

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN SKEMA PENELITIAN TERAPAN**



**OPTIMIZATION OF SALT POND IN REMBANG REGENCY (APPLIED
RESEARCH THROUGH DEVELOPMENT SALT CULTIVATION AND
PROCESSING)**

Aris Slamet Widodo, Dr., S.P., M.Sc. (0525017701)
Winny Setyonugroho, S.Ked., M.T., Ph.D. (0518077402)
Wahyu Fikri Azka (20210220120)
Bahrul Ulum, S.P., M.Sc. (1939775676130242)

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Dibiayai Oleh Direktorat Riset dan Pengabdian (DRP)
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Tahun Anggaran 2024/2025



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Kampus terpadu: Jl. Brawijaya, Geblagan, Tamantirto, Bantul, Daerah Istimewa
Yogyakarta 55183

Telp. (0274) 387656 (hunting) Fax. (0274) 387646

PROTEKSI ISI LAPORAN AKHIR PENELITIAN

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi laporan ini dalam bentuk apapun kecuali oleh peneliti dan pengelola administrasi penelitian.

LAPORAN AKHIR PENELITIAN

Informasi Data Usulan Penelitian

1. IDENTITAS PENELITIAN

A. JUDUL PENELITIAN

OPTIMIZATION OF SALT POND IN REMBANG REGENCY (APPLIED RESEARCH THROUGH DEVELOPMENT SALT CULTIVATION AND PROCESSING)

B. SKEMA, BIDANG, TEMA, DAN TOPIK PENELITIAN

Skema Penelitian	Bidang Fokus Penelitian	Tema Penelitian	Topik Penelitian
Penelitian Terapan	Pangan-Pertanian	Teknologi pascapanen dan rekayasa teknologi pengolahan pangan	Diversifikasi dan hilirisasi produk pertanian, perkebunan, peternakan, dan perikanan.

C. KOLABORASI DAN RUMPUN ILMU PENELITIAN

Jenis Kolaborasi Penelitian	Rumpun Ilmu 1	Rumpun Ilmu 2	Rumpun Ilmu 3
Kolaboratif Luar Negeri	ILMU TANAMAN	TEKNOLOGI DALAM ILMU TANAMAN	Teknologi Hasil Pertanian

D. WAKTU PELAKSANAAN

Tahun Usulan	Tahun Pelaksanaan	Lama Penelitian
2024	2025	1

E. ANCOR RESEARCH

Anchor Research	Topik Anchor
Gatot Supangkat, Dr. Ir., M.P., IPM., IPU., ASEAN Eng.	Local Economic, Social, and Environment Improvement For Sustainable Agriculture

F. MATA KULIAH

Penelitian	Mata kuliah
Pemenuhan IKS	22U 746 -- Bisnis Plan (S1 Agribisnis)

G. SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

Nama	Peran	Tugas
Winny Setyonugroho, S.Ked., M.T., Ph.D.	Anggota Pengusul	Melakukan penerapan teknologi informasi dalam produksi garam
Wahyu Fikri Azka	Mahasiswa Bimbingan	Melakukan pengambilan data penelitian

3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama, yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

Mitra	Nama Mitra	Kepakaran	Jenis Mitra	Jenis Instansi	Alamat	Email	No Wa
Koperasi Tani Garam Kaliori "Sari Makmur"	Sugeng Sarwono	Produksi dan Pergudangan Garam	Dalam Negeri	Kelompok Swadaya Masyarakat	Desa Tambak Agung, Kecamatan Kaliori, Kabupaten Rembang	P_Qomariah@yahoo.co.id	82324098552

4. KOLABORASI PENELITIAN

Kolaborator 1	
Nama	Yayuk Mundriyastutik, S.T, M.T
NiK/NIDN/NIK/ID/nomor Paspor	3315044611910002
Instansi	
Kepakaran	Ilmu Kesehatan / teknologi laboratorium
Dana In-cash	
Dana In-kind	Rp. 500,000
Keterangan In-kind	Akomodasi survei
Email	yayukmundriyastutik@umkudus.ac.id
No. Hp	085641436631
Kolaborator 2	
Nama	Professor Dr. Norsida Man
NiK/NIDN/NIK/ID/nomor Paspor	x185799
Instansi	Universiti Putra Malaysia
Kepakaran	Agribusiness and Bioresources Economics
Dana In-cash	
Dana In-kind	Rp. 13,000,000
Keterangan In-kind	Seminar, rapat, survei, FGD, Analisis Data, Pelaporan, Publikasi, Akomodasi ke Indonesia.

Email	norsida@upm.edu.my
No. Hp	60123993872
Kolaborator 3	
Nama	Dr. Wan Nur Fazni Wan Mohamad Nazarie
NiK/NIDN/NIK/ID/nomor Paspor	EO119441
Instansi	Universiti Sains Islam Malaysia
Kepakaran	Economic and Muammatat
Dana In-cash	
Dana In-kind	Rp. 5,000,000
Keterangan In-kind	Seminar, meeting, survei, FGD, analisis data, pelaporan, publikasi
Email	puji.qom@gmail.com
No. Hp	60126937472
Kolaborator 4	
Nama	Bahrul Ulum, S.P., M.Sc.
NiK/NIDN/NIK/ID/nomor Paspor	1939775676130242
Instansi	Politeknik LPP Yogyakarta
Kepakaran	Manajemen Agribisnis
Dana In-cash	
Dana In-kind	Rp. 500,000
Keterangan In-kind	Akomodasi survei
Email	bhr@polteklpp.co.id
No. Hp	085252062544

5. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

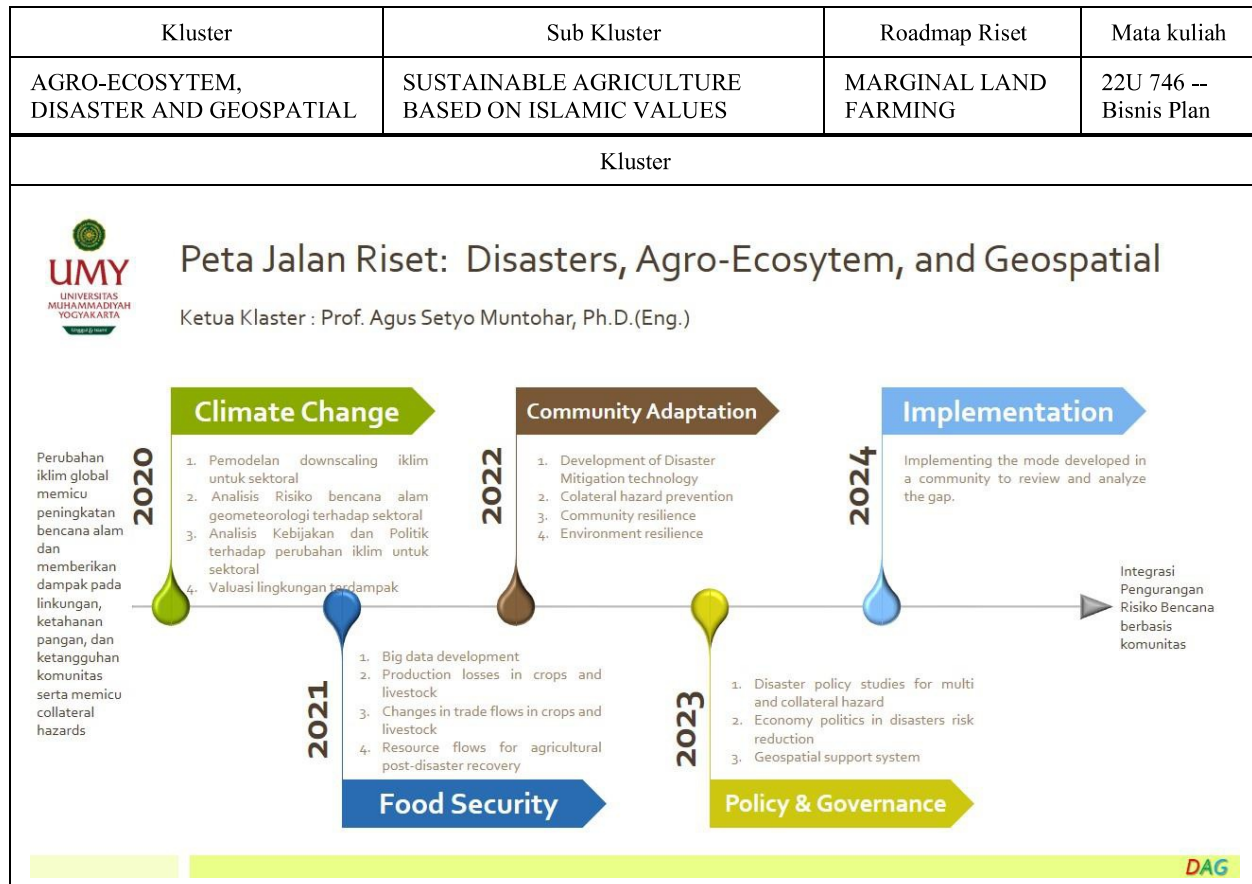
Luaran Wajib

Tahun	Jenis Luaran
1	Proceeding terindeks SCOPUS.
1	Policy Brief
1	Hak Kekayaan Intelektual

Luaran Tambahan

Tahun	Jenis Luaran
1	Buku Monograf

6. KLUSTER

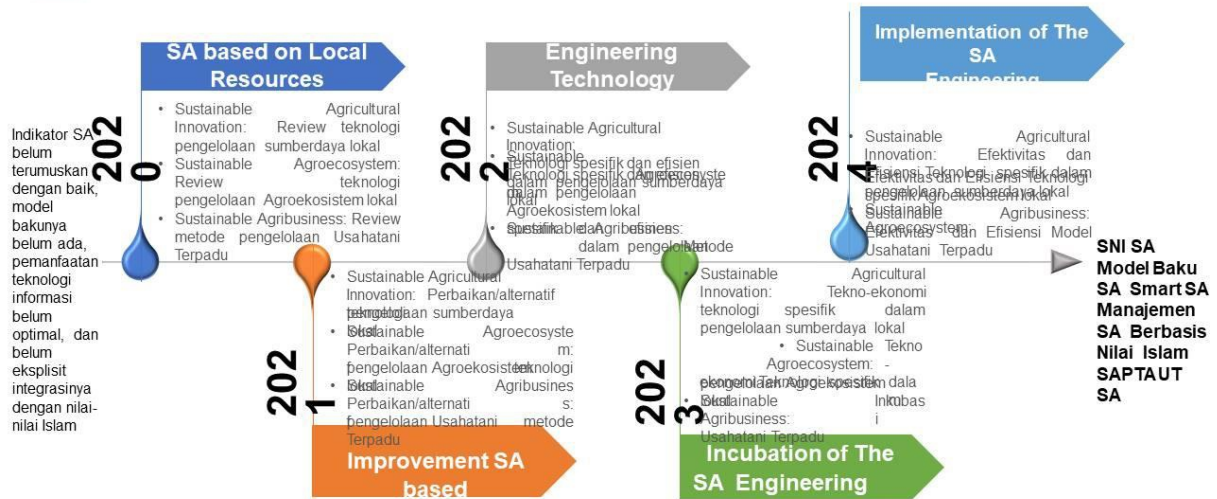


Sub Kluster



Peta jalan penelitian: Sustainable Agriculture Based on Islamic Values

Ketua Sub Kluster: Dr. Ir. Gatot Supangkat S, M.P., IPM



Roadmap Riset

Road Map Penelitian

Dr. Aris Slamet Widodo, SP., MSc.
Prodi Agribisnis, Fakultas Pertanian

Desain Pemberdayaan Masyarakat Desa Berbasis Lingkungan Hidup



- Karakteristik social Masyarakat Desa
- Kondisi ekonomi Masyarakat Desa
- Kondisi alih fungsi lahan & perubahan lingkungan hidup
- Potensi Usahatani lahan pertanian
- Potensi kearifan local
- Potensi Tingkat Kelembagaan masyarakat

- Faktor pengaruh tingkat kemiskinan/kesejahteraan
- Optimasi potensi sumberdaya alam/lingkungan hidup
- Hubungan karakteristik social ekonomi terhadap lingkungan hidup
- Hubungan penguatan kelembagaan dengan adopsi inovasi
- Hubungan alih fungsi lahan & nerubahan lingkungan

- Strategi pengembangan usahatani dan pelestarian lingkungan hidup
- Strategi penguatan kelembagaan masyarakat
- Strategi pemberdayaan masyarakat
- Strategi peningkatan kesejahteraan masyarakat dengan memanfaatkan kearifan local
- Strategi minimalisasi resiko nerubahan lingkungan hidup

Penelitian terapan:

- Desain experiment optimasi usahatani masyarakat Desa dalam meningkatkan pendapatan keluarga dengan memanfaatkan kearifan local dan lingkungan hidup.
- Penelitian terapan "before after" tingkat keberhasilan penguatan kelembagaan dalam pemberdayaan masyarakat.

7. ANGGARAN

Rencana anggaran biaya penelitian mengacu pada PMK yang berlaku dengan besaran minimum dan maksimum sebagaimana diatur pada buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat.

Total Keseluruhan RAB Rp. 20,000,000

Total Dana Cash Rp. 0

Total Dana Inkind Rp. 19,000,000

Tahun 1 Total Rp. 20,000,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Harga Satuan	Total
BAHAN	ATK (Kertas/Tinta/Alat Tulis dll)	ATK	Paket	1	Rp. 250,000	Rp. 250,000
BAHAN	Bahan (Habis Pakai)	Konsumsi responden	Unit	150	Rp. 35,000	Rp. 5,250,000
PENGUMPULAN DATA	Transportasi/BBM	Transportasi dan BBM	OK(Kali)	5	Rp. 450,000	Rp. 2,250,000
PENGUMPULAN DATA	Biaya Konsumsi Harian	Konsumsi harian pengambilan data	OH	5	Rp. 50,000	Rp. 250,000
PENGUMPULAN DATA	Biaya Konsumsi Harian	Konsumsi harian observasi	OH	5	Rp. 50,000	Rp. 250,000
PENGUMPULAN DATA	Biaya Fotocopy	Kuisiner penelitian	Lembar	1000	Rp. 500	Rp. 500,000
PENGUMPULAN DATA	Biaya Perangko, Materai, dan Benda Pos Lainnya	Materai	Lembar	7	Rp. 11,000	Rp. 77,000
PENGUMPULAN DATA	Biaya Telepon	Pulsa/kuota	OK(Kali)	5	Rp. 22,000	Rp. 110,000
ANALISIS DATA	Biaya Konsumsi Rapat	Konsumsi rapat penelitian	OH	10	Rp. 50,000	Rp. 500,000
PELAPORAN, LUARAN WAJIB, DAN LUARAN TAMBAHAN	Biaya Luaran Iptek lainnya (Purwa rupa , TTG, dll)	Pembuatan dokumen policy brief	Paket	1	Rp. 500,000	Rp. 500,000
PENGUMPULAN DATA	Hotel/penginapan	Hotel penginapan di Rembang	OH	5	Rp. 390,600	Rp. 1,953,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Harga Satuan	Total
PENGUMPULAN DATA	Honorarium Petugas Survey	Honorarium pengambilan data pra-penelitian	OH/OR	6	Rp. 80,000	Rp. 480,000
PENGUMPULAN DATA	Uang Harian	Uang harian observasi	OH	5	Rp. 80,000	Rp. 400,000
PENGUMPULAN DATA	Uang Harian	Pengambilan data penelitian	OH	5	Rp. 80,000	Rp. 400,000
PENGUMPULAN DATA	Tunjangan Kehadiran FGD	Paket FGD	OK(Kali)	2	Rp. 200,000	Rp. 400,000
ANALISIS DATA	Honorarium Pengolah Data	Honorarium tabulasi data penelitian	Per Penelitian	5	Rp. 150,000	Rp. 750,000
ANALISIS DATA	Honorarium Analisis Data	Honorarium analisis data penelitian	OK(Kali)	5	Rp. 200,000	Rp. 1,000,000
PELAPORAN, LUARAN WAJIB, DAN LUARAN TAMBAHAN	Honorarium Penyusunan Buku Termasuk Book Chapter	Penyusunan buku monograf	OK(Kali)	1	Rp. 300,000	Rp. 300,000

8. LEMBAR PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR PENELITIAN SKEMA:

Judul : OPTIMIZATION OF SALT POND IN REMBANG REGENCY (APPLIED RESEARCH THROUGH DEVELOPMENT SALT CULTIVATION AND PROCESSING)

Peneliti/Pelaksana : Aris Slamet Widodo, Dr., S.P., M.Sc.
NIDN : 0525017701
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi/Fakultas : Agribisnis
Nomor HP : 082227934624
Alamat surel (e-mail) : aris.sw@umy.ac.id

Anggota

Nama : Winny Setyonugroho, S.Ked., M.T., Ph.D.
NIDN : 0518077402
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi/Fakultas : Teknologi Informasi

Nama : Wahyu Fikri Azka
NIM : 20210220120
Prodi : S1 Agribisnis

Mitra : Koperasi Tani Garam Kaliori "Sari Makmur"
Nama Mitra : Sugeng Sarwono
Kepakaran : Produksi dan Pergudangan Garam

Nama : Bahrul Ulum, S.P., M.Sc.
NUPTK : 1939775676130242
Institusi : Politeknik LPP Yogyakarta

Biaya : Rp. 20,000,000
Biaya Dana Cash : Rp. 0
Biaya Dana Inkind : Rp. 19,000,000

Yogyakarta, 31 Juli 2025

Mengetahui,

Direktur Direktorat Riset dan Pengabdian,



apt. RR. Sabtanti Harimurti, M.Sc, Ph.D.

NIK. 19730223201310 173 127

9. RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan strategi akuakultur yang optimal dengan menggunakan pendekatan pemrograman linier bagi petani yang berafiliasi dengan Kelompok Koperasi Sari Makmur di Kaliori, Rembang. Komoditas yang dianalisis meliputi garam, udang vannamei, dan bandeng, dengan mempertimbangkan skenario musiman dan penerapan teknik polikultur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama musim kemarau, semua alokasi sumber daya (lahan, biaya, dan tenaga kerja/HKO) dikhususkan secara optimal untuk produksi garam, menghasilkan keuntungan sebesar Rp47.864.060. Sebaliknya, pada musim hujan, kombinasi optimal dicapai melalui polikultur bandeng dan udang, dengan alokasi lahan masing-masing 12.795,45 m² dan 2.204,55 m², menghasilkan keuntungan sebesar Rp4.707.023. Harga bayangan tertinggi diamati untuk tenaga kerja (Rp64.420 pada musim kemarau dan Rp1.886,36 pada musim hujan), menunjukkan bahwa efisiensi tenaga kerja memainkan peran penting dalam memaksimalkan keuntungan. Analisis rentang menunjukkan bahwa hasil optimasi tetap stabil meskipun terjadi perubahan koefisien laba unit di berbagai skenario musiman. Studi ini merekomendasikan penerapan rotasi komoditas berbasis musim dan optimalisasi teknik polikultur yang berfokus pada efisiensi tenaga kerja sebagai strategi adaptif untuk meningkatkan profitabilitas dan keberlanjutan usaha akuakultur pesisir.

10. KEYWORDS

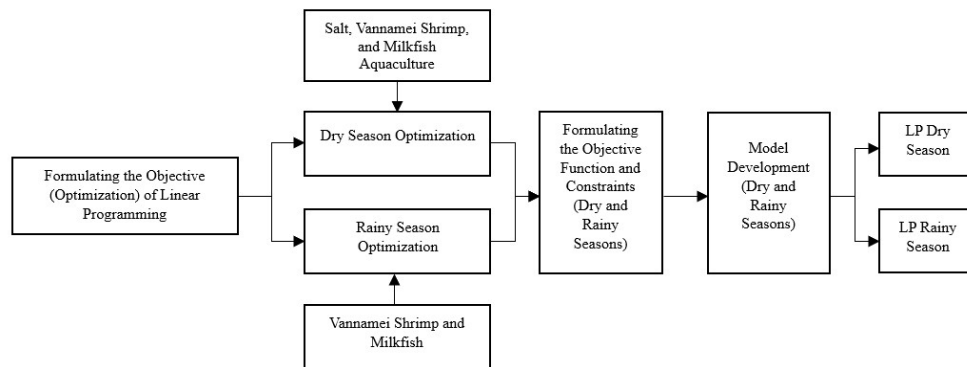
Optimalisasi tambak, Keberlanjutan ekonomi, Petani garam, Linear programming, Akuakultur

11. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan terhadap petani garam yang tergabung dalam Kelompok Koperasi Tani Sari Makmur di Kecamatan Kaliori, Kabupaten Rembang. Pendekatan kuantitatif digunakan, dengan lokasi penelitian ditentukan secara purposive. Lokasi penelitian dipilih berdasarkan pertimbangan bahwa daerah tersebut merupakan salah satu sentra penghasil garam tertinggi di Provinsi Jawa Tengah dan sejumlah petani telah mengadopsi teknik polikultur dalam sistem budidaya tambak mereka. Data dikumpulkan melalui survei, observasi, dan wawancara terstruktur dengan menggunakan kuesioner. Responden dipilih secara purposive sampling, khususnya menyasar petani yang menerapkan teknik polikultur yang melibatkan lebih dari dua jenis komoditas dalam budidaya tambak garam mereka. Dari 160 anggota koperasi, 20 petani memenuhi kriteria yang ditentukan dan terpilih sebagai responden penelitian.

Pemrograman linier adalah metode optimasi yang digunakan untuk memaksimalkan atau meminimalkan fungsi tujuan dengan mempertimbangkan kendala yang diakibatkan oleh keterbatasan sumber daya yang tersedia dalam suatu kegiatan usaha. Fungsi tujuan merepresentasikan tujuan utama yang ingin dicapai—seperti memaksimalkan laba atau meminimalkan biaya—sementara fungsi kendala menggambarkan keterbatasan yang timbul dari sumber daya yang tersedia, seperti lahan, tenaga kerja, atau modal. Dalam penelitian ini, metode pemrograman linier diterapkan untuk menghitung laba optimum dalam kegiatan budidaya tambak di Kecamatan Kaliori, Kabupaten Rembang. Tiga skenario budidaya diperbandingkan: produksi garam, budidaya udang vannamei, dan budidaya bandeng, yang masing-masing dianalisis

berdasarkan kendala yang dihadapi oleh petambak setempat. Model pemrograman linier diformulasikan secara matematis untuk mendapatkan solusi optimal dari permasalahan yang ada.



Gambar 1. Diagram alir analisis optimasi pemrograman linier untuk pemanfaatan tambak di Kaliwari, Rembang.

Lebih lanjut, dalam merumuskan model pemrograman linier untuk ketiga jenis budidaya tambak, diasumsikan bahwa kegiatan produksi berlangsung pada dua musim yang berbeda: musim kemarau dan musim hujan. Asumsi ini diperlukan untuk menganalisis secara komprehensif skenario budidaya yang menghasilkan keuntungan optimal sepanjang tahun dalam kondisi musiman. Selama musim kemarau, ketiga komoditas—garam, udang vaname, dan bandeng—diasumsikan dapat dibudidayakan dalam kondisi optimal. Namun, pada musim hujan, hanya budidaya udang vaname dan bandeng yang dianggap layak karena kendala lingkungan yang tidak mendukung produksi garam. Alur keseluruhan proses penelitian diilustrasikan pada Gambar 1.

3.1 Model Pemrograman Linier

Sebanyak 20 petani dari Kelompok Koperasi Tani Sari Makmur teridentifikasi mempraktikkan teknik polikultur dalam sistem budidaya tambak mereka. Temuan lapangan menunjukkan bahwa pada musim kemarau, petani utamanya bercocok tanam garam sebagai kegiatan utama, dengan penanaman tumpang sari bandeng dan udang vannamei. Sebaliknya, pada musim hujan, kegiatan budidaya hanya berfokus pada budidaya bandeng dan udang vannamei karena kondisi yang kurang mendukung untuk produksi garam. Karakteristik tambak garam yang dikelola oleh petani yang diamati disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Luas Lahan, Modal, dan Tenaga Kerja dalam Sistem Budidaya Berbasis Polikultur

Commodity	Land Area (m ²)	Capital (IDR)	Labor (HKO)	Profit (IDR)
Salt	15.000	59.464.440	743	48.308.060
Shrimp	5000	4.169.600	31	1.630.400
Milkfish	5000	2.371.148	283	1.212.914

Tabel 1 menyajikan data empiris yang dikumpulkan langsung dari petambak. Total luas lahan yang dimanfaatkan petambak selama satu musim produksi rata-rata 15.000 meter persegi (1,5 hektar). Penerapan teknik polikultur menyiratkan bahwa lahan ini digunakan secara bersamaan untuk budidaya udang vaname dan bandeng. Observasi lapangan menunjukkan bahwa petambak garam mengalokasikan sekitar 5.000 meter persegi—khususnya tambak air laut yang digunakan untuk irigasi garam—untuk budidaya polikultur udang vaname dan bandeng. Total kendala modal dan tenaga kerja yang diterapkan dalam studi ini setara dengan yang digunakan dalam budidaya garam, yaitu sebesar Rp59.464.440 untuk modal dan 743 hari kerja (HKO). Untuk memastikan kejelasan dan menghindari kesalahan interpretasi dalam analisis data, praktik polikultur dalam studi ini dinilai berdasarkan pengukuran standar per meter persegi luas tambak. Tabel 2 menyajikan data yang dinormalisasi untuk setiap kegiatan budidaya per meter persegi lahan yang dimanfaatkan.

Tabel 2. Rata-rata Luas Lahan, Modal, dan Input Tenaga Kerja per 1 m² Kegiatan Budidaya

Commodity	Land Area (m ²)(x1)	Capital (IDR)(x2)	Labor (HKO)(x3)
Salt	1	3964,30	0,0495
Shrimp	1	833,92	0,0562
Milkfish	1	474,23	0,0126

Lebih lanjut, karena kegiatan budidaya tambak dikelola berdasarkan siklus musim, model pemrograman linier dibedakan berdasarkan musim kemarau dan musim hujan. Selama musim kemarau, petambak membudidayakan tiga komoditas utama: garam, udang vaname, dan bandeng. Biasanya, udang dan bandeng dipelihara di tambak penampungan air yang memasok air ke tambak garam. Sebaliknya, pada musim hujan, hanya dua komoditas yang dapat dibudidayakan—udang vaname dan bandeng—karena keterbatasan lingkungan. Selama periode ini, tambak garam tergenang air hujan, sehingga produksi garam menjadi tidak memungkinkan; sebagai gantinya, petak-petak yang tergenang air tersebut digunakan untuk penebaran benih udang dan bandeng. Berdasarkan Tabel 2, fungsi kendala untuk setiap musim dapat dirumuskan. Berikut ini adalah fungsi kendala untuk musim kemarau berdasarkan Tabel 2.

Kendala Luas Lahan Total:

$$x_1 + x_2 + x_3 \leq 15000 \quad (1)$$

Kendala Biaya Maksimum:

$$3964,30x_1 + 833,92x_2 + 474,23x_3 \leq 59464440 \quad (2)$$

Kendala Tenaga Kerja:

$$0,0495x_1 + 0,0562x_2 + 0,0126x_3 \leq 743 \quad (3)$$

Kendala Non-negatif:

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0 \quad (4)$$

Berikut ini adalah fungsi kendala untuk musim hujan berdasarkan Tabel 2.

Kendala Luas Lahan Total:

$$x_2 + x_3 \leq 15000 \quad (5)$$

Kendala Biaya Maksimum (Musim Hujan) :

$$833,92x_2 + 474,23x_3 \leq 59464440 \quad (6)$$

Kendala Tenaga Kerja (Musim Hujan) :

$$0,0562x_2 + 0,0126x_3 \leq 743 \quad (7)$$

Kendala Non-negatif :

$$x_2, x_3 \geq 0 \quad (8)$$

Fungsi objektif optimasi pemrograman linier dalam studi ini adalah untuk mengidentifikasi skenario budidaya yang paling menguntungkan. Keuntungan dihitung sebagai hasil perkalian antara total produksi dan harga jual. Tabel 3 menyajikan rata-rata total keuntungan yang diperoleh dari setiap jenis budidaya yang dilakukan oleh petambak tambak di Kaliori, Rembang.

Tabel 3. Rata-rata Keuntungan Budidaya dengan Teknik Polikultur

Commodity	Selling Price (IDR/kg)	Production Cost (IDR/kg)	Profit (IDR/kg)	Total Production (kg)	Total Profit (IDR)
Salt	740	400	327	147.550	48.308.060
Shrimp	56.888	37.638	319.249	63	1.630.400
Milkfish	20.638	14.835	5.803	281	1.212.914

Berdasarkan Tabel 3, fungsi tujuan untuk optimasi keuntungan dapat dirumuskan untuk setiap musim sebagai berikut.

Fungsi Tujuan untuk Optimasi Keuntungan di Musim Kemarau:

$$\text{Maksimalkan } Z = 3220,54x_1 + 326,08x_2 + 242,58x_3 \quad (9)$$

Fungsi Tujuan untuk Optimasi Keuntungan di Musim Hujan

$$\text{Maksimalkan } Z = 326,08x_2 + 242,58x_3 \quad (10)$$

3.2 Hasil Optimasi Program Linier

Hasil analisis optimasi program linier diklasifikasikan menjadi dua kategori: pertama, optimasi keuntungan di musim kemarau; dan kedua, optimasi keuntungan usaha tani di musim hujan,

berdasarkan studi kasus tambak garam yang dikelola oleh Kelompok Koperasi Tani Sari Makmur di Kaliori.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa di musim kemarau, seluruh sumber daya lahan, modal, dan tenaga kerja yang tersedia dialokasikan sepenuhnya untuk kegiatan usaha tani garam. Hasil ini, seperti yang disajikan pada Tabel 4, menunjukkan bahwa dengan pemanfaatan sumber daya secara penuh, budidaya garam menghasilkan keuntungan sebesar Rp47.864.060 (Z), yang menunjukkan bahwa garam tetap menjadi komoditas yang paling menguntungkan untuk pemanfaatan tambak—bahkan dalam konteks penurunan harga garam seperti yang dicatat oleh Mohandis [9]. Sebaliknya, kinerja budidaya udang vannamei dan bandeng yang kurang optimal terutama disebabkan oleh terbatasnya upaya budidaya petambak selama musim kemarau. Observasi lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar petambak hanya menebar benih udang dan bandeng tanpa mematuhi praktik akuakultur yang baik (GAP) yang tepat, seperti pemberian pelet secara teratur atau penyortiran ikan berdasarkan ukuran. Akibatnya, komoditas ini tidak berkontribusi secara signifikan terhadap profitabilitas keseluruhan.

Tabel 4. Hasil Statistik Optimasi Pemrograman Linear Selama Musim Kemarau

commodity	Salt (x1)	Milkfish (x2)	Shrimp (x3)
Land Allocation Decision (m ²)	14.860	0	0
Profit per m ² (IDR)	3.221	326	243
Total Profit (IDR)	47.864.060		

Analisis nilai ganda pada Tabel 5 menunjukkan bahwa setiap unit tenaga kerja tambahan (HKO) memiliki harga bayangan sebesar Rp64.420, yang menunjukkan bahwa peningkatan satu unit HKO akan meningkatkan total laba sebesar Rp64.420. Hal ini menunjukkan bahwa tenaga kerja merupakan faktor produksi yang sangat sensitif dan krusial dalam model optimasi. Hasil ini didukung oleh observasi lapangan yang menunjukkan bahwa mayoritas input tenaga kerja berasal dari dalam rumah tangga, sehingga menjadikannya biaya implisit, bukan pengeluaran finansial langsung. Akibatnya, petani dengan ketersediaan tenaga kerja rumah tangga yang lebih besar dapat mencapai laba yang lebih tinggi karena peningkatan kontribusi tenaga kerja internal [10–11]. Wawasan ini memberikan dasar yang berharga bagi para pembuat kebijakan dan petani untuk merancang intervensi strategis, seperti meningkatkan efisiensi tenaga kerja atau menerapkan program pelatihan yang bertujuan mengurangi kebutuhan HKO per meter persegi lahan. Sebaliknya, harga bayangan untuk modal dan lahan adalah nol, yang menunjukkan bahwa unit tambahan sumber daya ini tidak berkontribusi langsung terhadap peningkatan laba dalam kondisi saat ini.

Tabel 5. Hasil Statistik Sumber Daya Budidaya Tambak Garam Selama Musim Kemarau

Constraint	RHS (Limit)	Used	Slack (Remaining)	Dual Value (IDR)
Capital	59,464,440 IDR	59,464,440 IDR	0	0
Land	15,000 m ²	14,860 m ²	140 m ²	0
Labor (HKO)	743	743	0	64,420

Analisis sensitivitas (rentang) menunjukkan batas toleransi untuk koefisien keuntungan dari setiap variabel keputusan, seperti yang disajikan pada Tabel 6. Garam (X₁) tetap menjadi pilihan optimal selama keuntungan per meter perseginya tidak turun di bawah Rp934,62. Sebaliknya, bandeng

(X₂) dan udang vannamei (X₃) hanya akan menjadi pilihan optimal jika margin keuntungan masing-masing per m² meningkat melebihi Rp3.607,52 dan Rp837,46. Penurunan biaya untuk X₂ dan X₃, masing-masing sebesar Rp3.281,52 dan Rp594,46, selanjutnya menunjukkan bahwa peningkatan substansial dalam profitabilitas unit diperlukan agar komoditas ini menjadi kompetitif secara ekonomi. Oleh karena itu, peningkatan efisiensi produksi dalam budidaya bandeng dan udang menjadi penting jika keduanya ingin dianggap sebagai alternatif yang layak dalam kondisi keterbatasan sumber daya [12–13].

Tabel 6. Hasil Analisis Sensitivitas Budidaya Tambak Garam Selama Musim Kemarau

Variable	Reduced Cost (IDR)	Allowable Range for Profit Coefficient (IDR/m ²)
X ₁ (Salt)	0	934.62 – ∞
X ₂ (Milkfish)	3,281.52	–∞ – 3,607.52
X ₃ (Shrimp)	594.46	–∞ – 837.46

Berdasarkan hasil analisis pemrograman linier, dapat disimpulkan bahwa produksi garam merupakan usaha yang paling optimal untuk memaksimalkan keuntungan dalam kondisi keterbatasan sumber daya produksi, terutama modal dan tenaga kerja (HKO). Garam menunjukkan efisiensi tertinggi dalam hal keuntungan per meter persegi, serta biaya dan kebutuhan tenaga kerja yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan bandeng dan udang vannamei. Oleh karena itu, budidaya tambak disarankan untuk memprioritaskan produksi garam dalam alokasi sumber daya. Untuk meningkatkan potensi sistem polikultur, peningkatan efisiensi produksi bandeng dan udang sangat penting. Hal ini dapat dicapai melalui inovasi teknologi dalam praktik budidaya dan pengelolaan input, sehingga memungkinkan komoditas ini menjadi kompetitif secara ekonomi dalam skenario keterbatasan sumber daya.

Hasil optimasi yang disajikan pada Tabel 7 menunjukkan bahwa, pada kondisi musim hujan, komoditas optimal untuk budidaya adalah bandeng dan udang vannamei, dengan alokasi lahan masing-masing 12.795,45 m² dan 2.204,55 m², yang menghasilkan keuntungan maksimum Rp4.707.023. Dalam skenario ini, garam tidak dimasukkan dalam model karena ketidaksesuaian agronomisnya selama musim hujan, karena produksi garam membutuhkan curah hujan rendah. Temuan ini menyoroti inkonsistensi dalam praktik budidaya udang vannamei dan bandeng oleh petambak, bahkan selama musim hujan. Observasi lapangan yang mendalam menunjukkan bahwa petambak cenderung menebar benih tetapi tidak secara konsisten memberikan pakan pelet. Sebaliknya, mereka biasanya memberikan pupuk urea sebelum budidaya untuk merangsang pertumbuhan alga alami, yang berfungsi sebagai sumber pakan utama bagi udang dan bandeng.

Tabel 7. Hasil Statistik Optimasi Program Linier pada Musim Hujan

Variable	Value
Shrimp	12,795.45 units
Milkfish	2,204.55 units
Profit (IDR)	4,707,023.00

Kendala utama yang paling membatasi optimalisasi keuntungan adalah tenaga kerja (HKO), yang memiliki nilai bayangan (nilai ganda) tertinggi sebesar Rp1.886.364, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 8. Ini berarti bahwa setiap unit tenaga kerja tambahan dapat meningkatkan keuntungan sebesar jumlah tersebut. Lahan juga merupakan kendala aktif, dengan nilai bayangan sebesar

Rp220.364, yang menunjukkan bahwa lahan merupakan sumber daya terbatas yang secara langsung berkontribusi pada peningkatan keuntungan ketika diperluas. Sebaliknya, modal (biaya) bukan merupakan kendala aktif, dengan slack sebesar Rp47.740.880, yang berarti tidak membatasi model dalam kondisi musim hujan. Dengan kata lain, modal saat ini tersedia dalam jumlah yang lebih dari cukup dibandingkan dengan kebutuhan optimal yang sebenarnya. Kondisi ini menunjukkan bahwa jika petani secara konsisten melakukan polikultur udang vannamei dan udang Chanos chanos dengan meningkatkan input tenaga kerja untuk pemberian pakan, hal itu tentu akan meningkatkan profitabilitas sistem polikultur selama musim hujan, daripada hanya menunggu musim kemarau. Tabel 8. Hasil Statistik Sumber Daya Usaha Tambak Garam pada Musim Hujan

Constraint	Shadow Price (Dual Value)	Slack	RHS Range (Resource Bound)
Capital	0	47,740,880	11,716,360 – ∞
Land	220.364	0	13,267.86 – 61,916.67
Labor (HKO)	1,886.364	0	180 – 840

Analisis rentang pada Tabel 9 menunjukkan bahwa batas atas dan bawah koefisien fungsi objektif untuk bandeng dan udang relatif lebar (bandeng: 243–1134; udang: 69,857–326), yang menunjukkan bahwa solusi optimal relatif stabil terhadap perubahan estimasi keuntungan per satuan luas untuk kedua komoditas tersebut. Selama keuntungan per meter persegi untuk bandeng tetap berada dalam rentang 243 hingga 1134, dan keuntungan untuk udang tetap berada di antara 69,857 dan 326, kedua komoditas tersebut akan tetap terpilih dalam solusi optimal. Variasi kecil dalam keuntungan per meter persegi, seperti yang diakibatkan oleh fluktuasi harga pasar, tidak akan memengaruhi pengambilan keputusan petani. Oleh karena itu, diversifikasi budidaya tambak dengan bandeng dan udang selama musim hujan merupakan strategi yang rasional, dengan fokus pada efisiensi tenaga kerja dan pemanfaatan lahan yang optimal, serta potensi peningkatan keuntungan lebih lanjut melalui penerapan teknologi akuakultur canggih [14–15].

Tabel 9. Hasil Sensitivitas Statistik Usaha Tani Tambak Garam pada Musim Kemarau

Variable	Value	Reduced Cost	Objective Coefficient Range (Z)
Milkfish	12,795.45	0	243 – 1134
Shrimp	2,204.55	0	69.857 – 326

12. KESIMPULAN PENELITIAN

Hasil analisis pemrograman linier untuk skenario akuakultur menunjukkan bahwa strategi alokasi lahan musiman merupakan pendekatan optimal dengan kendala sumber daya seperti biaya, tenaga kerja (HKO), dan luas lahan. Selama musim kemarau, garam muncul sebagai komoditas yang paling menguntungkan per satuan luas dan menunjukkan efisiensi tenaga kerja tertinggi dibandingkan bandeng dan udang, sehingga mendapatkan alokasi penuh dalam solusi optimal. Sebaliknya, selama musim hujan, ketika produksi garam tidak memungkinkan, kombinasi bandeng dan udang merupakan strategi budidaya yang rasional. Analisis sensitivitas (ranging) menunjukkan bahwa solusi relatif stabil dalam merespons variasi keuntungan per satuan lahan, dan juga menyoroti tenaga kerja sebagai faktor pembatas paling krusial untuk peningkatan keuntungan lebih lanjut.

Disarankan bagi pembudidaya tambak untuk mengadopsi sistem rotasi komoditas musiman, dengan fokus pada produksi garam di musim kemarau dan polikultur bandeng-udang di musim

hujan. Untuk memaksimalkan profitabilitas secara keseluruhan, peningkatan efisiensi pemanfaatan tenaga kerja diperlukan—misalnya, melalui penerapan teknologi akuakultur yang hemat tenaga kerja atau program pengembangan keterampilan yang terarah. Selain itu, peningkatan kapasitas tenaga kerja secara keseluruhan (HKO) akan secara langsung berkontribusi terhadap pertumbuhan laba, menjadikan investasi dalam pasokan tenaga kerja yang produktif dan efisien sebagai langkah penting yang strategis.

13. STATUS LUARAN WAJIB

Tahun	Jenis Luaran	Status Luaran
1	Proceeding terindeks SCOPUS.	Accepted for oral presentation
1	Policy Brief	Daft
1	Hak Kekayaan Intelektual	Draft

14. DOKUMEN LUARAN WAJIB



LETTER OF ACCEPTANCE (LoA) FOR FULL PAPER TO BE SUBMITTED

Dear Aris Slamet Widodo

On behalf of the Committee of International Conference on Agricultural Environmental and Applied Science (ICAEEAS) 2025, we are pleased to confirm that the **FULL PAPER** of the following manuscript:

Title : Enhancing Economic Sustainability Of Salt Farmers Through Resource Allocation Modeling In Rembang, Indonesia
Abs-code : ABS-066
Affiliation : Departement of Agribusiness Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

has been submitted to the E3S Web of Conference as a follow-up of the 1st International Conference on Agricultural Environmental and Applied Science (ICAEEAS) 2025, held online on August 13th, 2025. We will provide more information for the publishing process. Thank you and we greatly appreciate your interest in joining our conference.

Purwokerto, July 25th, 2025

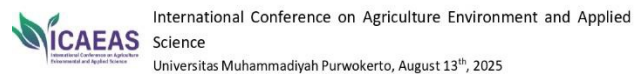
Chairman of the 1st ICAEEAS 2025



Watemin, S.P., M.P.

Note:

The final decision regarding your manuscript is on the E3S Web of Conferences editor decision.



16 June 2025

To Aris Slamet Widodo
UMY

Letter of Abstract Acceptance

We are pleased to inform you that your abstract submission as specified below:

Abstract Code : ABS-066
Title : Enhancing Economic Sustainability of Salt Farmers through Resource Allocation Modeling in Rembang, Indonesia

has passed the peer review and has been **Accepted for oral presentation** at the 1st International Conference on Agriculture Environment and Applied Science on August 13th, 2025.

Please inform any co-authors of the acceptance of this abstract. The specific details of the day and time of your presentation will be announced later. Please notice that this is **not a full paper acceptance**.

The corresponding author or at least one of the authors must register for the conference presentation and pay the appropriate registration fee. The detail of the conference registration fee will be announced soon.

Please prepare your **full paper** that matches the template, following the guidelines posted on our website, and submit it **maximum 30 June 2025**. Please note that the final decision for publication will be based on the editorial board review and publisher (Bio Web of Conference).

We appreciate your interest in participating in the 1st International Conference on Agriculture Environment and Applied Science. Kindly check the conference website and your e-mail for further information and updates.

With Regards,



Watemin, S.P., M.P.
Chief of 1st ICAEEAS 2025

15. LINK LUARAN WAJIB

Tahun	Jenis Luaran	Link Luaran
1	Proceeding terindeks SCOPUS.	https://iconard.ums.ac.id/
1	Policy Brief	-
1	Hak Kekayaan Intelektual	-

16. STATUS LUARAN TAMBAHAN

Tahun	Jenis Luaran	Status Luaran
1	Buku Monograf	Daft

17. DOKUMEN LUARAN TAMBAHAN

-

18. LINK LUARAN TAMBAHAN

Tahun	Jenis Luaran	Link Luaran
1	Buku Monograf	-

19. PERAN MITRA (JIKA ADA)

Koperasi Tani Garam Kaliori “Sari Makmur” berperan sebagai mitra utama dalam pelaksanaan penelitian ini. Koperasi menyediakan akses terhadap data produksi, struktur biaya, dan penggunaan lahan dari para anggotanya, yang menjadi dasar dalam membangun model optimasi. Selain itu, koperasi juga memfasilitasi komunikasi dengan petambak garam, udang, dan bandeng, sehingga proses pengumpulan data primer dapat berjalan lancar. Keterlibatan aktif mitra dalam diskusi hasil dan skenario strategi akuakultur turut memperkaya analisis serta memastikan relevansi hasil penelitian dengan kondisi lapangan. Peran koperasi sebagai penghubung antarpetani dan pengelola usaha kolektif menjadikan hasil penelitian lebih aplikatif dan berpotensi untuk diimplementasikan secara luas di wilayah Kaliori.

20. DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Pusat Statistik. Statistik Kelautan dan Perikanan 2024 [Internet]. Jakarta: BPS; 2024 [cited 2024 Nov 22]. Available from: <https://www.bps.go.id> [in Indonesian].
2. Bramawanto R, Abida RF. Tinjauan aspek klimatologi (ENSO dan IOD) dan dampaknya terhadap produksi garam Indonesia. J Kelaut Nasional. 2017;12(2):91–104. doi:10.15578/jkn.v12i2.6061 [in Indonesian].
3. Government of Central Java Province. Documentation of the Salt Farmer Empowerment Program in Rembang, 2022–2023 [Internet]. Semarang: Central Java Government; [cited 2024 Nov 22]. Available from: <https://jatengprov.go.id> [in Indonesian].

4. Widowati LL, Fitarani N, Rejeki S, Ariyati RW. Relationship between primary productivity and production level in polyculture ponds of seaweed, shrimp, and milkfish: A case study in Brebes, Central Java, Indonesia. *J Riset Akuakultur*. 2024;19(2):123–40 [in Indonesian].
5. Tahe S. Dissemination of polyculture technology for tiger shrimp (*Penaeus monodon*), milkfish (*Chanos chanos*), and seaweed (*Gracilaria verrucosa*) in ponds. *J Ilmu Alam dan Lingkungan*. 2020;11(1) [in Indonesian].
6. Maulida LA, Munir M. Optimization of land use in Lumajang Regency. *J Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 2022;9(1):57–67 [in Indonesian].
7. Pusvita E, Mulyana A, Adriani D, Antoni M. Optimization of paludiculture as a livelihood to improve farmer welfare in the peatlands of OKI District, South Sumatra. *Mimbar Agribisnis*. 2024;10(2):3654–62 [in Indonesian].
8. Alotaibi A, Nadeem F. A review of applications of linear programming to optimize agricultural solutions. *Int J Inf Eng Electron Bus*. 2021;15(2):11.
9. Muhandhis I, Wirjodirdjo B, Suryani E, Susanto H, Asfari U. Modeling of salt supply chains to achieve competitive salt prices. *Int J Food Syst Dyn*. 2021;12(1):51–67. doi:10.18461/ijfsd.v12i1.75.
10. Dhehibi B, Telleria R, Aw Hassan AA, Mohammed SH, Ziadat FM, Wu W. Impacts of soil salinity on the productivity of Al Musayyeb small farms in Iraq: an examination of technical, economic and allocative efficiency. *Agric Econ Rev*. 2015;16(2):42–55.
11. Limi MA, Dewi HS. Modeling milkfish farming in the land around the nickel-processing plant in North Konawe District, Southeast Sulawesi, Indonesia. *Model Earth Syst Environ*. 2023;9:2425. doi:10.1007/s40808-022-01634-w.
12. Zhang C, Guo CY, Shu KH, Xu SL, Wang DL. Comparative analysis of the growth performance, vitality, body chemical composition and economic efficiency of the main cultivated strains of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in coastal areas of China. *Aquaculture*. 2024;581:740927. doi:10.1016/j.aquaculture.2024.740927.
13. Drobne S, Zadnik Stirn L, Kljajić Borštnar M, Povh J, Žerovnik J, editors. Proceedings of the 17th International Symposium on Operational Research in Slovenia, SOR'23; 2023 Sep 20–22; Bled, Slovenia. Ljubljana: Slovenian Society Informatika – Section for Operational Research; 2023. ISBN: 978-961-6165-61-7.
14. Liang Q, Liu G, Luan Y, Niu J, Li Y, Chen H, et al. Impact of feeding frequency on growth performance and antioxidant capacity of *Litopenaeus vannamei* in recirculating aquaculture systems. *Animals*. 2025;15(2):192. doi:10.3390/ani15020192.
15. Wijayanto D, Nursanto DB, Kurohman F, Nugroho RA. Profit maximization of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) intensive culture in Situbondo Regency, Indonesia. *AACL Bioflux*. 2017;10(6):1436–44.

21. LAMPIRAN-LAMPIRAN



