



Studi Kelayakan Tambak Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Kecamatan Bantan, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau

Feasibility Study of Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Aquaculture in Bantan Subdistrict, Bengkalis Regency, Riau Province

Eko Prasetya^{1*}, Usman M. Tang², Eko Prianto²

¹Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru, Riau, Indonesia

²Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru, Riau, Indonesia

³Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru, Riau, Indonesia

**koresponden* : e.prasetya34@gmail.com

| Article Information | | Abstract |
|---|--------------|--|
| Submitted | : 26/07/2025 | The development of Whiteleg shrimp (<i>Litopenaeus vannamei</i>) aquaculture in Bantan Subdistrict, Bengkalis Regency, requires a comprehensive feasibility study due to challenges such as low salinity and the distance of ponds from the sea. This study aims to assess the feasibility of pond development from water quality, ecological carrying capacity, social, and economic perspectives. The research utilized a survey and case study approach, with data collected through field observations, in situ measurements, interviews, and documentation. Data analysis included land suitability scoring, carrying capacity estimation, and financial evaluations using R/C Ratio, NPV, B/C Ratio, IRR, and Payback Period. Results indicate that most locations fall into the “suitable” to “highly suitable” categories based on water quality and environmental parameters. The carrying capacity analysis shows that the area can support shrimp farming activities without degrading the ecosystem, consistent with findings in other low-salinity regions where adaptive management is applied. Furthermore, local government support through coastal zoning regulations and sustainable programs is found to be critical for long-term success. Economic analysis demonstrates financial feasibility, evidenced by an R/C Ratio greater than 1, a positive NPV, and an IRR exceeding the prevailing interest rate. Socially, the community supports shrimp pond development due to its positive impact on income and employment, although issues regarding land ownership and potential conflicts between farmers and fishers require careful management. In conclusion, vannamei shrimp farming in Bantan Subdistrict is feasible for sustainable development, provided that environmental conservation, economic risk mitigation, |
| Revised | : 07/10/2025 | |
| Accepted | : 17/10/2025 | |
| Published | : 22/12/2025 | |
| Keywords | : | |
| Environmental quality, Ecosystem capacity, Economic indicators, Social interaction, Site evaluation. | | |

Prasetya, E., Tang, U. M., & Prianto, E. (2025). Studi kelayakan tambak udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Kecamatan Bantan, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. *Jurnal Perikanan Terpadu* 6(2): 226-238

PENDAHULUAN

Pulau Bengkalis di Provinsi Riau merupakan salah satu wilayah yang memiliki potensi besar dalam pengembangan budidaya perikanan, khususnya tambak udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Karakteristik geografis yang mendukung, seperti tanah aluvial, ketersediaan air, serta garis pantai yang panjang dan terlindungi, menjadikan kawasan ini cocok untuk budidaya intensif. Namun demikian, dalam beberapa tahun terakhir, sebagian tambak di wilayah Kecamatan Bantan mengalami penurunan produktivitas bahkan berhenti beroperasi. Permasalahan utama yang ditemukan adalah rendahnya salinitas dan kualitas air yang tidak stabil, terutama saat musim penghujan, yang mengganggu kelangsungan hidup udang vaname (Khomsah, 2017).

Keberhasilan budidaya udang sangat dipengaruhi oleh kesesuaian lokasi, baik dari aspek kualitas air maupun karakteristik lahan. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa parameter lingkungan seperti suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, serta ketinggian dan jarak dari laut sangat menentukan keberhasilan budidaya (Luthfi *et al.*, 2022; Purnamasari *et al.*, 2017). Selain itu, faktor daya dukung lingkungan (*carrying capacity*) menjadi krusial untuk memastikan bahwa aktivitas budidaya tidak melebihi kapasitas asimilasi lingkungan perairan (Anas *et al.*, 2015). Oleh karena itu, penilaian kelayakan lokasi yang mengintegrasikan aspek biofisik dan ekologis menjadi langkah awal penting sebelum pengembangan tambak dilakukan.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah menilai kelayakan budidaya udang vaname dari berbagai perspektif. Hasan *et al.* (2022) serta Ariadi *et al.* (2021) menekankan pentingnya analisis finansial melalui parameter *Net Present Value* (NPV), *Benefit-Cost Ratio* (B/C), dan *Internal Rate of Return* (IRR) untuk menilai prospek ekonomi tambak. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa usaha tambak pada umumnya layak secara finansial.

Dari sisi sosial, Kurniawan (2020) menyoroti respons masyarakat sebagai faktor penting dalam keberlanjutan usaha tambak. Meski demikian, sebagian besar kajian masih terbatas pada tingkat penerimaan masyarakat, tanpa mendalami isu-isu kompleks seperti kepemilikan lahan, potensi konflik horizontal antara petambak dan nelayan, serta dampak sosial-ekonomi jangka panjang.

Selain itu, penelitian di beberapa wilayah pesisir Indonesia umumnya menekankan analisis kualitas air dan tanah sebagai indikator kesesuaian lokasi (misalnya pH, salinitas, dan tekstur tanah). Akan tetapi, kajian-kajian tersebut seringkali berdiri sendiri dan tidak terintegrasi dengan evaluasi daya dukung ekologi maupun aspek sosial ekonomi masyarakat sekitar.

Berdasarkan uraian di atas, terdapat kesenjangan penelitian berupa kurangnya pendekatan yang komprehensif dan integratif dalam menilai kelayakan tambak, khususnya di wilayah dengan kondisi lingkungan marginal seperti Kecamatan Bantan. Penelitian ini hadir untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan menggabungkan analisis kualitas air dan tanah, evaluasi daya dukung lingkungan, kajian finansial, serta studi sosial masyarakat, sehingga menghasilkan gambaran yang lebih utuh sebagai dasar pengambilan keputusan investasi.

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga Juni 2025 di wilayah Kecamatan Bantan, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Pemilihan lokasi ini berdasarkan pada keberadaan beberapa tambak udang vaname yang aktif maupun non-aktif sebagai objek evaluasi. Aktivitas pengambilan data dilakukan di lapangan untuk parameter biofisik dan sosial.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain termometer digital ($\pm 0,1^{\circ}\text{C}$), pH meter, DO meter, salinometer, *secchi disk*, pancang berskala, serta alat bantu geospasial seperti Google Earth Engine untuk pengukuran elevasi dan jarak spasial. Selain itu, digunakan pula alat bantu transportasi lapangan seperti pompong untuk observasi pasang surut. Bahan-bahan laboratorium untuk pengukuran parameter air disesuaikan dengan standar pengujian kualitas air, termasuk larutan buffer pH dan reagen DO.

Prosedur Penelitian

Penilaian kelayakan lokasi berdasarkan kualitas air dan tanah

Penelitian ini diawali dengan survei dan observasi langsung terhadap kondisi lingkungan tambak di lima stasiun. Parameter yang diukur meliputi ketinggian lahan, kemiringan, jarak dari laut, suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut, kecerahan, dan fluktuasi pasang surut. Masing-masing parameter diberikan skor 1 hingga 4 berdasarkan nilai ambang referensi dari berbagai penelitian terdahulu (Mustafa, 2012; Poernomo, 1992). Total skor digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat kelayakan lokasi ke dalam empat kategori: sangat layak (S1), layak (S2), layak bersyarat (S3), dan tidak layak (N) (Ikbal *et al.*, 2019). Analisis dilakukan dengan metode equal interval menggunakan persamaan.

$$SKI = \frac{N_{max} - N_{min}}{K}$$

Dengan $N_{max} = 36$, $N_{min} = 9$, dan $K = 4$

Penilaian daya dukung perairan

Penilaian daya dukung perairan dilakukan untuk mengetahui kapasitas lingkungan dalam menampung aktivitas budidaya tambak. Parameter yang digunakan adalah kisaran pasang surut (h), lebar tambak sejajar pantai (y), jarak dari garis pantai (x), dan kemiringan dasar laut (θ). Volume air laut (V_o) yang masuk dihitung dengan rumus Widigdo *et al.* (2002):

$$V_o = 0,5 \cdot h \cdot y \left(2x - \frac{h}{\text{tg } \theta} \right)$$

Nilai V_o digunakan untuk mengevaluasi apakah sistem perairan dapat mengencerkan limbah organik tambak secara ekologis tanpa menimbulkan pencemaran

Analisis kelayakan usaha secara ekonomi

Analisis ekonomi dilakukan dengan mengukur kelayakan usaha tambak menggunakan lima indikator yaitu *Revenue/Cost* (R/C ratio), *Net Present Value* (NPV), *Benefit-Cost Ratio* (B/C), *Payback Period* (PBP), dan *Internal Rate of Return* (IRR). Data diolah berdasarkan nilai investasi, biaya

produksi, dan pendapatan rata-rata per musim panen. Seluruh indikator dievaluasi untuk menentukan apakah usaha layak dilanjutkan secara finansial (Hasan *et al.*, 2022).

Analisis aspek sosial

Aspek sosial dianalisis melalui survei menggunakan kuesioner yang disebarakan kepada pelaku tambak. Responden berjumlah 4 orang untuk 4 lokasi tambak yang diteliti. Survei ini bertujuan menilai persepsi masyarakat terhadap kegiatan tambak, termasuk dampak ekonomi dan sosial. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk melihat kecenderungan penerimaan masyarakat terhadap pengembangan usaha budidaya udang di wilayah tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelayakan Lokasi Berdasarkan Kualitas Air dan Tanah

Penilaian kualitas lingkungan pada lima stasiun lokasi tambak di Kecamatan Bantan dilakukan berdasarkan sembilan parameter utama yaitu ketinggian, kemiringan, jarak dari laut, suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut, kecerahan, dan fluktuasi pasang surut. Data lapangan dikumpulkan baik pada musim hujan maupun musim kemarau, kemudian dianalisis menggunakan sistem skoring yang mengacu pada klasifikasi tingkat kelayakan S1 (sangat layak), S2 (layak), S3 (layak bersyarat), dan N (tidak layak) sebagaimana diusulkan oleh Ikbali *et al.* (2019).

Hasil skoring pada tabel 1 dan 2 menunjukkan bahwa empat stasiun utama (1–4) tergolong dalam kategori layak (S2) pada musim hujan dan meningkat menjadi sangat layak (S1) pada musim kemarau. Hal ini disebabkan meningkatnya nilai salinitas selama kemarau, yang merupakan salah satu parameter kunci dalam budidaya udang vaname. Studi oleh Luthfi *et al.* (2022) dan Purnamasari *et al.* (2017) juga menekankan pentingnya stabilitas salinitas untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian di Kabupaten Kolaka (Pariakan *et al.*, 2024), nilai salinitas di Bantan pada musim kemarau relatif lebih stabil (15–32 ppt), sedangkan di Kolaka ditemukan fluktuasi lebih lebar antara 10–30 ppt. Hal ini menunjukkan bahwa Kecamatan Bantan memiliki keunggulan komparatif dalam hal kestabilan parameter salinitas.

Stasiun 5 secara konsisten menunjukkan skor terendah karena posisinya yang jauh dari garis pantai. Kondisi ini berdampak pada fluktuasi salinitas yang tidak stabil, terutama saat musim hujan. Rendahnya salinitas menyebabkan stress fisiologis pada udang dan menurunkan tingkat kelangsungan hidup (Khomsah, 2017). Oleh karena itu, lokasi ini dikategorikan sebagai layak bersyarat (S3) dan memerlukan perlakuan tambahan seperti pemompaan air laut atau penggunaan tambak HDPE untuk menjaga kestabilan parameter lingkungan. Implikasi kebijakan dari hasil ini adalah perlunya zonasi lokasi tambak oleh pemerintah daerah agar area dengan keterbatasan alami tidak dieksploitasi berlebihan.

Table 1. Results of water quality measurements and scoring analysis during the rainy season

| No. | Parameter | High Tide | | | | | Low Tide | | | | |
|-----|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | ST1 | ST2 | ST3 | ST4 | ST5 | ST1 | ST2 | ST3 | ST4 | ST5 |
| 1 | Elevation (m) | > PT (2) | > PT (2) | > PT (2) | > PT (2) | > PT (2) | > PT (2) | > PT (2) | > PT (2) | > PT (2) | > PT (2) |
| 2 | Slope (0) | 0,098 (4) | 0,063 (4) | 0,068 (4) | 0,065 (4) | 0,113 (4) | 0,082 (4) | 0,053 (4) | 0,058 (4) | 0,055 (4) | 0,113 (4) |
| 3 | Distance from sea (m) | 3.067 (3) | 5.076 (2) | 5.181 (2) | 5.253 (2) | 6.629 (1) | 3.067 (3) | 5.076 (2) | 5.181 (2) | 5.253 (2) | 6.629 (1) |
| 4 | Temperature (°C) | 27,2 (3) | 27,1 (3) | 27,2 (3) | 27,1 (3) | 27,0 (3) | 26,7 (3) | 26,6 (3) | 26,6 (3) | 26,6 (3) | 26,2 (3) |

| No. | Parameter | High Tide | | | | | Low Tide | | | | |
|--------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | ST1 | ST2 | ST3 | ST4 | ST5 | ST1 | ST2 | ST3 | ST4 | ST5 |
| 5 | Water pH | 6,54 (3) | 6,18 (3) | 6,08 (3) | 5,97 (2) | 5,63 (2) | 6,28 (3) | 6,06 (3) | 5,92 (2) | 5,88 (2) | 5,44 (2) |
| 6 | Salinity (ppt) | 15 (4) | 13 (3) | 11 (3) | 11 (3) | 9 (2) | 8 (2) | 6 (2) | 6 (2) | 5 (2) | 3 (2) |
| 7 | Dissolved oxygen (mg/L) | 7,82 (3) | 7,96 (3) | 7,95 (3) | 8,25 (2) | 8,63 (2) | 7,21 (3) | 7,57 (3) | 7,66 (3) | 7,66 (3) | 8,10 (2) |
| 8 | Water transparency (cm) | 55 (2) | 54 (2) | 53 (2) | 53 (2) | 53 (2) | 56 (2) | 58 (2) | 58 (2) | 59 (2) | 64 (1) |
| 9 | Tidal (dm) | 25 (3) | 25 (3) | 25 (3) | 25 (3) | 30 (1) | 25 (3) | 25 (3) | 25 (3) | 25 (3) | 30 (1) |
| Total score | | 27 (S2) | 25 (S2) | 25 (S2) | 23 (S2) | 19 (S3) | 25 (S2) | 24 (S2) | 23 (S2) | 23 (S2) | 19 (S3) |

Information:

ST: Station, PT: Highest astronomical tide

Table 2. Results of water quality measurements and scoring analysis during the dry season

| No. | Parameter | High Tide | | | | | Low Tide | | | | |
|-------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | ST1 | ST2 | ST3 | ST4 | ST5 | ST1 | ST2 | ST3 | ST4 | ST5 |
| 1 | Elevation (m) | > PT (2) | > PT (2) | > PT (2) | > PT (2) | > PT (2) | > PT (2) | > PT (2) | > PT (2) | > PT (2) | > PT (2) |
| 2 | Slope (0) | 0,016 (4) | 0,016 (4) | 0,019 (4) | 0,017 (4) | 0,068 (4) | 0,016 (4) | 0,016 (4) | 0,019 (4) | 0,019 (4) | 0,075 (4) |
| 3 | Distwnce from sea (m) | 3.067 (3) | 5.076 (2) | 5.181 (2) | 5.253 (2) | 6.629 (1) | 3.067 (3) | 5.076 (2) | 5.181 (2) | 5.253 (2) | 6.629 (1) |
| 4 | Temperature (°C) | 30,6 (3) | 30,1 (3) | 30,1 (3) | 30,1 (3) | 29,7 (4) | 30,2 (3) | 29,8 (4) | 29,8 (4) | 29,8 (4) | 29,3 (4) |
| 5 | Water pH | 7,47 (4) | 6,90 (3) | 6,90 (3) | 6,90 (3) | 6,28 (3) | 7,27 (3) | 6,73 (3) | 6,72 (3) | 6,73 (3) | 6,13 (3) |
| 6 | Salinity (ppt) | 32 (2) | 28 (3) | 28 (3) | 25 (3) | 26 (3) | 19 (4) | 17 (4) | 16 (4) | 16 (4) | 15 (4) |
| 7 | Dissolved Oxygen (mg/L) | 6,94 (4) | 7,14 (3) | 7,14 (3) | 7,13 (3) | 7,29 (3) | 6,28 (4) | 6,93 (4) | 6,94 (4) | 6,94 (4) | 7,21 (3) |
| 8 | Water Transparency (cm) | 40 (3) | 38 (4) | 37 (4) | 37 (4) | 36 (4) | 35 (4) | 40 (4) | 50 (3) | 50 (3) | 55 (2) |
| 9 | Tidal (dm) | 20 (4) | 20 (4) | 20 (4) | 21 (4) | 25 (3) | 20 (4) | 20 (4) | 20 (4) | 21 (4) | 25 (3) |
| Total skor | | 29 (S2) | 28 (S2) | 28 (S2) | 28 (S2) | 27 (S2) | 31 (S1) | 31 (S1) | 30 (S1) | 30 (S1) | 26 (S2) |

Information:

ST: Station, PT: Highest astronomical tide

Ketinggian (m)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan pada penelitian ini bahwasanya ketinggian daratan pada stasiun 1,2,3,4,5 > air pasang tertinggi. Menurut Caniago *et al.* (2020), ketinggian yang cocok untuk lahan tambak udang adalah lebih kecil dari air pasang tertinggi.

Kemiringan (°)

Kemiringan sungai pada stasiun 1,2,3,4,5 masih di kategorikan landai. Kemiringan berkisar antara 0,016 – 0,113o. Kemiringan sungai juga berpengaruh terhadap sistem hidrologi

tambak, di mana elevasi dasar sungai dan jaraknya dari hulu ke muara dapat menentukan kelancaran sirkulasi air (Dharmananta *et al.* 2019).

Jarak dari Laut (m)

Pada penelitian ini, jarak stasiun 1,2,3,4,5 dari laut berada pada kisaran 3.067 – 6.629 m. Tambak yang dekat dengan sungai dan laut akan mempermudah dalam perolehan air. Jarak ideal antara tambak dengan sungai atau laut adalah 50-500 meter (Syauky *et al.* 2012).

Suhu (°C)

Suhu air merupakan parameter fisik air yang dapat mempengaruhi kehidupan biota perairan karena berkaitan dengan tingkat kelarutan oksigen, proses respirasi biota perairan dan kecepatan degradasi bahan pencemar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu pada stasiun 1,2,3,4,5 berkisar 26,2 – 30,6°C masih baik untuk budidaya udang vaname di Kecamatan Bantan. Hasil penelitian ini masih sesuai dengan pendapat Mustafa *et al.* (2012), bahwa suhu yang baik untuk perkembangan udang vaname berkisar 28 - 30°C, dan penelitian yang dilakukan oleh Rafiqle (2021) menunjukan bahwa kisaran suhu air untuk udang vaname 24 - 28°C merupakan suhu yang optimal dalam budidaya udang vaname.

pH Air

Nilai pH perairan pada saat pasang dan surut pada musim hujan dan kemarau di semua stasiun berkisar 5,44 – 7,47. Menurut Mustafa (2012) nilai ideal untuk tambak udang vaname 7,5–8,5. pH air pada lokasi penelitian pada saat surut bersifat asam dan saat pasang bersifat basa dengan pH diatas 7. Hal ini masih memungkinkan untuk dapat dilakukan pengembangan wilayah tambak udang. Temuan ini sejalan dengan penelitian Pantjara *et al.* (2022) di Tarakan, Kalimantan Timur, di mana tambak tanah sulfat masam menghasilkan produktivitas lebih rendah dibandingkan tambak yang telah direklamasi. Dengan demikian, meski secara umum layak, terdapat kebutuhan intervensi teknis agar keberlanjutan dapat dijaga.

Salinitas (ppt)

Air untuk pengairan tambak udang dapat diperoleh langsung dari laut dengan salinitas antara 30–36 ppt. Udang mampu hidup pada kisaran salinitas antara 15–50 ppt. Walaupun udang mempunyai sifat euryhaline, kisaran salinitas yang baik untuk tambak udang adalah 10–35 ppt dengan kisaran optimum 15–25 ppt (Poernomo,1992). Nilai salinitas di stasiun 1,2,3,4,5 di musim hujan berada pada kisaran 3–15 ppt. Sedangkan nilai salinitas 1,2,3,4,5 di musim kemarau berada pada kisaran 15–32 ppt. Menurut PERMEN-KP nomor 75 tahun 2016 nilai salinitas untuk pembesaran udang vaname berkisar 5–40 ppt.

Oksigen Terlarut (mg/L)

Oksigen terlarut merupakan salah satu parameter kimia air yang berperan pada kehidupan biota perairan. Penurunan oksigen terlarut dapat mengurangi efisiensi pengambilan oksigen bagi biota perairan sehingga menurunkan kemampuannya untuk hidup normal. Hasil penelitian terhadap oksigen terlarut di musim hujan ketika pasang berada dalam kisaran 7,82–8,63 (mg/L) dan pada saat surut berkisar 7,21–8,10 (mg/L). Sedangkan nilai oksigen terlarut di musim kemarau ketika pasang berada dalam kisaran 6,94–7,29 (mg/L) dan pada saat surut berkisar 6,28–7,21 (mg/L). Menurut Ramadhani *et al.* (2016) bahwasanya nilai konsentrasi kandungan oksigen terlarut untuk udang vaname berkisar antara 5,1–7 (mg/L). Hasil data penelitian dilapangan tersebut sesuai dengan standart baku mutu PERMEN- KP nomor 75 tahun 2016 yaitu >3,0.

Kecerahan (cm)

Kecerahan menunjukkan seberapa jernih air disuatu perairan. Dengan demikian kecerahan dapat mencerminkan jumlah plankton disuatu perairan. Kecerahan adalah gambaran kedalaman air yang dapat ditembus oleh cahaya matahari dan dapat dilihat oleh mata pada umumnya. Kecerahan air ditentukan oleh partikel-partikel tersuspensi seperti tanah liat, bahan organik dan mikroorganisme. Hasil pengukuran kecerahan di lokasi penelitian di musim hujan ketika pasang berkisar antara 53–55 cm dan pada saat surut 56–64 cm. Sedangkan nilai kecerahan di musim kemarau ketika pasang berkisar antara 36–40 cm dan pada saat surut 35–55 cm. Menurut Musyaffa (2021) nilai kecerahan yang disarankan untuk budidaya udang vaname di tambak adalah 25–40 cm.

Fluktuasi Pasang Surut

Hasil penelitian menunjukkan bahwa fluktuasi pasang surut di musim hujan pada stasiun 1,2,3,4,5 berkisar 25 – 30 dm. Sedangkan nilai fluktuasi pasang surut di musim kemarau pada stasiun 1,2,3,4,5 berkisar 20 – 25 dm. Nilai tersebut masih baik untuk budidaya udang vaname di Kecamatan Bantans. Hasil penelitian ini masih sesuai dengan pendapat Poernomo (1992), bahwa fluktuasi pasang surut yang baik untuk tambak udang vaname berkisar 11 – 21 dm.

Daya Dukung Perairan (*Carrying Capacity*)

Analisis daya dukung perairan dilakukan dengan menghitung volume air laut yang dapat memasuki kawasan tambak (V_o) berdasarkan pendekatan rumus Eko-Biologis dari Widigdo *et al.* (2002). Parameter yang digunakan meliputi:

- Pasang surut di Kecamatan Bantan terjadi 2 kali setiap harinya. Kisaran pasang surut di Kecamatan Bantan antara 0,5–3,3 meter. Untuk perhitungan diambil angka rata-rata menjadi 1,9 m (Pushidros AL. 2025).
- Panjang garis pantai (y) berdasarkan analisa *Google Earth Engine* sekitar 77,076 km (77.076 m).
- Jarak pengambilan air yang dihitung dari garis pantai (saat pasang) ke arah laut hingga mencapai kedalaman 1 m di bawah muka air saat surut (x) adalah 600 m (angka perkiraan berdasarkan pengamatan di lapangan).
- Kelandaian pantai sekitar 2° (PKSPL, UNRI 2002).
- Kedalaman air rata-rata dalam tambak 1 m
- Besaran kelipatan badan air penerima limbah tambak diasumsikan 100 kali dari limbah tambak yang dibuang ke perairan pesisir (Widigdo *et al.* 2002).

Dari hasil pengumpulan data tersebut kemudian dilakukan penghitungan daya dukung kawasan pesisir untuk pertambakan udang. Hasil penghitungan daya dukung kawasan pesisir Kecamatan Bantan dapat dilihat pada Tabel 3

Table 3. Carrying capacity calculation results of the coastal area in Bantan Subdistrict for shrimp aquaculture

| Coastal Slope (θ) | Shoreline Length (m) | Coastal Water Volume V_o (m^3) | Tidal Frequency / F | Available Water Volume / V_s (m^3) | Maximum Allowable Wastewater Volume (m^3) | Maximum Pond Volume (m^3) | Maximum Pond Area (Ha) |
|----------------------------|----------------------|--------------------------------------|---------------------|--|---|-------------------------------|------------------------|
| 2° | 77.076 | 83.882.702 | 2 | 167.765.404 | 1.677.654,04 | 16.776.540,4 | 1.677,6 |

Volume air tersedia sebesar $167.765.404 \text{ m}^3$ dan kapasitas limbah yang masih dapat didegradasi atau diasimilasi secara alami sebesar 1% dari air tersedia atau $1.677.654,04 \text{ m}^3$ dan volume tambak maksimal adalah 10% dari air tersedia atau $16.776.540,4 \text{ m}^3$. Apabila ketinggian air petakan tambak rata-rata 1 meter, maka total luas tambak maksimal adalah 1.677,6 Ha.

Apabila seluruh luas tambak dianggap sebagai tambak intensif, dan dengan asumsi dasar target produksi tambak intensif adalah 7 ton/ha/MT, maka total produksi tambak udang maksimal yang dapat diperoleh per musim tanam sebesar 11.743,2 ton. Dapat dilihat bahwa total luas tambak yang sudah ada (*existing condition*) di Kecamatan Bantan berdasarkan data resmi dari Dinas Perikanan Kabupaten Bengkalis tahun 2020 seluas 49,95 Ha. Artinya luas tambak udang yang ada sekarang belum melampaui daya dukung Kawasan pesisir Kecamatan Bantan untuk pengembangan budidaya udang intensif secara berkelanjutan dan lestari. Namun, pengalaman di Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa ekspansi tambak tanpa kendali dapat memicu konflik penggunaan lahan. Penelitian oleh Hasnawi, Tarunamulia, & Mustafa (2024) di Kabupaten Barru menegaskan bahwa perencanaan kawasan tambak harus mempertimbangkan potensi konflik tata guna lahan agar tidak menimbulkan dampak sosial-ekonomi negatif. Oleh karena itu, pengembangan di Kecamatan Bantan perlu diiringi kebijakan tata ruang pesisir yang jelas agar tidak melampaui daya dukung.

Implikasi kebijakan lain adalah pentingnya mengintegrasikan hasil ini dengan Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP3K). Dengan daya dukung yang besar, pemerintah daerah berpotensi mendorong investasi tambak intensif. Namun, tanpa regulasi ketat, risiko degradasi lingkungan akan meningkat. Oleh karena itu kebijakan proteksi garis pantai dan restorasi mangrove perlu menjadi bagian integral dari rencana pengembangan tambak.

Kelayakan Usaha Secara Ekonomi

Tambak udang vaname di stasiun 1,2,3,4 sudah melakukan usaha pembesaran udang dengan sistem intensif, dimana konstruksi tambaknya sudah menggunakan terpal *HDPE*, kincir, pakan buatan (*pellet*) bermutu tinggi seperti jafpa, samsung (*CJ feed*) dengan padat tebar yang tinggi. Kisaran padat tebar yang dilakukan oleh teknisi tambak pada stasiun tersebut berkisar antara 100 – 120 ekor/m². Benur udang yang mereka order berasal dari berbagai daerah. Ada yang berasal dari pulau bulan, batam, kepri. Ada juga berasal dari lampung dan anyar. Namun demikian, tingginya ketergantungan terhadap benur dari luar daerah (Lampung, Pulau Bulan) menunjukkan adanya risiko keberlanjutan rantai pasok. Pemerintah daerah sebaiknya mendorong pembangunan *hatchery* lokal untuk mengurangi ketergantungan dan meningkatkan kemandirian. Dari sisi kebijakan, temuan ini penting sebagai dasar penguatan program industrialisasi perikanan budidaya di Bengkalis.

Harga benur pun bervariasi, mulai dari Rp. 80–90 /ekor. Ukuran tambak udang vaname di lokasi penelitian ada yang berukuran 40x40 m, 50x50m. Pemanenan dilakukan 2 kali dalam setahun. Pemanenan partial dilakukan mulai *DOC* 80-90. Apabila pertumbuhan bagus bisa mencapai size 60. Kemudian panen total dilakukan pada *DOC* 120 dengan target ukuran 40-50 ekor/kg. Tambak yang dilakukan pemanenan secara partial, udang yang dipanen sebanyak setengah dari jumlah udang yang ditebar diawal. Setengahnya lagi dipelihara kembali menjadi tahap 2. Harga udang dipasaran bervariasi tergantung size dan bulan apa dilakukan pemanenan. Udang size 60 dapat dijual dengan harga Rp. 60.000–65.000 sedangkan udang *size* 40 dapat dijual dengan harga Rp. 100.000–105.000. Ketika tahun baru, awal bulan januari harga udang sangat bagus bisa mencapai harga maksimal untuk *size* 40 dengan harga Rp. 105.000.

Analisis kelayakan ekonomi dilakukan menggunakan lima indikator finansial utama, yaitu *Revenue-Cost Ratio (R/C)*, *Net Present Value (NPV)*, *Benefit-Cost Ratio (B/C)*, *Payback Period (PBP)*, dan *Internal Rate of Return (IRR)*. Hasil lengkap disajikan dalam Tabel 4.

Secara keseluruhan Analisa usaha yang meliputi *R/C ratio*, *Net Present Value (NPV)*, *Net B/C*, *Internal Rate of Return (IRR)* pada stasiun 1,2,3,4 dan menurut Dinas Perikanan Kabupaten Bengkalis (kontrol) masih di kategorikan layak untuk dilakukan usaha tersebut. Dimana nilai *R/C ratio* > 1 dengan nilai kisaran stasiun 1,2,3,4 dan Dinas Perikanan Kabupaten Bengkalis berkisar 1,08 – 1,11. *Net Present Value (NPV)* > 0 dengan nilai kisaran stasiun 1,2,3,4 dan Dinas Perikanan Kabupaten Bengkalis berkisar Rp 799.333.032–Rp 5.203.270.545. *Net B/C* > 0 dengan nilai kisaran stasiun 1,2,3,4 dan Dinas Perikanan Kabupaten Bengkalis berkisar 2,2–2,9. *Internal Rate of Return (IRR)* > dari tingkat bunga berlaku dengan nilai kisaran stasiun 1,2,3,4 dan Dinas

Perikanan Kabupaten Bengkalis berkisar 28 – 42%. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian Ariadi, Fadjar, & Mahmudi (2019) di Jawa Timur, nilai *IRR* di Bantan relatif lebih tinggi (42% vs. 30%), yang menunjukkan daya saing usaha cukup kuat. Hasil serupa juga diperoleh Makalingga, Suryantini, & Waluyati (2018) di Purworejo, meskipun nilai keuntungan dipengaruhi variasi biaya pakan dan harga jual udang.

Table 4. Recapitulation of intensive whiteleg shrimp aquaculture business analysis in Bantan Subdistrict

| Stasiun | Economic Parameter | | | | |
|----------------------|--------------------|------|-------------------|---------|----------------------------|
| | R/C ratio | PBP | NPV | Net B/C | IRR |
| ST1 | 1,10 | 2,94 | Rp. 5.203.270.545 | 2,9 | 42% |
| ST2 | 1,09 | 3,05 | Rp. 1.554.168.924 | 2,7 | 40% |
| ST3 | 1,09 | 3,18 | Rp. 799.333.032 | 2,6 | 38% |
| ST4 | 1,11 | 3,03 | Rp. 3.779.716.668 | 2,8 | 41% |
| Control | 1,08 | 3,83 | Rp. 808.800.974 | 2,2 | 28% |
| feasibility criteria | > 1 | - | > 0 | > 0 | > prevailing interest rate |

Aspek Sosial

Pada usaha budidaya tambak udang, aspek sosial budaya memiliki peran penting dalam menentukan keberlanjutan dan penerimaan kegiatan usaha oleh masyarakat. Penelitian terhadap aspek sosial budaya biasanya mencakup beberapa kriteria utama yang merepresentasikan hubungan antara kegiatan usaha dengan kondisi sosial masyarakat setempat. Kriteria tersebut meliputi:

A. Karyawan tambak (tenaga kerja lokal)

Kriteria ini menilai sejauh mana tenaga kerja lokal terlibat dalam operasional tambak udang. Hal ini berkaitan dengan penyediaan lapangan pekerjaan bagi masyarakat sekitar, peningkatan keterampilan dan kapasitas SDM lokal melalui transfer teknologi budidaya dan pemberdayaan ekonomi masyarakat, terutama kelompok usia produktif di daerah pesisir. Pada tabel 5 dapat dilihat jumlah karyawan tambak yang berasal dari masyarakat lokal dibandingkan dengan tenaga kerja dari luar.

Table 5. Number of workers at shrimp aquaculture in the study area

| No. | Farm Location | Number of employees (people) | |
|------------|---------------|------------------------------|-----------|
| | | Local | Non-local |
| 1 | Station 1 | 6 | 2 |
| 2 | Station 2 | 3 | 1 |
| 3 | Station 3 | 2 | 0 |
| 4 | Station 4 | 5 | 1 |
| Total | | 16 | 4 |
| Percentage | | 80% | 20% |

Pada Tabel 5 diatas dapat dilihat jumlah karyawan yang berasal dari masyarakat lokal lebih banyak dari pada karyawan yang berasal dari luar daerah. Untuk posisi sebagai teknisi tambak, rata-rata berasal dari luar daerah karena karyawan tersebut memiliki skil, keterampilan, SDM dan pengalaman yang mumpuni di bidang budidaya udang vaname di tambak. Dengan semakin tingginya keterlibatan tenaga kerja lokal, maka semakin positif dampaknya terhadap pembangunan sosial ekonomi daerah.

Berdasarkan gambar 1 dapat dilihat bahwa karyawan yang berasal dari masyarakat lokal mendominasi menjadi karyawan tambak di staton 1,2,3,4 yaitu denngan nilai persentase 80% dibandingkan dengan karyawan yang berasal dari luar daerah yaitu dengan persentase 20%. Namun, penelitian kawasan pesisir di Sulawesi Selatan (Hasnawi *et al.*, 2024) menekankan bahwa

partisipasi masyarakat lokal dan alokasi lahan yang adil sangat penting untuk mengurangi potensi konflik. Dengan demikian, pola di Bantan dapat dijadikan model integrasi sosial-ekonomi yang lebih berkelanjutan jika didukung mekanisme partisipatif.

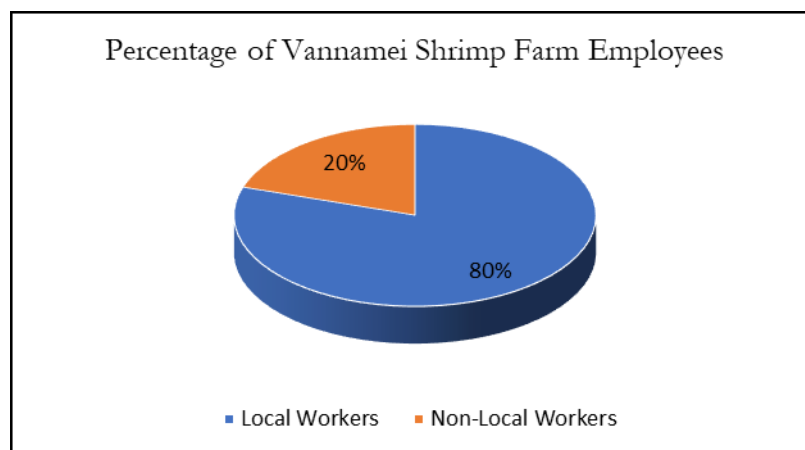


Figure 1. Graph of the percentage of whiteleg shrimp farm workers at the research locations

B. Keamanan

Keamanan yang dimaksud mencakup kondisi sosial yang stabil, minimnya konflik, serta terjaminnya keamanan fasilitas tambak dari gangguan pihak luar. Tambak yang berada di wilayah dengan tingkat keamanan yang baik menunjukkan bahwa hubungan sosial antara pemilik tambak, pekerja, dan masyarakat sekitar berlangsung secara harmonis dan saling mendukung. Sebaliknya, jika sering terjadi pencurian, sabotase, atau konflik lahan, hal ini menjadi indikator adanya persoalan sosial yang perlu segera ditangani. Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik tambak di stasiun 1,2,3,4 belum ada gangguan dari pihak luar.

C. Penerimaan/hubungan masyarakat

Penerimaan dan hubungan masyarakat terhadap keberadaan tambak udang. Tingkat penerimaan ini mencerminkan sejauh mana masyarakat mendukung atau menolak keberadaan tambak, serta bagaimana hubungan sosial yang terjalin antara pelaku usaha dengan warga sekitar. Tambak yang diterima baik oleh masyarakat biasanya ditandai dengan partisipasi warga dalam proses perencanaan, keterlibatan dalam rantai pasok, serta dukungan terhadap aktivitas sosial yang dilakukan oleh pihak tambak. Hubungan yang harmonis ini menjadi modal sosial penting bagi keberlanjutan usaha. Berdasarkan wawancara dengan teknisi tambak, ketika tambak melakukan pemanenan udang, sering melibatkan pemuda sekitar tambak sebagai Tenaga Harian Lepas (THL).

D. Kepemilikan lahan (SPPL, UKL/UPL, amdal).

Usaha tambak yang legal harus memiliki dokumen perizinan yang sesuai, seperti Surat Pernyataan Pengelolaan Lingkungan (SPPL) untuk skala kecil, Upaya Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan (UKL-UPL) untuk skala menengah, dan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) untuk skala besar. Kepemilikan lahan yang sah serta kepatuhan terhadap dokumen lingkungan menunjukkan bahwa usaha tersebut telah mempertimbangkan dampak sosial dan lingkungan secara menyeluruh, termasuk melakukan konsultasi publik sebagai bagian dari proses perizinan. Hal ini penting untuk meminimalkan konflik dengan masyarakat serta memastikan bahwa pengelolaan tambak dilakukan secara bertanggung jawab dan berkelanjutan. Berdasarkan wawancara dengan pemilik tambak bahwasanya mereka sudah memiliki izin Surat Pernyataan Pengelolaan Lingkungan (SPPL) dan Upaya Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan (UKL-UPL).

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa Kecamatan Bantan, Kabupaten Bengkalis, memiliki potensi signifikan untuk pengembangan tambak udang vaname yang berkelanjutan, dengan kualitas air dan tanah sebagian besar tergolong layak hingga sangat layak, daya dukung perairan masih mencukupi tanpa menimbulkan tekanan ekologis berlebih, analisis finansial menunjukkan kelayakan ekonomi yang konsisten positif, serta aspek sosial yang ditandai dengan dukungan masyarakat lokal karena kontribusinya terhadap pendapatan dan lapangan kerja. Meski demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan, antara lain cakupan temporal data kualitas air yang terbatas sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan dinamika musiman, analisis sensitivitas finansial terhadap fluktuasi harga pakan dan udang yang belum dikaji mendalam, serta aspek sosial yang masih bersifat deskriptif terkait isu kepemilikan lahan dan potensi konflik horizontal. Oleh karena itu, penelitian lanjutan perlu dilakukan dengan pemantauan kualitas lingkungan dalam jangka panjang termasuk musim hujan, pendalaman studi sosial mengenai dinamika kepemilikan lahan, konflik antar pemangku kepentingan, dan peran kelompok masyarakat dalam mendukung keberlanjutan tambak.

IMPLIKASI KEBIJAKAN

Pengembangan tambak udang vaname di Kecamatan Bantan berpotensi berkelanjutan jika didukung kebijakan tepat. Pemerintah perlu memperkuat regulasi tata ruang berbasis daya dukung lingkungan, menjamin kepastian lahan, serta membangun infrastruktur pengairan untuk menjaga kualitas perairan. Dukungan ekonomi dan teknis bagi petambak kecil mendorong adopsi teknologi ramah lingkungan, sementara penguatan kelembagaan masyarakat memastikan manfaat ekonomi lebih merata. Dengan kebijakan integratif, tambak dapat berkembang secara inklusif dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pascasarjana Universitas Riau, serta seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan bimbingan selama proses penelitian ini. Penghargaan juga disampaikan kepada masyarakat Kecamatan Bantan, Kabupaten Bengkalis atas kerja sama dan keterbukaan dalam pengumpulan data, serta kepada Dinas Perikanan Kabupaten Bengkalis atas bantuan informasi teknis dan data lapangan yang sangat berharga.

DAFTAR PUSTAKA

- Anas, P., Sudinno, D., & Jubaedah, I. (2015). Daya dukung perairan untuk budidaya udang vannamei sistem semi intensif dalam pemanfaatan wilayah pesisir Kabupaten Pematang. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 9(2), 29–46. <https://doi.org/10.33378/jppik.v9i2.61>
- Ariadi, H., Fadjar, M., & Mahmudi, M. (2019). Financial feasibility analysis of shrimp vannamei (*Litopenaeus vannamei*) culture in intensive aquaculture system with low salinity. *ECISOFiM Journal*, 7(1), 95–108.
- Ariadi, H., Syakirin, M. B., Pranggono, H., Soeprapto, H., & Mulya, N. A. (2021). Kelayakan finansial usaha budidaya udang vaname (*L. vannamei*) pola intensif di PT. Menjangan Mas Nusantara, Banten. *AKULTURASI: Jurnal Ilmiah Agrobisnis Perikanan*, 9(2), 240–249.
- Caniago, M. A. B., Johan, Y., & Zamdial. (2020). Analisis kesesuaian kawasan tambak udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Desa Pasar Bembah Kabupaten Bengkulu Utara. *Naturalis: Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 9(2), 33-42

- Dharmananta, I. D. P. G. A., Suyarto, R., & Trigunasih, N. M. (2019). Pengaruh morfometri DAS terhadap debit dan sedimentasi DAS Yeh Ho. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 8(1), 32–42.
- Hasan, S., Elpisah, Sabtohadhi, J., Zarkasi, & Fachrurazi. (2022). *Studi Kelayakan Bisnis*. Jawa Tengah: CV Pena Persada.
- Hasnawi, Tarunamulia, & Mustafa, A. (2024). Analisis kawasan potensial untuk tambak super-intensif di pesisir Kabupaten Barru, Provinsi Sulawesi Selatan. *Media Akuakultur*, 19(1), 15–28.
- Ikbal, M., Agussalim, A., & Fauziyah. (2019). Evaluasi status kesesuaian lahan tambak udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) menggunakan sistem informasi geografis (SIG) di Tambak Bumi Pratama Mandira Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan. *Maspari Journal*, 11(2), 69–78.
- Khomsah, N. (2017). Analisis pendapatan tambak udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Kabupaten Purworejo [Tesis]. IPB University.
- Kurniawan, T. (2020). Analisis sosial ekonomi dalam pemilihan lokasi tambak berkelanjutan. *Jurnal Sosial Ekonomi Perikanan*, 5(1), 98–107.
- Luthfi, H., Nirmala, K., Effendi, I., & Hastuti, Y. P. (2022). Analisis kesesuaian perairan untuk pengembangan kawasan tambak udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Kelurahan Sungai Geniot Kota Dumai. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 17(1), 1–11.
- Makalingga, P., Suryantini, A., & Waluyati, L. R. (2018). Financial feasibility of vannamei shrimp farming business in the Purworejo Regency. *Jurnal Agro Ekonomi*, 29(1), 81–97.
- Mustafa, A. (2012). Kriteria kesesuaian lahan untuk berbagai komoditas di tambak. *Media Akuakultur*, 7(2), 108–118. <https://doi.org/10.15578/ma.7.2.2012.108-118>
- Musyaffa, R. (2021). Analisa kualitas air budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di kolam rakyat konstruksi dinding semen dan dasar kolam semen di Pantai Konang, Kecamatan Panggul Kabupaten Trenggalek. *Jurnal Ilmu Perikanan*, 12(1), 81–84. <https://doi.org/10.35316/jsapi.v12i1.838>
- Nardianto, B., Affandi, M. I., & Murniati, K. (2019). Studi kelayakan dan strategi pengembangan budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada tambak plastik di Kabupaten Kaur Bengkulu (Studi kasus pada PT XYZ). *Indonesian Journal of Socio Economics*, 1(1), 47–60.
- Pantjara, B., Brata, M., & Mangampa, R. (2022). Budidaya udang windu *Penaeus monodon* pada tambak tanah sulfat masam di Tarakan, Kalimantan Timur. *Jurnal Perikanan (J. Fish. Sci.) XII* (1), 1-10.
- Pariakan, A., Rahim, R., & Indrayani, I. (2024). Karakteristik dan kesesuaian lahan tambak udang vaname di Kabupaten Kolaka. *Buletin Oseanografi Marina*, 13(2), 166–176. <https://doi.org/10.14710/buloma.v13i2.50925>
- Poernomo, A. (1992). *Pemilihan Lokasi Tambak Udang Berwawasan Lingkungan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan.
- Prianto, E. (2003). *Seleksi dan Optimasi Lokasi Tambak Udang Di Kawasan Pesisir Kota Dumai (Propinsi Riau)*. [Tesis]. IPB University.
- Purnamasari, I., Purnama, D., & Utami, M. A. F. (2017). Pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di tambak intensif. *Jurnal Enggano*, 2(1), 58–67.
- Rafiqie, M. (2021). Analisa kualitas air budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di tambak rakyat konstruksi dinding semen dan dasar tambak semen di Pantai Konang, Kecamatan Panggul Kabupaten Trenggalek. *Jurnal Ilmu Perikanan*, 12(1), 80-85 <https://doi.org/10.35316/jsapi.v12i1.838>

- Ramadhani, F., Syahrul, P., & Khairuman, T. (2016). Analisis kesesuaian parameter perairan terhadap komoditas tambak menggunakan sistem informasi geografis (SIG) di Kabupaten Pidie Jaya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 1(1), 160–168.
- Rengi, P., Tang, U. M., & Alawi, H. (2010). Penentuan potensi dan tingkat pemanfaatan sumberdaya perikanan di perairan Bengkalis. *Jurnal Teknobiologi*, 1(1), 36–50.
- Santosa, B., Wahyudi, A., & Anwar, R. (2020). Evaluasi metode konvensional dalam penentuan lokasi budidaya tambak di wilayah Pantura Jawa. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 7(4), 30–45.
- Syaugy, A., Vincentius, P. S., & Risti, E. A. (2012). Evaluasi kesesuaian lahan tambak udang di Kecamatan Cijulang dan Parigi. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 3(2), 43–56. <https://doi.org/10.24319/jtpk.3.43-56>
- Widigdo, B., & Soewardi, K. (2002). *Rumusan Kriteria Ekobiologis Dalam Menentukan Potensi Alami Kawasan Pesisir Untuk Budidaya Tambak*. Diktat Bahan Kuliah Pengembangan Perikanan Kawasan Pesisir dan Laut. Institut Pertanian Bogor.