

Analisis Finansial Penggunaan Panel Surya Pada Budi Daya Udang Vaname

Financial Analysis of the Utilization of Solar Panels in the Vannamei Shrimps Farming

Desy Febrianti dan Resti Nurmala Dewi*

Politeknik Kelautan dan Perikanan Jembrana, Kementerian Kelautan dan Perikanan
Pengembangan, Kec. Negara, Kabupaten Jembrana, Bali 82218, Indonesia

ARTICLE INFO

Diterima tanggal : 23 April 2023
Perbaikan naskah: 20 Desember 2023
Disetujui terbit : 12 Januari 2024

Korespondensi penulis:
Email: restinurmaldewi@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/marina.v10i1.12625>



ABSTRAK

Pada sistem budi daya udang intensif, penggunaan kincir air menjadi salah satu kunci keberhasilan budi daya. Kincir air memegang peranan penting dalam penyediaan oksigen terlarut untuk kehidupan udang. Saat ini, kincir air yang banyak digunakan adalah yang menggunakan listrik sebagai tenaga penggerak dan menghabiskan sekitar 14-15% dari biaya total yang dibutuhkan selama masa pemeliharaan. Hal inilah yang membuat para pembudidaya membutuhkan biaya operasional yang tinggi untuk menggunakan kincir air. Oleh sebab itu, menjadi penting untuk menganalisis kebutuhan biaya listrik untuk budi daya udang vaname dengan sistem intensif; menganalisis persentase penurunan biaya dengan penerapan solar panel sebagai penggerak kincir pada budi daya udang vaname; dan menganalisis parameter finansial pada budi daya udang vaname yang menggunakan solar panel sebagai pengganti listrik. Penelitian ini telah dilakukan selama dua siklus budi daya pada tambak udang vaname di Kabupaten Jembrana, Bali menggunakan metode survei dan pengamatan di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan penggunaan listrik untuk menggerakkan kincir air menelan biaya hingga 9,04% dari biaya total produksi selama masa pemeliharaan. Tingginya kebutuhan listrik yang mencapai 95.040 kWh per tahun untuk empat kolam tambak dengan luas 5.600 m² menyebabkan penggunaan solar panel menjadi sebuah solusi yang tepat. Selain disebabkan karena penggunaan energi terbarukan yang ramah lingkungan, penggunaan solar panel untuk mensubstitusi listrik konvensional juga mampu menurunkan biaya operasional hingga 1,47% dan meningkatkan keuntungan usaha hingga 44,60%. Dengan demikian, penggunaan tenaga surya terbukti dapat menjadi solusi budi daya berkelanjutan. Akan tetapi, penerapan energi ini masih belum maksimal sehingga diperlukan dukungan pemerintah dalam bentuk kebijakan dan peraturan serta pengembangan kerja sama internasional.

Kata Kunci: analisis kelayakan ekonomi; energi terbarukan; kincir air; panel surya; udang vaname

ABSTRACT

In intensive shrimp farming system, the use of waterwheels is one of the keys to successful cultivation. Waterwheels play an important role in providing dissolved oxygen which is essential for shrimp life. However, the majority of waterwheels use electricity as its driving force and spends around 14-15% of the total cost required during the maintenance period. Because of this, cultivators need to incur significant operating costs in order to employ waterwheels. Therefore, it is important to analyze the need for electricity costs for vannamei shrimp farming with an intensive system, analyze the percentage of cost reduction by applying solar panels as a wheel drive, and analyze the financial parameters in using solar panels as an electric replacement. This study was conducted for two cultivation cycles in vannamei shrimp ponds in Jembrana, Bali utilizing survey and direct observation in the location. The results showed that the need to use electricity to drive the waterwheels costed up to 9.04% of the total production cost. The high demand for electricity, which reached up to 95,040 kWh per year for four ponds with an area of 5,600 m², showed that the use of solar panels is a viable eco-friendly renewable energy solution. The use of solar panels decreased operational costs by up to 1.47% and raised business earnings by up to 44.60%. Thus, it has been shown that using solar energy for farming is a sustainable approach. Though this energy is still not being used to its full potential, government support in the form of laws and regulations as well as the growth of international cooperation are required.

Keywords: economic feasibility analysis; renewable energy; solar panels; vannamei shrimp; waterwheels

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Udang menempati urutan kelima dalam daftar komoditas ekspor dan menjadi salah satu komoditas ekspor non-migas unggulan yang ada di Indonesia, karena 60% dari total nilai ekspor perikanan berasal dari komoditas udang (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2019). Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu jenis udang yang sering dibudidayakan (Nababan *et al.*, 2015; Mangampa & Suwoyo, 2016; Rahim *et al.*,

2021). Hal ini dikarenakan udang vaname memiliki prospek dan profit yang menjanjikan (Kaligis, 2015; Babu & Naik, 2014). Menurut Soebjakto (2020), total produksi udang di Indonesia mencapai 650.000 ton. Sedangkan berdasarkan Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya (2021), nilai ekspor udang vaname tahun 2019 yaitu Rp36.220.000.000 dengan capaian produksi sebesar 517.397 ton dan diperkirakan mencapai 1.290 ton di tahun 2024 dengan nilai ekspor Rp90.300.000.000,00. Budi daya udang vaname memiliki keunggulan

tersendiri dibandingkan dengan budi daya udang spesies lain, antara lain udang vaname lebih tahan terhadap serangan penyakit, tingkat kelulusan hidup udang yang tinggi serta mudah dibudidayakan (Ariadi & Puspitasari, 2022).

Saat ini, pemerintah Indonesia melalui program prioritas Kementerian Kelautan dan Perikanan berupaya untuk meningkatkan pembangunan budi daya yang berkelanjutan (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2022). Hal ini menjadikan kegiatan budi daya udang vaname sebagai salah satu sumber peluang usaha yang besar dan menjanjikan bagi masyarakat (Palupi *et al.*, 2021; Rahim *et al.*, 2021). Namun demikian, teknologi budi daya udang di Indonesia masih tertinggal jauh dibandingkan dengan negara lain (Harisjon *et al.*, 2021). Salah satunya disebabkan oleh tingginya biaya operasional listrik tambak dari perusahaan listrik negara (PLN) yang kerap meningkat sepanjang tahun.

Kincir air merupakan bagian penting yang membutuhkan biaya operasional listrik tinggi dalam budi daya udang vaname. Kincir berperan sebagai penyuplai oksigen, pemupuk air, pencampur lapisan atas dan bawah kolam serta untuk membantu memudahkan dalam pembersihan tambak (Evalina *et al.*, 2022; Nugraha *et al.*, 2022; Jayanti *et al.*, 2022). Satu petak tambak udang dapat terdiri dari empat sampai delapan kincir air yang digerakkan dengan tenaga listrik yang dioperasikan selama 24 jam tergantung dari luasan kolam. Sebuah kincir air dengan daya listrik sebesar 750 watt (1 HP) untuk satu periode budi daya udang (4 bulan) dengan harga listrik Rp1.450 per kWh membutuhkan biaya sebesar Rp3.132.000-Rp3.500.000. Tingginya biaya yang dibutuhkan untuk kebutuhan listrik menjadi hambatan tersendiri. Akibatnya para petani tambak tidak dapat meningkatkan taraf hidup dan keuntungan panen (Harisjon *et al.*, 2021).

Oleh sebab itu, diperlukan teknologi terobosan baru yang dapat membantu petani tambak dalam meringankan beban biaya operasional listrik seperti pemanfaatan solar panel yang dapat menjadi alternatif untuk mengatasi ketergantungan terhadap pasokan listrik dari pemerintah (Aljufri *et al.*, 2021; Phu & Nguyen, 2022).

Energi surya merupakan salah satu energi tak terbatas yang berasal dari sinar matahari (Laksana *et al.*, 2021). Pemanfaatan energi surya telah banyak dilakukan di beberapa sektor termasuk bidang perikanan (Widayana, 2012). Beberapa penelitian telah melaporkan kelebihan serta manfaat yang diberikan pada budi daya udang berbasis energi surya dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, penggunaan energi surya yang diterapkan pada kincir air tambak udang dipandang dapat membantu menekan biaya kebutuhan listrik pada budi daya udang vaname. Kendati demikian, perlu dilakukan studi lebih lanjut terkait kelayakan ekonomi instalasi solar panel pada kincir air untuk melihat perbandingan parameter finansial pada budi daya udang vaname dengan solar panel dan non solar panel. Analisis kelayakan ekonomi pada penelitian ini diharapkan dapat diadopsi oleh praktisi budi daya udang vaname serta dapat menjadi referensi bagi pengembangan pemanfaatan energi surya untuk budi daya perikanan.

Pendekatan Ilmiah

Penelitian ini telah dilaksanakan dari April 2021 sampai dengan Januari 2022 selama 2 siklus produksi (4 siklus budi daya berjalan selama 120 hari/4 bulan). Penelitian dilakukan di tambak udang vaname kampus Politeknik Kelautan dan Perikanan Jembrana, Desa Pengambangan, Kecamatan Negara, Kabupaten Jembrana, Bali. Tambak yang digunakan sebanyak empat petak dengan luas total 5.600 m² seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.



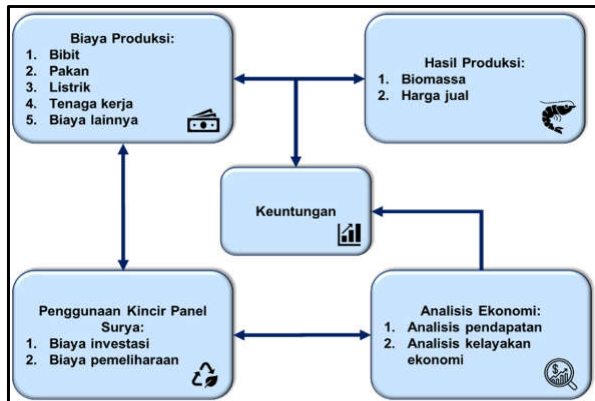
Gambar 1. (a) Peta Provinsi Bali (Sumber: OrangeSmile.com, 2023); (b) Tambak Udang Vaname di Jembrana, Bali (Sumber: Foto diambil oleh Penulis, 2022).

Tabel 1. Penelitian Sebelumnya Terkait Sistem Kincir Air Budi daya Udang Menggunakan Solar Panel.

Sumber Referensi	Luasan Tambak (m ²)	Jumlah Solar Panel yang Digunakan	Kapasitas Baterai Digunakan	Kapasitas Inverter yang Digunakan	Jumlah Daya yang Dihasilkan	Catatan
Campana <i>et al.</i> , 2019; Nookuea <i>et al.</i> , 2016	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	Instalasi solar panel sebagai sumber energi pada kincir air budi daya udang merupakan solusi terbaik ditinjau dari aspek techno-ekonomi yang telah dilakukan. Selain dapat menekan ketergantungan listrik terhadap bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui, solar panel juga mendukung sektor tambak udang untuk mengurangi jejak karbon / GHG dan mengurangi efek evaporasi / penguapan pada kolam tambak.
Aljufri <i>et al.</i> , 2019	1 kolam (ukuran n.a)	1 buah solar panel polycrystalline Model: GH50M-18 50 Wp	1 buah baterai GS Premium 12 Volt 50 Ah	1 buah inverter 1.000 watt	423,15 watt	Konsentrasi DO yang dihasilkan meningkat hingga 6-9,29 ppm. Konsentrasi awal DO sebelum menggunakan solar panel hanya sebesar > 4-5 ppm.
Chaitanakulwat, 2019	1 kolam <i>pilot scale</i> (ukuran n.a)	1 buah solar panel polycrystalline silicon 1.000 Wp	n.a	n.a	n.a	Sistem acraasi dengan solar panel menghasilkan lebih banyak oksigen terlarut (DO) antara pukul 8.00. -16.00 yakni sebesar 10.89 ppm (lebih tinggi dari aerator tradisional). Oleh karena itu, dapat dipastikan bahwa jumlah oksigen dalam air berada pada tingkat standar (nilai oksigen standar dalam air dalam kisaran maksimum 14,6 ppm. pada 0°C dan minimum 7 ppm).
Nugraha <i>et al.</i> , 2020	2 kolam (8 x 7 x 1.5 m)	14 buah 1.000 Wp	24 buah baterai 12 Volt 250 Ah	1 buah inverter 1.000 watt	58,76 kWh	Sistem hibrid PLTS dan generator sebagai catu daya tambahan dapat memenuhi kebutuhan energi listrik di tambak udang vaname. Sistem ini dapat memberikan energi listrik ketika mengalami pemadaman listrik dengan menggunakan energi listrik dari PLTS dan generator atau dalam keadaan mendung/hujan dengan menggunakan energi listrik dari PLN.
Harisjon <i>et al.</i> , 2021	1 kolam (ukuran n.a)	8 buah solar panel 200 Wp	20 buah baterai 24 Volt 500 Ah	n.a	1.500 watt	Penerapan solar panel sebagai sumber energi untuk kincir air sebagai aerator pada tambak udang vannamei telah berhasil dilaksanakan dan dapat digunakan sebagai aerator alternatif pada kolam budi daya udang vannamei.
Phu & Nguyen, 2022	1 kolam (ukuran n.a)	1 buah Canadian Solar 300 Wp	5 buah baterai 24 Volt 100 Ah	n.a	n.a	Aerator oksigen bertenaga surya untuk tambak udang dapat membantu petambak menghemat biaya 2 hingga 3 kali lipat dibandingkan dengan aerator oksigen bertenaga gas dan minyak. Penelitian ini dapat diterapkan secara nyata di daerah pesisir untuk mengurangi biaya produksi dibandingkan dengan menggunakan mesin diesel sekaligus juga mengurangi polusi udara.
Margana <i>et al.</i> , 2023	1 kolam (ukuran n.a)	n.a	1 buah baterai 24 Volt 100 Ah	n.a	473,099 watt	Instalasi solar panel pada kincir air dapat meningkatkan konsentrasi oksigen dan nilai pH air serta menyediakan DO yang cukup untuk udang.

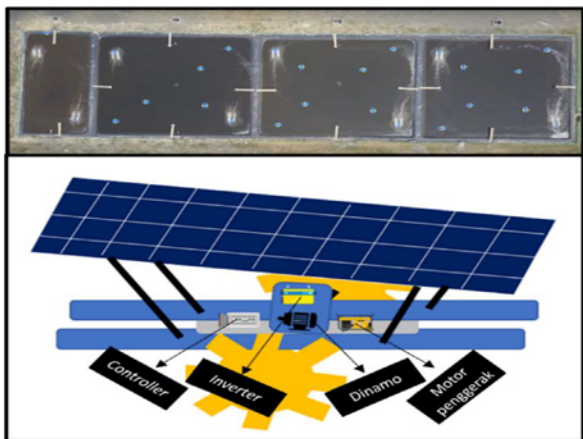
Keterangan: n.a = not available

Kerangka teori yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 2. Penelitian dilakukan dengan memperhitungkan biaya produksi, investasi dan pemeliharaan untuk mengetahui keuntungan hasil produksi dari penggunaan kincir air solar panel melalui analisis ekonomi.



Gambar 2. Kerangka Teori Penelitian

Solar panel dipasang pada bagian atas kincir air selama produksi seperti desain yang ditunjukkan oleh Gambar 3. Hal ini bertujuan untuk mengurangi penguapan air pada kolam tambak.



Gambar 3. Tambak Udang dan Desain Kincir Air dengan Solar Panel.

Dari hasil survei lapangan dan perhitungan didapatkan bahwa satu buah kincir air membutuhkan daya sebesar 750 watt dengan tegangan 12 V sehingga arus listrik yang dibutuhkan adalah 62,5 A yang dipenuhi dari 1 buah baterai Titanium GD 100-12 berkapasitas 100 Ah. Listrik yang dapat dihasilkan oleh satu buah solar panel secara efektif (8 jam) adalah 8.000 watt, maka satu buah kincir air memerlukan satu buah solar panel polycrystalline 1000 Wp untuk dioperasikan selama 12 jam. Sistem solar panel juga dilengkapi dengan satu buah inverter 12V-110V sebesar 10.000 watt untuk satu kolam sehingga daya listrik yang dihasilkan adalah 10 kWh per hari atau 300 kWh/bulan.

Metode Pengambilan Data

Penelitian dilakukan dengan menerapkan penggunaan panel surya sebagai tenaga penggerak kincir di malam hari sehingga dapat menjadi pengganti listrik (8 jam operasi). Hal tersebut bertujuan untuk menekan kebutuhan listrik selama proses budi daya yang tentunya akan berimbas pada penurunan biaya listrik selama proses produksi.

Penelitian ini menggunakan metode survei lapangan dengan mengamati proses budi daya udang selama dua siklus produksi. Data yang dibutuhkan adalah data primer dan data sekunder. Data primer mencakup kebutuhan biaya listrik selama budi daya udang, kebutuhan biaya produksi secara keseluruhan serta pendapatan yang diperoleh selama dua siklus budi daya. Metode pengambilan data primer dilakukan dengan observasi, wawancara dan dokumentasi. Wawancara dilakukan terhadap 2 orang teknisi tambak dan 1 orang manajer produksi. Data sekunder mencakup kebutuhan biaya listrik dan biaya produksi keseluruhan pada musim budi daya sebelumnya (non solar panel).

Analisis Data

Analisis yang digunakan dalam penelitian adalah analisis biaya dan analisis kelayakan usaha, yaitu:

a. Analisis Biaya

Analisis biaya dilakukan dengan menghitung jumlah kebutuhan biaya yang dibutuhkan selama kegiatan usaha budi daya udang vaname. Biaya meliputi biaya variabel dan biaya tetap. Pada usaha budi daya udang vaname biaya listrik termasuk dalam biaya variabel.

b. Analisis Kelayakan Usaha

• Analisis Pendapatan

Analisis keuntungan atau pendapatan usaha berguna untuk mengetahui keuntungan usaha yang telah dilakukan dengan cara menganalisis komponen *input* dan *output* yang terlibat dalam usaha (Umar, 2001). Analisis keuntungan diperoleh dari hasil selisih antara penerimaan dan biaya (Soekartawi, 2003). Untuk mengetahui pendapatan tersebut dapat dihitung dengan memakai rumus pada persamaan (1):

$$\frac{R}{C} \text{ ratio} = \frac{TR}{TC} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- μ : Keuntungan/pendapatan
- TR : *Total Revenue* (Total penerimaan)
- TC : *Total Cost*(Biaya total)

• *Imbangan Penerimaan dan Biaya (R/C Ratio)*

Soekartawi (2003) menyatakan, perbandingan jumlah pendapatan dengan biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi suatu barang mengindikasikan efisiensi usaha. Perbandingan tersebut dihitung dengan menggunakan perhitungan *R/C ratio*. Perhitungan *R/C ratio* secara matematis (Kadariah & Gray, 1999) ditunjukkan oleh persamaan (2):

$$\frac{R}{C} \text{ ratio} = \frac{TR}{TC} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- TR : *Total Revenue*
- TC : *Total Cost*

Kriteria kelayakan suatu usaha dalam *R/C Ratio* adalah:

- R/C ratio* > 1: Usaha menguntungkan dan layak dikerjakan
- R/C ratio* < 1: Usaha merugikan dan tidak layak dikerjakan
- R/C ratio* = 1: Berarti TR = TC atau *cash in flows* = *cash out flows*

• *Return of Investment (ROI)*

ROI merupakan nilai keuntungan yang diperoleh pengusaha dari setiap jumlah uang yang diinvestasikan dalam suatu periode tertentu. ROI digunakan untuk mengetahui efisiensi penggunaan modal usaha. Semakin besar nilai ROI maka semakin efisien penggunaan modalnya. Adapun penghitungan ROI dapat dilakukan dengan persamaan (3):

$$ROI = \frac{TR}{I} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- TR : *Total Revenue*
- I : Investasi

• *Net Present Value (NPV)*

NPV merupakan metode untuk menghitung selisih antara nilai *benefit* saat ini dengan nilai kini dari biaya (Creemers, 2018; Kadariah & Gray, 1999). Secara matematis perhitungan NPV dirumuskan dengan persamaan (4):

$$NPV = \sum_{k=0}^n \frac{\mu}{(1+r)^k} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- r : Tingkat suku bunga (10-14% per tahun)
- t : Umur proyek
- μ : Penerimaan pada tahun t – biaya pada tahun t

Kriteria kelayakan suatu usaha dalam NPV adalah:

- NPV > 0 : Usaha menguntungkan dan dapat dilakukan
- NPV < 0 : Usaha merugikan karena keuntungan lebih kecil daripada biaya dan tidak layak untuk diusahakan
- NPV = 0 : Usaha tidak menguntungkan tetapi juga tidak rugi, jadi tergantung penilaian subyektif pengambil keputusan

• *Payback Period (PP)*

Analisis PP dilakukan untuk mengetahui waktu pengembalian modal atau biaya awal yang digunakan sebagai investasi (*Initial Cash Investment*) dengan menggunakan aliran kas dalam suatu proyek usaha (Bosma *et al.*, 2012; Purnatiyo, 2014; Umar, 2001). Nilai PP disebut juga sebagai rasio keuntungan dan biaya dengan nilai perbandingan sekarang. Apabila nilai perbandingan keuntungan dengan biaya lebih besar atau sama dengan 1 artinya proyek tersebut dapat di jalankan. Secara matematis perhitungan PPC dapat dihitung dengan persamaan (5):

$$PP = \frac{\text{Investasi}}{\text{Keuntungan}} \times 1 \text{ tahun} \dots\dots\dots (5)$$

• *Break Event Point (BEP)*

Perhitungan BEP digunakan untuk menentukan batas minimum volume penjualan pada titik impas atau pada kondisi perusahaan tidak mengalami kerugian tetapi juga tidak mendapat keuntungan artinya jumlah penerimaan sama dengan jumlah biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi barang (Garrison, 2013; Munawir, 2012; Kharismawati *et al.*, 2021) sehingga dapat diarikan bahwa perhitungan BEP akan menunjukkan kondisi di mana hasil penjualan produksi sama dengan biaya produksi, sehingga pengeluaran sama dengan pendapatan. Nilai BEP akan menunjukkan laba bersih berada pada titik nol atau usaha tidak mendapatkan keuntungan. BEP akan memberikan gambaran kondisi penjualan produk yang harus dicapai untuk melalui titik impas tersebut, sehingga usaha dapat dikatakan mendapat untung. Menurut Jumingan (2006), penghitungan BEP dapat digunakan persamaan (6):

$$BEP = \frac{a + bx}{x} \quad \text{Atau} \quad BEP = \frac{a}{(p - b)} \dots\dots(6)$$

Keterangan:

- a : Fixed cost total atau total biaya tetap
- b : Variable cost unit atau biaya variabel per unit
- p : Harga jual per unit produk
- x : Unit produk yang dijual/diproduksi

Kriteria:

BEP produksi < jumlah produksi, maka usaha yang dijalankan berada pada posisi yang menguntungkan
 BEP produksi = jumlah produksi, maka usaha berada di titik impas (tidak mendapat laba juga tidak mengalami rugi)

BEP produksi > jumlah produksi, maka usaha yang dijalankan tidak mendapat keuntungan

BEP penjualan < harga jual, maka usaha menguntungkan

BEP penjualan = harga jual, maka usaha berada pada titik impas

BEP penjualan > harga jual, maka posisi usaha tidak menguntungkan

Analisis Kebutuhan Biaya Listrik Budi Daya Udang Vaname Sistem Intensif

Kebutuhan listrik pada budi daya udang vaname selama penelitian mencakup kebutuhan listrik untuk menggerakkan kincir air, penerangan pada pematang, dan kebutuhan listrik di rumah jaga. Adapun biaya listrik untuk kincir air selama proses produksi ditunjukkan oleh Gambar 4.

Dari hasil pengamatan selama dua siklus pemeliharaan, diketahui bahwa daya listrik yang digunakan untuk menggerakkan satu buah kincir adalah 0,75 kWh atau 2.160 kWh per siklus (Gambar 4). Oleh sebab itu, kebutuhan daya listrik

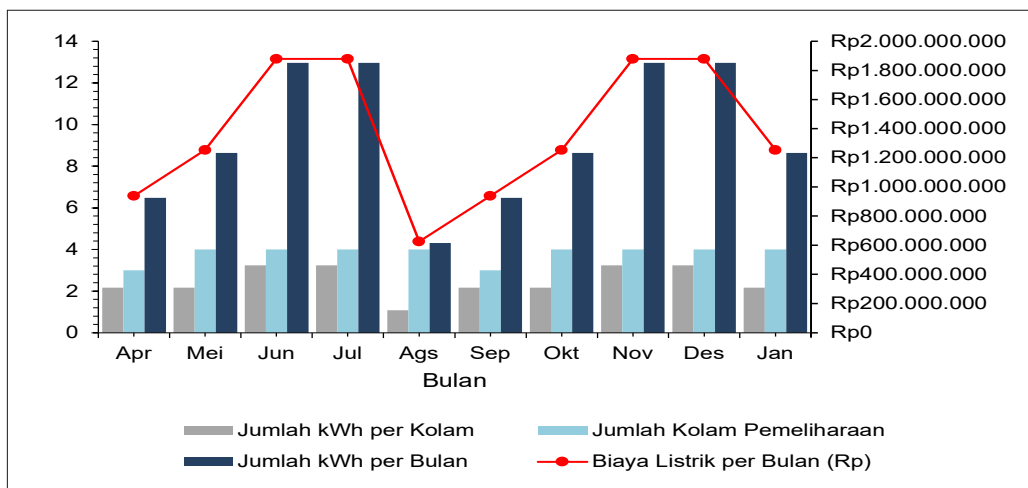
kincir air total untuk dua siklus budi daya adalah sebesar 95.040 kWh per tahun atau setara dengan Rp137.808.000. Biaya ini diperoleh dari penggunaan kincir air pada awal masa pemeliharaan hingga masa panen dengan penggunaan kincir air berkisar 2 - 6 buah setiap petak tambak dengan luas total 5.600 m².

Persentase biaya listrik untuk menggerakkan kincir tersebut terhadap total biaya listrik yang dibutuhkan adalah 85,58% atau 12,33% terhadap biaya variabel atau 7,93% dibandingkan total biaya produksi. Besarnya persentase biaya listrik untuk kincir menunjukkan bahwa kebutuhan listrik di tambak lebih banyak digunakan untuk menggerakkan kincir sebagai alat untuk meningkatkan oksigen terlarut pada media budi daya (Khatimah, 2019).

Biaya listrik untuk kincir selama masa pemeliharaan berfluktuasi sesuai dengan jumlah kincir yang digunakan. Hal ini bergantung pada kebutuhan selama proses pemeliharaan. Pada masa pakan buta atau masa awal pemeliharaan, kincir yang digunakan tidak terlalu banyak yakni hanya berkisar 2 - 3 buah kincir/kolam dan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya umur pemeliharaan. Hal ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Aljufri *et al.* (2021) dan Wafi & Ariadi, (2022) bahwa kebutuhan listrik untuk menggerakkan kincir air dengan kapasitas 2 HP dalam budi daya udang adalah 0,97 - 1,07 kWh dengan jumlah yang terus berfluktuatif selama masa periode budi daya udang.

Analisis Penurunan Biaya Listrik dengan Penggunaan Solar Panel

Penggunaan solar panel selama dua siklus pemeliharaan untuk mengganti kebutuhan listrik pada malam hari dapat menurunkan biaya listrik



Gambar 4. Kebutuhan Listrik untuk Kincir Air per Kolam Budi Daya pada Tahun 2021-2022.
 (Sumber: Data hasil survei, 2022)

yang diperlukan. Pada Gambar 5 menyajikan substitusi biaya listrik dengan penggunaan solar panel yang dilakukan pada malam hari selama 8 jam.

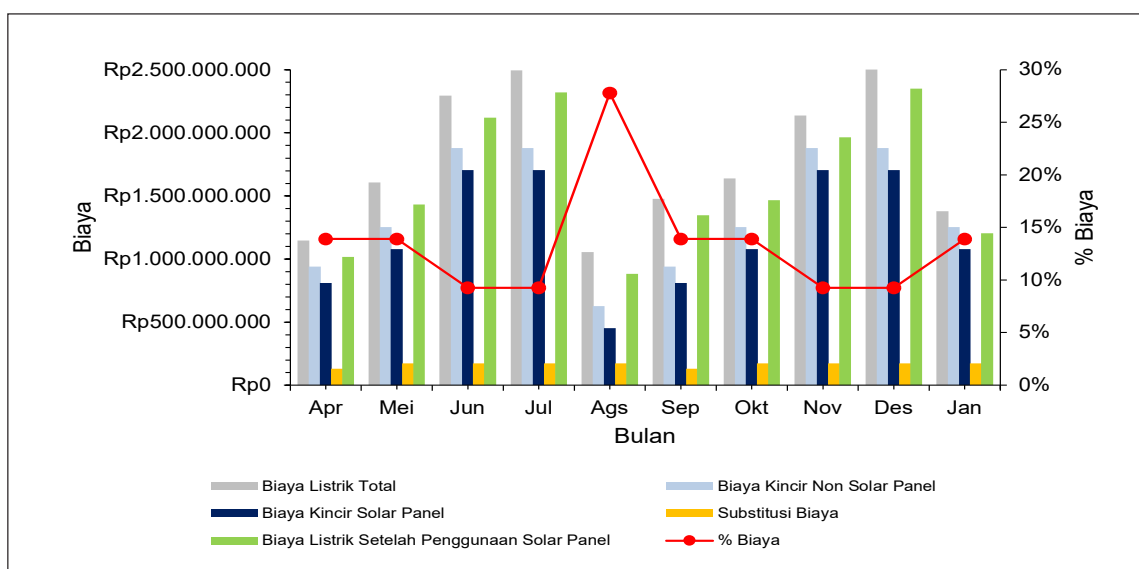
Biaya listrik untuk kincir mencapai 85,58% dari total biaya listrik keseluruhan. Substitusi biaya listrik selama satu tahun dengan penggunaan solar panel adalah Rp16.530.000 atau sebesar 11,99%. Berdasarkan Gambar 5, diketahui bahwa penggunaan solar panel akan menurunkan biaya listrik hingga 9,3% dari total keseluruhan biaya listrik non solar panel. Hasil ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Wang *et al.* (2019) yang mengaplikasikan solar panel pada kapal feri yang beroperasi di Laut Marmara, yaitu penggunaan solar panel dapat menghemat penggunaan biaya bahan bakar hingga 300.000 USD.

Penggunaan solar panel pada penelitian ini dilakukan selama 8 jam/hari dengan daya 960 kWh per solar panel. Digunakan satu buah solar panel dengan inverter 10.000 watt untuk satu kolam sehingga daya listrik yang dihasilkan adalah 10 kWh per hari atau 300 kWh/bulan. Masing-masing kolam budi daya membutuhkan jumlah kWh yang berbeda untuk menggerakkan kincir sesuai jumlah kincir yang digunakan. Pada penelitian Nugraha *et al.* (2020) diperoleh hasil perhitungan dari 14 buah solar panel dengan inverter- 230 VAC dihasilkan daya sebesar 58,76 kWh/hari. Daya yang dihasilkan oleh solar panel ditentukan oleh kondisi lingkungan seperti intensitas sinar matahari (Asy'ari *et al.*, 2012; Li *et al.*, 2021).

Solar panel yang digunakan pada penelitian ini merupakan solar panel tanpa sensor elemen untuk mendeteksi sinar matahari. Peletakan solar panel yang statis sangat memungkinkan terjadinya

penurunan voltase pada saat sudut element dan sinar matahari tidak tegak lurus. Rizk & Chaiko (2008) mengatakan bahwa peningkatan daya yang diperoleh dari sudut tegak lurus antara susunan elemen terhadap matahari dapat meningkatkan daya sebanyak 30% dengan hasil yang tetap stabil selama lebih dari 7 jam dan jauh lebih lama dibandingkan solar panel tanpa menggunakan sensor elemen pendeteksi sinar matahari.

Gambar 5 menunjukkan biaya listrik selama masa pemeliharaan adalah Rp161.027.635 dengan besar biaya listrik untuk kincir adalah Rp121.278.000. Setelah penggunaan solar panel, persentase biaya listrik untuk kincir adalah 75,31% atau mengalami penurunan sebesar 10,26% dari biaya listrik untuk kincir sebelum menggunakan solar panel. Persentase biaya listrik untuk kincir dengan solar panel jika dibandingkan dengan biaya total adalah 10,85% atau menurun sebesar 1,47% jika dibandingkan tanpa solar panel. Penggunaan solar panel selama 8 jam pada malam hari, terbukti dapat menghemat biaya listrik dan biaya total operasional selama masa pemeliharaan. Ioakeimidis *et al.* (2013) dan LiVecchi *et al.* (2019) juga menyatakan bahwa solar panel, salah satu sumber energi terbarukan yang potensial bagi dunia dengan manfaat seperti mengurangi emisi CO₂ dan meningkatkan inovasi pada industri akuakultur yang berkelanjutan sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan biaya pada proses produksi. Sementara Vo *et al.* (2021) menjelaskan bahwa solar panel adalah solusi yang efektif dan berkelanjutan untuk mengurangi biaya produksi budi daya udang di berbagai negara di dunia seperti Cina, Taiwan, Indonesia, Malaysia, Kanada, Bangladesh, dan Vietnam.



Gambar 4. Substitusi Biaya Listrik dengan Penggunaan Solar Panel.
 (Sumber: Data hasil survei, 2022)

Analisis Kelayakan Usaha Budi Daya Udang Vaname Non Solar Panel dan Dengan Solar Panel

Analisis kelayakan usaha dilakukan dengan memperhatikan biaya yang digunakan dan kriteria investasi seperti *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Net Benefit/Cost* (B/C) *ratio*, *Gross B/C ratio*, *Payback Period* (PBP) dan *Break Event Point* (BEP). Adapun biaya tetap terdiri dari gaji pegawai, biaya pemeliharaan per bulan dan listrik. Biaya variabel terdiri dari pembelian benur, pakan, vitamin, pupuk (untuk persiapan lahan) dan biaya panen. Sedangkan biaya investasi mencakup pembangunan tambak, pematangan pematang, plastik HDPE/wadah tambak, genset, pembangunan ruang genset, gudang, biaya pemeliharaan untuk mengganti alat-alat yang rusak, mess karyawan, kincir, instalasi listrik dan termasuk biaya untuk pengadaan solar panel. Hasil analisis ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa keuntungan pada budi daya yang menggunakan solar panel akan meningkat menjadi Rp737.857.306, dibandingkan tanpa penggunaan solar panel yaitu Rp510.259.671. Peningkatan keuntungan tersebut mencapai 44,60%. Peningkatan keuntungan ini berpengaruh terhadap analisis *R/C ratio* di mana pada budi daya yang menerapkan penggunaan solar panel nilai *R/C ratio* adalah 2,22 sedangkan pada budi daya tanpa penerapan solar panel nilai *R/C ratio* adalah 1,91. Analisis kelayakan *R/C ratio* memiliki arti bahwa setiap Rp1 yang dikeluarkan, maka akan memperoleh penerimaan sebesar Rp2,22 untuk budi daya udang yang menggunakan solar panel dan Rp1,91 pada budi daya tanpa penggunaan solar panel. Nilai *R/C ratio* yang lebih besar dari 1 dapat dikatakan bahwa usaha budi daya udang vaname layak untuk dijalankan (Kadariah & Gray, 1999).

Nilai *Return of Investment* (ROI) pada budi daya yang menggunakan solar panel adalah 1,56% dan budi daya tanpa solar sebesar 1,49%. Nilai tersebut tidak jauh berbeda pada budi daya yang menggunakan solar panel atau pun yang tidak. Nilai ROI memiliki arti bahwa semakin besar nilai ROI maka semakin efisien penggunaan modal investasi. *Net Present Value* (NPV) diperoleh sebesar Rp36.447.119 pada budi daya tanpa solar panel dan Rp52.704.093, pada budi daya yang menggunakan solar panel. Nilai NPV>0 adalah nilai NPV yang positif yang menunjukkan bahwa usaha budi daya tersebut menguntungkan dan dapat dilakukan (Creemers, 2018; Kadariah & Gray, 1999). *Payback periode* (PP) diperoleh sebesar 2,31 tahun atau 2 tahun 4 bulan pada budi daya tanpa solar panel dan sebesar 1,81 tahun atau 1 tahun 8 bulan pada budi daya dengan menggunakan solar panel. Nilai PP menunjukkan jangka waktu pengembalian modal yang digunakan sebagai investasi. Penghitungan *Break Even Point* (BEP) dilakukan pada BEP unit dan BEP harga. Pada budi daya tanpa solar panel, nilai BEP unit sebesar 18.678 kg dan nilai BEP harga sebesar Rp59.719. Sedangkan pada budi daya dengan solar panel, nilai BEP unit adalah 15.023 kg dan nilai BEP harga Rp52.801.

Setelah dilakukan analisis pada parameter finansial budi daya udang vaname pada tambak yang menggunakan solar panel, diperoleh hasil pendapatan bersih selama dua siklus yaitu Rp737.857.306. Keuntungan bersih ini diperoleh setelah pendapatan dikurangi dengan biaya yang dikeluarkan selama proses produksi yaitu sebesar Rp1.737.286.477. Hasil perhitungan *R/C ratio* adalah 2,22 yang menunjukkan bahwa hasil tersebut > 1, sehingga mengindikasikan bahwa usaha budi daya udang vaname dengan menggunakan solar panel menguntungkan

Tabel 2. Analisis Kelayakan Usaha Budi Daya Udang Vaname pada Tahun 2021-2022.

Parameter	Non Solar Panel	Solar Panel
Biaya Total	Rp1.964.884.112	Rp1.737.286.477
Biaya Tetap (FC)	Rp670.040.000	Rp620.000.000
Biaya Variabel (VC)	Rp1.294.844.112	Rp1.117.286.477
Investasi	Rp1.575.140.050	Rp1.663.140.050
Keuntungan	Rp510.259.671	Rp737.857.306
R/C rasio	1,91	2,22
ROI	1,57%	1,49%
NPV	Rp36.447.119	Rp52.704.093
PP	2,31 Tahun	1,81 Tahun
BEP unit	18.678 kg	15.023 kg
BEP harga	Rp59.719	Rp52.801

Sumber: Hasil Survei (2022).

dan dapat dilaksanakan. Hal tersebut juga ditunjang oleh nilai ROI sebesar 1,49% dan nilai PP 1,81 tahun. Nilai ROI positif menunjukkan kemampuan usaha dalam memaksimalkan keuntungan sehingga pengembalian modal dapat dilakukan sesuai tingkat pengembalian yang diharapkan oleh pemilik modal (Nuraini, 2015). Sedangkan nilai PP menunjukkan jangka waktu kemampuan usaha dalam mengembalikan modal yang digunakannya.

Nilai PP yang lebih rendah pada usaha budi daya dengan penggunaan solar panel menunjukkan waktu pengembalian modal yang lebih singkat dibandingkan pada budi daya tanpa menggunakan solar panel. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya penurunan biaya operasional sehingga meningkatkan keuntungan hingga 44,6%. Semakin tinggi keuntungan yang diperoleh akan semakin memperpendek waktu pengembalian modal. Hasil yang sama juga diperoleh pada penggunaan solar panel pada kapal di Laut Marmara, yaitu pengembalian modal dengan penggunaan solar panel dapat dilakukan kurang lebih 3 tahun dimana waktu pengembalian yang lebih lama akan berhubungan positif dengan efisiensi energi yang lebih rendah dan biaya investasi yang lebih tinggi (Wang *et al.*, 2019). Jangka waktu pengembalian modal yang lebih rendah pada usaha budi daya udang dengan menggunakan solar panel menunjukkan bahwa adanya efisiensi energi dan biaya investasi. Analisis untuk perhitungan BEP digunakan dua pendekatan yaitu BEP unit dan BEP

harga. BEP unit digunakan untuk memberikan gambaran terkait jumlah produksi minimal yang ditargetkan agar kegiatan usaha berada pada titik impas. Sedangkan BEP harga dihitung untuk mengetahui harga jual minimal pada posisi yang sama. Penentuan titik impas sebagai indikator usaha tidak menderita kerugian tetapi juga tidak memperoleh keuntungan. Tabel 2 menunjukkan BEP unit pada usaha budi daya udang dengan menggunakan solar panel lebih kecil daripada BEP unit pada usaha budi daya udang tanpa solar panel. Hal tersebut menunjukkan target produksi per siklus pada usaha budi daya dengan solar panel lebih rendah daripada target produksi pada usaha budi daya udang tanpa solar panel. Hal yang sama juga terjadi pada BEP harga, dengan harga jual Rp52.801 per kg, usaha budi daya tambak dengan penerapan solar panel sudah mencapai titik impas. Nilai tersebut lebih rendah daripada BEP harga pada budi daya udang tanpa penggunaan solar panel.

Indonesia memiliki sumber daya energi surya yang melimpah, namun kemajuan sosio-ekonomi dan teknologi energi ini masih mengalami kendala dalam pengaplikasiannya. Dari hasil analisis penelitian sebelumnya, terdapat 19 kunci permasalahan yang masuk ke dalam lima kategori hambatan besar yaitu ekonomi, teknik, kebijakan politik, sosial-kultural dan infrastruktur (Shahzad *et al.*, 2023) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Permasalahan Pengembangan Solar Panel dari Berbagai Aspek.

Aspek	Kunci Permasalahan	Sumber Referensi
Ekonomi	<ul style="list-style-type: none"> Kurangnya akses pada modal; Kendala anggaran; Risiko investasi dan biaya operasi tinggi. 	(Abdul <i>et al.</i> , 2023; Malik <i>et al.</i> , 2019)
Teknik	<ul style="list-style-type: none"> Terbatasnya fasilitas R&D; Terbatasnya subsidi dari pemerintah; Kurangnya teknologi atau pengetahuan teknis dari SDM; Belum berkembangnya tempat penyimpanan listrik yang sesuai. 	(Dulal <i>et al.</i> , 2013; Engelken <i>et al.</i> , 2016; Mishra & Behera, 2016; Yaqoot <i>et al.</i> , 2016)
Kebijakan politik	<ul style="list-style-type: none"> Kurangnya perusahaan lokal yang bergerak dibidang ini dan rendahnya inovasi; Ketidakstabilan politik; Kurangnya peraturan pemerintah yang mendukung; Kebijakan pemerintah yang tidak pasti; Kurangnya kesadaran publik. 	(Abdul <i>et al.</i> , 2023; Azadian & Radzi, 2013; Shahzad <i>et al.</i> , 2022)
Sosial-kultural	<ul style="list-style-type: none"> Persepsi yang belum jelas di kalangan masyarakat; Keengganan untuk mengubah sumber energi; Kurangnya motivasi investasi pada sektor ini. 	(Abdul <i>et al.</i> , 2023; Malik <i>et al.</i> , 2019)
Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> Infrastruktur pasar yang buruk; Kurangnya dukungan dari pemerintah dan swasta; Perusahaan yang bergerak masih dalam skala kecil/ <i>start-up</i>; Ketidakstabilan pasar. 	(Dulal <i>et al.</i> , 2013; Engelken <i>et al.</i> , 2016; Mishra & Behera, 2016; Yaqoot <i>et al.</i> , 2016)

Beberapa solusi yang direkomendasikan sebagai rencana aksi untuk mengatasi permasalahan pengembangan energi surya adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendorong penggunaan energi surya, pemerintah harus membentuk dan menciptakan kebijakan tentang mekanisme dan struktur keuangannya, pemberian subsidi, pemotongan pajak dan penghargaan finansial atau insentif kepada pengembang dan pengguna energi surya. Kebijakan ini harus menempatkan energi surya memiliki kedudukan yang sama dengan sumber energi terbarukan lainnya. Akses terhadap program bantuan seperti pinjaman juga harus disusun dengan baik melalui program yang menarik dan sederhana untuk para pengembang teknologi surya;
2. Kualitas dan kuantitas penelitian dan pengembangan (*research and development*) perlu ditingkatkan karena hal ini memberikan banyak nilai tambah bagi pengembangan industri energi surya. Hal ini dapat dilakukan dengan mengembangkan kerja sama internasional untuk memfasilitasi pertukaran pengetahuan dan teknologi serta pengembangan kompetensi tenaga ahli lokal;
3. Pemerintah harus berperan dalam mengembangkan nilai bisnis tenaga surya. Selain perumusan kebijakan dan undang-undang, beberapa faktor yang memengaruhi meliputi pemerintah melakukan advokasi tindakan legislatif penggunaan energi surya, perincian kerangka hukum dan peraturan, dan pembangunan sambungan jaringan listrik tenaga surya yang lebih mudah dan sederhana.

PENUTUP

Budi daya udang vaname membutuhkan biaya operasional yang cukup tinggi khususnya pada penggunaan kincir air yang dapat menelan biaya hingga 9,04% dari biaya total produksi selama masa pemeliharaan. Tingginya kebutuhan listrik yang mencapai hingga 95.040 kWh per tahun untuk empat kolam tambak dengan luas 5.600 m² menyebabkan penggunaan solar panel menjadi sebuah solusi yang baik. Selain disebabkan karena penggunaan energi terbarukan yang ramah lingkungan, penggunaan solar panel untuk mensubstitusi listrik telah menurunkan biaya operasional hingga 1,47% dan meningkatkan keuntungan usaha hingga 44,60% atau setara dengan Rp737.857.306,00. Penggunaan tenaga surya juga meningkatkan R/C rasio, ROI, NPV dan PP sebesar 2,22, 1,49%, Rp52.704.093,00 dan 1,81 tahun serta menurunkan BEP dengan

nilai 15.023 kg dan Rp52.801,00. Akan tetapi, pengembangan tenaga surya di Indonesia masih mengalami beberapa kendala di beberapa aspek yaitu ekonomi, teknik, kebijakan politik, sosial-kultural dan infrastruktur. Oleh sebab itu, peran pemerintah sebagai perumus kebijakan dan undang-undang sangat penting guna mengembangkan energi surya secara berkelanjutan. Pengembangan kerja sama internasional juga perlu dilakukan guna meningkatkan keterampilan tenaga ahli lokal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Politeknik Kelautan dan Perikanan Jember atas dukungannya sehingga penelitian dapat diselesaikan dengan baik.

PERNYATAAN KONTRIBUSI PENULIS

Dengan ini kami menyatakan bahwa kontribusi masing-masing penulis terhadap pembuatan karya tulis adalah: Resti Nurmala Dewi sebagai kontributor utama yang merancang ide dan mempersiapkan naskah. Desy Febrianti sebagai kontributor anggota, yang berkontribusi di dalam mengolah dan menganalisis data serta merekapitulasi hasil analisis menjadi informasi yang bermanfaat untuk penelitian ini. Penulis menyatakan bahwa telah melampirkan surat pernyataan kontribusi penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Aljufri, S. R., Abizar, A., & Setiawan, A. (2021). Preliminary design of shrimp pond paddle wheel powered by solar energy. *Jurnal Polimesin*, 19(1).
- Ariadi, H., & Puspitasari, M. N. (2022). Perbandingan pola kelayakan ekologis dan finansial usaha pada kegiatan budi daya udang vaname (*L. vannamei*). *Fish Scientiae*, 11(2), 125–138. <https://doi.org/10.20527/fishscientiae.v11i2.176>.
- Asy'ari, H., Jatmiko, & Angga. (2012). Intensitas cahaya matahari terhadap daya keluaran panel sel surya. Simposium Nasional RAPI XI FT UMS. <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/3930/E08.pdf;sequence=1>.
- Azadian, F., & Radzi, M. A. M. (2013). A general approach toward building integrated photovoltaic systems and its implementation barriers: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22, 527–538. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.01.056>.
- Babu, R. D., & Naik, M. J. (2014). Effect of density on growth and production of *Litopenaeus vannamei* of brackish water culture system in summer season with artificial diet in Prakasam District, India. *American International Journal of Research in Formal, Applied & Natural Sciences*, 5(1), 10–13.

- Behuria, P. (2020). The politics of late late development in renewable energy sectors: Dependency and contradictory tensions in India's National Solar Mission. *World Development*, 126, 104726. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104726>.
- Bosma, R. H., Tendencia, E. A., & Bunting, S. W. (2012). Financial feasibility of green-water shrimp farming associated with mangrove compared to extensive shrimp culture in the Mahakam Delta, Indonesia. *Asian Fisheries Science*, 25(3). <https://doi.org/10.33997/j.afs.2012.25.3.004>.
- Campana, P. E., Wästhage, L., Nookuea, W., Tan, Y., & Yan, J. (2019). Optimization and assessment of floating and floating-tracking PV systems integrated in on- and off-grid hybrid energy systems. *Solar Energy*, 177, 782–795. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.11.045>.
- Chaithanakulwat, A. (2019). Design of solar-powered aeration system for shrimp ponds of farmers in Thailand. *European Journal of Electrical Engineering*, 21(6), 539–546. <https://doi.org/10.18280/ejee.210608>.
- Creemers, S. (2018). Moments and distribution of the net present value of a serial project. *European Journal of Operational Research*, 267(3), 835–848. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.12.039>.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budi daya. (2021, 16 September). Budi daya udang vaname di tambak milenial (Millennial Shrimp Farming/MSF). <https://kkp.go.id/djpb>. <https://kkp.go.id/djpb/bpbapsitubondo/artikel/34255-budi-daya-udang-vaname-di-tambak-milenial-millennial-shrimp-farming-msf>.
- Dulal, H. B., Shah, K. U., Sapkota, C., Uma, G., & Kandel, B. R. (2013). Renewable energy diffusion in Asia: Can it happen without government support? *Energy Policy*, 59, 301–311. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.03.040>.
- Engelken, M., Römer, B., Drescher, M., Welp, I. M., & Picot, A. (2016). Comparing drivers, barriers, and opportunities of business models for renewable energies: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 795–809. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.163>.
- Entele, B. R. (2020). Analysis of households' willingness to pay for a renewable source of electricity service connection: Evidence from a double-bounded dichotomous choice survey in rural Ethiopia. *Heliyon*, 6(2), e03332. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03332>.
- Evalina, N., Pasaribu, F. I., Syahputra, M. A., Indrayani, & Rahayu, T. (2022). Pemanfaatan kincir air untuk tambak udang di Desa Pematang Guntung. *Semnastek UISU*, 97–99.
- Garrison, H. R. (2013). Akuntansi manajerial. Salemba Empat.
- Harisjon, H., Hermansyah, B., Tashwir, T., Subiantoro, R. A., & Samsi, S. (2021). Penerapan kincir air tenaga surya untuk tambak udang vanname. *Aurelia Journal*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.15578/aj.v3i1.10200>.
- Ioakeimidis, C., Polatidis, H., & Haralambopoulos, D. (2013). Use of renewable energy in aquaculture: An energy audit case-study analysis. *Global NEST Journal*, 15(3), 282–294.
- Jayanti, S. L. L., Atjo, A. A., Fitriah, R., Lestari, D., & Nur, M. (2022). Pengaruh perbedaan salinitas terhadap pertumbuhan dan sintasan larva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Aquacoastmarine: Journal of Aquatic and Fisheries Sciences*, 1(1), 40–48. <https://doi.org/10.32734/jafs.v1i1.8617>.
- Jumingan. (2006). Analisis laporan keuangan. PT Bumi Aksara.
- Kadariah, L. K., & Gray, C. (1999). Pengantar evaluasi proyek. Universitas Indonesia.
- Kaligis, E. (2015). Respons pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di media rendah dengan pemberian pakan protein dan kalsium berbeda. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 7(1). <https://media.neliti.com/media/publications/98698-ID-none.pdf>.
- Kappagantu, R., Daniel, S. A., & Venkatesh, M. (2015). Analysis of rooftop solar PV system implementation barrier in puducherry smart grid pilot project. *Procedia Technology*, 21, 490–497. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2015.10.033>.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2019, 11 Desember). Komoditas udang nasional diprediksi mampu dongkrak ekspor perikanan Indonesia. kkp.go.id. <https://kkp.go.id/artikel/7869-komoditas-udang>.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2022). Percepat program prioritas, KKP gelar pelatihan budi daya hingga olahan ikan. kkp.go.id. <https://kkp.go.id/artikel/40934-percepat-program-prioritas-kkp-gelar-pelatihan-budidaya-hingga-olahan-ikan#:~:text=%E2%80%9CTahun%202022%2C%20KKP%20telah%20menetapkan,lokal%20serta%20Kampung%20Nelayan%20Maju>
- Khatimah, K. (2019). Analisis kelayakan finansial budi daya udang vannamei di Desa Parangtritis, DIY. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 3(1), 21–32. <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2019.003.01.3>.
- Kharismawati, Z., Dewi, I., & Zaenuddin. (2021). Analisis break even point (BEP) sebagai Alat perencanaan laba bagi manajemen. *Conference on Economic and Business Innovation*, 34–45.
- Laksana, E. P., Prabowo, Y., Sujono, S., Sirait, R., Fath, N., Priyadi, A., & Purnomo, M. H. (2021). Potential usage of solar energy as a renewable energy source in Petukangan Utara, South Jakarta. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 17(4). <https://doi.org/10.17529/jre.v17i4.22538>.
- Li, Z., Yang, J., & Dezfuli, P. A. N. (2021). Study on the influence of light intensity on the

- performance of solar cell. *International Journal of Photoenergy*, 2021, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2021/6648739>.
- LiVecchi, A., Copping, A., Jenne, D., Gorton, A., & Preus, R. (2019). *Powering the blue economy; exploring opportunities for marine renewable energy in maritime markets*. <https://tethys.pnnl.gov/>. <https://tethys.pnnl.gov/publications/powering-blue-economy-exploring-opportunities-marine-renewable-energy-maritime-markets>.
- Malik, K., Rahman, S. M., Khondaker, A. N., Abubakar, I. R., Aina, Y. A., & Hasan, M. A. (2019). Renewable energy utilization to promote sustainability in GCC countries: policies, drivers, and barriers. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(20), 20798–20814. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05337-1>.
- Mandelli, S., Barbieri, J., Mereu, R., & Colombo, E. (2016). Off-grid systems for rural electrification in developing countries: Definitions, classification and a comprehensive literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58, 1621–1646. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.338>.
- Mangampa, M., & Suwoyo, H. S. (2016). Budi daya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) teknologi intensif menggunakan benih tokolan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 5(3), 351. <https://doi.org/10.15578/jra.5.3.2010.351-361>.
- Margana, Wahyono, Hermawan, B. M., Purwati, W., Suwarti, Aulia, N. F., & Solikhin, A. R. (2023). Study of solar power plants as an aerator driver based on the internet of things (IoT). *Eksergi*, 19(2), 68–72.
- Mishra, P., & Behera, B. (2016). Socio-economic and environmental implications of solar electrification: Experience of rural Odisha. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 56, 953–964. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.11.075>.
- Munawir. (2012). Analisis laporan keuangan (4th ed.). Liberty.
- Nababan, E., Putra, I., & Rusliadi. (2015). Pemeliharaan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan persentase pemberian pakan yang berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 3(2), 1–9. https://digilib.unri.ac.id/index.php?p=show_detail&id=59260&keywords.
- Nookuea, W., Campana, P. E., & Yan, J. (2016). Evaluation of solar PV and wind alternatives for self-renewable energy supply: Case study of shrimp cultivation. *Energy Procedia*, 88, 462–469. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.06.026>.
- Nugraha, A., Yustiati, A., & Andriani, Y. (2022). Vannamei techniques culture in various aquaculture systems: Review. *Jurnal Perikanan Mataram*, 2(1), 26–36.
- Nugraha, I. M. A., Desnanjaya, I. G. M. N., Serihollo, L. G. G., & Siregar, J. S. M. (2020). Perancangan hybrid system PLTS dan generator sebagai catu daya tambahan pada tambak udang vaname: Studi Kasus Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 19(1), 121. <https://doi.org/10.24843/MITE.2020.v19i01.P18>.
- Nuraini, N. (2015). Penilaian kinerja keuangan perusahaan menggunakan analisis return on investment (ROI) dengan pendekatan du pont system dan residual income (RI) (Studi pada perusahaan kosmetik dan keperluan rumah tangga yang listing di Bursa Efek Indonesia) tahun 2011-2013. [Tesis, Brawijaya University]. UB Repository. <http://repository.ub.ac.id/>.
- OrangeSmile. (2023, 16 Juni). Detailed hi-res maps of Bali for download or print. OrangSmile.com. <https://www.orangesmile.com/travelguide/bali/high-resolution-maps.htm>.
- Palupi, M., Fitriadi, R., Wijaya, R., Raharjo, P., & Nurwahyuni, R. (2021). Diversity of phytoplankton in the whiteleg (*Litopenaeus vannamei*) shrimp ponds in the south coastal area of Pangandaran, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(1). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230115>.
- Phu, H. M., & Nguyen, T. T. (2022). Solar energy research for the design and manufacturing of oxygen aerator model for shrimp farming. *Journal of Physics: Conference Series*, 2199(1), 012028. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2199/1/012028>.
- Purnatiyo, D. (2014). Analisis kelayakan investasi alat DNA real time thermal cyclor (Rt-Pcr) untuk pengujian gelatin. *Jurnal Pasti*, 8(2), 212–216.
- Rahim, Rukmana, M. R. A., Landu, A., & Asni. (2021). Budi daya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) super intensif dengan padat tebar berbeda menggunakan sistem zero water discharge. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(3), 595–602.
- Rizk, J., & Chaiko, Y. (2008). Solar tracking system: more efficient use of solar panels. *World Academy of Science, Engineering and Technology*.
- Shahzad, K., Abdul, D., Umar, M., Safi, A., Maqsood, S., Baseer, A., & Lu, B. (2023). Analysis of obstacles to adoption of solar energy in emerging economies using spherical fuzzy AHP decision support system: A case of Pakistan. *Energy Reports*, 10, 381–395. <https://doi.org/10.1016/j.egypr.2023.06.015>.
- Shahzad, K., Lu, B., & Abdul, D. (2022). Entrepreneur barrier analysis on renewable energy promotion in the context of Pakistan using Pythagorean fuzzy AHP method. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(36), 54756–54768. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19680-3>.
- Sindhu, S., Nehra, V., & Luthra, S. (2017). Investigation of feasibility study of solar farms deployment using hybrid AHP-TOPSIS analysis: Case study of India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, 496–511. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.135>.

- Soebjaktjo. (2020). Strategi pengembangan bisnis budi daya udang. DJPB.
- Soekartawi. (2003). Teori ekonomi produksi dengan pokok bahasan analisis Cobb Douglas. PR Raja Grafindo Persada.
- Umar, H. (2001). Strategic management in action. Gramedia Pustaka Utama.
- Vo, T. T. E., Ko, H., Huh, J.-H., & Park, N. (2021). Overview of solar energy for aquaculture: The potential and future trends. *Energies*, *14*(21), 6923. <https://doi.org/10.3390/en14216923>.
- Wafi, A., & Ariadi, H. (2022). Estimasi daya listrik untuk produksi oksigen oleh kincir air selama periode “blind feeding” budi daya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Saintek Perikanan : Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, *18*(1), 19–35. <https://doi.org/10.14710/ijfst.18.1.19-35>.
- Wang, H., Oguz, E., Jeong, B., & Zhou, P. (2019). Life cycle and economic assessment of a solar panel array applied to a short route ferry. *Journal of Cleaner Production*, *219*, 471–484. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.124>.
- Widayana, G. (2012). Pemanfaatan energi surya. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, *9*(1). <https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v9i1.2876>.
- Yaqoot, M., Diwan, P., & Kandpal, T. C. (2016). Review of barriers to the dissemination of decentralized renewable energy systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *58*, 477–490. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.224>.