuan penilaian indikator kesesuaian perairan untuk budidaya KJA di Teluk Lampung.

e. Kesuburan perairan

Indikator kesuburan perairan memainkan peranan penting dalam pendekatan Multi-Dimensional Scaling (MDS) untuk budidaya keramba jaring apung (KJA). Kesesuaian lahan untuk KJA tidak hanya tergantung pada aspek fisik lingkungan, tetapi juga pada kesehatan ekosistem perairan yang dapat diukur melalui indikator kesuburan, termasuk nutrisi dan kesehatan organisme akuatik.

Indikator kesuburan perairan seperti konsentrasi klorofil-a, total nitrogen (N), dan total fosfor (P) merupakan elemen penting dalam menentukan status trofik suatu perairan. Sebagaimana dibahas oleh Khasani et al. (2018), analisis menggunakan Trophic State Index (TSI) memungkinkan penilaian tingkat kesuburan di lokasi tersebut. TSI yang tinggi menunjukkan potensi pertumbuhan fitoplankton yang baik, yang merupakan dasar bagi kehidupan akuatik yang sehat dan produktif. Oleh karena itu, dalam MDS, parameter-parameter ini berfungsi untuk mengkategorikan dan memetakan kualitas perairan yang sesuai untuk budidaya KJA.

Dalam penelitian ini, indikator kesuburan perairan mengacu pada Hakanson and Bryann (2009), yang membagi level tingkat kesuburan perairan menjadi Hypertrofic atau Olygotrofic, Eutrofic, dan Mesotrofic.

f. Tingkat sedimentasi

Indikator tingkat sedimentasi sangat penting untuk analisis keberlanjutan budidaya keramba jaring apung (KJA), terutama dalam konteks pendekatan Multi-Dimensional Scaling (MDS). Sedimentasi mempengaruhi kualitas air, struktur ekosistem, dan produktivitas di perairan tempat KJA beroperasi.

Tingkat sedimentasi yang tinggi dapat menyebabkan pengendapan bahan organik dan nutrisi di dasar perairan, menciptakan kondisi anaerob dan mengurangi ketersediaan oksigen, yang berdampak pada kualitas air. Dalam studi oleh Syahrain *et al.* (2024), dampak dari KJA di reservoir menunjukkan bahwa sedimentasi dapat menghambat aliran air, mempengaruhi distribusi oksigen dan plankton yang diperlukan untuk kehidupan ikan. Kesulitan dalam aliran air juga dapat memperburuk kondisi habitat, akhirnya menurunkan produktivitas budidaya.

Dalam konteks MDS, indikator sedimentasi memberikan ukuran langsung dari akumulasi material, yang mencerminkan kesehatan ekosistem perairan secara keseluruhan.

Dalam penelitian ini penilaian indikator tingkat sedimentasi mengacu pada (Pastorok & Bilyard, 1985) yaitu;

- a. Sangat berat hingga catastrophic : $> 50 \text{ mg/cm}^2/\text{hari}$
- b. Sedang hingga berat : $10 - 50 \text{ mg/cm}^2/\text{hari}$
- c. Ringan hingga sedang : $1 - 10 \text{ mg/cm}^2/\text{hari}$

g. Serangan hama dan penyakit

Indikator ini penting untuk melihat sejauh mana dampak dan penanggulangannya terhadap kasus hama, penyakit ikan dan patogen transfer di kawasan budidaya. Faktor hama dan penyakit ikan memberikan kontribusi paling tinggi terhadap kegagalan produksi akuakultur, seiring dengan perubahan kualitas lingkungan perairan.

Menurut Rahardjo (2011), bahwa masuknya spesies asing ke suatu perairan tidak hanya melalui introduksi, namun juga dapat melalui berbagai cara yaitu ; spesies larian (*escape species*), Spesies Transplantasi (*transplanted species*), spesies perusak (*nuisance species*), dan spesies invasif (*invasife species*).

Menurut Cocon (2016), kasus kejadian hama dan penyakit ikan sangat mempengaruhi terhadap hasil produksi budidaya, dimana tingkat eketifitas penanggulangan Hama dan Penyakit Ikan (HPI) sangat rendah yaitu kurang dari 50%.

2.1.4.2 Dimensi Ekonomi

Konteks dimensi ekonomi dalam mewujudkan budidaya laut yang berkelanjutan adalah bagaimana usaha akuakultur dapat menciptakan efisiensi, sehingga nilai tambah ekonomi dapat optimal dan kualitas lingkungan tetap terjaga. Selain itu penting bagi kegiatan akuakultur yang dilakukan dapat memberikan efek positif terhadap ekonomi masyarakat yang mencakup peningkatan kesejahteraan masyarakat, pemerataan distribusi pendapatan, peningkatan daya beli dan kesempatan berusaha.

Pada umumnya permasalahan yang dihadapi pembudidaya adalah berkaitan dengan kesenjangan antara input sumberdaya yang dikeluarkan tidak sebanding dengan dengan output produksi dan nilai jual. Masalah inefisiensi produksi inilah yang menyebabkan sulitnya pembudidaya kecil untuk memperkuat kapasitas usahanya. Oleh karena itu penting bagi yang berwenang untuk membuat kebijakan yang dapat memfasilitasi kemudahan akses pembudidaya berdasarkan kebutuhan dan bukan berbasis kepentingan.

Dalam dimensi ekonomi, indikator yang menjadi perhatian dalam konteks mewujudkan akuakultur yang berkelanjutan adalah ;

- a. Sumber permodalan
- b. Sarana dan prasarana produksi
- c. Tingkat serapanan pasar
- d. Produktifitas budidaya
- e. Tingkat pendapatan
- f. Kontribusi terhadap PDRB
- g. Kepemilikan aset

a. Sumber permodalan

Indikator sumber permodalan memainkan peranan yang sangat penting dalam pendekatan Multi-Dimensional Scaling (MDS) untuk budidaya keramba jaring apung (KJA). Ketersediaan modal yang memadai dapat menentukan kemampuan pelaku usaha dalam membeli sarana produksi, memilih teknologi yang tepat, dan melakukan praktik budidaya yang ramah lingkungan. Modal yang kuat memberikan akses lebih besar untuk teknologi dan inovasi, yang memungkinkan meningkatkan efisiensi produksi pada KJA.

Selanjutnya, akses ke sumber permodalan dapat mempengaruhi tingkat keberlanjutan kompetitif dari usaha budidaya. Seperti yang dijelaskan oleh Fauziyah *et al.*, (2024), dukungan lembaga keuangan dan pemahaman dasar mengenai laporan keuangan dapat membantu pelaku UMKM dalam meraih akses permodalan, memberikan peluang yang lebih baik untuk mengembangkan usaha KJA. Ketersediaan informasi mengenai sumber permodalan yang diperlukan dalam MDS dapat membantu mengidentifikasi perbedaan dalam kondisi pembiayaan antara berbagai lokasi.

Dengan memperhitungkan indikator-indikator sumber permodalan dalam analisis MDS, kita dapat menghasilkan model yang lebih komprehensif. Hal tersebut memungkinkan untuk memahami bagaimana permodalan mempengaruhi ekosistem budidaya dan bagaimana pengelolaan yang baik bisa mendukung pengembangan KJA yang berkelanjutan. Oleh karena itu, memetakan akses dan pengelolaan sumber permodalan menjadi bagian integral dari studi keberlanjutan budidaya di setiap lokasi.

b. Sarana dan prasarana produksi

Indikator ini secara spesifik untuk melihat sejauhmana jaminan kemudahan akses pemenuhan kebutuhan pakan, benih ikan dan sarpras lain yang berkualitas dengan pembiayaan yang efisien.

Tantangan bisnis akuakultur secara umum terkait dengan efisiensi, dimana efisiensi tersebut ditentukan oleh seberapa besar ongkos produksi (cost produstion) yang dikeluarkan dan nilai jual produk yang diterima. Komponen cost production dalam bisnis akuakultur lebih dari 70% berupa pakan, disisi lain harga pakan cenderung naik dan berimbas pada minimnya nilai tambah keuntungan bahkan memicu in-efisiensi produksi budidaya, sehingga berpotensi mengancam keberlanjutan usaha budidaya, apalagi 80% pembudidaya ikan merupakan skala kecil (Cocon, 2016).

Sebenarnya Indonesia kaya dengan bahan baku lokal yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku pakan yang efektif, yang bila mampu dioptimalkan penggunaannya maka pembudidaya dapat menekan biaya kebutuhan pakan. Untuk itu implementasi dari Gerakan Pakan Mandiri (Gerpari) yang dicanangkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan di tingkat pembudidaya dapat menjadi acuan bagi penilaian dari indikator ini.

Ketersediaan benih berkualitas yang berkualitas dan kemudahan aksesnya sangat penting dalam menjamin keberlanjutan kegiatan akuakultur. Ketersediaan benih yang berkualitas menjadi faktor pengungkit yang sangat mempengaruhi keberlanjutan usaha akuakultur. Dari hasil penelitian (Cocon, 2016), terhadap beberapa sentra benih diperoleh fakta bahwa suplai benih berkualitas belum mampu mencukupi kebutuhan benih optimal, atau masih dalam kisaran 65%-80% dari total kebutuhan benih yang ada, sehingga masih banyak mendatangkan benih dari luar daerah.

Pembiayaan masih menjadi masalah bagi pembudidaya, lambatnya perkembangan usaha akuakultur salah satunya disebabkan karena pembudidaya khususnya skala kecil masih terhambat oleh kepemilikan modal usaha. Hal ini penting sebagai alat ukur untuk melihat sejauh mana pembudidaya memperoleh akses pembiayaan secara mudah.

c. Tingkat serapan pasar

Indikator ini untuk mengetahui besaran dan jaminan serapan pasar. Serapan pasar lokal, regional, nasional, dan internasional, termasuk efisiensi rantai pemasaran memiliki dampak langsung terhadap animo masyarakat untuk melakukan kegiatan akuakultur sehingga pada dapat menentukan keberlanjutan pengembangan akuakultur.

Penelitian Anhar et al. (2020), menunjukkan bahwa pemetaan kesesuaian perairan tidak hanya mempertimbangkan faktor lingkungan tetapi juga bagaimana keberlanjutan dipengaruhi oleh permintaan pasar di berbagai tingkat. Studi lain yang diangkat oleh Kamil et al. (2021) menekankan MDS yang mempertimbangkan data pasar akan membantu pembudidaya untuk menentukan alokasi sumber daya yang lebih efisien dan memahami potensi konsumsi di pasar lokal hingga internasional, mendukung strategi pemasaran dan distribusi yang lebih baik. Dengan cara ini, para pembudidaya akan lebih memahami rantai nilai dan mengoptimalkan proses produksi untuk memenuhi permintaan pasar.

Panjang rantai pemasaran turut mempengaruhi efisiensi usaha budidaya. Rantai pemasaran yang panjang menyebabkan nilai tambah produk yang seharusnya dapat dinikmati oleh pembudidaya harus hilang karena rantai distribusi yang panjang dan tidak tertata dengan baik. Oleh karena itu ada tidaknya kemitraan usaha secara langsung antara kelembagaan pembudidaya dengan industri/eksportir dapat menjadi acuan atas efisiensi rantai pemasaran dan jaminan pasar.

Secara keseluruhan, indikator tingkat serapan pasar dalam pendekatan MDS sangat penting untuk memahami dinamika pasar yang memengaruhi pengembangan KJA. Evaluasi menyeluruh pada skor keberlanjutan dapat membantu meminimalkan risiko dan memaksimalkan peluang, baik untuk pemain lokal maupun bagi skala yang lebih besar. Penelitian-penelitian tersebut memberikan argumen yang kuat bahwa pengelolaan KJA yang baik harus selalu mempertimbangkan interaksi antara aspek lingkungan dan pasar.

d. Produktifitas budidaya

Indikator ini untuk mengetahui capaian hasil produksi dan dinamikanya dikaitkan dengan optimalisasi lahan dengan memperhatikan batasan potensi lestari yang bisa dimanfaatkan. Data statistik perikanan provinsi lampung dan data Produksi Perikanan BPS dapat digunakan untuk menilai tingkat produktifitas budidaya laut tersebut.

e. Tingkat Pendapatan

Indikator ini merupakan bagian penting untuk menilai perubahan struktur ekonomi pelaku usaha akuakultur. Suatu usaha dikatakan mampu merubah struktur ekonomi apabila pendapatan yang diperoleh melebihi ambang batas nilai kelayakan ekonomi dalam suatu daerah. Dikatakan layak secara ekonomi apabila mampu memberikan efek terhadap peningkatan daya beli (kebutuhan dasar minimal). Dalam hal ini nilai tukar pembudidaya ikan (NTPi) yang dapat ditelusuri dari data BPS dapat digunakan untuk menilai indikator ini.

Capaian nilai NTPi yang tinggi berkaitan erat dengan perubahan struktur ekonomi pembudidaya ke arah yang lebih baik yakni pendapatan yang berdampak pada perbaikan daya beli masyarakat pembudidaya ikan terhadap kebutuhan dasar.

f. Kontribusi terhadap PDRB

Indikator ini untuk melihat sejauh mana kontribusi nilai ekonomi subsektor akuakultur terhadap PDRB, yang nantinya akan menentukan apakah akuakultur termasuk sebagai subsektor unggulan di daerah atau bukan, yang selanjutnya akan berhubungan erat dengan dukungan daerah terhadap pengembangannya.

Secara umum, analisis kontribusi digunakan sebagai alat analisis yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar kontribusi yang dapat disumbangkan dari sektor-sektor PDRB terhadap pembentukan PDRB. Rumus yang digunakan untuk menghitung kontribusi (Budiuwono, 1996) adalah sebagai berikut :

$$P_n = (QX_n / QY_n) \times 100\%$$

Keterangan :

P_n = Kontribusi sektor ekonomi terhadap PDRB (%)

QY_n = PDRB total (juta rupiah)

QX_n = Sektor-sektor PDRB (juta rupiah)

N = Tahun periode tertentu

g. Kepemilikan Aset

Dalam penelitian Marzuki (2018), indikator Kepemilikan KJA merupakan atribut sensitive terhadap keberlanjutan pengelolaan budidaya ikan kerapu di KJA pada dimensi ekonomi, kerana status kepemilikan modal antara orang lokal dan non lokal atau berasal dari luar daerah penelitian akan berpengaruh terhadap pemanfaatan ekonomi yang diperoleh dari usaha budidaya.

2.1.4.3 Dimensi Sosial

Akuakultur memiliki tanggungjawab dalam memperkuat peran pemberdayaan masyarakat, memperluas peluang kesempatan berusaha, memperkecil stratifikasi sosial melalui pemerataan didtribusi pendapatan, dan mendorong terlibatnya peran aktif kelembagaan masyarakat lokal. Prinsip pendekatan pengelolaan akuakultur berbasis kearifan

lokal dengan menyertakan partisipasi masyarakat lokal menjadi bagian penting yang harus dilakukan dalam perencanaan akuakultur berkelanjutan (Cocon, 2016).

Indikator utama guna mengukur seberapa jauh kegiatan budidaya dalam konteks dimensi sosial berperan dalam mewujudkan perikanan budidaya KJA yang berkelanjutan adalah;

- a. Tingkat kapasitas SDM pembudidaya
- b. Perkembangan jumlah pembudidaya/Rumah Tangga Perikanan (RTP)
- c. Tingkat partisipasi masyarakat lokal dalam perencanaan pengembangan akuakultur
- d. Tingkat kompatibilitas antar jenis kegiatan akuakultur pada satu zonasi
- e. Frekuensi kejadian konflik dalam pemanfaatan ruang

a. Tingkat SDM Pembudidaya

Kapasitas sumber daya manusia adalah indikator untuk mengukur sejauh mana komposisi pembudidaya dilihat dari pendidikan, pengalaman dan skill dalam penguasaan teknologi budidaya.

Pendidikan penting karena berkaitan erat dengan kemampuan pembudidaya dalam menangkap informasi teknologi yang cenderung dinamis. Tingkat pendidikan juga dapat digunakan untuk mengetahui sejauh mana akses pendidikan telah mampu dijangkau dengan baik oleh pembudidaya.

Pengalaman usaha dibidang budidaya perikanan menjadi tolok ukur seberapa jauh pembudidaya mampu menguasai manajemen teknis maupun non teknis dalam usaha budidaya perikanan. Pengalaman yang cukup akan sangat mempengaruhi efektifitas proses produksi budidaya ikan.

Penguasaan teknologi dalam hal ini adalah teknologi anjuran, yakni penerapan teknologi yang sesuai standar. Lebih lanjut penerapan teknologi anjuran sangat berpengaruh terhadap status keberlanjutan kegiatan budidaya ikan.

Dalam penelitian ini penilaian indikator tingkat sumberdaya manusia pembudidaya dilakukan dengan mangacu pada tingkat pendidikan formal masyarakat di sekitar lokasi KJA dengan tingkat pendidikan formal rata-rata kabupaten setempat.

b. Rumah Tangga Perikanan (RTP) budidaya

Indikator ini sangat berkaitan dengan seberapa jauh preferensi masyarakat terhadap usaha budidaya perikanan, selain itu tren perkembangan jumlah rumah tangga perikanan juga menjadi indikator atas kondusifitas serta prospek bisnis akuakultur saat ini.

RTP juga dapat menunjukkan tingkat serapan tenaga kerja. Semakin besar tenaga yang diserap dalam kegiatan budidaya ikan akan berpengaruh terhadap struktur ekonomi masyarakat khususnya bagi terjangkaunya akses terhadap kesempatan kerja (Ispikani, 2015).

c. Modal Sosial

Dalam penelitian mengenai keberlanjutan budidaya Keramba Jaring Apung (KJA) di Teluk Lampung dengan pendekatan Multidimensional Scaling (MDS) menggunakan metode RAPFISH, indikator modal sosial menjadi salah satu aspek penting yang perlu dievaluasi. Modal sosial mencakup jaringan sosial, norma-norma yang mendukung kolaborasi, dan kepercayaan di antara stakeholder yang terlibat, yang semuanya berkontribusi pada keberhasilan dan keberlanjutan suatu praktik budidaya perikanan.

Penelitian menunjukkan bahwa keberdayaan komunitas pembudidaya, yang diukur melalui partisipasi masyarakat dalam pengambilan keputusan dan pengelolaan sumber daya, secara langsung berhubungan dengan modal sosial (Yulianto *et al.*, 2017). Dalam konteks budidaya KJA di Teluk Lampung, komunitas yang memiliki jaringan sosial yang kuat cenderung lebih mampu untuk beradaptasi terhadap perubahan lingkungan dan ekonomi, serta lebih efektif dalam menerapkan praktik-praktik budidaya yang berkelanjutan (Nababan *et al.*, 2017). Bahkan, partisipasi aktif dalam organisasi lokal dan kolaborasi antar pembudidaya dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan sumber daya perikanan, selain itu menumbuhkan rasa kepemilikan yang tinggi terhadap sumber daya tersebut (Marzuki *et al.*, 2017).

Dengan demikian, modal sosial adalah fondasi dalam keberlanjutan budidaya KJA di Teluk Lampung, dalam penelitian ini akan digali lebih dalam tentang kekuatan relasi sosial, norma kolaboratif, dan pendidikan yang berdampak pada praktik keberlanjutan ini. Sehingga dapat diukur kekuatan indikator modal sosial dalam mewujudkan target keberlanjutan budidaya KJA di Teluk Lampung.

d. Infrastruktur Sosial

Dalam penelitian mengenai keberlanjutan budidaya Keramba Jaring Apung (KJA) di Teluk Lampung dengan pendekatan Multidimensional Scaling (MDS) menggunakan metode RAPFISH, indikator infrastruktur sosial memainkan peran yang sangat penting dalam mendukung kesuksesan praktik budidaya. Infrastruktur sosial mencakup berbagai jaringan dan sistem yang menghubungkan anggota komunitas, termasuk akses ke layanan publik, jaringan informasi, dan dukungan komunitas.

Fasilitas di darat seperti jalan, dermaga, dan penyediaan air bersih sangat integral dalam peningkatan infrastruktur sosial, terutama dalam konteks akses menuju Keramba Jaring Apung (KJA) di laut. Infrastruktur sosial ini mencakup semua fasilitas fisik dan layanan yang memungkinkan interaksi sosial serta mendukung aktivitas ekonomi dan kesejahteraan masyarakat.

Pertama, jalan yang baik dan dermaga yang memadai sangat penting untuk meningkatkan aksesibilitas ke lokasi KJA. Penelitian menunjukkan bahwa infrastruktur transportasi yang baik dapat meningkatkan mobilitas masyarakat dan mendukung kegiatan ekonomi, termasuk budidaya perikanan dan akua-kultur (Ainsworth et al., 2023). Oleh karena itu, keberadaan jalan yang baik membantu nelayan dan pelaku usaha KJA untuk mengangkut produk mereka dengan lebih efisien, mengurangi biaya operasional, dan meningkatkan pendapatan (Noviyanti & Putra, 2023).

Selanjutnya, pasokan air bersih juga termasuk dalam kategori infrastruktur sosial yang esensial untuk mendukung kegiatan budidaya KJA. Ketersediaan air bersih berpengaruh pada kesehatan dan kualitas hidup pembudidaya. Penelitian menunjukkan bahwa akses air bersih yang baik dapat mengurangi risiko penyakit dan meningkatkan produktivitas masyarakat (Wardana, 2024). Dalam konteks KJA, kualitas air yang buruk dapat berdampak negatif pada keberhasilan budidaya ikan, sehingga pengelolaan sumber daya air menjadi faktor penting dalam meningkatkan keberlanjutan praktik ini (Widyastuti et al., 2023).

Dari perspektif sosial, keberadaan fasilitas-fasilitas ini mendemonstrasikan keterhubungan yang kuat antara infrastruktur fisik dengan kualitas hidup dan aktivitas komunitas. Infrastruktur sosial bukan hanya aspek fisik, tetapi juga berkaitan dengan jaringan sosial yang terbentuk, yang memungkinkan masyarakat untuk berkolaborasi dalam meningkatkan praktik budidaya dan memperkuat ketahanan ekonomi mereka (Warsono & Hayati, 2023).

Lebih lanjut, studi oleh Widyastuti et al. menegaskan pentingnya pengembangan infrastruktur dalam meningkatkan partisipasi masyarakat dalam kegiatan ekonomi, yang berujung pada peningkatan kualitas kehidupan secara keseluruhan (Widyastuti et al., 2023). Ketika masyarakat mempunyai akses yang baik ke fasilitas-fasilitas sosial tersebut, mereka lebih mungkin berpartisipasi dalam kegiatan sosial dan ekonomi, yang berkontribusi pada aspek keberlanjutan kegiatan KJA di Teluk Lampung.

Dengan demikian, infrastruktur sosial seperti jalan, dermaga, dan akses air bersih sangat esensial dalam mendukung keberlanjutan budidaya KJA. Pembangunan dan pemeliharaan infrastruktur ini harus menjadi prioritas agar masyarakat dapat meningkatkan

kesejahteraan mereka dan menjamin keberlanjutan praktik budidaya yang semakin penting di masa depan.

e. Frekuensi konflik kepentingan

Frekuensi kejadian konflik dalam pemanfaatan ruang adalah faktor yang sensitif dan sangat berpengaruh terhadap status keberlanjutan kegiatan budidaya di suatu kawasan/zona. Hal ini menunjukkan bahwa konflik pemanfaatan ruang antar zonasi perlu mendapat perhatian mengingat karakteristik wilayah perairan bersifat *open access* dan dianggap sebagai *common property*.

Guna mengendalikan frekuensi konflik dalam pemanfaatan ruang maka perlu dilakukan konsisten dalam penerapan regulasi perencanaan ruang, konsisten dengan penerapan pengelolaan wilayah pesisir yang terintegrasi (ICZM), pendekatan pengelolaan ruang berbasis ekosistem, serta pelibatan kelembagaan lokal.

Mengacu pada Pitcher and Preikshot (2001), Nikijuluw (2002), penilaian atribut frekuensi terjadinya konflik kepentingan dilakukan dengan mendasarkan pada peristiwa konflik selama 5-10 tahun terakhir, kemudian dikategorikan; Tinggi (>1 kali setahun), Sedang (1 kali setahun), Rendah (1-2 kali 5 tahun), dan Hampir tidak pernah terjadi.

f. Ketersediaan tenaga kerja

Menurut Marzuki (2018), Ketersediaan tenaga kerja budidaya merupakan atribut sensitive terhadap keberlanjutan pengelolaan budidaya ikan kerapu di KJA pada dimensi sosial, karena keberhasilan usaha budidaya harus didukung oleh ketersediaan tenaga teknis budidaya. Pelaku usaha budidaya ikan kerapu jarang menggunakan sumber daya manusia lulusan yang berasal institusi pendidikan yang berbasis kelautan dan perikanan di wilayah penelitian, atau dengan kata lain hanya sebagian kecil dari mereka yang memiliki kompetensi di bidang budidaya ikan kerapu di KJA. Lebih lanjut dalam penilaian indikator ketersediaan tenaga kerja ini diklasifikasikan berdasarkan kompetensi teknisnya dalam kegiatan budidaya yaitu: Tidak tersedia, Tersedia dan Kompetensi Rendah, Tersedia dan Kompetensi Tinggi (Teknisi Ahli).

g. Kondisi sosial masyarakat

Dalam penelitian mengenai keberlanjutan budidaya Keramba Jaring Apung (KJA) di Teluk Lampung, atribut kondisi sosial masyarakat yang diukur dengan tingkat kemiskinan dan pengangguran berperan signifikan dalam menentukan keberlanjutan produksi KJA.

Kondisi sosial ini mencakup berbagai aspek yang mempengaruhi kemampuan masyarakat dalam mengadopsi dan mempertahankan praktik budidaya yang berkelanjutan.

Tingkat kemiskinan seringkali berkorelasi dengan kemampuan masyarakat untuk mengakses modal, teknologi, dan pengetahuan yang diperlukan untuk praktik budidaya yang efisien. Penelitian oleh Sinaga *et al.* menunjukkan bahwa kemiskinan di Kepulauan Nias berhubungan dengan rendahnya pendapatan per kapita dan tingkat pengangguran, yang menghambat akses mereka terhadap edukasi dan pelatihan yang dapat meningkatkan keterampilan dalam budidaya perikanan. Demikian pula, tingginya tingkat kemiskinan dapat menyebabkan masyarakat tidak mampu berinvestasi dalam infrastruktur dan teknologi yang penting untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas di sektor perikanan.

Pengangguran juga memiliki dampak yang signifikan. Tingkat pengangguran yang tinggi berarti bahwa banyak individu dalam masyarakat tidak memiliki sumber pendapatan yang stabil, sehingga mereka cenderung menghadapi risiko lebih besar dalam berinvestasi pada kegiatan budidaya. Penelitian oleh Syahputri dan Fisabilillah menunjukkan adanya hubungan positif antara tingkat pengangguran dan kemiskinan, di mana pengangguran dapat meningkatkan tekanan ekonomi pada masyarakat yang sudah berstatus miskin, sehingga mengurangi partisipasi mereka dalam kegiatan ekonomi seperti budidaya KJA (Ainsworth *et al.*, 2023). Ketidakstabilan ekonomi ini tentunya dapat mengganggu keberlanjutan budidaya KJA.

Di sisi lain, keadaan sosial ekonomi yang baik dengan pengurangan tingkat kemiskinan dan pengangguran dapat memberikan fondasi yang kuat bagi praktik budidaya yang berkelanjutan. Seperti dijelaskan oleh Khaswarina, keberhasilan sektor pertanian dan perikanan sangat dipengaruhi oleh kondisi sosial dan ekonomi masyarakat. Ketika masyarakat memiliki sumber daya yang cukup, baik dari segi finansial maupun pengetahuan, mereka lebih siap untuk menerapkan praktik-praktik budidaya yang berkelanjutan (Franco-Meléndez *et al.*, 2021).

Atribut kondisi sosial masyarakat yang diwakili oleh kemiskinan dan pengangguran memiliki pengaruh yang langsung dan signifikan terhadap keberlanjutan budidaya KJA di Teluk Lampung. Oleh karena itu, penanganan isu-isu sosial dan ekonomi menjadi sangat krusial dalam upaya mencapai keberlanjutan di sektor perikanan ini.

2.1.4.3 Dimensi Teknologi

Penerapan teknologi menjadi hal penting dalam menjamin keberhasilan usaha budidaya perikanan. Tantangan besar dalam usaha budidaya adalah kecenderungan

penurunan produktivitas akibat menurunnya daya dukung lingkungan. Untuk menghadapi tantangan tersebut maka diperlukan teknologi akuakultur dengan prinsip yang berbasis daya dukung lingkungan, aplikatif, efisien, sesuai anjuran, dan berbasis mitigasi terhadap resiko bencana atau perubahan iklim. Selanjutnya untuk mewujudkan budidaya perikanan yang berkelanjutan dalam konteks dimensi teknologi hal utama yang harus dilakukan adalah mendorong penerapan teknologi akuakultur yang mengacu pada *Best Management Practice* (BMP) dan peningkatan penguasaan teknologi pada setiap tahap produksi.

Indikator untuk mengukur seberapa jauh prinsip pengelolaan budidaya KJA berkelanjutan dalam dimensi teknologi diterapkan yaitu ;

- a. Tingkat penerapan teknologi anjuran
- b. Konsistensi penerapan prinsip GAP
- c. Pengelolaan Pakan
- d. Penguasaan teknologi informasi budidaya
- e. Teknologi pembenihan
- f. Teknologi budidaya terpadu
- g. Desain dan konstruksi KJA

a. Tingkat penerapan teknologi anjuran

Teknologi anjuran merupakan rekomendasi teknologi yang sesuai dengan prinsip Best Management Practice (BMP) dan mengacu pada standar yang sudah ada yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI) bidang pembudidayaan, standar operasional prosedur, dan petunjuk teknis. Penerapan teknologi anjuran diharapkan dapat memperbaiki pola pengelolaan budidaya ke arah yang lebih baik, bertanggungjawab, dan berkelanjutan. Oleh karena itu, indikator penerapan teknologi anjuran ini penting untuk menilai sejauh mana pembudidaya telah menerapkan secara konsisten teknologi anjuran dalam setiap tahap proses produksi.

b. Konsistensi penerapan prinsip GAP

Indikator ini penting untuk mengetahui sejauh mana konsistensi penerapan GAP dalam setiap tahapan produksi pada suatu unit usaha budidaya ikan. Indikator ini juga menjadi salah satu faktor yang paling sensitif dalam memberikan pengaruh terhadap status keberlanjutan akuakultur dalam konteks dimensi teknologi. Penerapan GAP juga penting sebagai salah satu faktor dan syarat dalam meningkatkan daya saing produk hasil budidaya

laut di tingkat pasar. Penerapan GAP diharapkan akan mewujudkan pengelolaan budidaya laut yang lebih bertanggungjawab dan berkelanjutan seiring dengan gencarnya isu global tentang budidaya ramah lingkungan, jaminan mutu dan keamanan pangan (*food safety*).

Indikator ini untuk melihat sejauh mana kapasitas pembudidaya dalam memahami prinsip pengelolaan budidaya ikan yang ramah lingkungan (*environmental friendly*). Penguasaan teknologi ramah lingkungan dalam hal ini, bagaimana para pembudidaya memahami prinsip produksi bersih (*clean production*), yakni dalam hal pencegahan dan pengurangan output limbah budidaya melalui pemakaian input produksi yang efisien dan teknologi bersih (*clean technology*), terutama dalam hal pengelolaan limbah budidaya.

c. Pengelolaan Pakan

Pengelolaan pakan dalam budidaya Keramba Jaring Apung (KJA) memiliki dampak signifikan terhadap kualitas perairan, terutama dalam konteks penggunaan pakan pabrikan berupa pelet dan pakan alami seperti ikan rucah.

Penggunaan pakan pabrikan sering dianggap praktis dan efisien karena formulasi nutrisinya yang sudah terstandarisasi untuk memenuhi kebutuhan ikan, namun terdapat potensi pencemaran yang besar akibat limbah pakan tersebut. Sebagai referensi di perairan tertutup, sebuah studi di Waduk Jatiluhur menunjukkan bahwa limbah dari pakan dapat menyebabkan eksternalitas negatif yang berkontribusi terhadap penurunan kualitas air (Karunia & Marinasari, 2015). Selain itu, penelitian di Teluk Saguling mengungkap bahwa mayoritas pembudidaya lebih memilih menggunakan pakan pelet, yang diberikan dalam frekuensi tinggi, sehingga dapat menyebabkan akumulasi nutrisi di perairan dan meningkatkan kemungkinan terjadinya *eutrofikasi* (Marpaung & Junianto, 2024).

Penggunaan pakan alami seperti ikan rucah umumnya kurang merusak kualitas air jika dibandingkan dengan pakan pabrikan, terutama jika dikelola dengan baik. Pakan alami cenderung menghasilkan limbah organik yang lebih sedikit dan dapat meningkatkan biodiversitas mikroorganisme di perairan, berkontribusi positif terhadap ekosistem akuatik. Hal ini sejalan dengan temuan yang menunjukkan bahwa pakan alami dapat memiliki efek yang lebih baik terhadap kualitas perairan dibandingkan pakan sintetis, dari sudut pandang menjaga keseimbangan ekosistem dan mengurangi pencemaran (Ondara *et al*, 2018).

Namun, efektivitas dari kedua jenis pakan tersebut tidak hanya bergantung pada jenisnya, tetapi juga pada manajemen pemberian pakan dan kondisi lingkungan. Ketidakcocokan antara jenis pakan yang diberikan dengan tingkat kebutuhan ikan atau

kualitas perairan dapat menyebabkan dampak buruk terhadap pertumbuhan ikan serta pencemaran perairan. Oleh karena itu, pemilihan pakan yang tepat serta pengelolaan yang bertanggung jawab sangat penting untuk menjaga kualitas perairan dalam budidaya KJA (Fitriah *et al*, 2023).

Selain itu, penelitian di Teluk Ambon menunjukkan pentingnya analisis kualitas air dalam pengelolaan pakan, karena kualitas air yang buruk dapat memperburuk dampak negatif dari limbah pakan yang diberikan, baik itu pelet atau ikan rucah (Estigade *et al*, 2019). Dengan demikian, pemantauan dan evaluasi rutin terhadap kualitas air serta penggunaan kombinasi pakan yang bijak dapat menjadi strategi untuk meningkatkan keberlanjutan budidaya KJA di Teluk Lampung.

d. Teknologi informasi budidaya

Pemanfaatan dan penguasaan Teknologi Informasi (TI) dalam budidaya Keramba Jaring Apung (KJA) di Teluk Lampung sangat penting dan mencakup berbagai aspek, termasuk penyediaan benih, pakan, pemasaran, serta pengendalian hama dan penyakit ikan. TI dapat membantu meningkatkan efisiensi operasional dalam setiap tahap produksi aquaculture.

Dalam hal penyediaan benih, penggunaan basis data yang terintegrasi memungkinkan pembudidaya untuk melakukan pemantauan dan pemilihan benih yang berkualitas baik. Sistem pemantauan berbasis TI dapat menyediakan informasi tentang asal muasal, kesehatan, dan genetika benih, yang penting untuk memastikan bahwa benih yang diberikan kepada kolam budidaya memiliki karakteristik terbaik untuk pertumbuhan dan ketahanan terhadap penyakit. Lebih lanjut, sistem pemantauan ini juga dapat dimanfaatkan untuk mengatur stok benih secara lebih efisien, sehingga mengurangi risiko overstocking yang dapat menyebabkan kompetisi sumber daya di antara ikan Sajid *et al*. (2024).

Pakan merupakan aspek krusial dalam budidaya ikan, di mana pengelolaan pakan yang baik dapat menentukan keberhasilan produksi. TI memungkinkan penggunaan aplikasi berbasis perangkat lunak untuk manajemen pakan, yang dapat memonitor penggunaan pakan dan memperkirakan kebutuhan pakan secara akurat. Penelitian menunjukkan bahwa formulasi pakan yang tepat dapat membantu dalam pengendalian penyakit dan meningkatkan performa pertumbuhan ikan (Ntanti et al., 2023). Selain itu, adopsi TI dalam pelabelan pakan memungkinkan pembudidaya untuk mendapatkan data mengenai nutrisi dan potensi pencemaran dari pakan yang digunakan.

Ketika berbicara tentang pemasaran, penyediaan teknologi e-commerce dan platform digital untuk memasarkan hasil budidaya ikan memberikan akses lebih baik bagi peternak ke pasar yang lebih luas. Ini adalah solusi penting untuk meningkatkan pendapatan dan keberlanjutan operasi budidaya. Dengan adanya sistem berbasis TI, peternak dapat melakukan pemasaran hasil budidaya langsung kepada konsumen atau pedagang tanpa perantara, sehingga meningkatkan margin keuntungan. Data analitik yang dikumpulkan melalui TI juga dapat memberikan wawasan tentang permintaan pasar dan tren konsumsi, yang dapat membantu peternak dalam merencanakan produksi dengan lebih bijaksana.

Pengendalian hama dan penyakit ikan juga dapat diperkuat dengan menggunakan TI. Teknologi pemantauan berbasis sensor mampu mendeteksi tanda-tanda awal penyakit, seperti perilaku tidak normal atau kematian ikan mendadak, sehingga memungkinkan penanganan yang lebih cepat. Selain itu, penggunaan konsep *Precision Fish Farming* (PFF) yang memanfaatkan berbagai teknologi, seperti sensor dan perangkat lunak untuk memantau kondisi lingkungan, dapat meningkatkan tanggap darurat terhadap wabah penyakit dan membatasi kerugian yang diakibatkan oleh serangan patogen (Su et al., 2021).

Dalam konteks pemantauan cuaca, teknologi informasi memainkan peran penting untuk memperingatkan pembudidaya tentang perubahan cuaca yang bisa memengaruhi kegiatan budidaya. Sistem pemantauan cuaca yang terintegrasi dengan aplikasi mobile atau web memungkinkan para pembudidaya untuk mendapatkan informasi terkini mengenai cuaca, termasuk prakiraan cuaca yang dapat berpengaruh pada kualitas air dan kesehatan ikan. Hal ini penting, terutama dalam mitigasi bencana, di mana perubahan cuaca ekstrim dapat mengakibatkan kerugian besar terhadap hasil budidaya. Dengan adanya informasi yang real-time dan akurat, pembudidaya dapat mempersiapkan diri menghadapi kemungkinan bencana alam, seperti banjir atau gelombang tinggi yang dapat merusak infrastruktur KJA. Penelitian menunjukkan pentingnya pengembangan aplikasi berbasis TI yang mengedukasi para pengguna tentang cara-cara mitigasi bencana yang efektif, sehingga mereka dapat bertindak cepat dan tepat dalam situasi darurat (Nurhayati & Herawati, 2018).

e. Ketersediaan benih

Ketersediaan benih merupakan salah satu komponen krusial dalam kegiatan budidaya Keramba Jaring Apung (KJA) yang dapat memengaruhi keberlanjutan produksi perikanan di Teluk Lampung. Untuk jenis-jenis ikan seperti kerapu, cobia, kakap, lobster, dan udang vannamei, penyediaan benih dalam jumlah yang memadai dan berkualitas tinggi sangat penting untuk menjamin keberhasilan budidaya. Penelitian menunjukkan bahwa benih ikan

kakap putih (*Lates calcarifer*) dapat dibudidayakan dengan siklus yang lebih cepat melalui teknologi sistem resirkulasi, sehingga meningkatkan efisiensi produksi benih di daerah tersebut Permana et al. (2019).

Dalam konteks kerapu, permintaan akan benihnya terus meningkat seiring dengan popularitas ikan ini di pasar domestik dan internasional. Namun, tantangan utama yang dihadapi adalah ketersediaan benih yang berkualitas, yang perlu diperhatikan melalui kerjasama dengan hatchery yang terstandarisasi. Masyarakat pembudidaya perlu dilibatkan dalam pelatihan dan penyuluhan mengenai teknik pembenihan dan peningkatan kualitas benih (Huda et al., 2021). Di sisi lain, untuk lobster, pengelolaan benih bening juga mendapatkan perhatian karena saturasi pasar yang meningkat, sehingga penelitian mengenai karakteristik penangkapan dan pembudidayaannya perlu dilakukan untuk mendukung keberlanjutan. Namun, referensi yang tersedia tidak memberikan dukungan langsung pada pengelolaan lobster, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada isu ini.

Terkait dengan udang vannamei, ketersediaan benih di Teluk Lampung juga perlu ditangani secara serius, mengingat spesies ini memiliki kontribusi yang signifikan terhadap ekonomi perikanan lokal. Pengelolaan hatchery yang baik dan penerapan teknologi pakan yang efisien dapat meningkatkan kualitas benih dan mendukung pertumbuhan dari udang ini. Dalam hal ini, kolaborasi dengan lembaga riset dan pemerintah juga penting untuk mengatasi masalah kompetisi sumber daya dan memastikan pasokan benih yang bertanggung jawab serta berkelanjutan. Oleh karena itu, pengembangan industri pembenihan yang efisien sangat diperlukan untuk mendukung keberlanjutan budidaya KJA di Teluk Lampung.

f. Teknologi budidaya terpadu

Penerapan Teknologi Budidaya Terpadu dalam kegiatan budidaya Keramba Jaring Apung (KJA) di Teluk Lampung memberikan peluang untuk meningkatkan produktivitas sambil tetap menjaga keberlanjutan ekologis. Integrasi budidaya ikan, seperti kerapu, kakap, dan udang vannamei dengan budidaya rumput laut dapat menjadi solusi untuk memaksimalkan penggunaan sumber daya perairan. Sistem ini, yang dikenal sebagai Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA), memanfaatkan hubungan simbiotik antara komponen-komponen akuatik, di mana ekskresi dari ikan dapat menjadi nutrisi bagi rumput laut, sekaligus mengurangi limbah yang dihasilkan dari budidaya ikan (Radiarta & Erlania, 2016).

Penggunaan teknologi IMTA di Teluk Lampung tidak hanya meningkatkan efisiensi pemanfaatan ruang tetapi juga memperbaiki kualitas lingkungan akuatik. Penelitian

menunjukkan bahwa penambahan rumput laut dalam ekosistem budidaya dapat membantu kesehatan ikan, terutama kerapu dan kakap, dengan menyuplai nutrisi secara alami dan menjaga kebersihan lingkungan dari kelebihan nutrisi yang dapat memicu eutrofikasi (Radiarta & Erlania, 2016; Radiarta & Erlania, 2015). Beragamnya jagat biologis ini berkontribusi pada ketahanan sistem budidaya terhadap ancaman eksternal, seperti perubahan iklim dan penyakit, sehingga budidaya menjadi lebih berkelanjutan.

Kekerangan sebagai bagian dari budidaya terpadu juga berperan penting dalam memperkaya ekosistem perairan. Integrasi budidaya kerang hijau atau kerang jenis lain memungkinkan pemanfaatan lahan secara lebih efektif, memberikan nilai tambah ekonomi bagi pembudidaya, serta mempercepat proses regenerasi lingkungan. Pengembangan Teknologi Budidaya Terpadu tidak hanya berfokus pada produktivitas, tetapi juga pada kesejahteraan masyarakat pesisir melalui peningkatan pendapatan dan penyediaan lapangan kerja di Teluk Lampung.

g. Desain dan konstruksi KJA

Desain dan konstruksi Keramba Jaring Apung (KJA) sangat menentukan keberlangsungan dan produktivitas budidaya perikanan di laut, khususnya di Teluk Lampung. Kualitas material dan metode konstruksi yang digunakan harus mampu menghadapi tantangan lingkungan maritim, termasuk angin, arus, dan gelombang laut. Kekuatan struktural KJA tidak hanya mempengaruhi daya tahan terhadap angin dan arus, tetapi juga berperan penting dalam mitigasi efek gelombang laut. KJA yang dirancang dengan baik akan memiliki sistem pemuatan dan distribusi beban yang optimal, sehingga dapat bertahan dalam kondisi cuaca ekstrem tanpa merusak struktur atau mengakibatkan kerugian dalam hasil budidaya.

Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan besi profil siku sebagai bahan alternatif dibandingkan dengan kayu dapat meningkatkan daya tahan KJA terhadap gaya geser dan momen lentur yang dihasilkan oleh kondisi perairan. Konstruksi KJA yang menggunakan profil besi menunjukkan daya apung yang lebih baik, yaitu 10.299,26 kg, dibandingkan dengan kayu yang hanya sebesar 10.263,77 kg, yang menjadikannya lebih stabil dalam menghadapi kondisi laut yang berubah-ubah (Sangur & Lailossa, 2022).

Penggunaan HDPE (High-Density Polyethylene) sebagai material untuk konstruksi Keramba Jaring Apung (KJA) memberikan sejumlah keuntungan dalam usaha budidaya perikanan di laut, termasuk di Teluk Lampung. HDPE dikenal karena ketahanannya yang tinggi terhadap korosi dan daya tahan terhadap sinar ultraviolet (UV), serta bobot yang

ringen, sehingga meringankan beban struktur dan memudahkan proses instalasi. Dengan sifat ini, KJA berbahan HDPE diharapkan dapat lebih awet dan lebih aman dalam situasi perairan yang fluktuatif, seperti saat terjadi arus deras dan gelombang tinggi.

Daya tahan KJA terhadap kekerangan di lokasi yang berair dangkal juga merupakan aspek penting yang perlu dioptimalkan. Dalam kondisi tersebut, desain yang mengintegrasikan elemen penguat, seperti jangkar berstandar tinggi, dapat mencegah pergerakan KJA akibat arus kuat (Anhar et al., 2020).

Dengan mempertimbangkan semua faktor ini, desain dan konstruksi KJA yang berkelanjutan akan memungkinkan para pembudidaya untuk memaksimalkan hasilnya tanpa mengorbankan keamanan dan keberlanjutan ekosistem perairan. Penelitian lebih lanjut tentang material dan teknik konstruksi inovatif diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih efektif dalam menciptakan KJA yang tahan lama dan efisien, sehingga mendukung budidaya perikanan yang lebih berkelanjutan di Teluk Lampung (Sangur & Lailossa, 2022; Mustafa et al., 2018).

Dengan berbagai dukungan teknologi dan keterlibatan masyarakat, KJA berbahan HDPE berpotensi menjadi alternatif yang kuat dan aman dalam praktik budidaya perikanan di Teluk Lampung. Ini dapat menguntungkan dari segi aspek teknis dan efektivitas biaya, serta dalam menciptakan lingkungan pengelolaan perikanan yang lebih berkelanjutan dan aman bagi semua pihak yang terlibat.

2.1.4.5 Dimensi Regulasi/kelembagaan

Regulasi dan kebijakan menjadi hal yang penting dalam memberikan arahan pelaksanaan konsep perikanan budidaya yang berkelanjutan, oleh karena itu ketersediaan regulasi sesuai kebutuhan menjadi keniscayaan. Keberadaan regulasi juga berfungsi sebagai instrumen pengendali bagi stakeholder terkait dalam melakukan pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya akuakultur, sehingga terwujud pengelolaan yang lebih bertanggungjawab dan berkelanjutan.

Regulasi dan kebijakan dikatakan efektif jika dalam implementasinya memberikan perubahan ke arah kinerja pengelolaan yang lebih baik dan memberikan dampak positif dari aspek ekologi, ekonomi, dan sosial. Oleh karena itu penting dalam setiap penyusunan regulasi dan kebijakan melibatkan partisipasi masyarakat, agar kebijakan yang diambil dapat diimplementasikan dan menjawab kebutuhan masyarakat yang dinamis.

Aspek lain yang sangat penting dalam mewujudkan perikanan budidaya yang berkelanjutan adalah kelembagaan. Kelembagaan yang kuat akan memungkinkan

berjalannya matarantai sistem produksi secara efisien. Beberapa prinsip utama dalam mewujudkan perikanan budidaya yang berkelanjutan dalam konteks dimensi regulasi dan kelembagaan adalah; mendorong penerapan regulasi yang berbasis kebutuhan dan partisipasi masyarakat, mendorong peran dan dukungan pemangku kebijakan dalam pengembangan perikanan budidaya laut yang berkelanjutan, dan memperkuat peran kelembagaan dalam sistem produksi akuakultur serta sinergitas antar stakeholder.

Indikator utama untuk mengukur prinsip perikanan budidaya yang berkelanjutan dalam dimensi regulasi dan kelembagaan adalah ;

- a. Ketersediaan peraturan formal
- b. Kelembagaan pembudidaya
- c. Kelembagaan pembenihan
- d. Dukungan pemerintahan
- e. Kelembagaan riset dan penyuluhan
- f. Partisipasi masyarakat dalam kebijakan
- g. Koordinasi stakeholder

a. Ketersediaan peraturan formal

Ketersediaan peraturan formal sangat esensial dalam mendukung keberlanjutan budidaya KJA. Menurut Noviyanti et al. (2016), pemahaman terhadap peraturan perundangan yang ada merupakan faktor eksternal penting yang dapat meningkatkan kapasitas nelayan. Implementasi peraturan ini tidak hanya mencakup aspek legalitas, tetapi juga membentuk kerangka kerja untuk pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan. Hal ini sejalan dengan temuan Muhammad dan Nurdjaman (2024), yang menunjukkan pentingnya kualitas pengelolaan kebijakan dalam penempatan keramba jaring apung untuk memastikan lingkungan mendukung kegiatan budidaya ikan.

Regulasi terkait dengan perencanaan penataan ruang menjadi hal yang mendasar dalam memberikan arahan pemanfaatan sumberdaya alam, dimana didalamnya mengatur struktur dan pola ruang sebagai upaya menjamin terwujudnya pembangunan berkelanjutan.

Secara teknis, aturan yang lebih detail mengatur bagaimana seharusnya regulasi ini memberikan jaminan perlindungan dan pemanfaatan ruang bagi sektor-sektor strategis termasuk akuakultur. Dengan demikian regulasi terkait perencanaan penataan ruang harus diletakkan dalam kerangka prinsip pembangunan berkelanjutan yakni dengan menjamin keseimbangan kepentingan ekologi, ekonomi, dan sosial.

Terkait dengan tata ruang laut di Provinsi Lampung, sudah diwujudkan dalam Peraturan Daerah No. 1 Tahun 2018 tentang Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil, dimana dokumen ini berlaku untuk kurun waktu 20 tahun. Dengan demikian indikator ini digunakan untuk menilai kesesuaian usaha budidaya laut di Teluk Lampung dengan rencana ruang budidaya yang sudah disediakan di peraturan daerah tersebut.

Masyarakat, dalam hal ini pembudidaya sebagai sasaran regulasi/kebijakan harus memahami secara utuh, karena akan mempengaruhi efektifitas implementasi regulas/kebijakan yang dibuat. Oleh karenanya, keterlibatan masyarakat dalam setiap perencanaan regulasi/kebijakan harus dilakukan bersama dengan sosialisasi yang dilakukan secara masif. Regulasi dan atau kebijakan juga semestinya dilakukan melalui serangkaian proses kajian akademik, analisis dan manajemen resiko sehingga benar-benar telah terkondisikan sesuai sasaran.

b. Kelembagaan pembudidaya

Kelembagaan pembudidaya harus difasilitasi untuk menciptakan jaringan yang saling terhubung antara nelayan, produsen, dan pemangku kepentingan lainnya. Sehabudin *et al.* (2019) menekankan pentingnya pengembangan kelembagaan dalam meningkatkan manajemen produk perikanan. Pertumbuhan dan efektivitas kelembagaan pembudidaya dapat meningkatkan kapasitas produksi dan keberlanjutan, serta melibatkan pembudidaya dalam pengambilan keputusan yang berdampak pada kebijakan perikanan.

Indikator ini untuk melihat sejauh mana kelembagaan kelompok telah terbangun dengan kuat dan mandiri. Kelembagaan pembudidaya menjadi salah satu faktor yang paling sentral dan harus dibangun pada setiap kawasan pengembangan budidaya laut, sehingga keberadaannya sangat berpengaruh terhadap status keberlanjutan pengembangan perikanan budidaya pada umumnya. Kelembagaan kelompok pembudidaya sangat erat kaitannya dengan kesinambungan usaha budidaya, karena kelembagaan yang kuat dan mandiri adalah pintu masuk bagi terbangunnya kemitraan usaha, kemudahan akses kebutuhan dasar, dan terciptanya posisi tawar (*bargaining position*), sehingga secara langsung akan berdampak terhadap tumbuh kembangnya kapasitas usaha yang dijalankan. Secara hirarki ada 4 (empat) kategori tipe kelembagaan berdasarkan kualitas kelembagaannya yaitu ; kelompok pembudidaya pemula, lanjut, madya, dan utama.

c. Kelembagaan pembenihan

Kelembagaan pembenihan menjadi kunci dalam menyediakan sumber daya ikan yang berkualitas untuk kegiatan budidaya. Penelitian oleh Hermawaty (2015) menyoroti pentingnya pengelolaan kelembagaan yang memadai dalam aktivitas pembenihan dan keramba jaring apung (KJA). Hal ini penting karena kualitas pembenihan yang buruk akan berdampak langsung pada hasil produksi dan keberlanjutan budidaya.

Pentingnya kelembagaan pembenihan terletak pada kemampuannya untuk memproduksi benih unggul yang sesuai dengan kondisi lingkungan di Teluk Lampung. Sebagaimana dinyatakan oleh Zulendra dan Sektiana (2022), benih unggul yang dihasilkan melalui proses seleksi yang ketat akan lebih tahan terhadap berbagai penyakit dan kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan, sehingga meningkatkan tingkat kelangsungan hidup mereka. Selain itu, benih unggul mampu memberikan hasil panen yang lebih baik serta memberikan nilai ekonomi yang lebih tinggi bagi para pembudidaya.

Lebih lanjut, inovasi dalam teknologi pembenihan juga memainkan peran penting dalam meningkatkan kualitas benih. Warsa & Astuti (2022) mengungkapkan bahwa penerapan sistem budidaya ramah lingkungan seperti KJA SMART dapat mengurangi pencemaran dan meningkatkan kualitas benih yang dihasilkan. Dengan demikian, lembaga pembenihan perlu terus beradaptasi dan berinovasi dalam metode produksi yang ramah lingkungan serta efisien untuk memastikan keberlanjutan sumber daya ikan di Teluk Lampung.

Koordinasi antara pembenihan dan pembudidaya juga menjadi elemen penting dalam memastikan distribusi benih unggul tepat waktu dan sesuai kebutuhan. Penelitian oleh Ridwan et al. (2022) menunjukkan bahwa komunikasi yang baik antara lembaga pembenihan dengan pembudidaya dapat memfasilitasi adopsi benih unggul dan mempercepat proses transfer teknologi, yang pada akhirnya akan memperkuat sistem produksi budidaya KJA. Hal ini menunjukkan bahwa keefektifan kelembagaan tidak hanya sekedar tentang produksi, tetapi juga tentang bagaimana benih tersebut dapat diintegrasikan dengan baik ke dalam praktik budidaya.

d. Dukungan pemerintahan

Dukungan pemerintah sangat krusial untuk menciptakan lingkungan yang kondusif bagi budidaya. Studi oleh Kustiari dan Budiman (2023) menunjukkan bahwa pemerintah memiliki peran dalam menyediakan sarana yang diperlukan bagi penyuluh dan pembudidaya, termasuk dalam hal penyediaan informasi, pelatihan, dan kontribusi finansial yang diperlukan untuk mengoptimalkan hasil budidaya KJA.

Indikator ini untuk melihat sejauh mana dukungan secara politik yang diberikan para legislator terhadap kebijakan pengembangan budidaya laut. Dukungan politik dinilai sangat penting karena sebuah produk regulasi dikeluarkan bersama antara eksekutif dan legislatif. Dukungan dan komitmen tentu akan mengarahkan keberpihakan dari berbagai aspek khususnya berkaitan dengan aspek legal formal dan penganggaran.

Indikator ini untuk melihat sejauh mana komitmen pemangku kebijakan dalam mendorong keberlanjutan pengembangan budidaya laut. Namun demikian, kenyataannya seringkali sebaik apapun regulasi yang dibuat selalu saja harus dibenturkan dengan diskresi dari pemangku kebijakan, sementara seharusnya antara diskresi dengan regulasi seharusnya sejalan. Oleh karena itu, komitmen dan tanggungjawab pemangku kebijakan harus benar-benar ditegakkan.

e. Kelembagaan riset dan penyuluhan

Kelembagaan riset dan penyuluhan bertugas untuk memberikan informasi berbasis bukti kepada pembudidaya. Penelitian oleh Aprilia et al. (2021) memberikan wawasan bahwa penyuluhan perikanan yang efektif dapat meningkatkan pemahaman pembudidaya dan hasil produksi mereka. Ini menunjukkan peran penting penelitian untuk mendorong inovasi dan adaptasi dalam praktik budidaya.

Indikator ini untuk menilai sejauh mana ketersediaan penyuluh baik kualitas maupun kuantitas pada suatu kawasan pengembangan akuakultur. Peran penyuluh menjadi sangat sentral sebagai media dalam memberikan fasilitasi terhadap kemudahan akses informasi berkaitan dengan pengelolaan usaha budidaya yang dibutuhkan para pembudidaya. Sementara itu kelembagaan litbang dapat dipandang sebagai agen perubahan positif terhadap kinerja pengembangan perikanan budidaya. Oleh karena itu hasil-hasil inovasi teknologi harus memenuhi 5 (lima) syarat yakni aplikatif, efektif, efisien, adaptif, dan sesuai kebutuhan dan perkembangan pasar.

f. Partisipasi masyarakat dalam kebijakan

Partisipasi masyarakat menjadi landasan dalam mendukung kebijakan berkelanjutan dalam budidaya. Penelitian oleh Yolanda *et al.* (2022) membuktikan bahwa ketika masyarakat terlibat dalam proses pengambilan keputusan, mereka lebih cenderung untuk mendukung kebijakan yang implementatif dan sesuai dengan kebutuhan mereka. Ini menunjukkan bahwa keterlibatan masyarakat tidak hanya menciptakan rasa memiliki, tetapi juga meningkatkan keberlanjutan praktik budidaya.

Indikator ini untuk melihat sejauh mana keterlibatan atau partisipasi masyarakat dalam perencanaan sebuah kebijakan di bidang perikanan budidaya. Keterlibatan masyarakat dengan menjadikannya subyek pembangunan sangatlah penting, mengingat program kebijakan yang diambil akan menyentuh langsung terhadap kepentingan masyarakat yang dalam hal ini adalah pembudidaya ikan sebagai pelaku utama pembangunan perikanan.

Sebagaimana yang disampaikan oleh Kartasasmita (2003), yang menyatakan kritik terhadap pembangunan adalah bahwa program-program pembangunan selalu diturunkan dari atas (top down) dan masyarakat tinggal melaksanakan. Proses perencanaan program tidak melalui suatu peninjauan kebutuhan (need assesment) masyarakat, tetapi seringkali dilaksanakan hanya berdasarkan asumsi, survei, studi, atau penelitian formal yang dilakukan oleh petugas atau lembaga penelitian.

Strategi kebijakan yang dapat ditempuh untuk meningkatkan partisipasi masyarakat pembudidaya baik yang lebih bersifat konsultatif atau sebagai bagian dalam pengambilan keputusan antara lain adalah ; pelatihan perencanaan program yang berbasis pengembangan masyarakat, penguatan peran kelembagaan masyarakat lokal dalam perumusan kebijakan, serta kebijakan berorientasi pada sifat bottom up.

g. Efektifitas kerjasama antar stakeholder.

Koordinasi antara semua pemangku kepentingan merupakan faktor penting untuk mencapai keberlanjutan. Hasil penelitian oleh Zaidy et al. (2022) menunjukkan bahwa kolaborasi antara nelayan, lembaga penelitian, dan pemerintah meningkatkan kualitas dan hasil produk perikanan. Selain itu, hubungan yang baik antar stakeholder memudahkan pertukaran informasi dan sumber daya yang sangat diperlukan dalam praktik budidaya KJA.

Indikator ini digunakan untuk melihat sejauh mana efektifitas kerjasama antar stakeholder dalam pengembangan perikanan budidaya. Penguatan peran stakeholder menjadi mutlak, sehingga kerjasama sinergi yang dibangun akan memberikan dampak positif bagi kinerja keberlanjutan pengembangan perikanan budidaya.

h. Efektifitas kelembagaan pasar

Kelembagaan pasar dalam hal ini adalah kelembagaan yang memiliki peran sebagai wadah dalam memfasilitasi masyarakat pembudidaya guna mendapatkan kemudahan akses informasi pasar dan sekaligus sebagai buffer dalam menjamin pasar hasil produksi budidaya perikanan. Kelembagaan ini bisa diperankan melalui Badan Usaha Milik Daerah (BUMD), Badan Usaha Milik Desa (BUMDes), Koperasi Usaha Bersama (KUB), dan kelembagaan

lainnya yang berfungsi sama. Fenomena permasalahan terkait efisiensi rantai pemasaran dan jaminan pasar, seringkali menjadi masalah utama yang saat ini dihadapi sebagian besar masyarakat pembudidaya.

2.1.5 Budidaya Keramba Jaring Apung (KJA)

Budidaya ikan dengan teknik Keramba Jaring Apung (KJA) adalah salah satu teknik budidaya yang cukup produktif dan intensif dengan konstruksi yang tersusun dari keramba-keramba jaring yang dipasang pada rakit terapung di perairan pantai (Sunyoto, 1994). Salah satu keuntungan budidaya ikan di KJA dibandingkan teknologi selain KJA yaitu, ikan dapat dipelihara dengan kepadatan tinggi tanpa khawatir akan kekurangan oksigen (Basyarie, 2001), hemat perairan, tidak memerlukan pengelolaan air yang khusus, sehingga dapat menekan input biaya produksi, mudah dipantau, unit usaha dapat diatur sesuai kemampuan modal (Pongsapan et al. 2001), jumlah dan mutu air selalu memadai, tidak perlu pengolahan tanah, pemangsa mudah dikendalikan dan mudah dipanen (Sunyoto, 1994).

Wardhana (1994) menyebutkan agar usaha budidaya ikan kerapu di KJA dapat berjalan dengan baik maka lokasi areal pembesaran ikan dimana KJA ditempatkan harus dikaji kesesuaiannya. Pemilihan lokasi yang tepat berkaitan erat dengan pertimbangan ekologis merupakan hal yang sangat menentukan mengingat kegagalan dalam pemilihan lokasi akan beresiko permanen dalam kegiatan produksi (Ismail et al. 1993). Selain itu, menurut Pramono et al. (2005) beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam penentuan lokasi budidaya ikan kerapu di KJA antara lain lokasi harus terhindar dari badai dan gelombang besar atau gelombang terus menerus, bebas dari bahan pencemaran yang mengganggu kehidupan ikan, terhindar dari gangguan predator yang harus dihindari adalah hewan laut busa seperti ikan buntal dan ikan besar dan ganas yang dapat merusak KJA.

Perairan Teluk Lampung, pada umumnya memenuhi syarat untuk lokasi budidaya ikan (finfish) di KJA, karena keberadaan pulau-pulau kecil di dalam maupun di mulut teluk menjadikan perairan Teluk Lampung terlindung dari kuatnya arus laut, dan hempasan gelombang. Ikan yang dibudidayakan di KJA akan tumbuh optimal pada kondisi kualitas perairan yang sesuai untuk pertumbuhan jenis ikan yang dibudidayakan. Secara rinci beberapa parameter kualitas air yang mempengaruhi pertumbuhan finfish disajikan pada **Tabel 1.**

2.1.6 Dampak Lingkungan Budidaya Keramba Jaring Apung

Pengembangan budidaya KJA di perairan laut secara langsung akan berdampak pada ekosistem terumbu karang dibawahnya seperti tertutupnya polip-polip hewan karang oleh limbah budidaya KJA hingga terjadi penutupan cahaya yang masuk kedalam perairan ekosistem terumbu karang (Nurfiani, 2003). Di sisi lain budidaya KJA yang dalam pengembangannya tidak memperhatikan prinsip penataan ruang yang terpadu dan berkelanjutan dapat menimbulkan konflik pemanfaatan antar stakeholder sehubungan dengan fungsi perairan sebagai penyedia jasa transportasi, pariwisata dan lain-lain.

Budidaya laut di KJA memerlukan perhatian dalam pengembangan yang tidak memperhatikan kapasitas daya dukung lingkungan akan menyebabkan terjadinya penurunan kualitas lingkungan perairan hingga kerusakan ekosistem perairan di sekitarnya. Salah satu penyebab penurunan kualitas lingkungan perairan teluk adalah buangan limbah budidaya yang mengandung bahan organik dan nutrisi dari sisa pakan dan feses yang terlarut dan mengendap di dasar perairan (Johnsen et al. 1993). Pengkayaan bahan organik dapat menyebabkan penurunan produktivitas budidaya dan meningkatkan mortalitas komoditas budidaya sebagai akibat dari kondisi sedimen di bawah wadah budidaya.

Tabel 1. Parameter kualitas air untuk pertumbuhan optimal budidaya ikan laut di KJA

Parameter	Kisaran Optimal	Sumber
Ikan Kerapu		
Kecepatan Arus (cm/detik)	20-50	Gufron dan Kordi (2005) ; DKP (2002)
Batimetri (m)	15-25	DKP (2003); Radiarta et al. (2003)
Material Dasar Perairan	Sand dan rubble	Radiarta et al. (2003)
Oksigen terlarut (mg/l)	<6	Bakosurtanal (1996); ; Wibisono (2005)
Kecerahan Perairan (m)	<5	DKP (2003); Radiarta et al. (2003)
Suhu perairan (°C)	28-30	DKP (2002) ; DKP (2003) ; Romimohtarto (2003)
Salinitas (ppt)	30-35	Radiarta et al. (2003) ; SNI : 01 – 6487.3 - 2000
pH	6.5-8.5	Bakosurtanal (1996) ; Romimohtarto, (2003)
Nitrat (mg/l)	0.9-3.2	
Ikan Bawal Bintang (<i>Trachinotus blochii</i>)		

Kecepatan Arus (cm/detik)	20-50	Gufron dan Kordi (2005) ; DKP (2002)
Batimetri (m)	15-25	DKP (2003); Radiarta et al. (2003)
Material Dasar Perairan	Sand dan rubble	Radiarta et al. (2003)
Oksigen terlarut (mg/l)	4-5	Salim et al (2012)
Kecerahan Perairan (m)	>5	BSN (2000)
Suhu perairan (°C)	28-30	Salim et al (2012)
Salinitas (ppt)	24-32	Salim et al (2012)
pH	6.8-8.4	Sitta (2011)
Nitrat (mg/l)	0.02-0.2	Dikrurahman dan Kadar (2010)
Ikan Kakap Putih		
Kecepatan Arus (cm/detik)	20-50	Gufron dan Kordi (2005) ; DKP (2002)
Batimetri (m)	7-15	BSN (2000)
Material Dasar Perairan	Sand dan rubble	Radiarta et al. (2003)
Oksigen terlarut (mg/l)	>5	BSN (2000)
Kecerahan Perairan (m)	>5	BSN (2000)
Suhu perairan (°C)	26-32	BSN (2000)
Salinitas (ppt)	15-35	BSN (2000)
pH	7-8.5	BSN (2000)
Nitrat (mg/l)	0.02-0.2	Dikrurahman dan Kadar (2010)

Menurut Azwar et al. (2004) hanya sekitar 70-80 % pakan yang diberikan diberikan untuk pertumbuhan dan sisanya yang tidak termakan berpotensi mencemari perairan. McDonald et al. (1996) mengungkapkan bahwa buangan limbah kegiatan perikanan (budidaya ikan kerapu di KJA) mengandung konsentrasi tinggi bahan organik dan nutrien, dari sisa pakan dan feses, sisa produksi yang terlarut ke dalam perairan sehingga menjadi sumber pencemar pada lingkungan sekitarnya.

Dampak lingkungan yang diakibatkan oleh pengembangan perikanan budidaya tergantung pada praktek budidaya yang dilakukan, besarnya ukuran unit usaha, beban limbah alami maupun limbah budidaya yang dihasilkan, volume badan air, laju pergantian arus (*flushing rate*), dan karakteristik lain dari badan air (Phillips, 1985 dalam Corne and Whoriskey, 1993). Luas wilayah dampak pengkayaan nutrien dan bahan organik tergantung pada karakteristik produksi budidaya, kedalaman badan air, tofografi dasar perairan, kecepatan arus, dan angin yang akan menentukan penyebaran pengendapan partikel, input organik per unit area, dan redistribusi limbah dasar (Barg, 1992; Silvert, 1992).

Secara prinsip, laju pergantian air oleh arus dan pasang surut berperan dalam proses pembuangan limbah dan memasok oksigen (Barg, 1992). Pengenceran atau penyebaran area dan sedimentasi dari pembuangan limbah dan dampaknya terhadap ekologi sekitar lokasi budidaya ditentukan oleh dinamika arus dan kedalaman badan air yang menerima beban limbah (Silver, 1992; Buschman et al. 1996).

2.1.7 Daya Dukung Lingkungan Perairan

Daya dukung merupakan suatu konsep dalam mengekspresikan pembatasan dalam pemanfaatan dan pengendalian untuk menjaga kelestarian sumberdaya sehingga sumberdaya dapat dikelola secara berkelanjutan. Khanna (1999) mengungkapkan bahwa daya dukung merupakan basis dalam pembangunan berkelanjutan. Konsep daya dukung secara mendasar menurut Inglis et al. (2000) hubungan antara populasi dengan perubahan sumberdaya alam yang menopangnya. Asumsinya adalah ukuran populasi tidak lagi dapat ditopang oleh sumberdaya alam sehingga telah melampaui daya dukungnya.

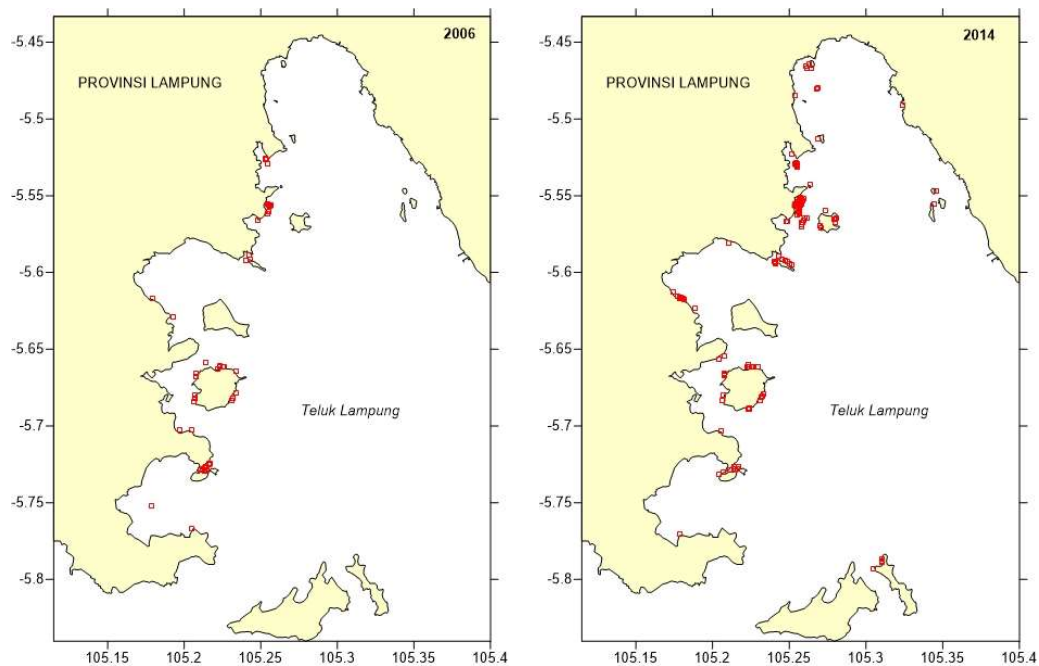
Daya dukung suatu perairan merupakan keadaan yang sangat dinamis karena sangat dipengaruhi oleh variasi temporal dan spasial faktor-faktor biotik dan abiotik dari ekosistem tersebut. Savariades (2000) mengungkapkan bahwa daya dukung tidaklah tetap, namun berkembang sesuai dengan waktu, perkembangan serta dipengaruhi oleh teknik-teknik manajemen dan pengontrolan. Daya dukung lingkungan sangat erat kaitannya dengan kapasitas asimilasi dari lingkungan yang menggambarkan jumlah limbah yang dapat dibuang ke dalam lingkungan tanpa menyebabkan polusi. Secara terpadu pengertian daya dukung adalah tingkat pemanfaatan sumberdaya alam atau ekosistem secara berkesinambungan tanpa menimbulkan kerusakan sumberdaya dan lingkungan.

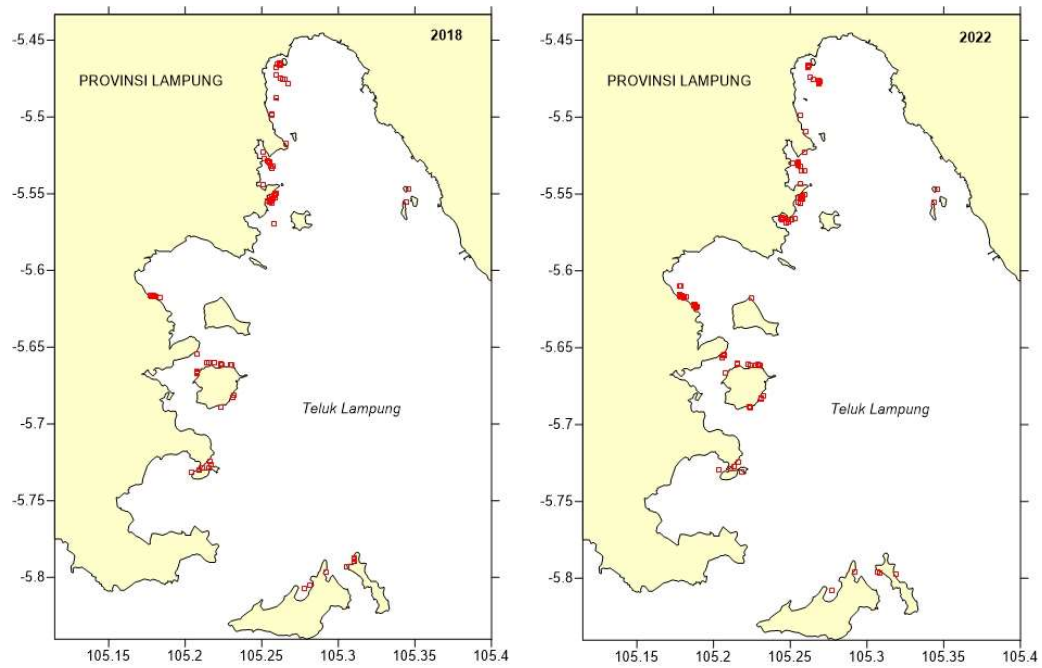
McKindsey et al. (2006) mengungkapkan bahwa dengan mengadopsi konsep daya dukung menurut Inglis et al. (2000) konsep daya dukung untuk budidaya laut dapat dikategorikan menjadi 4 (empat) fungsi yaitu: (1) daya dukung fisik, merupakan luas maksimum areal perairan budidaya laut yang dapat diabsorpsi oleh suatu kawasan tanpa menyebabkan penurunan kualitas fisik suatu perairan; (2) daya dukung ekonomi, merupakan tingkat skala usaha budidaya laut yang memberikan keuntungan ekonomi maksimum secara berkesinambungan; (3) daya dukung ekologis, merupakan tingkat maksimum pemanfaatan suatu perairan yang dapat diakomodasi oleh suatu kawasan sebelum terjadi penurunan kualitas ekologis; dan (4) daya dukung sosial, merupakan tingkat pengembangan budidaya yang dapat diterima oleh masyarakat tanpa memberikan dampak sosial bagi masyarakat.

Estimasi daya dukung perairan untuk menunjang budidaya ikan laut di Keramba Jaring Apung (KJA) merupakan ukuran kuantitatif yang akan memperlihatkan berapa ikan budidaya yang boleh dipelihara dalam luasan area yang ditentukan tanpa menimbulkan degradasi lingkungan dan ekosistem sekitarnya (Piper et al. 1982 dalam Ali, 2003).

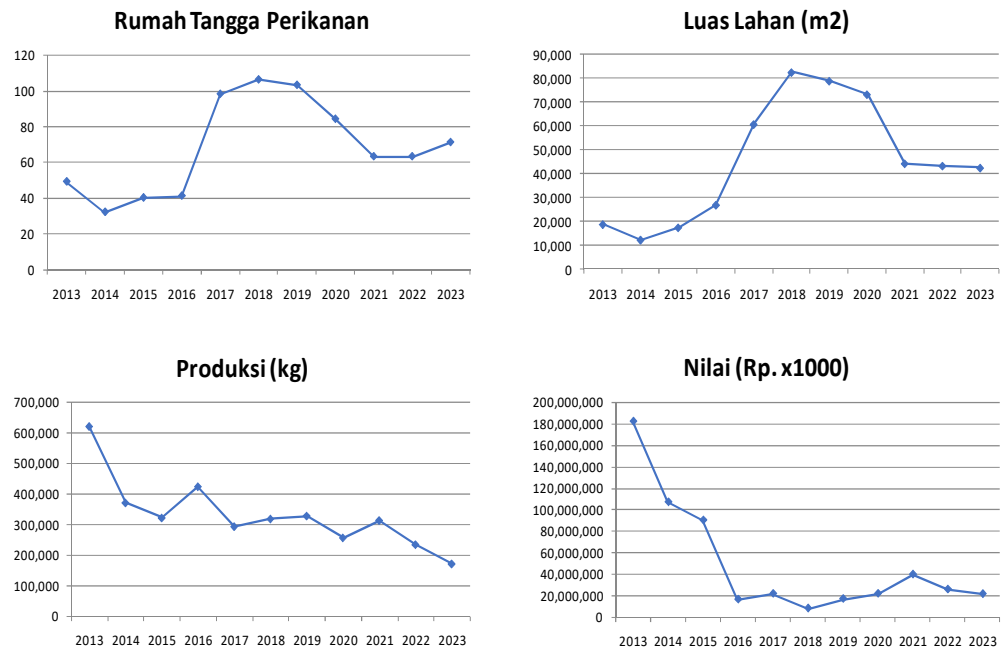
2.1.8. Budidaya Keramba Jaring Apung di Teluk Lampung

Di perairan Teluk Lampung, sebaran lokasi budidaya KJA tersebar di tiga wilayah administrasi yaitu Kabupaten Lampung Selatan, Kota Bandar Lampung dan Kabupaten Pesawaran. Berdasarkan citra Google Earth dari tahun ke tahun lokasi budidaya KJA dapat ditampilkan pada Gambar 1.

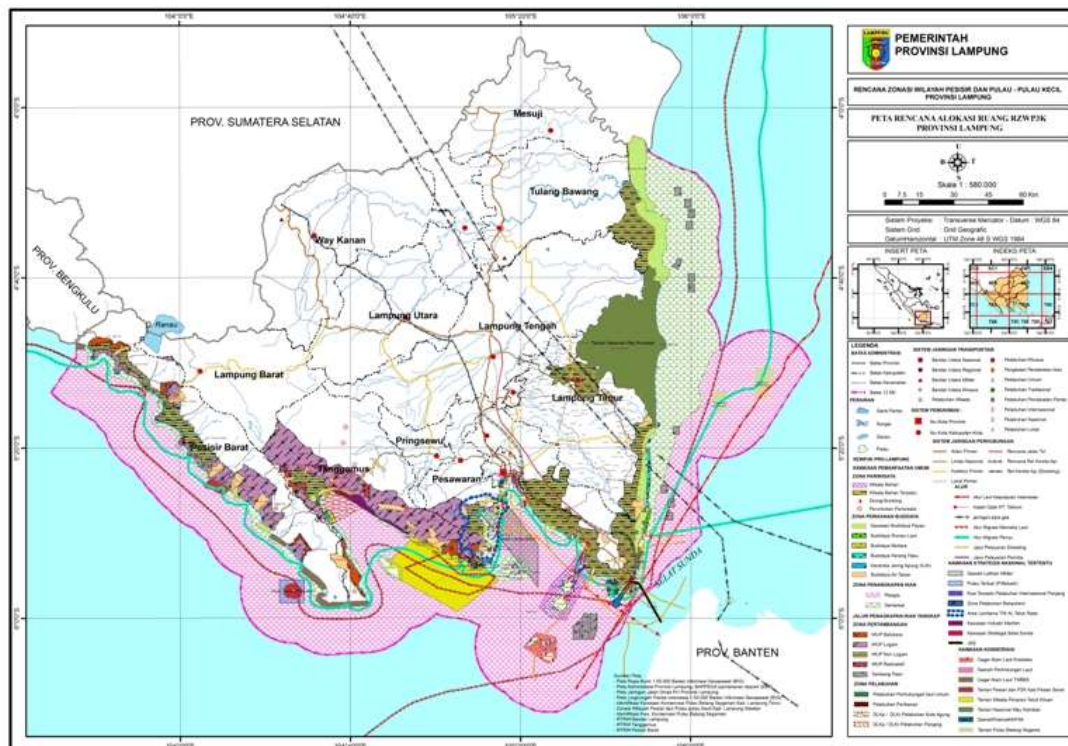




Gambar 1. Lokasi Budidaya Keramba Jaring Apung di Teluk Lampung



Gambar 2. Profil budidaya KJA di perairan Teluk Lampung (2013-2023)



Gambar 3. Peta Rencana Pola Ruang Laut Provinsi Lampung (Perda RTRW Provinsi Lampung, 2023)

Berdasarkan data Portal Satu Data Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia (2025), selama kurun waktu 2019-2023 budidaya Keramba Jaring Apung (KJA) mengalami penurunan produksi rata-rata sebesar 25% setiap tahun. Luas lahan budidaya KJA juga mengalami penurunan rata-rata sebesar 56%, diiringi dengan penurunan jumlah Rumah Tangga Perikanan (RTP) budidaya KJA rata sebesar 33% (Gambar 2.2). Penurunan usaha budidaya KJA ini diduga disebabkan oleh beberapa faktor antara lain; ledakan populasi alga berbahaya (*red tide*), kualitas air yang menurun, konflik kepentingan area perairan, dan pencurian ikan.

Menurut Estigrade *et al* (2019), fenomena ledakan alga yang terjadi hampir setiap tahun di perairan Teluk Lampung dan sering disebut *red tide* tersebut disebabkan oleh jenis alga *Cochlodinium polykrikoides*. Fenomena tersebut telah menyebabkan banyak kematian ikan di KJA dan menimbulkan kerugian usaha pembudidaya di area budidaya KJA tersebut (Sitanggang, 2016).

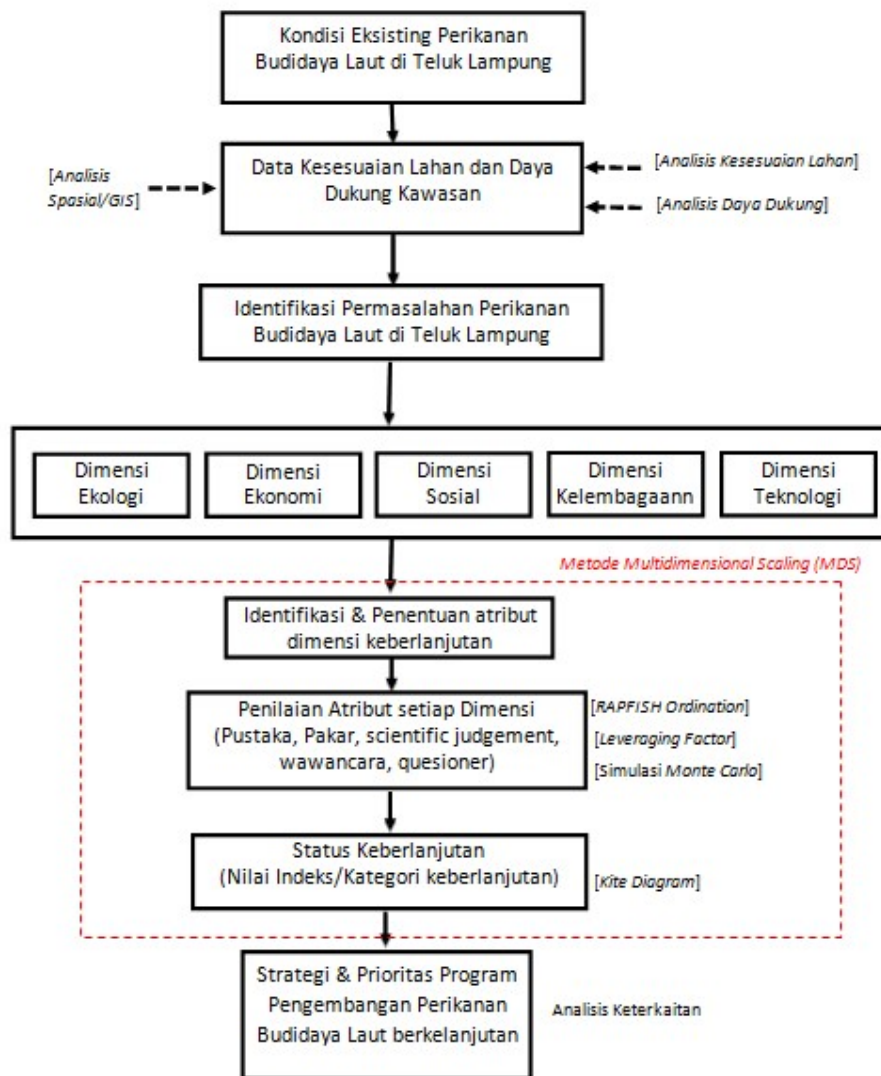
Penurunan kualitas air di Teluk Lampung salahsatunya dipicu oleh perubahan lahan di pesisir Kota Bandar Lampung, Kabupaten Lampung Selatan dan Kabupaten Pesawaran menjadi kawasan industri, pembangkit tenaga listrik, pariwisata, pelabuhan niaga, pelabuhan

perikanan, tambak, pemukiman dan perhotelan. Tekanan lingkungan terhadap perairan teluk Lampung terus meningkat disebabkan masuknya cemaran organik dan anorganik dari berbagai kegiatan di kawasan pesisir yang telah terbangun termasuk limbah rumah tangga yang berasal dari pemukiman dalam kota (Tugiyono *et al.*, 2015). Kondisi pencemaran di kawasan ini utamanya dapat dilihat dari penumpukan sampah yang terdampar di pulau-pulau kecil, dan terakumulasi di sepanjang pantai Kotakarang hingga Sukaraja Kota Bandar Lampung maupun limbah industri dan tambak di kawasan pantai yang berada di Pesawaran (Beritafajar, 2019).

Pencurian ikan di Keramba Jaring Apung (KJA) adalah salah satu faktor yang dapat mengurangi minat dan mempengaruhi keberlanjutan usaha budidaya KJA. Kejadian pencurian secara langsung menyebabkan kerugian finansial bagi pembudidaya. Fakta dilapangan, pencurian ikan ini pernah dialami oleh sebagian pembudidaya KJA di Teluk Lampung, dan seringkali pembudidaya terpaksa mengeluarkan modal tambahan untuk memulai siklus budidaya mulai dari awal kembali. Hal ini dapat menurunkan semangat pembudidaya dalam berusaha dan pada gilirannya akan menurunkan kapasitas produksi budidaya KJA.

Berdasarkan penelitian Marzuki (2013), dapat dinyatakan bahwa kegiatan budidaya laut dalam hal ini KJA di perairan teluk memiliki dinamika dan permasalahan yang kompleks terkait dengan aktifitas di wilayah sekitar budidaya dan aktifitas budidaya itu sendiri, dimana aktifitas tersebut dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, sosial, ekonomi, kelembagaan dan teknologi yang saling berkaitan membentuk sistem yang kompleks. Dalam rangka mempertahankan eksistensi budidaya KJA sebagai tulang punggung produksi budidaya laut, maka diperlukan suatu pendekatan yang bersifat multidimensi, sehingga konsep pembangunan berkelanjutan yang mampu menjamin kelestarian ekosistem dengan memperhatikan keterbatasan kapasitas lingkungan, sehingga mampu terus-menerus memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat dan perekonomian daerah. Salah satu cara merumuskan kebijakan dan strategi yang diharapkan dapat mengakomodasi keseimbangan aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial agar pembangunan budidaya KJA di Teluk Lampung dapat berkelanjutan dapat dilakukan melalui penelitian kebijakan.

2.2 Kerangka Pemikiran



Gambar 4. Kerangka Pemikiran Analisis Keberlanjutan dan Strategi Pengembangan Perikanan Budidaya Laut di Teluk Lampung Provinsi Lampung

2.3 Hipotesis

Dengan mengamati data statistik perikanan budidaya laut selama kurun waktu 10 tahun terakhir yaitu tahun 2010 sampai dengan 2020, serta mengamati perkembangan aktifitas ekonomi di sekitar wilayah pesisir Teluk Lampung yang ditandai dengan meningkatnya sektor pariwisata, industri, dan pelabuhan yang dapat berdampak pada peningkatan limbah dan konflik kepentingan di zona perairan budidaya laut, maka dapat ditarik hipotesis awal bahwa dimensi ekologi dan dimensi kelembagaan adalah dua dimensi yang paling tertekan status keberlanjutannya, sehingga perlu dirumuskan strategi dan program yang dapat

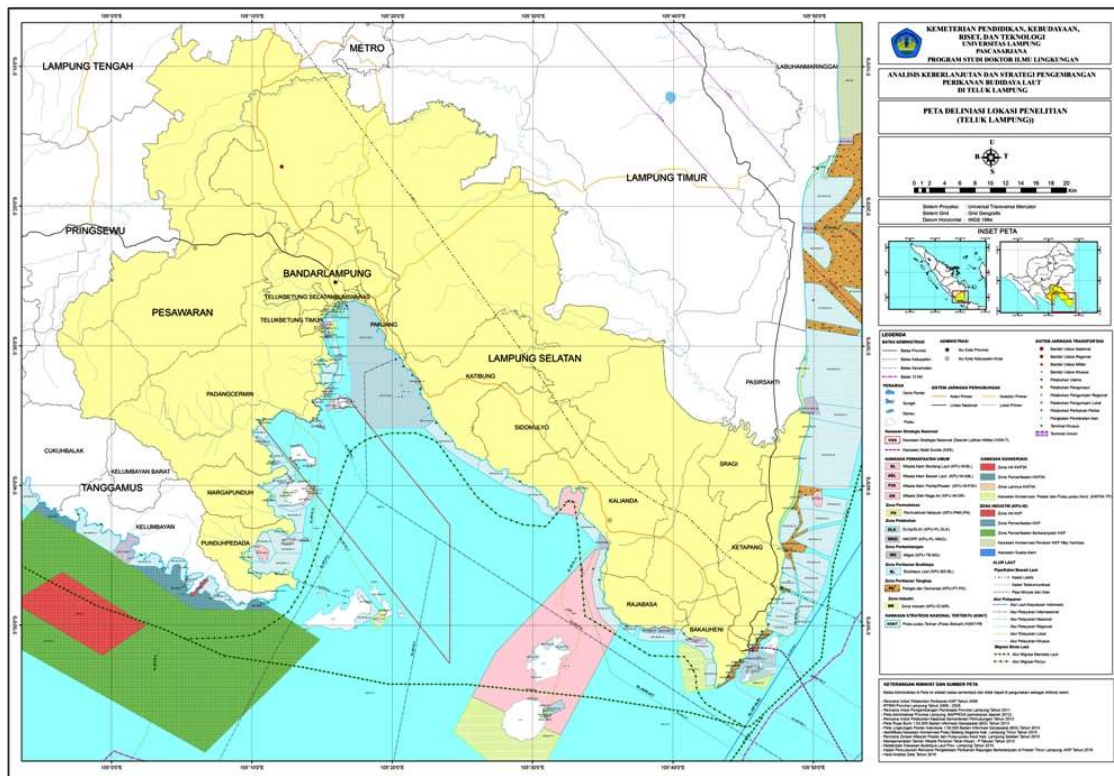
mengungkit status keberlanjutan dari dimensi ekologi dan kelembagaan tersebut dalam rangka mencapai budidaya laut yang optimal dan berkelanjutan.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Tempat penelitian adalah Teluk Lampung Provinsi Lampung, dimana ada 3 (tiga) kabupaten/kota yang wilayah pantainya berbatasan langsung dengan perairan Teluk Lampung ini yaitu; Kabupaten Lampung Selatan, Kota Bandar Lampung, dan Kabupaten Pesawaran (Gambar 4). Waktu penelitian adalah sekitar 1 (satu) bulan, yang dilaksanakan pada bulan Juni 2025.

Lokasi penelitian dipilih berdasarkan data dan informasi yang menunjukkan kegiatan budidaya laut yang telah eksis di perairan Teluk Lampung dan berdasarkan rencana alokasi ruang untuk kegiatan budidaya laut dalam Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil Provinsi Lampung yang telah di sahkan dalam Peraturan Daerah Nomor 1 Tahun 2018 tentang Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil Provinsi Lampung.



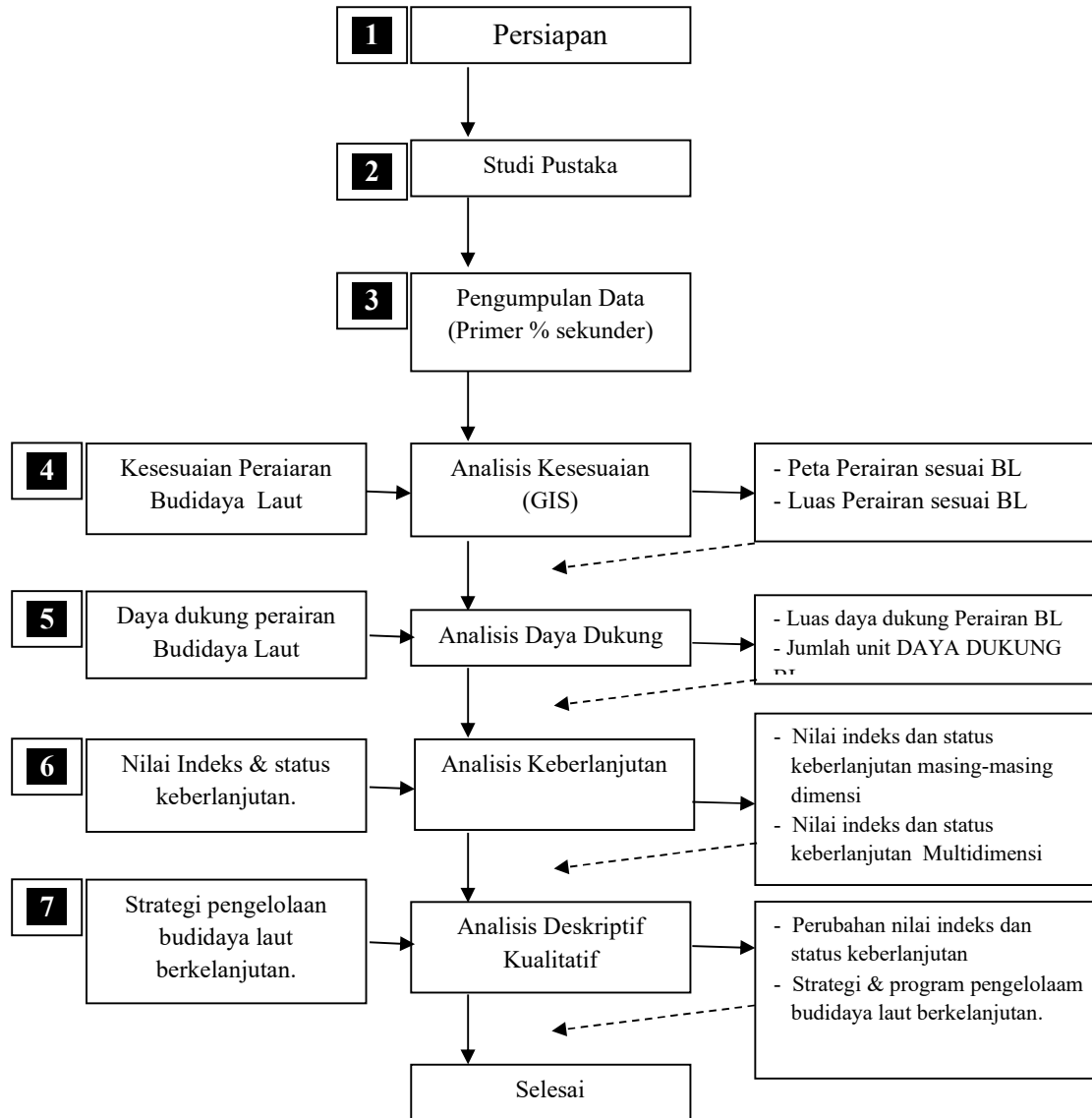
Gambar 5. Peta Lokasi Penelitian

3.2. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dirancang dalam tujuh tahap untuk mencapai tujuan penelitian yaitu :

1. Tahap Persiapan, yaitu melakukan persiapan administrasi, dan persiapan lain untuk memudahkan pelaksanaan penelitian.
2. Tahap studi kepustakaan (*desk study*), yaitu melakukan kajian literatur berupa jurnal, laporan penelitian untuk pengumpulan informasi yang relevan dengan pengelolaan budidaya laut di perairan Teluk Lampung.
3. Tahap pengumpulan data, yaitu melakukan pengumpulan data primer dan data sekunder melalui pengukuran lapangan, analisis laboratorium, penyebaran kuesioner, wawancara dan pendapat pakar.
4. Tahap menganalisis kesesuaian perairan budidaya laut, yaitu melakukan analisis kesesuaian perairan pada Zona Budidaya Laut di Teluk Lampung sesuai alokasi ruang dalam RZWP3K Provinsi Lampung dan hasil penelitian sebelumnya, dengan metode menggunakan GIS.
5. Tahap menganalisis daya dukung perairan budidaya laut, yaitu melakukan analisis daya dukung perairan berdasarkan hasil analisis kesesuaian perairan pada tahap 4 (empat). Analisis daya dukung berdasarkan pendekatan pengaturan ruang perairan berdasarkan kapasitas perairan. Hasil analisis pada tahap ini adalah luas daya dukung perairan untuk budidaya laut berdasarkan kapasitas perairan yang belum terpakai.
6. Tahap menghitung nilai indeks dan status keberlanjutan pengelolaan budidaya laut, yaitu melakukan analisis keberlanjutan dengan metode MDS menggunakan RAPFish dengan menggunakan nilai skor atribut lima dimensi keberlanjutan. Hasil analisis pada tahap ini adalah nilai indeks dan status keberlanjutan masing-masing dimensi, multidimesi dan atribut sensitif (*leverage attribute*) pengelolaan budidaya KJA.
7. Tahap perumusan strategi pengelolaan budidaya laut berkelanjutan, yaitu menyusun skenario pengelolaan dan strategi pengelolaan budidaya laut berkelanjutan dengan berdasarkan atribut sensitive pada masing-masing dimensi keberlanjutan (Legendre dan Legendre, 1983). Hasil analisis pada tahap ini adalah perubahan nilai indeks dan status

keberlanjutan pengelolaan budidaya laut berdasarkan skenario dan rumusan strategi serta program pengelolaan budidaya laut berkelanjutan.



Gambar 6. Alur strategi pengelolaan budidaya laut berkelanjutan

3.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini diarahkan untuk mengetahui status keberlanjutan perikanan budidaya laut di Teluk Lampung berdasarkan data kondisi terkini untuk kemudian merancang strategi jangka pendek dan menengah bagi pengembangan berkelanjutan budidaya laut di Teluk Lampung.

Penelitian ini dirancang berdasarkan pendekatan untuk dapat menjawab masing-masing tujuan dan mensistesis hasil dari masing-masing tujuan penelitian.

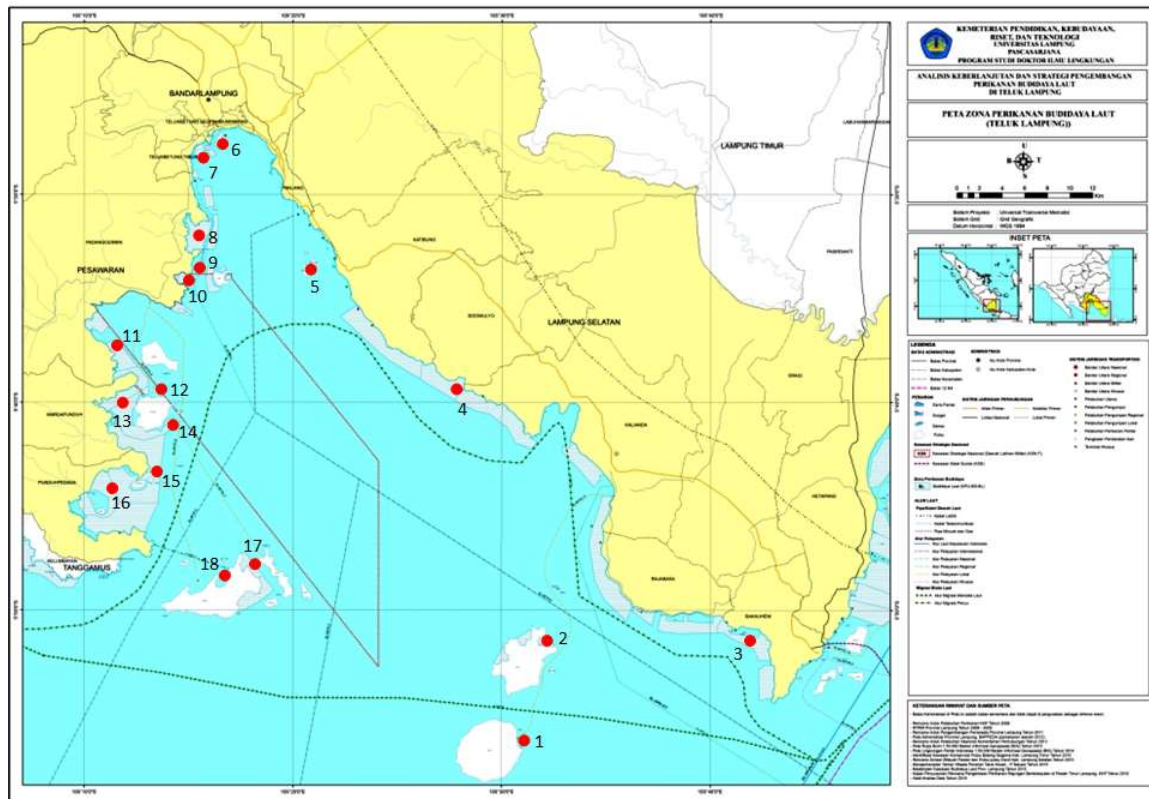
3.4. Kesesuaian Perairan Budidaya Laut

Penentuan kesesuaian perairan dilakukan untuk mengetahui luas perairan yang sesuai untuk budidaya finfish, Crustacea, dan Clam menggunakan keramba apung. Metode penelitian kesesuaian perairan merupakan pendekatan spasial dengan melakukan pengukuran langsung parameter kualitas air di lapangan dan analisis di laboratorium, selain dengan menggunakan hasil-hasil penelitian terdahulu yang masih relevan. Pendekatan spasial bermaksud untuk mempresentasikan dan memodelkan aspek-aspek keruangan dari suatu fenomena (Prahasta, 2002). Kesesuaian perairan didasarkan pada kondisi kualitas air dan kondisi biofisik perairan serta penentuan komoditi prioritas menggunakan pendapat pakar. Berikut ini disajikan metode pengumpulan data dan metode analisis data.

3.4.1. Metode Pengumpulan Data

3.4.1.1. Lokasi Sampling

Penentuan titik pengamatan dirancang berdasarkan sistem informasi geografis (SIG) (Clark & Hosking, 1986; Burrough & McDonnell, 1998). Penentuan titik pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* (Nasution, 2001), yang mengacu pada fisiografi lokasi, interpretasi peta batimetri, peta sebaran terumbu karang dan lamun, kondisi eksisting budidaya agar sedapat mungkin bisa mewakili atau menggambarkan keadaan perairan tersebut. Koordinat pengambilan sampel dicatat dengan bantuan Global Positioning System (GPS) dengan format (latitude ; longitude). Sampling dilakukan pada 20 (Dua Puluh) stasiun yang terdiri dari: 3 stasiun di Kota Bandar Lampung, 3 stasiun di Kabupaten Lampung Selatan, 14 Stasiun di Kabupaten Pesawaran. Secara rinci lokasi stasiun pengambilan sampel disajikan pada Gambar 5. Waktu sampling dilakukan pada pagi hari dengan pertimbangan belum adanya pengaruh sinar matahari dan belum terjadinya proses fotosintesis di perairan.



Gambar 7. Lokasi Sampling Penelitian

3.4.1.2 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dilakukan dengan metode survei. Parameter fisik kualitas air dilakukan dengan cara pengukuran langsung secara in-situ pada titik yang telah ditentukan. Selanjutnya untuk parameter kimia perairan dilakukan pengambilan sampel air untuk dianalisis di laboratorium Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung. Pengumpulan data untuk mengetahui komoditi prioritas menggunakan teknik pendapat pakar di bidang budidaya laut. Sedangkan pengumpulan data sekunder dilakukan dengan metode *desk study* dari berbagai sumber, seperti: BPS, Instansi terkait, Lembaga Penelitian, Perguruan Tinggi. Penentuan responden untuk survei pakar dilakukan dengan teknik secara sengaja (*purposive sampling*). Responden yang dipilih memiliki kepakaran dalam bidang budidaya finfish, lobster, dan kerang hijau di keramba apung. Beberapa pertimbangan dalam menentukan pakar yang dijadikan responden adalah: (a) mempunyai pengalaman yang kompeten sesuai dengan bidang yang dikaji; (b) memiliki reputasi, kedudukan/jabatan dalam kompetensinya dengan bidang yang dikaji; dan (c) memiliki kredibilitas yang tinggi, bersedia, dan atau

berada pada lokasi yang dikaji (Marimin, 2004). Jumlah responden pakar adalah tujuh responden terdiri atas unsur pemerintah, akademisi/peneliti, dan lembaga swadaya masyarakat (LSM).

3.4.1.3 Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer yakni data yang dikumpulkan melalui metode observasi dan pengukuran langsung terhadap obyek penelitian di lapangan. Data primer yang digunakan untuk analisis kesesuaian perairan adalah data kondisi biofisik dan kualitas air.

Data sekunder yang diperlukan dalam penentuan kesesuaian perairan adalah data dan peta batimetri, sebaran terumbu karang, peta sebaran lamun, peta zonasi wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil. Data sekunder bersumber dari Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Lampung, Bappeda Provinsi Lampung, Bappeda Kabupaten Sumbawa, Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Lampung, Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung, dan Universitas Lampung.

3.5. Analisis Keberlanjutan

Tabel 2. Kriteria skoring setiap dimensi pengelolaan perikanan budidaya laut di perairan Teluk Lampung

No	Dimensi dan Atribut	Skor/ Skala	Penilaian Atribut		Dasar /Acuan Pemberian Skor
			Baik	Buruk	
A. Dimensi Ekologi					
1	Daya dukung perairan	1-10	10	1	<p>Mengacu pada luas lahan yang belum terpakai dari luas lahan yang sesuai untuk budidaya KJA.</p> <p>(1) < 10%</p> <p>(4) 10-25%</p> <p>(7) 26-50%</p> <p>(10) >50%</p> <p>(Marzuki, 2018) modifikasi</p>
2	Ancaman pada perairan	1-10	10	1	<p>(1) Tinggi (kegiatan tidak terkendali)</p> <p>(4) Sedang (kegiatan cukup terkendali)</p> <p>(7) Rendah (kegiatan</p>

					terkendali)
					(10) Tidak ada ancaman
					(Marzuki, 2018) modifikasi
3	Kondisi ekosistem perairan	1-10	10	1	(1) Buruk
					(4) Sedang
					(7) Baik
					(10) Baik Sekali
					(Kemen LH No.4, 2001)
4	Kesesuaian perairan	1-10	10	1	(1) Tidak sesuai
					(4) Kurang sesuai
					(7) Sesuai
					(10) Sangat sesuai
5	Kesuburan perairan	0-10	10	0	(0) Hypertrofic atau
					Olygotrofic
					(5) Eutrofic
					(10) Mesotrofic
					(Ridhawani, 2017)
					modifikasi
6	Tingkat sedimentasi	0-10	10	0	(0) Sangat berat
					(Catastrophic >50
					mg/cm2/hari)
					(5) Sedang - berat
					(Catastrophic 10 - 50
					mg/cm2/hari)
					(10) Ringan – sedang
					(Catastrophic 1 - 10
					mg/cm2/hari)
					(Pastorok and Bilyard, 1985)
					modifikasi
8	Frekuensi serangan hama dan penyakit	1-10	10	1	(1) Gagal panen
					(4) Tinggi (>50% ikan
					terserang)
					(7) Sedang (<50% ikan
					terserang)
					(10) Tidak terserang
					(Hidayanto, 2012)
					modifikasi

B. DIMENSI EKONOMI

1	Sumber Permodalan	0-10	10	0	(0) Tidak ada
					(2) Renternir
					(4) Kerjasama/bagi hasil
					(6) Mandiri
					(8) Subsidi pemerintah
					(10) Pinjaman bank
2	Akses Sarana dan prasarana produksi	0-10	10	0	(0) Sulit dan langka;
					(3) Ada tapi kurang lengkap
					dan tidak sesuai standar
					(5) Ada tapi kurang lengkap

					tapi sesuai standar (8) Mudah tapi tidak sesuai standar; (10) Mudah dan sesuai standar.
3	Tingkat penyerapan pasar	0-10	10	0	(0) Lokal (4) Regional (7) Nasional (10) Internasional (Pitcher and Preiskot, 2001)
4	Peningkatan produksi	0-10	10	0	(0) Menurun (4) Fluktuatif dan cenderung menurun (7) Fluktuatif dan cenderung meningkat (10) Meningkat
5	Tingkat pendapatan	0-10	10	0	(0) Rugi (4) Impas (7) Menguntungkan (10) Sangat menguntungkan (Pitcher and Preiskot, 2001)
6	Kontribusi terhadap PDRB	0-10	10	0	(0) Rendah (<10%) (4) Sedang (10-20%) (7) Cukup tinggi (21-30%) (10) Tinggi (>30%) (Pitcher and Preiskot, 2001)
7	Kepemilikan aset	1-10	10	1	(1) Milik non lokal (100%) (3) Sebagian besar milik non lokal (6) Seimbang (50%) (8) Sebagian besar milik lokal (10) Milik lokal (100%) (Pitcher and Preiskot, 2001) modifikasi
C. DIMENSI SOSIAL					
1	Tingkat SDM Pembudidaya	0-10	10	0	(0) Di bawah; (5) Relatif Sama; (10) Di atas (Marzuki, 2018)
2	Jumlah Rumah tangga perikanan budidaya (RTP budidaya)	1-10	10	1	(1) Tidak berkembang (4) Perkembangan lambat (<10%) (7) Cukup berkembang (10-30%) (10) Berkembang (>30%) (Marzuki, 2018)
3	Interaksi sosial	0-10	10	0	(0) Rendah (5) Sedang

4	Infrastruktur sosial	0-10	10	0	(10) Tinggi (0) Rendah (5) Sedang
5	Frekuensi konflik kepentingan	1-10	10	1	(10) Tinggi (1) Tinggi (>1 kali setahun); (4) Sedang (1 kali setahun); (7) Rendah (1-2 kali 5 tahun) (10) Hampir tidak pernah terjadi
6	Ketersediaan tenaga kerja	0-10	10	0	(0) Tidak tersedia (5) Tersedia tapi kompetensi rendah (10) Tersedia dan kompetensi tinggi
7	Kondisi sosial masyarakat (Pengangguran dan Kemiskinan)	0-10	10	0	(0) Tinggi (>25%) (5) Sedang (5-25%) (10) Rendah (<5%)
D. DIMENSI TEKNOLOGI					
1	Tingkat penerapan teknologi anjuran	0-10	10	0	(0) Belum ada (5) Ada, belum optimal (10) Optimal (Yulianda <i>et al.</i> , 2010)
2	Konsistensi penerapan prinsip GAP	1-10	10	1	(1) Rendah (4) Sedang (7) Cukup tinggi (10) Tinggi (WWF, 2011)
3	Pengelolaan pakan	1-9	9	1	(1) Seluruhnya Pakan buatan (3) Lebih dominan pakan buatan (5) Pakan alami dan buatan seimbang (7) Lebih dominan pakan alami (9) Seluruhnya Pakan alami
4	Pemanfaatan teknologi informasi	0-10	10	0	(0) Rendah (5) Sedang (10) Tinggi
5	Teknologi pembenihan	0-10	10	0	(0) Belum berhasil (4) Rendah (SR<50%) (7) Sedang (SR 50-75%) (10) Tinggi (SR>75%)
6	Teknologi budidaya terpadu	0-10	10	0	(0) Rendah (5) Sedang (10) Tinggi
7	Desain dan kontruksi KJA	0-10	10	0	(0) Tradisional (5) Hybrid (10) Modern (HDPE)

D	Dimensi Regulasi/Kelembagaan				
1	Ketersediaan peraturan formal	0-10	10	0	(0) Tidak tersedia (5) Tersedia dan tidak efektif (10) Tersedia dan Efektif (Nizam, 2012)
2	Kelembagaan pembudidaya	1-10	10	1	(1) Tidak ada; (4) Ada dan kurang efektif (<25% kebutuhan anggota terpenuhi) (7) Ada dan cukup efektif (25-50% kebutuhan anggota terpenuhi) (10) Ada dan berjalan efektif (50% kebutuhan anggota terpenuhi) (Hidayanto, 2012)
3	Kelembagaan pembenihan	1-10	10	1	(1) Tidak ada; (4) Ada dan kurang efektif (<50 % pembudidaya mendapat benih bermutu) (7) Ada dan cukup efektif (50 - 75 % pembudidaya mendapat benih bermutu) (10) Ada dan berjalan efektif (>75 % pembudidaya mendapat benih bermutu) (Marzuki, 2018)
4	Dukungan pemerintahan	1-10	10	1	(1) Sangat rendah (4) Rendah (7) cukup (10) tinggi (Nizam, 2012)
5	Kelembagaan riset dan penyuluhan	1-10	10	1	(1) tidak ada (4) (<25 % pembudidaya mendapat pelayanan) (7) ada dan kurang efektif (25 - 50 % pembudidaya mendapat pelayanan) (10) ada dan berjalan efektif (>50 % pembudidaya mendapat pelayanan)
6	Partisipasi masyarakat dalam kebijakan	1-10	10	1	(1) Belum ada (4) Ada, kurang baik (7) Baik (10) Sangat baik (Nikijuluw, 2002)
7	Efektifitas kerjasama antar stakeholder.	1-10	10	1	(1) Buruk (4) Sedang

(7) Cukup
(10) Baik
(Adriman, 2012)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis keberlanjutan multidimensi menggunakan metode Rapfish (MDS) dan perumusan strategi pengembangan menggunakan pendekatan Multi Criteria Decision Making (MCDM), maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. **Sistem budidaya keramba jaring apung (KJA) di Teluk Lampung berada pada kategori *cukup berkelanjutan*** dengan nilai indeks keberlanjutan multidimensi sebesar **63,36**. Nilai ini menunjukkan bahwa secara umum sistem budidaya masih mampu berfungsi dan memberikan manfaat ekonomi, namun telah menghadapi tekanan signifikan yang berpotensi menurunkan keberlanjutan apabila tidak dilakukan intervensi kebijakan dan pengelolaan yang terarah. Status *cukup berkelanjutan* mengindikasikan bahwa Teluk Lampung berada pada fase transisi yang krusial antara pemanfaatan dan konservasi.
2. **Dimensi teknologi dan ekologi merupakan dimensi paling kuat dalam menopang keberlanjutan budidaya KJA di Teluk Lampung.** Dimensi teknologi menunjukkan skor keberlanjutan tinggi, bahkan pada beberapa lokasi seperti Teluk Hurun mencapai nilai di atas **90**, yang mencerminkan keberhasilan penerapan teknologi budidaya modern, pengelolaan pakan, serta penerapan Good Aquaculture Practices (GAP). Sementara itu, dimensi ekologi berada pada kategori *cukup berkelanjutan*, dengan atribut paling sensitif berupa kesuburan perairan dan tingkat ancaman pencemaran. Kondisi ini menunjukkan bahwa daya dukung perairan Teluk Lampung masih relatif baik, namun rentan terhadap tekanan sedimentasi, limbah domestik dan industri, serta eutrofikasi.
3. **Dimensi sosial dan kelembagaan merupakan faktor pembatas utama keberlanjutan sistem KJA di Teluk Lampung.** Dimensi sosial menunjukkan kelemahan pada atribut kapasitas sumber daya manusia pembudidaya (skor leverage 1,91) dan ketersediaan tenaga kerja (2,65), meskipun ditopang oleh interaksi sosial dan infrastruktur sosial yang relatif lebih baik. Dimensi kelembagaan memperlihatkan skor terendah, khususnya pada atribut ketersediaan peraturan formal (1,41) dan efektivitas kerjasama antar stakeholder

(1,63), yang mencerminkan lemahnya tata kelola, koordinasi lintas sektor, serta partisipasi masyarakat dalam proses pengambilan kebijakan.

4. **Faktor-faktor dominan yang memengaruhi keberlanjutan budidaya KJA bersifat multidimensi dan saling berinteraksi, meliputi:**

- **Ekologi:** kesuburan perairan, tingkat ancaman pencemaran, sedimentasi, serta frekuensi serangan penyakit;
- **Ekonomi:** kontribusi KJA terhadap sektor akuakultur daerah (skor 6,99), peningkatan produksi (6,38), dan tingkat pendapatan pembudidaya;
- **Sosial:** intensitas interaksi sosial, infrastruktur sosial, dan potensi konflik kepentingan;
- **Kelembagaan:** dukungan pemerintah, keberadaan kelembagaan pembenihan dan penyuluhan, serta efektivitas kolaborasi stakeholder;
- **Teknologi:** pengelolaan pakan, konsistensi penerapan GAP, dan pemanfaatan teknologi informasi budidaya.

5. **Hasil simulasi pengembangan KJA di perairan yang belum dimanfaatkan** (Pulau Sebesi, Pulau Sebulu, Pantai Belebut, Pantai Suak, dan Teluk Merak Belantung) menunjukkan peningkatan indeks keberlanjutan menjadi **65,91**, atau meningkat sebesar **2,5 poin** dibandingkan kondisi eksisting. Peningkatan ini terutama didorong oleh penguatan dimensi teknologi dan perbaikan pada dimensi ekologi dan ekonomi. Namun demikian, simulasi juga menunjukkan potensi penurunan pada dimensi kelembagaan apabila pengembangan tidak disertai dengan penguatan tata kelola dan partisipasi masyarakat sejak tahap perencanaan.

6. **Strategi pengembangan keberlanjutan budidaya KJA di Teluk Lampung harus bersifat evidence-based, terintegrasi lintas dimensi, dan berbasis lokasi (site-specific).** Hasil MCDM menunjukkan bahwa dimensi ekonomi mendominasi prioritas program (8 dari 10 program prioritas), yang menegaskan bahwa keberlanjutan KJA sangat ditentukan oleh kontribusinya terhadap kesejahteraan masyarakat pesisir. Namun, keberlanjutan ekonomi tersebut hanya dapat bertahan apabila ditopang oleh penguatan sosial, kelembagaan yang partisipatif, teknologi yang ramah lingkungan, dan pengelolaan ekologi yang adaptif.

Dalam kondisi keterbatasan fiskal daerah akibat kebijakan efisiensi anggaran yang diterapkan oleh pemerintah pusat, dimensi kelembagaan memiliki posisi strategis sebagai penentu efektivitas keberlanjutan sistem budidaya KJA. Secara teoretik, hal ini sejalan

dengan konsep *institutional capacity* yang menekankan bahwa kemampuan suatu sistem pengelolaan tidak semata ditentukan oleh ketersediaan sumber daya finansial, melainkan oleh kapasitas institusi dalam mengatur, mengoordinasikan, dan memobilisasi sumber daya yang ada secara efektif (Grindle & Hilderbrand, 1995; Healey, 2006).

Dalam perspektif *governance under fiscal constraint*, keterbatasan anggaran justru menuntut pergeseran paradigma dari pendekatan berbasis belanja (*spending-based governance*) menuju pendekatan berbasis tata kelola (*governance-based approach*), di mana regulasi yang jelas, koordinasi lintas sektor, serta pembagian peran yang efektif antar aktor menjadi instrumen utama pengelolaan (Peters, 2011; Pierre & Peters, 2020). Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa rendahnya kinerja dimensi kelembagaan pada sistem KJA di Teluk Lampung lebih disebabkan oleh lemahnya efektivitas regulasi formal, koordinasi antar pemangku kepentingan, dan partisipasi masyarakat, dibandingkan oleh keterbatasan anggaran secara langsung. Hal ini mengindikasikan bahwa **perbaikan tata kelola kelembagaan berpotensi memberikan dampak keberlanjutan yang signifikan dengan biaya relatif rendah.**

Lebih lanjut, pendekatan *collaborative governance* menegaskan bahwa dalam sistem sosial-ekologis yang kompleks seperti wilayah pesisir, keberlanjutan hanya dapat dicapai melalui kolaborasi antara pemerintah, masyarakat, pelaku usaha, dan lembaga riset, terutama ketika kapasitas fiskal pemerintah terbatas (Ansell & Gash, 2008; Emerson et al., 2012). Dalam konteks budidaya KJA di Teluk Lampung, penguatan peran kelompok pembudidaya, koperasi, forum komunikasi pesisir, serta sinergi dengan lembaga riset dan penyuluhan merupakan bentuk konkret dari kolaborasi kelembagaan yang mampu menggantikan keterbatasan intervensi berbasis anggaran.

Dengan demikian, **dimensi kelembagaan berfungsi sebagai *institutional leverage* yang menjembatani dan memperkuat efektivitas dimensi teknologi, ekonomi, dan ekologi**, khususnya dalam situasi tekanan fiskal. Keberlanjutan budidaya KJA tidak ditentukan oleh besarnya investasi anggaran, melainkan oleh kemampuan sistem kelembagaan dalam menciptakan aturan main yang jelas, mendorong kepatuhan, memfasilitasi kolaborasi, serta memastikan bahwa intervensi berbasis teknologi dan ekonomi berjalan selaras dengan karakteristik lokal (*site-specific governance*). Temuan ini menegaskan bahwa strategi pengembangan keberlanjutan KJA di Teluk Lampung harus ditempatkan dalam kerangka tata kelola adaptif dan kolaboratif berbasis bukti ilmiah, bukan semata dalam logika ekspansi produksi atau belanja publik.

Dalam strategi pengembangan keberlanjutan budidaya KJA yang *evidence-based*, terintegrasi lintas dimensi, dan berbasis lokasi (*site-specific*), **atribut desain dan konstruksi KJA perlu dipandang sebagai instrumen adaptasi teknis jangka menengah–panjang**. Meskipun bukan atribut paling sensitif dalam analisis leverage, desain dan konstruksi KJA berperan penting dalam meningkatkan ketahanan sistem terhadap tekanan lingkungan dan risiko operasional.

Dalam kondisi keterbatasan anggaran daerah, pendekatan yang paling realistis adalah **penerapan desain KJA secara selektif dan bertahap**, disesuaikan dengan karakteristik perairan. Pada perairan terlindung (*nearshore*), penguatan KJA konvensional atau sistem modular dapat dilakukan tanpa perubahan total sistem, sementara pada perairan yang lebih terbuka (*offshore*), penggunaan KJA berbahan HDPE atau modular terapung menjadi lebih relevan untuk meningkatkan ketahanan struktur. Efektivitas penerapan desain tersebut sangat bergantung pada **dukungan kelembagaan melalui standar teknis berbasis lokasi, peran lembaga riset dan penyuluhan, serta kolaborasi antar pemangku kepentingan**, sehingga peningkatan teknologi fisik dapat dilakukan secara efisien dan berkelanjutan tanpa ketergantungan pada belanja publik yang besar.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan tersebut, maka beberapa rekomendasi strategis yang dapat diajukan adalah sebagai berikut:

1. **Pemerintah daerah Provinsi Lampung dan kabupaten/kota terkait** disarankan untuk menjadikan hasil analisis keberlanjutan multidimensi ini sebagai dasar dalam perumusan kebijakan pengelolaan dan pengembangan KJA, khususnya dengan:
 - Menetapkan pengelolaan KJA berbasis daya dukung perairan dan evaluasi keberlanjutan secara periodik;
 - Memperkuat regulasi formal yang mendukung kemudahan berusaha dan pengembangan budidaya keramba jaring apung (KJA), serta mendorong pemberian insentif dalam perizinan pemanfaatan ruang laut pada zona budidaya, guna meningkatkan kepastian hukum dan meminimalkan konflik antar sektor pemanfaatan.
 - Mengintegrasikan kebijakan pengembangan KJA dengan agenda ekonomi biru dan pembangunan pesisir berkelanjutan.
2. **Penguatan dimensi sosial dan kelembagaan perlu diprioritaskan sebagai langkah korektif utama**, melalui:

- Peningkatan kapasitas sumber daya manusia pembudidaya melalui pelatihan teknis, manajerial, dan kewirausahaan berbasis kebutuhan lokal;
 - Pembentukan dan penguatan forum komunikasi pembudidaya, masyarakat pesisir, dan pemangku kepentingan lainnya sebagai mekanisme mitigasi konflik dan harmonisasi kepentingan;
 - Penguatan peran lembaga riset, penyuluhan, dan pembenihan sebagai simpul transfer pengetahuan dan inovasi teknologi.
3. **Strategi ekonomi budidaya KJA hendaknya tidak hanya berorientasi pada peningkatan produksi**, tetapi juga diarahkan pada:
- Peningkatan nilai tambah melalui diversifikasi produk dan pengolahan hasil;
 - Pengembangan jejaring pemasaran, akses pasar premium, dan branding produk KJA Teluk Lampung;
 - Penyediaan akses permodalan dan skema pembiayaan yang lebih inklusif bagi pembudidaya skala kecil dan menengah.
4. **Penerapan dan pemerataan teknologi budidaya ramah lingkungan perlu terus ditingkatkan**, khususnya melalui:
- Digitalisasi monitoring kualitas perairan dan pencatatan produksi;
 - Optimalisasi pengelolaan pakan untuk menekan beban nutrien perairan;
 - Penerapan Good Aquaculture Practices (GAP) secara konsisten sebagai standar minimum keberlanjutan.
5. **Penelitian selanjutnya** disarankan untuk:
- Mengembangkan model keberlanjutan KJA yang mempertimbangkan dinamika perubahan iklim dan risiko lingkungan jangka panjang;
 - Mengintegrasikan pendekatan Rapfish dengan analisis spasial dan model ekologi-ekonomi dinamis;
 - Melakukan evaluasi longitudinal terhadap implementasi program prioritas untuk menilai efektivitas kebijakan secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainsworth, G. B., Pita, P., Pita, C., Roumbedakis, K., Pierce, G. J., Longo, C., & Villasante, S. (2023). *Identifying sustainability priorities among value chain actors in artisanal common octopus fisheries*. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 33(3), 669-698. <https://doi.org/10.1007/s11160-023-09768-5>
- Alder, E., M.A. Hoon, K.L. Mueller, J. Chandrashekar, J.P. Ryba dan C.S. Zuker, 2000. *A novel family of mammalian taste receptors*. *Cell*, 100, 693–702.
- Anhar, 2023. *Daya Dukung Keramba Jaring Apung Ikan Kerapu Di Perairan Teluk Sabang Aceh*. Mahseer.
- Ansell, C., & Gash, A. (2008). Collaborative governance in theory and practice. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 18(4), 543–571. <https://doi.org/10.1093/jopart/mum032>.
- Aprilia, E. D., Nurfitriana, N., & Yuniarti, T. (2021). *Analisis permasalahan usaha perikanan di Kecamatan Cibinong, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat*. *Jurnal Penyuluhan Perikanan Dan Kelautan*, 15(2), 207-226. <https://doi.org/10.33378/jppik.v15i2.254>
- Arifin, 2008. *Pengaruh Limbah Rumah Sakit Terhadap Kesehatan*, Jakarta.
- Azwar, Z. I., N. Shenda dan O. Praseno, 2004. *Manajemen Pakan Pada Budidaya Ikan di Karamba Jaring Apung*. Pengembangan Budidaya Perikanan di Perairan Waduk. Pusat Riset Perikanan Budidaya. Jakarta.
- Bakosurtanal, 1996. *Pengembangajn Prototipe Wilayah Pesisir dan Marine Kupang Nusa Tenggara Timur*. Pusat Bina Aplikasi Inderaja dan SIG. Jakarta.
- Bappenas, 2014. *Kajian Strategi Pengelolaan Perikanan Berkelanjutan*, Jakarta, Kementerian PPN/ Bappenas.
- BPS Provinsi Lampung. (2023). *Statistik Transportasi Laut Provinsi Lampung Tahun 2023*
- Barg U.C. 1992. *Guidelines for The Promotion of Environmental Management of Coastal Aquaculture Development*. FAO Fisheries Technical Paper 328. FAO, Rome. 122 pp.
- Basyarie, A, 2001. *Teknologi Pembesaran Ikan Kerapu. Teknologi Budidaya Laut dan Pengembangan Sea Farming di Indonesia*. DKP RI bekerjasama dengan JICA. Jakarta.
- Béné, C., Arthur, R., Norbury, H., Allison, E. H., Beveridge, M., Bush, S., ... & Williams, M. (2016). Contribution of fisheries and aquaculture to food security and poverty reduction: Assessing the current evidence. *World Development*, 79, 177–196. <http://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.2015.11.007>
- Bonham, G.F, dan Carter, 1994. *Geographic information system for geoscientist; modeling with GIS*. Pergamon. Ottawa, Ontario, Canada.
- BPBD Lampung, 2019. *Analisis Resiko Bencana Provinsi Lampung*. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Lampung.
- Budiyuwono, Nugroho, 2016. *Pengantar Statistik Ekonomi dan Perusahaan*. UPP AMP YKPN. Yogyakarta. 1996.

- Burrough, P.A. dan R.A. McDonnel, 1998. *Principle of Geographical Information Systems*. Oxford University Press. 327 pp.
- Buschmann, A.H., D.A. Lopez dan A. Medina, 1996. *A Review of the Environmental Effects and Alternative Production Strategies of Marine Aquaculture In Chile*, *Aquaculture Engineering*, 15 (6): 397-421.
- Bush, S. R., Belton, B., Hall, D., Vandergeest, P., Murray, F. J., Ponte, S., ... & Kusumawati, R. (2013). Certify sustainable aquaculture? *Science*, 341(6150), 1067–1068. <https://doi.org/10.1126/science.1237314>
- Chaliluddin, C., dkk. (2023). *Pengelolaan perikanan tangkap ramah lingkungan berbasis Code of Conduct for Responsible Fisheries di Kabupaten Aceh Barat*. Dalam: *Pengelolaan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan Berkelanjutan*. Amafrad Press, Jakarta. ISBN: 978-623-6464-64-9.
- Charles, T.A, 2000. Chinese patriliney and the cycles of Yang and Laiwang. In: Carsten, Janet, (ed.) *Cultures of relatedness: new approaches to the study of kinship*. Cambridge University Press, Cambridge,
- Clark, W.A.V. dan P.L. Hosking, 1986. *Statistical Methods for Geographers*. John Wiley dan Sons, Inc. 513 pp.
- Cocon, Muh.Yusuf, Sutrisno Anggoro. 2016. *Analisis Multidimensi Status Keberlanjutan dan Strategi Pengembangan Kawasan Pengembangan Budidaya Laut Berkelanjutan di Teluk Ekas Kabupaten Lombok Timur NTB*. Magister Ilmu Lingkungan UNIP. Semarang.
- Cornel, G.E, dan F.G. Whoriskey, 1993. *The Effects of Rainbow Trout (Oncorhynchus mykiss) Cage Culture on the Water Quality, Zooplankton, Benthos and Sediment of Lac Du Passage, Quebec, Aquaculture*. (109): 101-117.
- Dahuri, R., J. Rais, S.P. Ginting dan M.J. Sitepu. 2008. *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Dikrurahman dan M. Kadar. 2010. *Pemeliharaan Larva Bawal Bintang (Trachinotus blochii) Metode Intensif*. Omni-Akuatika.
- Djajadiningrat, S.T. dan H.H. Amir, 1993. *Penilaian secara Cepat Sumber Sumber Pencemaran Air, Tanah, dan Udara*. Cetakan ke empat. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- [DKP Lampung] Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Lampung. 2014. *Rencana Strategis Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Lampung 2015-2019*. Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Lampung. Bandar Lampung.
- [DKP Lampung] Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Lampung. 2023. *Laporan Tahunan DKP Provinsi Lampung 2022–2023*.
- Effendi, H., Romdhoni, M. A., & Wahyuningsih, S. (2019). Analisis keberlanjutan kegiatan budidaya ikan laut di keramba jaring apung. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 200–210.
- Emerson, K., Nabatchi, T., & Balogh, S. (2012). An integrative framework for collaborative governance. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 22(1), 1–29. <https://doi.org/10.1093/jopart/mur011>.
- Estigade, A.P., A.P. Astuti, A. Wicaksono, T. Maitela, & W. Widyatmanti. (2019). *Aplikasi web map dalam pemetaan kesesuaian fisik perairan untuk budidaya keramba jaring apung di Teluk Lampung*. *Majalah Ilmiah Globe*, 21(1): 9-16. <https://doi.org/10.24895/MIG.2019.21-1.867>.
- FAO. 2010. *Aquaculture development*. 4. Ecosystem approach to aquaculture.
- FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in Action*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- Fauzi, A. dan S. Anna, 2002. *Evaluasi Status Keberlanjutan Pembangunan Perikanan: Aplikasi Pendekatan Rappfish (Studi Kasus Perairan Pesisir DKI Jakarta)*. Jurnal Pesisir dan Lautan. 4(3):43-55.
- Fauziyah, F., Afkar, T., Estiasih, S. P., & Handayani, C. M. S. (2024). *Strategi permodalan umkm desa wage-taman-sidoarjo*. Jurnal Penamas Adi Buana, 7(02), 148-158.
- Fitriah, R., Tuhumury, S. F., & Sahetapy, D. (2023). *Analisis kesesuaian lahan untuk pengembangan budidaya ikan bubara (caranx sp) pada keramba jaring apung di perairan teluk ambon dalam*. TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan, 19(2), 142-155. <https://doi.org/10.30598/tritonvol19issue2page142-155>
- Ridhawani F, 2017. *Tingkat Kesuburan Perairan Berdasarkan Kelimpahan Fitoplankton dan Nitrat-Fosfat Terhadap Tingkat Kekeruhan Muara Sungai Rokan Kabupaten Rokan Hilir*. Jurnal Perikanan dan Kelautan Vol.22 :10-12.
- [GFCM] General Fisheries Commission for the Mediterranean. 2011. *Indicators for Sustainable Development of Finfish Aquaculture*. Rome, 2011.
- Ikhsan Kamil, Ernan Rustiadi, Tridoyo Kusumastanto, & Eva Anggraini (2021). *Kajian Kesesuaian Dan Zonasi Perairan Teluk Lampung Terhadap Daya Dukung Fisik Kawasan Untuk Budidaya Ikan Kerapu Di Karamba Jaring Apung*. J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, 13(3): 455-465
- Kartasasmita G, 2003. *Pemberdayaan Masyarakat: Konsep Pembangunan yang Berakar pada Masyarakat*. IPB. Bogor.
- Kavanagh, P, 2001. *Rapid Appraisal of Fisheries (RAPFISH) Project. RAPFISH Software Description (for Microsoft Excel)*. University of British Columbia, Fisheries Centre, Vancouver.
- Khasani, 2018. *Analisis Trophic State Index Carlson Air Muara Sungai Banjir Kanal Timur, Semarang*. Manage-Aqua-Resourc.J.
- KKP. (2023). *Statistik Perikanan Budidaya Indonesia 2022*. Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Kustiari, T. and Budiman, Y. A. (2023). *Peningkatan kinerja digital penyuluh pertanian Dinas Pertanian dan Pangan Kabupaten Banyuwangi Jawa Timur*. Jurnal Penyuluhan, 19(02), 62-79. <https://doi.org/10.25015/19202346275>
- Gopakumar, G. (2015). *Overview of Mariculture*.
- Ghufron, M, dan H. Kordi, 2005. *Budidaya Ikan Laut di Karamba Jaring Apung*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.
- Grindle, M. S., & Hilderbrand, M. E. (1995). Building sustainable capacity in the public sector: What can be done? Public Administration and Development, 15(5), 441–463. <https://doi.org/10.1002/pad.4230150502>.
- Hakanson et al, 2009. *Eutrophication in the Baltic Sea – present situation, nutrient transport processes, remedial strategies*. Springer Verlag.
- Hatim, A., Sinar, P.S., Ervind, N., Rahmad, S.H.S., Rita, R. 2019. *Sumberdaya Hayati Maritim : Perikanan Budidaya yang Berkelanjutan*. Badan Riset dan Sumberdaya Manusia. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Healey, P. (2006). *Collaborative planning: Shaping places in fragmented societies* (2nd ed.). Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- Hermawaty, A. I. (2015). *Permasalahan kelembagaan pemanfaatan Waduk Darma untuk kegiatan budidaya keramba jaring apung di Kabupaten Kuningan Jawa Barat*. Jurnal Wilayah Dan Lingkungan, 3(2), 95. <https://doi.org/10.14710/jwl.3.2.95-104>
- Huda, M. H. M., Wijaya, R. A., Suryawati, S. H., Wahyudin, R. A., & Koeshendrajana, S. (2021). *Pemanfaatan benih bening lobster (bbl) untuk kegiatan ekonomi masyarakat pesisir banyuwangi*. Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan, 7(2), 137. <https://doi.org/10.15578/marina.v7i2.9530>

- Inglis, G.J., J.H. Barbara, dan A.H. Rose, 2000. *An overview of factor affecting the carrying capacity of coastal embayments for mussel culture*. Newzealand. Nasional Institute of Water and Atmospheric Research Ltd.
- Ismail A. Wedjadmiko, Sarifuddin dan B. Sumiono, 2001. *Kajian Teknis Pembesaran Ikan Kerapu Sunu (Plectropomus spp.) dalam Keramba Jaring Apung di Lahan Pantai*. Teknologi Budidaya Laut dan Pengembangan Sea Farming di Indonesia. Departemen Kelautan dan Perikanan bekerjasama dengan Japan International Cooperation Agency. Jakarta.
- Ispikani, 2015. *Perikanan Berkelanjutan : Bunga Rampai Pemikiran Sarjana Perikanan Indonesia*. Ikatas Sarjana Perikanan Indonesia. IPB Press. Bogor.
- Iwana, G.K, 1991. *Interactions Between Aquaculture and The Environment, Critical Reviews in Environmental Control*, 21 (2): 177-216.
- Jentoft, S. (2007). "Institutional Challenges for Fisheries Governance". *Marine Policy*, 31(3), 360–370
- Johnson, R.A., D.W. Wichern, 1998. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Englewood Cliffs. English.
- Johnsen, R.I., N.O. Grahl, dan B.T. Lunestad, 1993. *Environmesntal distrution of organic waste from a marine fish farm*. *Aquaculture* 118:229-224.
- Karunia, S. and Marinasari, R. (2015). *Analisis biaya eksternalitas limbah pakan usaha keramba jaring apung di waduk jatiluhur kabupaten purwakarta*. *Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*, 1(2), 77. <https://doi.org/10.15578/marina.v1i2.2074>
- Khanna, 1999. *Carrying capacity as basis for sustainable development A case study of national capital region in India*. *Progress in Planning* 52;101-166
- [KKP]. *Undang-undang No.45 Tahun 2009 tentang Perubahan Undang-undang No. 31 Tahun 2004 tentang Perikanan*.
- Kositratana, N.A., S. Nuntapotidec, Supatanasikasem, and A. Ittharatana, 1989. *Report of the Assesment of Pollution from Land-Base source and theirImpact on the Environment*. Officer of the National environmental Board(ONEB). Thailand.
- Legendre, L, dan P. Legendre, 1983. *Numerical ecology. Develop. Environ. Model*. V. 3. Elsevier. and *Ecologic numerique*, 2e ed. Tome 2: La structure des don&es ecologiques. Collect. Ecol. 13. Masson.
- Little, D. C., Young, J. A., Zhang, W., Newton, R. W., Al Mamun, A. & Murray, F. J. 2018. *Sustainable intensification of aquaculture value chains between Asia and Europe: A framework for understanding impacts and challenges*. *Aquaculture*, 493, 338-354.
- Marpaung, E. A. and Junianto, J. (2024). *Evaluasi teknis budidaya keramba jaring apung (kja) terhadap pengelolaan waduk saguling*. *Baselang*, 4(2), 216-223. <https://doi.org/10.36355/bsl.v4i2.199>
- McDonald, M.E., C.A. Tikkanen, R.P. Axler, C.P. Larsen dan G. Host, 1996. *Fish simulation culture-model (FIS-C): a bioenergetis based model for aquaculture wasteload application*. *Aquaculture Engineering*, 15 (4): 243- 259.
- McKindsey, C.W., H. Thetmeyer, T. Landry, dan W. Silvert, 2006. *Review of recent carrying capacity models for bivalve culture and recommendations for research and management*. *Aquaculture* 261:451–462.
- Muhammad, I. and Nurdjaman, S. (2024). *Analisis kesesuaian penempatan keramba jaring apung ikan kerapu di selat madura: pertimbangan kualitas air laut*. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 16(1), 51. <https://doi.org/10.15578/jkpi.16.1.2024.51-60>

- Mustafa *et al*, 2018. *Evaluasi Kesesuaian Perairan Untuk Budidaya Ikan Dalam Keramba Jaring Apung Di Kabupaten Maluku Tenggara Barat Provinsi Maluku*. Jurnal Riset Akuakultur.
- Nababan, B. O., Sari, Y. D., & Hermawan, M. (2017). *Analisis keberlanjutan perikanan tangkap skala kecil di kabupaten tegal jawa tengah (teknik pendekatan rapfish)*. Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan, 2(2), 137. <https://doi.org/10.15578/jsekp.v2i2.5868>
- Nasution, S, 2001. *Metode Research (Penelitian Ilmiah)*. Penerbit Bumi Aksara, Jakarta.
- Nikijuluw, 2002. *Rezim Pengelolaan Sumberdaya Perikanan*. PT Pustaka Cisendo. Jakarta Selatan.
- Ntantal, O., Malandrakis, E. E., Abbink, W., Bastiaansen, J., Chatzoglou, E., Karapanagiotidis, I. T., ... & Panagiotaki, P. (2023). *Effects of short-term intermittent fasting on growth performance, fatty acids profile, glycolysis and cholesterol synthesis gene expression in european seabass dicentrarchus labrax*. Fishes, 8(12), 582. <https://doi.org/10.3390/fishes8120582>
- Nurfiani, N, 2003. *Kajian Pengembangan Budidaya Perikanan Pesisir dan Pengaruhnya Terhadap Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat Pesisir Teluk Saleh Kabupaten Dompu*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nurhayati, A. and Herawati, T. (2018). *Analisis faktor adopsi inovasi perikanan budidaya karamba jaring apung di waduk cirata*. Jurnal Penyuluhan, 14(2). <https://doi.org/10.25015/penyuluhan.v14i2.18928>
- Noviyanti, R., Wisudo, S. H., Wiyono, E. S., Baskoro, M. S., & Hascaryo, B. (2016). *Pengembangan kapasitas diri nelayan dalam rangka pembangunan perikanan tangkap berkelanjutan di PPN Palabuhan Ratu*. Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan, 10(2), 251. <https://doi.org/10.15578/jsekp.v10i2.1264>
- Noviyanti, N. and Putra, I. M. (2023). *Dampak perbaikan jalan terhadap kondisi social ekonomi masyarakat desa klumpang kebun kecamatan hamparan perak kabupaten deli serdang*. Jurnal Darma Agung, 31(3), 178. <https://doi.org/10.46930/ojsuda.v31i3.3418>
- Ondara, K., Rahmawan, G. A., Wisha, U. J., & Ridwan, N. N. H. (2018). *Hidrodinamika dan kualitas perairan untuk kesesuaian pembangunan keramba jaring apung (kja) offshore di perairan keneukai, nangroe aceh darussalam*. Jurnal Kelautan Nasional, 13(3). <https://doi.org/10.15578/jkn.v13i3.6698>
- Pastorok *et al*, 1985. *Effects Of Sewage Pollution On Coral-Reef Communities*. Marine Ecology Progress Series.
- [Pemda Lampung] Pemerintah Daerah Provinsi Lampung, 2018. *Peraturan Daerah No. 1 Tahun 2018 tentang Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil*.
- Permana, G. N., Pujiastuti, Z., Fakhruddin, F., Muzaki, A., Mahardika, K., & Adiyana, K. (2019). *Aplikasi sistem resirkulasi pada pendederan ikan kakap putih, lates calcarifer kepadatan tinggi*. Jurnal Riset Akuakultur, 14(3), 173. <https://doi.org/10.15578/jra.14.3.2019.173-182>
- Peters, B. G. (2011). *Governance, politics and the state*. Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- Phillips, D.J.H, 1985. *Organochlorines and Trace Metals in Green-Lipped Mussels Perna Viridis From Hong Kong Waters : a Test Of Indicator Ability*. Marine Ecology-Progress Series 21:251-8.
- Pierre, J., & Peters, B. G. (2020). *Governance, politics and the state* (2nd ed.). London: Red Globe Press.
- Piper, R.G., I.B. McElwain, L.E. Orme, J.P. McCraren, L.G. Fowler, dan J.R. Leonard, 1982. *Fish hatchery management*, U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C., pp. 517.

- Pitcher, T.J dan D. Preikshot. 2001. *RAPFISH: a Rapid Appraisal Technique to Evaluate the Sustainability Status of Fisheries*. Fisheries Research 49. [https://doi.org/10.1016/s0165-7836\(00\)00205-5](https://doi.org/10.1016/s0165-7836(00)00205-5)
- Pongsapan, DS, Rachmansyah dan AG Mangawe, 2001. *Penelitian Budidaya Bandeng Intensif dalam KJA. Teknologi Budidaya Laut dan Pengembangan Sea Farming di Indonesia*. DKP RI bekerjasama dengan JICA. Jakarta.
- Prahasta, E. 2002. *Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Penerbit Informatika, Bandung.
- Pramono, G., H. Suryanto, W. Ambarwulan, 2005. *Prosedur dan Spesifikasi Teknis Analisis Kesesuaian Budidaya Kerapu dalam Keramba Jaring Apung*. Pusat Survei Sumberdaya Alam Laut. Jakarta.
- Rahardjo, 2011. *Spesifik Akuatik Asing Invasif*. Prosiding Forum Nasional Pemacuan Sumber Daya Ikan III, 18 Oktober 2011.
- Radiarta, I.N., S.N Wardoyo, B. Priono, dan O. Praseno, 2003. *Aplikasi Sistem Informasi Geografis untuk Penentuan Lokasi Pengembangan Budidaya Laut di Teluk Ekas, Nusa Tenggara Barat*. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. 9 (1): 67-79.
- Radiarta, I. N. and Erlania, E. (2016). *Performa komoditas budidaya laut pada sistem integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) di teluk gerupuk, lombok tengah, nusa tenggara barat*. Jurnal Riset Akuakultur, 11(1), 85. <https://doi.org/10.15578/jra.11.1.2016.85-97>
- Rifki Randa Syafri, Aldri Frinaldi, Genius Umar, Dasman Lanin, Rembrandt, Iswandi Umar. 2025. *Integrasi Analisis Mds-Rapfish dalam Perencanaan Kebijakan Pengurangan Risiko Banjir di Das Kuranji*. Al-Ihtiram: Multidisciplinary Journal of Counseling and Social Research. Vol. 4, No. 1 (2025), pp. 161-180
- Rimmer, M. A., Sugama, K., Rakhmawati, D., Rofiq, R. & Habgood, R. H. 2013. *A review and SWOT analysis of aquaculture development in Indonesia*. Rev. Aquac.
- Romimohtarto, K. 2003. *Kualitas Air dalam Budidaya Laut*. www.fao.org/docrep/field/003.
- Sajid, Z., Gamperl, A. K., Parrish, C. C., Colombo, S. M., Santander, J., Mather, C., ... & Singh, G. G. (2024). *An aquaculture risk model to understand the causes and consequences of atlantic salmon mass mortality events: a review*. Reviews in Aquaculture, 16(4), 1674-1695. <https://doi.org/10.1111/raq.12917>
- Salim A dkk, 2012. *Survival Rate Ikan Bawal Bintang (Trachinotus blochii) dalam Media Pemeliharaan Menggunakan Rekayasa Salinitas*. FMIPA-ITS. Surabaya.
- Sangur, F. and Lailossa, G. W. (2022). *Analisa penggunaan besi profil siku sebagai bahan alternatif pengganti kayu pada konstruksi keramba jaring apung*. Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik, 6(4), 377-388. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2022.vol.6.no.4.182>
- Saveriades, A. (2000). *Establishing the social carrying capacity for tourism resorts of east coast of Republic of Cyprus*, 21, pp 147-156.
- SEAFDEC. (2024). *Fish for the People*, Vol. 22 No. 3. Southeast Asian Fisheries Development Center.
- Silvert, W. 1992. *Assessing Environmental Impacts of Finfish Aquaculture In Marine Waters*. Aquaculture, (107): 67-79.
- Sinaga et al.2023. *Pengaruh Pendidikan, Pendapatan Per Kapita Dan Pengangguran Terhadap Kemiskinan Di Kepulauan Nias*. Jurnal ekuilnومي (2023) doi:10.36985/ekuilnومي.v5i1.699.
- Soekartawi, 2002. *Analisis Usaha Tani*, UI-Press, Jakarta.
- Su, B., Kelasidi, E., Frank, K., Haugen, J., Føre, M., & Pedersen, M. O. (2021). *An integrated approach for monitoring structural deformation of aquaculture net cages*. Ocean Engineering, 219, 108424. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.108424>

- Subasinghe, R. 2017. *Regional Review on Status and Trends in Aquaculture Development in Asia-Pacific-2015*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular, I.
- Sunyoto, P, 1994. *Pembesaran Kerapu dengan Keramba Jaring Apung*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sutarmat, T, Ismi, S, Hanafi, A, Kawahara, S. 2003. *Petunjuk Teknis Budidaya Kerapu Bebek (Cromileptes altivelis) di Keramba Jaring Apung*. Kerja sama Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut, Pusat Riset Perikanan Budidaya, Badan Riset Kelautan dan Perikanan Departemen Kelautan dan Perikanan Indonesia dan Japan International Cooperation Agency (JICA).
- Tesfamichael, D., T. Pitcher, 2006. *Multidisciplinary evaluation of the sustainability of Red Sea fisheries using Rapfish*. Fisheries Research (in press).
- Tugiyono, R. Diantari, & Efri. 2015. *Kajian Kualitas Air Pesisir Teluk Lampung*. Semirata 2015 Bidang MIPA BKS-PTN Barat. Universitas Tanjungpura. Pontianak. 292–299pp.
- Troell, M., & Turchini, G. M. (2017). Aquaculture governance: Five engagement arenas for sustainability transformation. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 28, 70–77. <https://doi.org/10.1016/j.consust.2017.09.003>.
- Wardana, P. Y. W. P. Y. (2024). *Perancangan webserver sebagai monitoring kualitas air pada ransel filterisasi air portable berbasis internet-of-things*. *Jurnal Telkommil*, 5(2), 38-47. <https://doi.org/10.54317/kom.v5i2.572>
- Wardhana IP, 1994. *Pembesaran Kerapu dengan Keramba Jaring Apung*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- WCED, 1987. *Our Common Future. World Commission on Environment and Development*. Oxford University Press, Oxford.
- Wibisono, M.S. 2005. *Pengantar Ilmu Kelautan*. Jakarta: PT. Grasindo.
- Widodo, J. 2001. *Prinsip Dasar Pengembangan Akuakultur di Indonesia*. Dalam Buku Teknologi Budidaya Laut dan Pengembangan Sea Farming di Indonesia. Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. Kerjasama dengan Japan International Cooperation Agency. Halaman 10 -20.
- Widyastuti, D. A., Jamaluddin, H. N., Arisanti, R., & Kartiasih, F. (2023). *Analisis pengaruh faktor sosial ekonomi terhadap akses sanitasi layak di indonesia tahun 2021*. *Seminar Nasional Official Statistics*, 2023(1), 105-116. <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2023i1.1853>
- Warsono, S. and Hayati, I. N. (2023). *Indeks kepuasan layanan infrastruktur sebagai indikator penguat daya saing daerah*. *Journal of Regional Economics Indonesia*, 3(2), 87-107. <https://doi.org/10.26905/jrei.v3i2.8900>
- Yulianto, H., Hartoko, A., Anggoro, S., Hasani, Q., Mulyasih, D., & Delis, P. C. (2017). *Suitability analysis of lampung bay waters for grouper epinephelus sp. farming activities*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 16(2), 234-243. <https://doi.org/10.19027/jai.16.2.234-243>
- Yolanda, Y., Maniza, L. H., & Hafiz, A. (2022). *Analisis pendapatan budidaya lobster sistem keramba jaring apung (kja) di Desa Pulau Maringkik Kecamatan Keruak Kabupaten Lombok Timur*. *JOURNAL of APPLIED BUSINESS and BANKING (JABB)*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.31764/jabb.v3i1.7373>
- Zaidy, A. B., Nurfitriana, N., & Yulita, S. (2022). *Pendampingan kelompok penangkapan ikan dalam meningkatkan mutu ikan hasil tangkapan di Kecamatan IV Jurai, Kabupaten Pesisir Selatan, Provinsi Sumatera Barat*. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia*, 105. <https://doi.org/10.15578/psnp.11935>