



JURNAL REKAYASA, TEKNOLOGI, DAN SAINS
 ISSN 2541-4750 (Print)
 ISSN 2549-984X (Online)

INFORMASI ARTIKEL

Received: November, 24, 2025

Revised: January, 31 2025

Available online: January, 31 2025

at : <http://ejournalmalahayati.ac.id/index.php/teknologi/index>

Aplikasi *prototype* solar panel tenaga surya sebagai sumber listrik alternatif pada aerator budidaya udang vanname saat pln padam

Nurjan Didik Purwanto^{1*}, Dwi Ferdiana¹, Ririn Ramadani², Ria Fikasa¹

1. Program Studi Mekanisasi Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Lampung

2. Program Studi Budidaya Perikanan Jurusan Perikanan Politeknik Negeri Lampung

Koresponden Penulis: Nurjan Didik Purwanto*. Email: nurjanpurwanto@polinela.ac.id.

ABSTRAK

Udang oleh masyarakat Indonesia. Konsumsi udang masyarakat Indonesia mencapai 50%. Indonesia merupakan negara nomor empat sebagai produsen (pengekspor) udang di dunia dengan tujuan ekspor utama ke negara Amerika Serikat yang memiliki tingkat konsumsi udang mencapai 1.134 kg/tahun merupakan salah satu jenis komoditas perikanan yang menjadi sumber protein yang paling digemari. Salah satu kendala pengembangan budidaya udang di Indonesia adalah meningkatnya kebutuhan energi listrik tiap tahunnya. Untuk mengatasi hal tersebut, energi terbarukan merupakan solusi bagi kebutuhan listrik untuk operasional budidaya dengan segala kelebihannya. Energi terbarukan yang paling banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik pada budidaya udang adalah energi matahari (surya), energi surya merupakan energi alternatif yang murah, tersedia secara gratis, terutama di daerah tropis. Energi listrik ini digunakan untuk menghidupkan aerator pada kolam budidaya udang, terutama udang Vanname. Salah satu aspek terpenting dalam pengelolaan kualitas air budidaya udang adalah konsentrasi oksigen terlarut yang dibutuhkan bagi ekosistem perairan agar udang tetap hidup sehat dan juga segar, tetapi saat konsentrasi oksigen di bawah 3 mg/L, maka dapat membuat udang stress dan menurunkan daya tahan tubuhnya. Jika konsentrasi oksigen menyentuh angka di bawah 1,5 mg/L maka dalam beberapa jam udang akan mati, karena udang sangat rentan ketika kekurangan oksigen, maka dengan pemanfaatan energi surya sebagai pengganti sumber Listrik alternatif ketika PLN padam, diharapkan dapat membantu mengurangi tingkat kematian udang Vanname.

Kata Kunci: udang vanname, peningkatan energi listrik, energi terbarukan, energi surya, pengaruh konsentrasi oksigen terhadap udang vanname.

ABSTRACT

Solar Panel Prototype Application As An Alternative Electricity Source In Vannamee Shrimp Cultivation Aerator During Pln Power Outages. Shrimp is a fishery commodity that is a popular source of protein for Indonesians. Indonesian shrimp consumption reaches 50%. Indonesia is the fourth-largest shrimp producer (exporter) in the world, with the primary export destination being the United States, where shrimp consumption reaches 1,134 kg per person per year. One of the obstacles to developing shrimp farming in Indonesia is the increasing need for electricity every year. To overcome this, renewable energy is a solution for electricity needs for cultivation operations with all its advantages. The most widely used renewable energy to meet electricity needs in shrimp farming is solar energy, solar energy is a cheap alternative energy, available for free, especially in tropical areas. This electrical energy is used to operate the aerator in shrimp farming ponds, especially Vannamee shrimp. One of the most important aspects in managing the water quality of shrimp farming is the concentration of dissolved oxygen needed for the aquatic ecosystem so that shrimp remain healthy and fresh, but when the oxygen concentration is below 3 mg/L, it can make shrimp stressed and reduce their immune system

and if the oxygen concentration touches the number below 1.5 mg/L then within a few hours the shrimp will die, because shrimp are very vulnerable when lacking oxygen, then by utilizing solar energy as a substitute for alternative electricity sources when PLN off, it is hoped that it can help reduce the mortality rate of Vannamee shrimp.

Keywords: *vanamee shrimp, increase in electrical energy renewable energy, solar energy, the effect of oxygen concentration on vannamee shrimp.*

1. LATAR BELAKANG

Udang merupakan salah satu komoditas perikanan yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta berperan penting dalam pemenuhan kebutuhan protein hewani masyarakat di berbagai negara. Secara global, permintaan terhadap produk udang terus mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan populasi, peningkatan pendapatan masyarakat, serta perubahan pola konsumsi menuju sumber protein yang lebih sehat. Kondisi ini menjadikan komoditas udang sebagai salah satu produk perikanan dengan nilai perdagangan internasional yang sangat besar. Indonesia sebagai negara maritim memiliki potensi besar dalam pengembangan sektor budidaya udang. Bahkan, Indonesia tercatat sebagai salah satu produsen dan eksportir utama udang di dunia dengan pasar ekspor utama ke Amerika Serikat, Jepang, dan Uni Eropa (Setiyanto, 2005; Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2021).

Tingginya permintaan pasar tersebut mendorong peningkatan produksi udang melalui kegiatan budidaya, khususnya budidaya udang vannamee (*Litopenaeus vannamei*), yang saat ini menjadi komoditas unggulan dalam industri akuakultur. Budidaya udang vannamee berkembang pesat karena memiliki tingkat pertumbuhan yang relatif cepat, tingkat kelangsungan hidup yang tinggi, serta mampu dibudidayakan pada berbagai sistem tambak intensif maupun semi-intensif. Namun demikian, sistem budidaya intensif memerlukan dukungan teknologi serta penggunaan energi yang cukup besar untuk menjaga kondisi lingkungan tambak tetap optimal.

Salah satu tantangan utama dalam kegiatan budidaya udang adalah tingginya kebutuhan energi listrik dalam operasional tambak. Energi listrik dibutuhkan untuk mengoperasikan berbagai peralatan penting, seperti kincir air (aerator), pompa air, serta sistem pencahayaan tambak. Aerator khususnya merupakan komponen yang sangat vital karena berfungsi untuk menjaga sirkulasi air serta mempertahankan kadar oksigen terlarut di dalam tambak. Penggunaan peralatan tersebut secara terus-menerus menyebabkan biaya operasional budidaya menjadi cukup tinggi, terutama akibat ketergantungan terhadap pasokan listrik dari jaringan listrik konvensional.

Selain masalah biaya operasional,

ketergantungan terhadap sumber energi listrik konvensional juga menimbulkan kerentanan terhadap gangguan pasokan listrik. Pemadaman listrik yang terjadi pada wilayah budidaya dapat menyebabkan sistem aerasi berhenti beroperasi, sehingga berpotensi menurunkan kadar oksigen terlarut dalam waktu singkat. Berdasarkan laporan dari PLN Lampung, rata-rata durasi pemadaman listrik dapat mencapai sekitar tiga jam. Kondisi tersebut dapat menimbulkan risiko serius terhadap keberlangsungan budidaya udang, terutama pada sistem budidaya intensif yang memiliki kepadatan tebar tinggi.

Kualitas air merupakan faktor kunci yang menentukan keberhasilan budidaya udang, terutama terkait dengan konsentrasi oksigen terlarut (dissolved oxygen). Oksigen terlarut berperan penting dalam proses respirasi, metabolisme, serta pertumbuhan udang. Konsentrasi oksigen terlarut yang ideal untuk budidaya udang umumnya berada di atas 4 mg/L. Apabila kadar oksigen terlarut menurun hingga di bawah 3 mg/L, udang dapat mengalami stres fisiologis yang berdampak pada penurunan nafsu makan dan pertumbuhan. Bahkan, jika kadar oksigen terlarut turun hingga di bawah 1,5 mg/L dalam periode tertentu, kondisi tersebut dapat menyebabkan kematian massal pada udang (Boyd & Tucker, 2012; Avnimelech, 2015). Oleh karena itu, keberadaan sistem aerasi yang stabil dan berkelanjutan menjadi sangat penting dalam menjaga kualitas lingkungan tambak.

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi dalam sektor akuakultur, pemanfaatan energi terbarukan mulai dikembangkan sebagai alternatif sumber energi yang lebih efisien dan berkelanjutan. Beberapa negara dengan teknologi akuakultur yang lebih maju, seperti China dan Norwegia, telah mulai mengintegrasikan sistem energi terbarukan dalam kegiatan budidaya perikanan untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil serta menekan biaya operasional produksi (Boyd, 2015; FAO, 2020). Salah satu sumber energi terbarukan yang paling potensial untuk dikembangkan adalah energi surya.

Energi surya memiliki berbagai keunggulan, antara lain bersifat ramah lingkungan, tersedia secara melimpah, serta tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca selama proses pemanfaatannya. Selain itu, energi surya sangat cocok diterapkan

pada wilayah tropis seperti Indonesia yang memiliki intensitas radiasi matahari relatif tinggi sepanjang tahun. Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), rata-rata potensi energi surya di Indonesia berkisar antara 4,5–5,5 kWh/m² per hari. Potensi tersebut menunjukkan bahwa energi surya sangat memungkinkan untuk dikembangkan sebagai sumber energi alternatif pada berbagai sektor, termasuk sektor budidaya perikanan (Kementerian ESDM, 2020).

Meskipun demikian, pemanfaatan energi surya dalam kegiatan budidaya perikanan di Indonesia masih relatif terbatas dan belum banyak diaplikasikan secara luas pada sistem budidaya udang. Penelitian mengenai integrasi sistem pembangkit listrik tenaga surya dalam operasional tambak, khususnya untuk mendukung sistem aerasi dalam menjaga kestabilan oksigen terlarut, masih perlu dikembangkan lebih lanjut. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (research gap) terkait pemanfaatan energi terbarukan dalam sistem budidaya udang yang berkelanjutan.

Berdasarkan kondisi tersebut, pengembangan sistem energi surya sebagai sumber energi alternatif untuk mengoperasikan sistem aerasi pada budidaya udang vannamei menjadi sangat penting untuk dikaji. Pemanfaatan energi surya diharapkan tidak hanya mampu mengurangi ketergantungan terhadap listrik konvensional, tetapi juga dapat meningkatkan efisiensi operasional tambak, menjaga stabilitas kadar oksigen terlarut dalam air, serta mendukung keberlanjutan sistem budidaya udang di Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanisasi Pertanian dan Laboratorium Perikanan II, Politeknik Negeri Lampung, dimulai bulan Mei 2025 dan direncanakan selesai di bulan Oktober 2025.

2.2 Alat dan Bahan

1) Alat

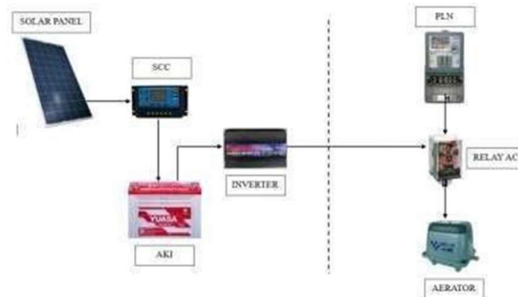
Alat yang digunakan dalam Penelitian ini antara lain: Obeng, Tang Kombinasi, Gunting Seng, Multimeter Digital, Bor Listrik, Ampere Meter dan Gerida Listrik.

2) Bahan

Bahan yang digunakan dalam Penelitian ini antara lain: Kolam Plastik Diameter 2.9 M, Aerator Type HP100/95 Watt, Solar Panel 200 WP, Aki 12 Volt/ 80 Ah, Inverter 1000 Watt, SCC 20 Ampere, dan Amper Meter.

2.3 Desain Rancangan Pembuatan Alat Penelitian

Desain Rancangan alat Penelitian yang berjudul “Aplikasi *Prototype* Solar Panel Tenaga Surya Sebagai Sumber Listrik Alternatif Pada Aerator Budidaya Udang Vanname Saat PLN Padam adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Desain Rancangan Alat Penelitian

2.4 Prinsip Kerja Alat Penelitian

Prinsip kerja dari penelitian yang dibuat adalah suatu sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) dimana ketika listrik PLN padam maka, alat ini berfungsi memindahkan (Transfer) sumber daya listrik PLN ke sumber daya listrik tenaga surya dan ini bersifat sementara. Ketika listrik PLN hidup kembali, maka sumber daya listrik akan berpindah kembali secara otomatis. Jadi fungsi utama dari alat penelitian ini adalah sebagai pengganti listrik sementara saat PLN padam untuk menghidupkan kembali aerator.

2.5 Uji Kinerja Alat Penelitian

Uji kinerja alat dilakukan untuk mendapatkan data sebagai berikut :

1) Pengisian Aki Yang Maksimal.

Pengisian aki merupakan hal yang penting dalam penelitian ini, dimana indikator pengisian aki ini dapat dilihat dari tegangan output solar panel yang menuju ke SCC, yang nantinya SCC akan mengatur tegangan masuk ke aki akibat dari intensitas sinar matahari yang menerpa solar panel, sehingga didapatkan tegangan maksimum yang dapat disimpan oleh aki.

2) Uji Waktu Penggunaan Baterai yang Dibebankan ke Aerator

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa lama energi surya yang tersimpan pada aki dapat digunakan untuk mensuplai daya listrik pada aerator.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Desain Alat Penelitian

Desain alat penelitian aplikasi *prototype* Solar

Panel Sebagai Pengganti Sumber Listrik Saat PLN Padam Pada Aerator Budidaya Udang Vanname dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Hasil Desain Alat Penelitian

Prototype Solar Panel Sebagai Pengganti Sumber Listrik Saat PLN Padam Pada Aerator Budidaya Udang Vanname ini memiliki dimensi 215 x 84 x 110 cm. alat ini menggunakan aki sebagai sumber tenaga utamanya. Untuk mengisi daya aki yang telah habis dipakai, penulis menggunakan solar panel 50 wp sebanyak 4 unit. Pengisian daya aki dari solar panel tentunya masih belum stabil, untuk menstabilkan voltase pengisian aki dari solar panel menggunakan SCC (solar charge controller) 20 A. Arus keluaran dari SCC adalah arus DC, untuk mengubahnya menjadi arus AC dibutuhkan inverter 1000 watt agar bisa digunakan untuk menghidupkan aerator. Untuk sistem saklar otomatis, digunakan 2 buah relay AC 8 pin. Berikut di bawah ini adalah komponen – komponen rangkaian sistem *prototype* solar panel sebagai pengganti sumber listrik saat pln padam pada aerator budidaya udang vanname. Pada alat penelitian ini juga terdapat panel kontrol yang berfungsi untuk mengontrol sistem pengisian baterai dan peralatan lain seperti, inverter, SCC, MCB, *relay* dan *pilot lamp*. Komponen tersebut merupakan komponen utama dalam sistem ini, yaitu sebagai sistem ATS (*Automatic Transfer System*) atau saklar otomatis dari listrik ke solar panel. Adapun desain panel kontrol dan sistem ATS alat penelitian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Panel Kontrol sistem ATS

3.2 Pengujian Alat Penelitian

Pengujian alat ini dilaksanakan pada tanggal 8 September 2025 di Laboratorium Mekanisasi Pertanian dan Laboratorium Perikanan II, Politeknik Negeri Lampung. Pengujian ini dilakukan 2 kali pengujian pada aerator hibbow dan aerator resun untuk setiap 1 kali pengujian. Data yang diambil arus, tegangan, dan kondisi cuaca. Tujuan pengambilan data untuk menghitung kebutuhan konsumsi daya listrik dan waktu penggunaan sistem untuk *mem-back up* sumber arus listrik saat listrik PLN padam. Pengujian tersebut meliputi:

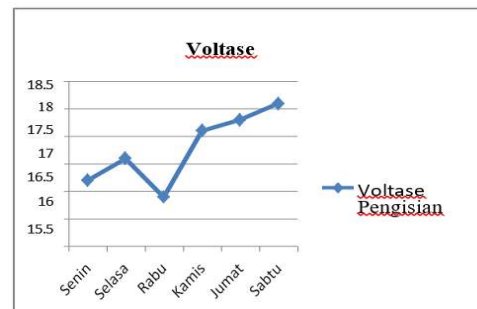
a. Pengujian Pengisian Aki

Waktu yang dibutuhkan oleh suatu sistem untuk mengisi aki dari yang sebelumnya tidak penuh (0 Volt) hingga terisi penuh. Data hasil pengisian aki untuk menentukan berapa lama waktu untuk pengisian aki (*recharger*) dari sistem. Tabel indikator pengisian aki dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengisian Aki

Waktu (hari)	Pengisian Aki (V)	Kondisi Cuaca
Senin	16.7	Mendung
Selasa	17.1	Panas
Rabu	16.4	Hujan
Kamis	17.6	Panas
Jumat	17.8	Panas
Sabtu	18.1	Panas

Sumber: Data Primer, 2025



Gambar 4. Grafik Pengisian Aki

Berdasarkan hasil pengujian di atas diperoleh pengisian aki dengan kondisi cuaca

mendung didapatkan tegangan sebesar 16.7 V, untuk pengisian aki dengan kondisi cuaca hujan didapatkan tegangan sebesar 16.4 V, dan untuk kondisi cuaca panas didapatkan hasil pengisian yang paling tinggi 18.1 V. Voltase pengisian aki dapat berbeda – beda sesuai dengan kondisi cuaca pada saat pengambilan data.

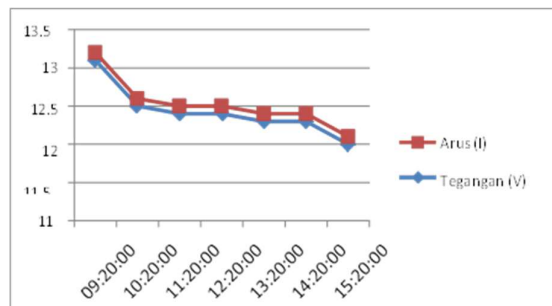
b. Uji Waktu Penggunaan Baterai yang di Bebankan ke Aerator

Uji waktu penggunaan baterai yang di bebaskan ke aerator bertujuan untuk mengetahui berapa lama baterai dapat memback up aerator pada saat listrik PLN padam. Data uji waktu penggunaan baterai yang di bebaskan ke aerator dapat dilihat pada tabel 2, tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 2. Data Hasil Waktu Penggunaan Baterai Pada Aerator Hibblow

Waktu (Jam)	Tegangan (V)	Arus (I)
09.20	13.1	0.1
10.20	12.5	0.1
11.20	12.4	0.1
12.20	12.4	0.1
13.20	12.3	0.1
14.20	12.3	0.1
15.20	12.0	0.1

Sumber: Data Primer, 2025



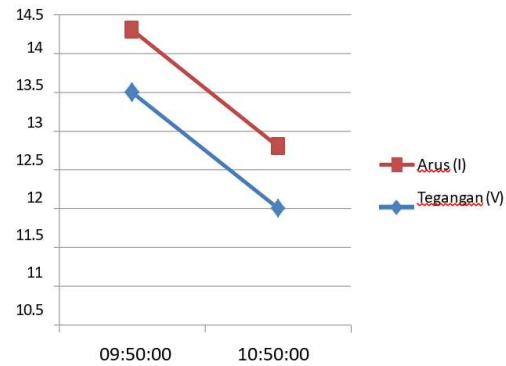
Gambar 5. Grafik Penggunaan Baterai ke Aerator 1(Hibblow)

Tabel 3. Data Hasil Waktu Penggunaan Baterai Ke Aerator Resun

Waktu (Jam)	Tegangan (V)	Arus (I)
13.45	13.5	0.2
14.45	13.0	0.2
15.45	12.6	0.2

Waktu (Jam)	Tegangan (V)	Arus (I)
16.45	12.5	0.2

Sumber: Data Primer, 2025

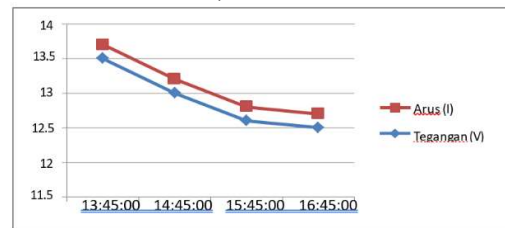


Gambar 6. Grafik Penggunaan Baterai ke Aerator 2 (Resun)

Tabel 4. Data Hasil Waktu Penggunaan Baterai Ke Aerator Hibblow Dan Resun

Waktu (Jam)	Tegangan (V)	Arus (I)
09.50	13.5	0.8
10.50	12.0	0.8

Sumber: Data Primer, 2025



Gambar 7. Grafik Penggunaan Baterai ke Aerator 2 (Resun)

Berdasarkan hasil pengujian di atas diperoleh waktu penggunaan baterai untuk memback up aerator ketika listrik PLN padam. Pada saat menggunakan aerator hibblow didapatkan waktu untuk penggunaan baterai selama 6 jam dengan tegangan awal 13.1 V dan tegangan akhirnya 12.0 V dengan arus 0,1 A. Sedangkan untuk aerator resun didapatkan waktu penggunaan baterai selama 3 jam dengan tegangan awal 13.5 V dan tegangan akhirnya 12.5 V dengan arus sebesar 0.2 A. Untuk penggunaan kedua aerator tersebut didapatkan waktu penggunaan baterai selama 1 jam dengan tegangan awal 13.5 V dan tegangan akhirnya 12.0 dengan arus 0.8 A. Penggunaan baterai untuk setiap aerator berbeda karena arus untuk aerator hibblow 0.1 A, sehingga

jika berdasarkan perhitungan konsumsi daya nya sebesar 132 watt dan untuk aerator resun arus yang didapatn sebesar 0.2 A sehingga untuk konsumsi daya nya sebesar 164 watt, sedangkan untuk aerator hibblow dan resun ketika digunakan secara bersamaan arus yang didapatkan sebesar 0.8 A, sehingga konsumsi daya listrik yang juga pasti sangat besar. Jadi semakin besar arus maka waktu penggunaan baterai juga akan semakin cepat.

4. SIMPULAN

Dari data dan pembahasan yang dituangkan dalam penelitian ini dihasilkan aplikasi *prototype* solar panel sebagai pengganti sumber listrik saat PLN padam pada aerator budidaya udang vanname dengan dimensi 215 x 84 x 110 cm. Selain itu hasil uji aplikasi *prototype* solar panel sebagai pengganti sumber listrik pada aerator budidaya udang vanname, untuk waktu penggunaan aerator 1 (Hibbow) berkisar 6 jam. Sedangkan untuk aerator 2 (Resun) selama 3 jam. Dan untuk penggunaan kedua aerator 1 dan aerator 2 selama 1 jam. Pada saat menggunakan dua aerator didapatkan waktu hanya 1 jam, karena penggunaan kedua aerator secara bersamaan dapat menyebabkan arus start yang besar, sehingga mengurangi waktu penggunaan daya pada baterai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Ketua P3M

dan Dewan Direksi Politeknik Negeri Lampung yang telah memberikan support berupa dana Hibah Penelitian Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP) Tahun Anggaran 2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Avnimelech, Y. (2015). *Biofloc Technology: A Practical Guide Book* (3rd ed.). Baton Rouge: The World Aquaculture Society.
- Boyd, C. E. (2015). *Water Quality: An Introduction* (2nd ed.). Springer.
- Boyd, C. E., & Tucker, C. S. (1998). *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Boston: Springer Science & Business Media.
- FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in Action*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- IRENA. (2021). *Renewable Energy Statistics 2021*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). (2020). *Potensi Energi Surya Indonesia*. Jakarta: Kementerian ESDM.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). (2021). *Statistik Kelautan dan Perikanan Indonesia*. Jakarta: KKP.
- Setiyanto, A. (2005). *Perdagangan Udang Indonesia di Pasar Internasional*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan.