

**EDUKASI TEKNOLOGI ZERO WATER DISCHARGE BERBASIS SOLAR PANEL DALAM BUDIDAYA UDANG VANAME DI PESANTREN BUSTAN ASSOFA KOTA BANDA ACEH***EDUCATION ON ZERO WATER DISCHARGE TECHNOLOGY BASED ON SOLAR PANELS IN VANAME SHRIMP CULTIVATION AT BUSTAN ASSOFA ISLAMIC BOARDING SCHOOL, BANDA ACEH CITY***Dedi Fazriansyah Putra^{1*}, Gunawan Abdul Wahab¹, Zulkarnain Jalil²**¹ Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia² Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

*Penulis korespondensi: dfputra@usk.ac.id

Abstrak

Teknologi *zero water discharge* (ZWD) sangat efektif untuk penggunaan air yang sangat efisien, mengurangi bahkan menghilangkan pembuangan air yang biasanya terjadi dalam budidaya udang. Air bekas dari kolam udang dapat diolah dan didaur ulang, sehingga tidak ada limbah cair yang dibuang ke lingkungan. Dengan menggunakan energi yang dihasilkan dari solar panel (SP), kegiatan budidaya udang ini juga menjadi lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Sumber daya alam yang terbarukan, yaitu sinar matahari, dimanfaatkan untuk menjalankan sistem tanpa meningkatkan jejak karbon. Tujuan dari pengabdian ini adalah transfer teknologi tepat guna ZWD berbasis SP dalam budidaya udang vaname kepada masyarakat Gampong Alue Naga khususnya Dayah Bustan Assofa. Metode pelaksanaan mulai observasi awal tim pengabdian ke pembudidayaan udang di dayah yang sering mengalami berbagai kendala seperti air kolam yang sering berbau busuk dikarenakan kualitas air budidaya yang buruk. Selain itu mahalnya biaya listrik juga turut menjadi penghambat dalam budidaya udang di dayah tersebut. Selanjutnya untuk memecahkan permasalahan tersebut diaplikasikan teknologi ZWD berbasis SP. Hasil pengabdian menunjukkan bahwa penerapan teknologi ZWD berbasis SP dalam budidaya udang vaname di Kota Banda Aceh berlangsung sesuai dengan rencana dan tidak menemui kendala apa pun di lapangan. Para mitra sangat mendukung dan antusias sehingga meminta daerah mereka dijadikan desa mitra binaan oleh FKP USK. Rekomendasi ke depannya adalah perlunya peningkatan kapasitas aspek pemasaran terutama pemasaran digital yang sangat bermanfaat untuk meningkatkan daya jangkauan pasar oleh pembudidaya sehingga pembudidaya dapat memasarkan produknya ke konsumen yang lebih luas dan harga yang lebih baik.

Kata kunci: teknologi; buangan air kosong; panel surya; *Litopenaeus vannamei*; masyarakat pesisir**Abstract**

The Zero Water Discharge (ZWD) technology is highly effective for efficient water usage, reducing or even eliminating wastewater discharge typically associated with shrimp farming. Used water from shrimp ponds can be treated and recycled, preventing any liquid waste from being released into the environment. By utilizing energy generated from solar panels (SP), this shrimp farming practice becomes more environmentally friendly and sustainable. Renewable natural resources, specifically sunlight, are harnessed to operate the system without increasing the carbon footprint. The objective of this initiative is to transfer the appropriate ZWD technology based on SP in shrimp farming to the community of Gampong Alue Naga, particularly Dayah Bustan Assofa. The implementation method began with the initial observation by the team of volunteers of the shrimp farming practices in the dayah, which often faced various challenges, such as foul-smelling pond water due to poor water quality. Additionally, high electricity costs also hindered shrimp farming in the dayah. To address these issues, ZWD technology based on SP was applied. The results of the initiative indicate that the implementation of SP-based ZWD technology in vaname shrimp farming in Banda Aceh proceeded as planned, without encountering any significant obstacles in the field. The partners were very supportive and enthusiastic, requesting that their area be designated as a mentoring village by FKP USK. Future recommendations include enhancing capacity in marketing, particularly digital marketing, which is beneficial for expanding the market reach of farmers, enabling them to sell their products to a wider consumer base at better prices.

Keywords: technology; zero water discharge; solar panels; *Litopenaeus vannamei*; coastal communitySubmitted 26-02-2025 / Revision 04-05-2025 / Accepted 18-05-2025 / Published 26-02-2025
Article ID 44818 / Copyright (c) 2025

Pendahuluan

Desa (Gampong) Alue Naga Kecamatan Syiah Kuala merupakan gampong pesisir yang berjarak sekitar hampir 5 Km dari Universitas Syiah Kuala. Pada umumnya mata pencaharian masyarakat di gampong ini adalah nelayan, pembudidaya udang, pencari tiram dan berdagang (Putra et al. 2023). Budidaya udang di Gampong Alue Naga masih didominasi budidaya tradisional yang bercirikan tambak tanah yang tidak terlalu rapi, pintu masuk dan keluar air tambak masih menjadi satu, teknik budidaya masih sederhana dan tidak tersedia instalasi pembuangan limbah tambak.

Salah satu kelompok masyarakat Gampong Alue Naga yang melakukan budidaya udang vaname adalah Dayah Bustan Assofa. Dayah yang berbasiskan wirausaha ini telah lama melakukan kegiatan budidaya perikanan sejak beberapa tahun yang lalu. Sejak tahun 2021 hingga 2023, dayah ini telah melakukan budidaya ikan nila dan udang vaname pada kolam budidaya. Dayah ini merupakan dayah binaan Yayasan Imam Ahmad bin Idris yang bergerak pada bidang pemberdayaan masyarakat kota Banda Aceh. Yayasan Imam Ahmad bin Idris adalah sebuah lembaga nirlaba yang berfokus pada upaya peningkatan kesejahteraan umat. Sejak tahun 2020, yayasan ini telah aktif menyelenggarakan berbagai kegiatan sosial di Kota Banda Aceh, mencakup bidang pendidikan, keagamaan, serta pembinaan masyarakat. Kantor yayasan berlokasi di Perumahan Genting Biru, Dusun Kayee Adang Barat, Gampong Lamgugob, Kecamatan Syiah Kuala, Banda Aceh. Yayasan ini telah terdaftar secara resmi di Kementerian Hukum dan HAM dengan nomor registrasi AHU-0004173.AG.01.12 tahun 2020, tertanggal 19 Februari 2020 (Putra et al. 2022; Putra et al. 2023).

Beberapa permasalahan dihadapi oleh pembudidaya udang di dayah antara lain kualitas air budidaya yang buruk, serangan penyakit yang membuat ikan mengalami kematian. Faktor kualitas air merupakan sebagai indikator utama dalam keberhasilan atau kegagalan dalam kegiatan budidaya udang vaname (Arsad et al. 2017). Lingkungan budidaya yang baik bagi kehidupan udang akan berpengaruh positif terhadap tingkat pertumbuhan (Arisa et al. 2021; Dachi et al. 2019; Muhammadar et al. 2018; Rakhfid dan Mauga 2018).

Pertumbuhan udang sangat dipengaruhi oleh tingkat metabolismenya yang cepat. Menurunnya kualitas air tambak akan berakibat pada nafsu makan, konversi pakan, pertumbuhan dan kesehatan ikan budidaya (Putra 2021). Dalam mengatasi menurunnya kualitas air budidaya udang, sebuah solusi inovasi teknologi

terbaru adalah yaitu teknologi *zero water discharge* (ZWD). Teknologi ini dipadukan dengan penggunaan energi terbarukan berupa solar panel (SP) untuk menghemat penggunaan listrik pada dayah tersebut tahun terakhir. Tujuan dari kegiatan pengabdian ini adalah upaya untuk transfer teknologi budidaya udang vaname dengan menggunakan teknologi panel surya di Dayah Gampong Alue Naga Kota Banda Aceh.

Teknologi ZWD berbasis SP pada budidaya udang vaname adalah pendekatan inovatif yang menggabungkan sumber energi terbarukan dengan prinsip pengelolaan air yang efisien (Rahim 2022; Asfani et al. 2023). Dalam sistem ini, energi matahari dikonversi menjadi listrik oleh panel surya, yang kemudian digunakan untuk menggerakkan berbagai komponen dalam budidaya udang vaname (Harisjon et al. 2021). Beberapa keuntungan dalam teknologi ini adalah adanya keberlanjutan air budidaya udang, penggunaan energi terbarukan yang menghemat listrik, adanya efisiensi operasional, penghematan biaya, manajemen kualitas air yang optimal dan dampak mencemari lingkungan yang lebih rendah (Chuyen et al. 2023; Matulić et al. 2023; Vo et al. 2021).

Metode

Kegiatan ini dilaksanakan selama 6 (enam) bulan mulai bulan Juni 2024 – Desember 2024 bertempat di Gampong Alue Naga, Kota Banda Aceh. Mitra kegiatan ini adalah Dayah Bustan Assofa Alue Naga. Kegiatan ini terdiri dari kegiatan pendahuluan, kegiatan inti dan pasca kegiatan. Penentuan lokasi penerapan teknologi ZWD - SP sesuai dengan yang disepakati sehingga bersama mitra yang mana lokasi tersebut akan dibangun budidaya udang vaname dengan menerapkan teknologi ZWD berbasiskan SP. Pada akhir kegiatan dilakukan evaluasi berupa *pretest* dan *post test* untuk mengukur peningkatan pengetahuan dan kemampuan peserta.

A. Kegiatan pendahuluan

Kegiatan ini bertujuan untuk menyamakan persepsi antara pengabdi dan mitra sehingga pada saat kegiatan nantinya mitra memiliki pandangan dan kesepakatan yang sama terhadap apa yang akan dilakukan serta memiliki pengetahuan, wawasan, dan kemampuan untuk melakukan penerapan teknologi budidaya udang. Adapun rincian kegiatan awal terdiri dari:

1. Pengabdi dan mitra duduk bersama berdiskusi perihal identifikasi permasalahan, apa yang dibutuhkan mitra dan persamaan persepsi kegiatan.

2. Menyelenggarakan pelatihan dan pembekalan yang mencakup pemahaman dasar mengenai budidaya perikanan, perancangan teknologi pakan, konstruksi tempat pemeliharaan, teknik perawatan ikan, serta pengenalan berbagai bahan yang dapat digunakan untuk meracik ransum pakan yang sesuai bagi ikan peliharaan.
3. Pembekalan dalam aspek manajemen usaha adalah pendampingan mitra dalam melakukan pencatatan biaya modal dan variabel, pembuatan analisa usaha mencakup NVP Net Present Value (Nilai Sekarang Bersih), BEP Break-Even Point (Titik Impas) dan lainnya, pencatatan pengeluaran pakan, pembuatan database produksi dan pemasaran digital.

Parameter Pengamatan Kegiatan. Parameter pertama adalah tingkat pemahaman dan penerimaan peserta terhadap konsep ZWD dan pemanfaatan energi terbarukan melalui SP. Hal ini dapat diukur melalui *pre-test* dan *post-test*, serta observasi partisipasi aktif selama pelatihan. Parameter kedua berkaitan dengan efektivitas implementasi teknologi, yang mencakup efisiensi penggunaan air, performa sistem ZWD dalam mengelola kualitas air, serta keandalan SP dalam mendukung operasional alat-alat budidaya seperti pompa dan aerator. Selanjutnya, dampak penerapan teknologi terhadap keberhasilan budidaya udang juga menjadi perhatian utama, yang dapat dilihat dari indikator kualitas air, tingkat kelangsungan hidup udang, serta rasio konversi pakan (FCR). Terakhir, kesiapan dan kemandirian pihak pesantren dalam mengoperasikan dan merawat sistem menjadi indikator penting untuk menjamin keberlanjutan program. Hal ini mencakup kemampuan teknis peserta, ketersediaan dokumentasi teknis, serta komitmen institusi dalam melanjutkan dan mengembangkan sistem yang telah diterapkan.

B. Kegiatan utama

Kegiatan utama adalah penerapan instalasi teknologi ZWD berbasis SP ke kolam udang vaname yang bertujuan untuk melatih dan keterlibatan mitra secara langsung mulai dari merancang konstruksi teknologi, mengoperasionalkan, monitoring, problem solving yang berkenaan dengan teknologi ZWD berbasis SP (**Gambar 1a**). Adapun teknis kegiatan yang dilakukan pada tahapan ini adalah:

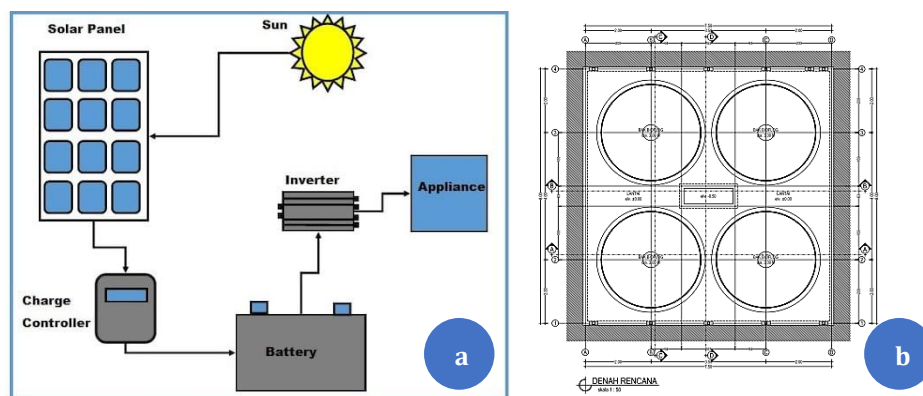
1. Kontruksi kolam budidaya: Kontruksi kolam budidaya yang akan dilakukan adalah kolam terpal bundar dengan diameter 4 m

yang digunakan sebagai wadah budidaya udang vaname.

2. Instalasi panel surya: Sistem dimulai dengan pemasangan panel surya yang terletak strategis di sekitar area budidaya udang. Panel-panel ini berfungsi mengumpulkan energi matahari dan mengonversinya menjadi listrik.
3. Instalasi pompa air dan aerasi: Listrik yang dihasilkan oleh panel surya digunakan untuk mengoperasikan pompa air. Pompa ini memompa air laut segar ke dalam tambak udang dengan efisiensi tinggi, meminimalkan kebutuhan air baru dari sumber luar. Sistem aerasi yang juga ditenagai oleh energi surya membantu meningkatkan kadar oksigen di dalam air, mendukung pertumbuhan udang yang optimal.
4. Kegiatan pengelolaan air: Teknologi ZWD berfokus pada penggunaan air secara bijaksana. Sistem ini dilengkapi dengan sensor-sensor yang memantau kualitas air, termasuk suhu, salinitas, dan kandungan oksigen. Data ini digunakan untuk mengoptimalkan kondisi air di dalam tambak, menjaga lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan udang.
5. Sistem Kontrol Otomatis: Sebagai bagian integral dari teknologi ini, terdapat sistem kontrol otomatis yang mengelola operasi pompa, aerasi, dan faktor-faktor lainnya. Sistem ini dapat diatur untuk menjaga kondisi optimal di dalam tambak secara otomatis, mengurangi intervensi manual.
6. ZWD: Konsep ZWD bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan pembuangan air dari kolam. Dengan menggunakan air secara efisien dan memaksimalkan siklus air internal, teknologi ini mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan keberlanjutan budidaya udang.

Kegiatan budidaya udang vaname: Kegiatan ini mencakup manajemen pakan, mengendalikan hama dan penyakit, manajemen panen dan pemasaran.

Pemasangan SP sederhana yang terbuat dari tiang kayu dan perangkat baterai, desain kolam, instalasi pipa pembuangan dan pipa aerasi. Adapun untuk teknologi ZWD pada udang vaname, berikut beberapa gambaran yang dapat dijelaskan: Kolam bundar: Udang vaname dipelihara dalam kolam yang dirancang khusus dengan sistem SP (**Gambar 1b**).



Gambar 1. Desain rencana budidaya udang berbasis SP (Odhiambo 2024)

Ukuran kolam yang cukup besar dan dilengkapi dengan aerasi yang memadai agar bakteri dapat berkembang dengan baik. Selain itu, kolam ZWD juga dilengkapi dengan filter untuk menjaga kualitas air di dalamnya. Bakteri probiotik: Bakteri probiotik diperlukan sebagai sumber pakan udang. Bakteri ini mampu memecah bahan organik menjadi nutrisi yang mudah diserap oleh udang. Untuk mendapatkan bakteri yang baik, dapat dilakukan dengan menginokulasi bakteri pada media substrat seperti kapas, serat kelapa atau media lainnya. Pemberian Pakan: Pakan pada teknologi ZWD lebih difokuskan pada pemberian bahan organik seperti limbah ternak, limbah sayuran, dan lain sebagainya.

C. Pasca Kegiatan

Kegiatan edukasi mengenai penerapan teknologi ZWD berbasis SP dalam budidaya udang vaname di Pesantren Bustan Assofa telah berjalan dengan sukses, meninggalkan dampak positif bagi para santri dan pengelola tambak. Melalui pelatihan ini, peserta diajak memahami konsep budidaya berkelanjutan yang meminimalkan limbah air dengan sistem resirkulasi, sekaligus memanfaatkan energi surya untuk mengurangi ketergantungan pada listrik konvensional. Antusiasme terlihat dari diskusi interaktif, di mana para santri aktif menanyakan teknis penerapan sistem filtrasi, penggunaan biofilter, serta efisiensi panel surya dalam operasional tambak. Selain teori, kegiatan juga mencakup demonstrasi langsung pembuatan instalasi sederhana, memudahkan peserta memvisualisasikan implementasinya di lapangan.

Dampak jangka panjang yang diharapkan adalah terbentuknya model budidaya udang vaname ramah lingkungan di lingkungan pesantren, sekaligus menciptakan sumber ekonomi mandiri yang hemat energi. Ke depannya, tim fasilitator akan melakukan pendampingan berkala untuk memastikan teknologi ini dapat diadopsi secara optimal. Sinergi antara prinsip ekonomi syariah,

kelestarian lingkungan, dan inovasi teknologi diharapkan mampu menjadi contoh bagi pesantren lain di Aceh dalam mengembangkan akuakultur berkelanjutan.

Hasil dan Pembahasan

Gambaran Ipteks yang diterapkan

Teknologi ZWD pada budidaya udang vaname sudah diterapkan oleh beberapa pembudidaya dan peneliti sehingga sangat efektif dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas budidaya udang (Lumbantoruan et al. 2015; Suantika et al. 2018). Selain itu teknologi ini sangat berdampak positif terhadap lingkungan karena mengurangi buangan limbah udang di lingkungan sekitar budidaya udang (Rahim 2021; Yuvaraj dan Karthik 2015). Dalam pengabdian ini penerapan teknologi budidaya meliputi pemasangan SP sederhana yang terbuat dari tiang kayu dan perangkat baterai, desain kolam, instalasi pipa pembuangan dan pipa aerasi. Adapun untuk teknologi ZWD pada udang vaname, berikut beberapa gambaran yang dapat dijelaskan: Kolam bundar: Udang vaname dipelihara dalam kolam yang dirancang khusus dengan sistem SP (Gambar 1). Ukuran kolam yang cukup besar dan dilengkapi dengan aerasi yang memadai agar bakteri dapat berkembang dengan baik. Selain itu, kolam ZWD juga dilengkapi dengan filter untuk menjaga kualitas air di dalamnya. Bakteri probiotik: Bakteri probiotik diperlukan sebagai sumber pakan udang (Yuvaraj dan Karthik 2015).

Bakteri ini mampu memecah bahan organik menjadi nutrisi yang mudah diserap oleh udang (Suantika et al. 2013). Untuk mendapatkan bakteri yang baik, dapat dilakukan dengan menginokulasi bakteri pada media substrat seperti kapas, serat kelapa atau media lainnya. Pemberian Pakan: Pakan pada teknologi ZWD lebih difokuskan pada pemberian bahan organik seperti limbah ternak, limbah sayuran, dan lain sebagainya. Selain itu, pakan juga diberikan dalam jumlah yang lebih sedikit dan lebih sering dibandingkan dengan teknik budidaya udang

lainnya. Pemeliharaan Kolam: Kolam ZWD harus selalu dalam kondisi bersih dan terjaga kebersihannya agar bakteri bioflok dapat berkembang dengan baik. Pemeliharaan kolam dapat dilakukan dengan melakukan penggantian air secara berkala serta pengaturan kadar oksigen di dalam kolam. Dengan teknologi ZWD, diharapkan budidaya udang vaname dapat dilakukan secara lebih efisien dan ramah lingkungan, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan keuntungan usaha (Haris et al. 2016).

Uraian Pelaksanaan Kegiatan

Telah terlaksana 2 (dua) buah tahapan kegiatan yang dilakukan oleh tim pengabdian Pengabdian Kepada Masyarakat Berbasis Produk Pengabdian Kepada Masyarakat

Berbasis Teknologi Tepat Guna (PKMBP TTG) Universitas Syiah Kuala (USK). Kegiatan-kegiatan tersebut diantaranya adalah:

1. Observasi dan sosialisasi kegiatan bersama mitra yaitu dayah Bustan Assofa Alue Naga. Dalam kegiatan ini para mitra diberikan penjelasan mengenai tahapan kegiatan dan para mitra akan diberikan waktu untuk berdiskusi bersama apa saja permasalahan yang terjadi di lokasi budidaya mereka. Setelah berdiskusi maka ditemukan bahwa permasalahan utama bagi para pembudidaya adalah masalah pakan, kualitas air dan biaya listrik. Belum adanya perhitungan pakan yang tepat sehingga mereka tidak terlalu detil mengetahui berapa jumlah pengeluaran pakan persiklus (Gambar 2).



Gambar 2. Survey lokasi dan identifikasi permasalahan budidaya udang vaname bersama mitra dayah dan Yayasan Imam Ahmad bin Idris.

2. Pelatihan dan penyuluhan cara budidaya udang yang baik dan benar. Pelatihan ini dihadiri oleh mitra dengan mengundang narasumber dari Balai Budidaya Air Perikanan Payau Ujung Batee Bapak Muhammad, S.Pi., M.Si dan narasumber Fakultas Kelautan dan perikanan USK yaitu Bapak Gunawan, S.Pi, MM. materi yang disampaikan adalah tentang CBIB (Cara Budidaya udang yang Baik) udang, Digitalisasi perikanan dan manfaat serta penerapan merancang konstruksi teknologi, mengoperasionalkan, *monitoring*, *problem solving* yang berkenaan dengan teknologi ZWD berbasis SP. Dalam kegiatan ini

para peserta sangat antusias dan saling berdiskusi dalam memecahkan masalah terkait budidaya udang di gampong mereka (Gambar 3). Dari hasil sharing dan diskusi diperoleh bahwa masalah pakan sangat mendominasi dalam budidaya udang dan para peserta sepakat bahwa salah satu solusi pemecahan masalah ini adalah dengan menggunakan ZWD dan SP. Dalam pelatihan ini juga para peserta diberikan kuesioner *pre-test* dan *post-test* untuk mengetahui sejauh mana pemberian materi memberikan manfaat kepada peserta mitra PKMBP TTG ini (Gambar 4).



Gambar 3. Peserta berdiskusi dalam memecahkan masalah terkait budidaya udang



Gambar 4. Kegiatan pelatihan budidaya udang vaname berbasis SP di Kota Banda Aceh.

Adapun teknis kegiatan yang dilakukan pada tahapan ini adalah:

- a. Kontruksi kolam budidaya: Kontruksi kolam budidaya yang akan dilakukan adalah

kolam terpal bundar dengan diameter 4 m yang digunakan sebagai wadah budidaya udang vaname (**Gambar 5**).

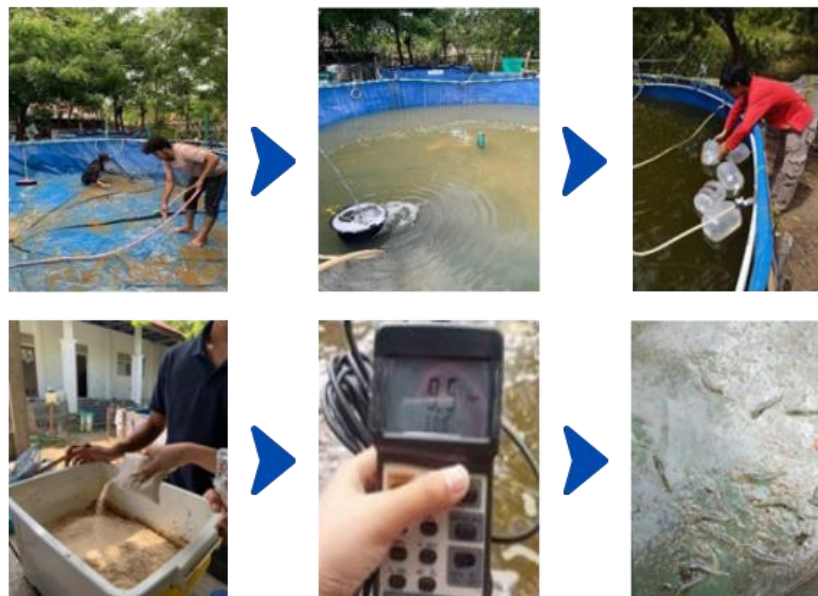


Gambar 5. Kontruksi wadah budidaya udang vaname di dayah bustan assofa.

- b. Instalasi pompa air dan aerasi: Listrik yang dihasilkan oleh panel surya digunakan untuk mengoperasikan pompa air. Pompa ini memompa air laut segar ke dalam tambak udang dengan efisiensi tinggi, meminimalkan kebutuhan air baru dari sumber luar. Sistem aerasi yang juga ditenagai oleh energi surya membantu meningkatkan kadar oksigen di dalam air, mendukung pertumbuhan udang yang optimal.
- c. Kegiatan pengelolaan air: Teknologi ZWD berfokus pada penggunaan air secara bijaksana. Sistem ini dilengkapi dengan sensor-sensor yang memantau kualitas air, termasuk suhu, salinitas, dan kandungan oksigen. Data ini digunakan untuk mengoptimalkan kondisi air di dalam tambak, menjaga lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan udang.
- d. Sistem Kontrol Otomatis: Sebagai bagian integral dari teknologi ini, terdapat sistem kontrol otomatis yang mengelola operasi pompa, aerasi, dan faktor-faktor lainnya. Sistem ini dapat diatur untuk menjaga kondisi optimal di dalam tambak secara otomatis, mengurangi intervensi manual.
- e. ZWD: Konsep ZWD bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan pembuangan air dari kolam (**Gambar 6**). Dengan menggunakan air secara efisien dan memaksimalkan siklus air internal, teknologi ini mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan keberlanjutan budidaya udang.
- f. Kegiatan budidaya udang vaname: Kegiatan ini mencakup manajemen pakan, mengendalikan hama dan penyakit, manajemen panen dan pemasaran. Dari pelaksanaan kegiatan pengabdian skema PKMBP TTG ini dilihat secara keseluruhan, pelaksanaan kegiatan budidaya udang vaname berbasis solar vaname secara signifikan meningkatkan level keberdayaan mitra melalui berbagai dampak positif, termasuk penghematan biaya, peningkatan

produktivitas, dan pengurangan dampak lingkungan. Kombinasi dari manfaat teknologi, peningkatan hasil, dan pengurangan biaya operasional membuat

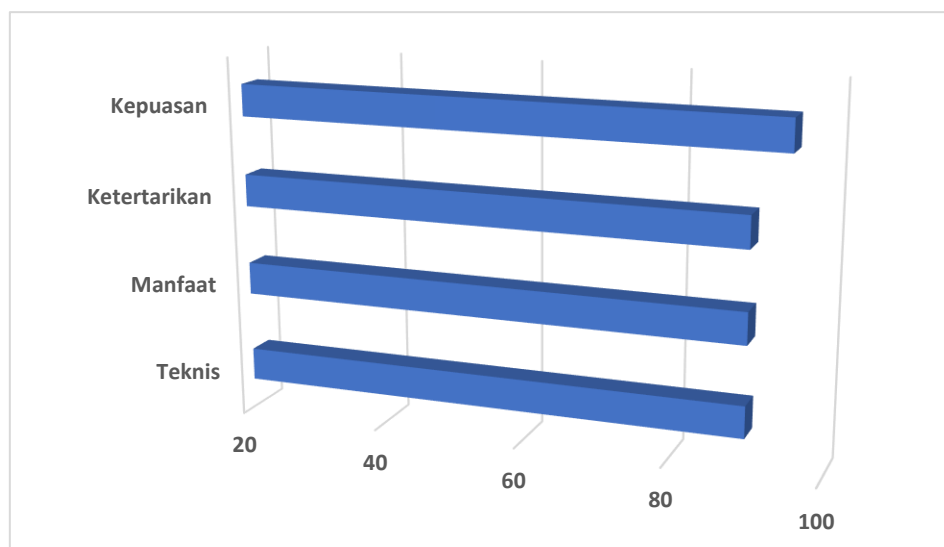
model budidaya ini sangat menjanjikan untuk keberlanjutan jangka panjang dan kesejahteraan mitra Dayah Bustan Assofa Gampong Alue Naga Banda Aceh.



Gambar 6. Alur proses budidaya udang vaname di dayah bustan assofa.

Berikut adalah grafik rerata pengetahuan mitra sebelum dan sesudah kegiatan pengabdian dalam aspek teknis, manfaat ketertarikan dan

kepuasan yang diberikan dalam bentuk pretest dan post test kepada peserta pengabdian (**Gambar 7**).



Gambar 7. Aspek manfaat dan *impact* kegiatan terhadap mitra

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa kegiatan pengabdian ini sangat berdampak signifikan terhadap mitra Dayah Bustan Assofa. Hal ini dapat dilihat dari pengetahuan teknis mitra terhadap teknologi ZWD berbasis SP yang bernilai sangat tinggi yaitu sebesar 90%. Kemudian manfaat teknologi ini sangat dirasakan dengan menghemat listrik hingga 90% dan aspek ketertarikan dan kepuasan terhadap pelaksanaan dan penerapan kegiatan

ini sangat dirasakan oleh mitra Dayah Bustan Assofa.

Keberlanjutan Program

Dalam kegiatan pengabdian ini mitra Dayah Bustan Assofa Gampong Alue Naga Banda Aceh sangat berminat untuk keberlanjutan program. Salah satu caranya adalah dengan membuat grup media sosial agar semua permasalahan dan kendala dapat dikomunikasikan lebih lanjut.

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian masyarakat mengenai penerapan teknologi *Zero Water Discharge* (ZWD) berbasis SP dalam budidaya udang vaname di Pesantren Bustan Assofa, Banda Aceh, telah berhasil meningkatkan pemahaman dan keterampilan mitra dalam mengelola budidaya udang yang efisien dan ramah lingkungan. Teknologi ZWD yang diintegrasikan dengan energi surya terbukti mampu mengurangi limbah air, menekan biaya operasional (terutama listrik), serta meningkatkan produktivitas udang vaname melalui sistem resirkulasi air, biofilter, dan manajemen pakan yang optimal. Pelatihan dan pendampingan teknis, termasuk konstruksi kolam terpal, instalasi pompa bertenaga surya, serta pemantauan kualitas air, telah memberikan dampak signifikan bagi mitra, dengan peningkatan pengetahuan teknis mencapai 90% berdasarkan hasil *post-test*. Selain itu, adopsi teknologi ini juga mendorong keberlanjutan ekonomi pesantren melalui penghematan biaya produksi dan potensi peningkatan hasil panen. Ke depan, program ini akan terus didukung melalui komunikasi berkelanjutan dalam grup media sosial serta pengembangan model budidaya serupa di lokasi lain, menjadikannya contoh sukses integrasi ipteks berbasis energi terbarukan dalam akuakultur berkelanjutan di Aceh.

Ucapan Terima Kasih

Penulis Ucapan terima kasih kepada LPPM Universitas Syiah Kuala Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Pengabdian PKMBP-TTG Tahun Anggaran 2024 Nomor: 556/UN/11.2.1/PM.01.01/SPK/PTNBH/2024 Tanggal 03 Mei 2024.

Daftar Pustaka

- Arisa II, Elmuhtaj I, Putra DF, Dewiyanti I, Nurfadillah N. 2021. Study of the spread of white feces disease (WFD) on *Litopenaeus vannamei* in semi-intensive ponds in Aceh Besar District Aceh Province, Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 674(1):012015.
- Arsad S, Afandy A, Purwadhi AP, Betrinda MV, Saputra DK, Buwono NR. 2017. Studi kegiatan budidaya pembesaran udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan penerapan sistem pemeliharaan berbeda [Study of the Cultivation Activities of *Vannamei* Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) with Different Rearing System Applications]. Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan, 9(1):1-14.
- Asfani DA, Hernanda IGNS, Negara IMY, Suwadi S, Affandi A, Kuswidiastuti D, Handayani P, Suryani T. 2023. Alat pemberi pakan udang otomatis portabel berbasis panel surya guna membantu proses budidaya tambak udang di Desa Tambak Ploso Kabupaten Lamongan [Portable Solar-Powered Automatic Feeder for Assisting Shrimp Farming in Tambak Ploso Village, Lamongan Regency]. Sewagati, 7(3):354-360.
- Chuyen TD, Nguyen DD, Cuong NC, Thong VV. 2023. Design and manufacture control system for water quality based on IoT technology for aquaculture in Vietnam. Bulletin of Electrical Engineering and Informatics, 12(4):1893-1900.
- Dachi AL, Muhammadar AA, Sahidhir I, Putra DF, Irwan ZA. 2019. Effects of probiotics (rabal) with different doses on the survival, feed conversion, and growth of giant prawns (*Macrobrachium rosenbergii*). In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 348(1):012083.
- Haris M, Magdalena Lenny S, Yofita Astuti D, Aditiawati P. 2016. Biological, technical, and financial feasibilities study of zero water discharge (ZWD) system application in low salinity white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone) urban aquaculture, study case: Gresik district, East Java, Indonesia. Journal of Fisheries & Livestock Production, 04(04):3-11.
- Harisjon H, Hermansyah B, Tashwir T, Subiantoro RA, Samsi S. 2021. Penerapan kincir air tenaga surya untuk tambak udang vanname [Application of Solar-Powered Water Mill for *Vannamei* Shrimp Ponds]. Aurelia Journal, 3(1):2-10.
- Lumbantoruan GSG, Azizah FFFNMH. 2015. Performance of Zero Water Discharge (ZWD) system with nitrifying bacteria and microalgae *Chaetoceros calcitrans* components in super intensive white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture. Journal of Aquaculture Research & Development, 06(09):2-6.
- Matulić D, Andabaka Ž, Radman S, Fruk G, Leto J, Rošin J, Rastija M, Varga I, Tomljanović T, Čeprija H, Karoglan M. 2023. Agrivoltaics and aquavoltaics: potential of solar energy use in agriculture and freshwater aquaculture in Croatia. Agriculture (Switzerland), 13(7):2-26.
- Muhammadar AA, Chaliluddin MA, Putra DF, Asmawati MS. 2018. Study of probiotics of yeast and lactic acid bacteria in feeding on culture of larvae shrimp (*Penaeus monodon*). In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 216(1):012031.

- Odhiambo B. 2024. Maximizing Solar: Strategies for System Design and Efficiency [Maximizing Solar: Strategies for System Design and Efficiency]. Diakses pada 26 Mei 2025. <https://eepower.com/technical-articles/maximizing-solar-strategies-for-system-design-and-efficiency/>.
- Putra DF, Jalil Z, Muhammad M, Wahab GA. 2023. Pemberdayaan disabilitas melalui transfer teknologi budidaya udang bioflok di Kota Banda Aceh [Empowering People with Disabilities through the Transfer of Biofloc Shrimp Cultivation Technology in Banda Aceh City]. Buletin Pengabdian Bulletin of Community Services, 3(3):103-108.
- Putra DF, Monalisa, Irwan. 2022. Transfer of Bioflok Technology in Tilapia Fish Culture as an Effort for Economic Empowerment Against Ex-Drugs Administrations in Banda Aceh City. Jurnal Abdi Insani, 9(2):333-342.
- Putra DF. 2021. Dasar-dasar Budidaya Perairan [Basics of Aquaculture]. H. A. Haridhi (ed.); I. Syiah Kuala University Press: Banda Aceh.
- Rahim M. 2021. Budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) super intensif dengan padat tebar berbeda menggunakan sistem zero water discharge [Super Intensive Cultivation of Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) with Different Stocking Densities Using Zero Water Discharge System]. JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research, 5(3):596-602.
- Rahim R. 2022. Sistem Zero Water Discharge (ZWD) pada Budidaya Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*) Salinitas Rendah [Zero Water Discharge (ZWD) System in Low Salinity White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Cultivation]. Eureka Media Aksara: Purbalingga.
- Rakhfid A, Mauga U. 2018. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) pada berbagai dosis pupuk dan padat tebar [Growth and Survival of Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) at Various Fertilizer Doses and Stocking Densities]. Akuatikis: Jurnal Akuakultur, Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil, 2(2):53-60.
- Suantika G, Aditiawati P, Indriani Astuti D, Khotimah ZF. 2013. The use of indigenous probiotic halomonas aquamarina and shewanella algae for white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone) hatchery productivity in zero water discharge system Journal of Aquaculture Research and Development, 4(5):2-8.
- Suantika G, Situmorang ML, Kurniawan JB, Pratiwi SA, Aditiawati P, Astuti DI, Azizah FFNM, Djohan YA, Zuhri U, Simatupang TM. 2018. Development of a zero water discharge (ZWD)-recirculating aquaculture system (RAS) hybrid system for super intensive white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture under low salinity conditions and its industrial trial in commercial shrimp urban farming in Gresik, East Java, Indonesia. Aquacultural Engineering, 82:12-24.
- Vo TTE, Ko H, Huh JH, Park N. 2021. Overview of solar energy for aquaculture: The potential and future trends. Energies, 14(21):2-20.
- Yuvaraj D, Karthik R. 2015. Efficacy of probiotics on *Litopenaeus vannamei* culture through zero water exchange system. Journal of Fisheries and Aquatic Science, 10(6):445-463.