



## Perancangan Mesin Pemberi Pakan Otomatis Berbasis Iot (*Internet of Things*) Untuk Budidaya Ikan Sebagai Solusi Keamanan Pangan Dan Pemanfaatan Energi Berkelanjutan

### *Developing An Iot-Based Automatic Fish Feeder (Autofeeder) For Aquaculture As A Solution For Food Security And Sustainable Energy Utilization*

Ichsan Setiawan<sup>1\*</sup>, Sarwo Edhy Sofyan<sup>2</sup>, Taufiq Saidi<sup>3</sup>, Lulusi Lulusi<sup>3</sup>, Yusria Darma<sup>3</sup>, Said Amir Azan<sup>3</sup>, Ikramullah Ikramullah<sup>2</sup>, Akram Tamlicha<sup>2</sup>, Iskandar Hasanuddin<sup>2</sup>, Syarifah Meurah Yuni<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Prodi Ilmu Kelautan Fakultas Kelautan dan Perikanan Universitas Syiah Kuala

<sup>2</sup> Prodi Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala

<sup>3</sup> Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala

<sup>4</sup> Prodi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Syiah Kuala

\* Korespondensi penulis: [ichsansetiawan@usk.ac.id](mailto:ichsansetiawan@usk.ac.id)

#### INFO ARTIKEL

Diajukan: 30 Agustus 2023  
Revisi: 22 September 2023  
Diterima: 29 September 2023  
Diterbitkan: 13 Oktober 2023

#### Kata Kunci:

Budidaya perikanan, mesin pemberi pakan otomatis, IoT, panel surya, ketahanan pangan

#### Keywords:

Aquaculture, automatic fish feeder, IoT, solar panels, food security

#### ABSTRAK

*Budidaya perikanan berperan penting dalam memperkuat ketahanan pangan nasional. Namun, tantangan seperti pengelolaan jadwal pemberian pakan yang teratur dan efisien masih dihadapi oleh pelaku budidaya ikan di Aceh. Dalam konteks ini, sebuah solusi diusulkan melalui perancangan mesin pemberi pakan otomatis berbasis IoT. Mesin ini memungkinkan pengawasan dan pengaturan jarak jauh terhadap pemberian pakan, yang tidak hanya mengurangi intervensi manusia tetapi juga membantu meminimalkan pemborosan pakan dan memastikan pemberian pakan yang tepat waktu. Dengan tambahan panel surya, mesin ini mampu menghasilkan energi sendiri, mendukung pemanfaatan energi terbarukan. Solusi ini memanfaatkan model manufaktur efisien dan mampu mengatasi kendala pertumbuhan ikan yang terganggu akibat pengelolaan pakan yang tidak teratur. Selain manfaat langsung bagi hasil panen ikan, produk ini juga dapat meningkatkan pendapatan nelayan mitra. Melalui langkah-langkah seperti pengajuan hak kekayaan intelektual dan pemantauan oleh tim pengusul, diharapkan produk ini dapat berkontribusi pada ketahanan pangan dan berkelanjutan di Aceh.*

#### ABSTRACT

*Aquaculture plays a crucial role in strengthening national food security. However, challenges such as managing a regular and efficient feeding schedule persist among fish farmers in Aceh. In this context, a solution is proposed through the design of an IoT-based automatic fish feeder. This machine enables remote monitoring and control of feeding, reducing human intervention and minimizing feed wastage while ensuring timely feeding. With the addition of solar panels, the device generates its own energy, supporting the utilization of renewable energy. This solution employs an efficient manufacturing model and addresses issues of disrupted fish growth due to irregular feeding practices. Beyond its direct impact on fish harvests, the product also has the potential to increase income for partner fishermen. Through steps like intellectual property rights application and oversight by the proposing team, the product is anticipated to contribute to food security and sustainability in Aceh.*

## PENDAHULUAN

Ikan merupakan salah satu jenis biota air yang menjadi sumber pangan manusia baik dalam jangka pendek maupun panjang. Dengan kemampuan populasi yang berkembang pesat, ikan

memiliki potensi untuk memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan pendapatan daerah, khususnya di daerah Aceh. Saat ini, semakin banyak pelaku usaha budidaya perikanan yang bermunculan baik di darat maupun di perairan. Hal ini dipicu oleh permintaan pasar yang tinggi terhadap pasokan ikan dan biota perairan lainnya. Mitra usaha kami berasal dari Kelompok Masyarakat Usaha Budidaya Ikan Gla Meunasah Baro yang dipimpin oleh Surya, dan Kelompok Usaha Workshop Aneka Produksi Teknikal Lamteumen Baru yang dipimpin oleh Mahlinda. Usaha budidaya ikan ini dimulai sejak tahun 2017, dengan berfokus pada kolam darat di perkebunan desa Gla Meunasah Baro dengan luas sekitar 1000 m<sup>2</sup>. Selama lima tahun, unit usaha ini telah berkembang dengan memiliki lima pekerja tetap dan tiga pekerja tidak tetap. Meskipun demikian, kegiatan ini masih dilakukan secara sederhana tanpa pemanfaatan teknologi. Pendistribusian pakan masih dilakukan secara manual, tanpa menggunakan solusi teknologi yang lebih efisien.

Berbagai hal yang berkaitan dengan sistem budidaya perlu dipersiapkan, mulai dari tahapan proses pembesaran hingga tahapan pemberian pakan atau umpan yang lebih teratur dan memiliki perhitungan yang akurat (Setiawan et al., 2021; Setiawan et al., 2020). Dalam konteks ini, perlu adanya inovasi dalam pengelolaan usaha budidaya ikan. Dengan menerapkan teknologi, seperti sistem otomatis untuk pendistribusian pakan, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Teknologi ini juga dapat membantu mengatasi kendala dalam pendistribusian pakan yang masih dilakukan secara manual. Bahan komposit yang ramah lingkungan juga dapat mengurangi dampak lingkungan yang negatif (Haiqal et al., 2023) (Nazaruddin et al., 2022). Maka, penerapan teknologi komposit menjadi solusi penting dalam dunia manufaktur produk (Hasanuddin et al., 2022).

Dengan demikian, pelaku usaha budidaya ikan di Aceh dapat lebih efektif mengelola usahanya dan memberikan kontribusi yang lebih besar terhadap pemenuhan kebutuhan pangan lokal. Mitra kami saat ini mengelola kegiatan pemeliharaan biota air, khususnya ikan, dengan menggunakan metode budidaya perikanan yang sederhana. Pendekatan ini melibatkan langkah-langkah berikut:

1. Konstruksi Kolam Alamiah: Kolam budidaya ikan dibangun secara alamiah dengan memanfaatkan kondisi lingkungan yang ada. Metode ini memanfaatkan sumber daya alam dan kondisi tanah setempat untuk membuat tempat pemeliharaan ikan.
2. Pemanfaatan Drainase dan Curah Hujan: Proses drainase air diatur melalui sistem irigasi, dan tambahan air dilakukan berdasarkan curah hujan alami. Kolam ikan ini memanfaatkan aliran air yang ada untuk menjaga lingkungan yang cocok bagi pertumbuhan biota air.
3. Pendistribusian Umpan dengan Tenaga Manusia: Pendistribusian umpan kepada ikan dilakukan secara sederhana dengan penyemprotan umpan dari samping kolam, dengan keterlibatan tenaga manusia. Meskipun sederhana, metode ini digunakan untuk memberikan pakan kepada ikan dalam kolam.

Meskipun metode ini sederhana, perkembangan teknologi dan inovasi dalam budidaya perikanan telah menunjukkan potensi untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam usaha ini. Oleh karena itu, kami berencana untuk mengimplementasikan teknologi yang lebih canggih, seperti mesin pemberi pakan otomatis berbasis IoT, untuk mengatasi tantangan dalam pendistribusian umpan dan meningkatkan hasil budidaya. Dengan mengintegrasikan teknologi dalam kegiatan budidaya ikan, diharapkan mitra kami dapat mengoptimalkan produksi ikan, meningkatkan pendapatan, dan berkontribusi lebih besar terhadap keamanan pangan di wilayah Aceh.

### **Permasalahan**

Berdasarkan analisis situasi, identifikasi masalah, dan diskusi dengan kedua mitra, beberapa masalah teknis telah teridentifikasi:

1. Jangkauan Penyebaran Umpan Terbatas: Penyebaran pakan saat ini masih bergantung pada tenaga kerja manusia, yang membatasi kemampuan untuk menyebarluaskan pakan ke jarak yang lebih jauh secara efektif.

2. Ketidakstabilan Jumlah Umpan: Jumlah pakan yang disebar tidak konsisten, menyebabkan variasi dalam jumlah pakan yang diberikan.
3. Ketidakakuratan Waktu: Waktu penyebaran pakan tidak selalu tepat, mempengaruhi keteraturan jadwal pemberian makan.
4. Permintaan Tenaga Kerja Tinggi: Proses saat ini memerlukan jumlah tenaga kerja yang tinggi untuk menyebarluaskan pakan secara manual.
5. Kelebihan Penyebaran Pakan: Pemberian pakan berlebihan mengakibatkan peningkatan kadar amonia dan nitrit, yang bersifat asam dan berbahaya bagi kehidupan akuatik, terutama ikan, yang mengakibatkan pemborosan dan potensi kerusakan.
6. Gangguan Stabilitas Air: Stabilitas kualitas air, termasuk pH, oksigen terlarut (DO), dan salinitas, semakin terganggu.
7. Tantangan dalam Pertumbuhan Ikan: Respon perkembangbiakan ikan menghadapi tantangan, termasuk rasio konversi pakan (FCR) yang tinggi, pertumbuhan harian rata-rata (ADG) yang lebih rendah, berat badan rata-rata (ABW) yang lebih rendah, tingkat kelangsungan hidup (SR) yang rendah, dan penurunan biomassa.

Selain itu, target yang ditetapkan oleh para petani budidaya air tidak tercapai secara memuaskan, dan malah mereka mengalami kerugian setiap tahun akibat tidak efisiennya distribusi pakan dan keterbatasan metode pemberian pakan manual (Surya dan Mahlinda, 2022). Untuk mengatasi masalah ini, solusi yang diusulkan adalah pembuatan produk otomatis dan efisien.

## **METODE PELAKSANAAN**

### **Langkah-Langkah Persiapan Aplikasi *Autofeeder* Berbahan Logam dan Komposit**

Dalam rangka mempersiapkan langkah-langkah lanjutan untuk menerapkan *Autofeeder* berbahan logam dan komposit, berikut adalah tahapan-tahapan yang akan diambil:

1. Manufaktur Media Umpan dan Pembuatan Menara Tower Penyebar Umpan  
Pertama-tama, media umpan akan dibuat dan disiapkan dengan cermat. Selanjutnya, akan dilakukan manufaktur dari menara tower penyebar umpan yang akan digunakan untuk mendistribusikan umpan ikan secara otomatis. Mengacu pada penelitian Karim et al. (2019), penggunaan mesin *Autofeeder* berbasis IoT juga dapat membantu dalam monitoring dan pengontrolan terhadap kualitas air, suhu, dan pH pada kolam budidaya ikan. Hal ini dapat signifikan meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi ikan.
2. Manufaktur Instalasi Jaringan Panel Surya  
Langkah ini melibatkan perancangan dan manufaktur instalasi jaringan panel surya. Panel surya akan memberikan sumber energi yang diperlukan untuk pengoperasian *Autofeeder* secara berkelanjutan. Penelitian oleh Thakare et al. (2020) juga mengindikasikan bahwa mesin *Autofeeder* berbasis IoT dapat menghemat energi, memberikan manfaat lingkungan. Teknologi IoT memungkinkan pengontrolan efisien mesin *Autofeeder* dan pengaturan waktu pemberian pakan yang akurat, menghasilkan penghematan energi.
3. Manufaktur Penyebar Umpan Secara Otomatis  
Pembuatan perangkat penyebar umpan otomatis melibatkan desain dan manufaktur mesin lontar, corong/hopper, serta rangka galvanis dan drum bermaterial HDPE yang mendukung distribusi umpan ikan. Penelitian oleh Chen et al. (2020) mengungkapkan bahwa mesin ini memudahkan proses pemberian pakan ikan secara otomatis dan terjadwal, mengurangi intervensi manusia. Teknologi IoT memungkinkan akses dan kendali jarak jauh melalui aplikasi di smartphone, meningkatkan efisiensi pengelolaan budidaya ikan.
4. Pengetesan dan Aplikasi di Lokasi Kolam serta Pemantauan  
Setelah perangkat *Autofeeder* selesai dibuat, dilakukan pengetesan komponen. Setelahnya, perangkat diterapkan di lokasi kolam budidaya ikan. Proses pemantauan dilakukan untuk

memastikan perangkat berfungsi sesuai harapan. Penelitian Zhang et al. (2019) menunjukkan mesin *Autofeeder* berbasis IoT meningkatkan efisiensi dan produktivitas budidaya ikan. Hasil rekayasa teknik menunjukkan sistem otomatisasi penyebaran umpan ikan dan udang bekerja optimal hingga implementasi kepada mitra, dengan kemampuan menjangkau variasi sudut tambak (Wahyuni et al., 2018).

#### 5. Aplikasi Python Programs dan Penggunaan Telegram

Aplikasi Python Programs digunakan di Raspberry Pi untuk mengontrol perangkat *Autofeeder*. Telegram messenger berperan dalam komunikasi dan notifikasi kepada pengguna, memungkinkan interaksi dan pengendalian jarak jauh. Penelitian oleh Zhu et al. (2020) menunjukkan bahwa teknologi IoT pada mesin *Autofeeder* meningkatkan keamanan dan keandalan sistem, mengurangi risiko kegagalan atau kerusakan. Mesin *Autofeeder* yang efisien dan terpercaya diharapkan meningkatkan produktivitas dan kualitas pengelolaan budidaya ikan.

#### 6. Monitoring, Evaluasi, dan Pelatihan

Setelah menerapkan *Autofeeder*, pemantauan dan evaluasi dilakukan berkala. Ini membantu identifikasi potensi perbaikan. Pelatihan diberikan kepada mitra dan pengguna untuk pengoperasian efektif dan optimal. Keberhasilan pelatihan didukung penelitian Akram et al. (2021) dan Hasanuddin et al. (2021).

#### 7. Serah Terima Hasil Produksi dan Aplikasi Produk

Setelah semua tahapan selesai, hasil produksi berupa perangkat *Autofeeder* akan diserahkan kepada mitra. Proses aplikasi produk ini melibatkan penerapan perangkat secara menyeluruh pada aktivitas budidaya ikan di kolam. Melalui tahapan-tahapan ini, diharapkan *Autofeeder* berbahan logam dan komposit dapat diaplikasikan dengan sukses, memberikan manfaat yang signifikan, dan mendukung keberlanjutan usaha budidaya perikanan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penggunaan *Autofeeder* dalam Budidaya Ikan

Dalam konteks budidaya ikan, penggunaan *Autofeeder* merupakan suatu inovasi yang dapat memberikan berbagai manfaat penting. *Autofeeder* ini dirancang dengan spesifikasi yang cermat untuk memenuhi kebutuhan budidaya ikan secara efektif. Detail spesifikasinya termasuk diameter 50 cm dan tinggi 0,90 cm, dengan struktur kombinasi rangka bagian dalam dan luar yang terbuat dari material hybrid composite setebal 0,5 cm. Tampilan fisik dari *Autofeeder* ini dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan *Autofeeder* masih dalam proses rekonstruksi

### Konstruksi Menara Tower

Konstruksi *Autofeeder* harus membangun rangka menara tower dengan memperhatikan struktur yang kokoh dan stabil dan mampu menahan beban solar panel yang dipasangkan di atasnya. Seperti yang ditunjukkan Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Tampilan rangka *Autofeeder* dan panel surya masih dalam perakitan

### Implementasi *Autofeeder*

Setelah menyelesaikan pembuatan perangkat *Autofeeder*, langkah selanjutnya adalah melakukan uji coba untuk memastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik. Setelah proses uji coba berhasil, perangkat *Autofeeder* akan diaplikasikan di lokasi kolam budidaya ikan. Pada tahap ini, penting untuk melakukan pemantauan secara berkala guna memastikan bahwa perangkat beroperasi sesuai dengan harapan. Berikut adalah tahapan implementasi dan pemantauan *Autofeeder* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 dalam mendukung kegiatan budidaya ikan.



Gambar 3. Tampilan *Autofeeder* dan panel surya

Berikut adalah beberapa spesifikasi utama dari perangkat *Autofeeder*.

1. Dimensi dan Material:
  - Diameter: 50 cm
  - Tinggi: 90 cm
  - Material rangka bagian dalam dan luar: Hybrid Composite dengan ketebalan 0,5 cm
2. Kapasitas:
  - Kapasitas Umpan: 5 kg
3. Desain dan Tampilan:
  - Desain berbentuk menara tower yang kokoh dan stabil.
  - Tampilan perangkat dapat dilihat pada Gambar 3.

4. Teknologi dan Fungsionalitas:
  - Penggunaan teknologi IoT (*Internet of Things*) untuk pengendalian jarak jauh.
  - Integrasi sensor ultrasonik untuk mendeteksi level umpan dalam wadah.
  - Motor servo untuk mengendalikan mekanisme buka-tutup wadah umpan.
5. Energi Berkelanjutan:
  - Panel Surya: Instalasi panel surya untuk memproduksi energi listrik sendiri.
  - Penggunaan energi surya untuk menggerakkan motor servo dan sistem elektronik.
6. Pengoperasian:
  - Pengoperasian secara otomatis berdasarkan perintah yang diberikan melalui aplikasi Telegram.
  - Pemberian umpan ikan dilakukan dengan tepat waktu dan teratur.
7. Kontrol dan Pemantauan:
  - Kontrol melalui perangkat Raspberry Pi dan aplikasi Telegram.
  - Notifikasi otomatis melalui Telegram jika umpan hampir habis.
8. Kinerja dan Efisiensi:
  - Mampu mendistribusikan umpan secara merata dan tepat jumlah.
  - Mampu mengurangi pemborosan umpan dan menjaga *Autofeeder* yang didesain memiliki berbagai spesifikasi teknis yang memastikan kerjanya kualitas air kolam.

Data perhitungan ekonomi yang direncanakan adalah:

Investasi Awal:

1. Biaya Pembuatan *Autofeeder*: Rp 7.500.000
2. Biaya Instalasi Panel Surya: Rp 4.500.000
3. Biaya Pembuatan Menara Tower dan Konstruksi Tambahan: Rp 3.000.000

Biaya Operasional:

1. Konsumsi Energi (Panel Surya, Pengoperasian Perangkat): Rp 1.800.000/tahun
2. Pemeliharaan dan Perawatan Rutin: Rp 600.000/tahun

Keuntungan dan Manfaat:

1. Peningkatan Efisiensi: Menghemat biaya upah pekerja sebesar Rp 4.500.000/tahun.
2. Peningkatan Produktivitas: Peningkatan produksi dan kualitas panen senilai Rp 15.000.000/tahun.
3. Penghematan Umpan: Mengurangi pemborosan umpan sebesar Rp 1.500.000/tahun.

Total Pendapatan Tambahan: Rp 15.000.000/tahun Total Penghematan Biaya: Rp 4.500.000 + Rp 1.500.000 = Rp 6.000.000/tahun

Total Keuntungan Bersih Tahunan: Rp 15.000.000 + Rp 6.000.000 = Rp 21.000.000/tahun.

Dengan asumsi investasi awal sebesar Rp 15.000.000, maka tingkat pengembalian investasi (ROI) dapat dihitung:  $ROI = (\text{Total Keuntungan Bersih Tahunan} / \text{Investasi Awal}) \times 100\%$   $ROI = (\text{Rp } 21.000.000 / \text{Rp } 15.000.000) \times 100\% = 140\%$ . Dalam contoh ini, ROI mencapai 140%, menunjukkan bahwa investasi dalam *Autofeeder* memiliki potensi untuk menghasilkan keuntungan yang signifikan.

Harap dicatat bahwa angka-angka di atas hanya merupakan contoh dan dapat berubah sesuai dengan kondisi dan faktor-faktor yang nyata. Sebaiknya lakukan perhitungan yang lebih detail dan sesuai dengan situasi di lapangan sebelum mengambil keputusan.

Spesifikasi *Autofeeder* dan perhitungan ekonomi mencerminkan kemampuan dan fungsionalitas perangkat *Autofeeder* dalam mendukung aktivitas budidaya ikan. Dengan menggunakan teknologi canggih dan energi berkelanjutan, perangkat ini diharapkan dapat memberikan solusi yang efektif bagi petani ikan dalam meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan usaha.

## SIMPULAN

Bahwa program kegiatan perancangan dan pembuatan produk *Autofeeder* sebagai produk alternative yang sangat menjanjikan untuk pemberian umpan Kemudian Pengembangan dan pengaplikasian *Autofeeder* sebagai solusi teknologi berbasis IoT dalam budidaya ikan memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan hasil panen, serta berkontribusi dalam memperkuat ketahanan pangan dan pemanfaatan energi berkelanjutan di daerah tersebut.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Kami ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada Universitas Syiah Kuala, khususnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM USK). Melalui program Pengabdian kepada Masyarakat berbasis produk tahun 2023, kami berhasil mengimplementasikan kegiatan produksi pembuatan *Autofeeder* dengan sukses. Dukungan dan alokasi dana dari Universitas Syiah Kuala telah menjadi pilar penting dalam menjamin kelancaran produksi dan peningkatan kesejahteraan masyarakat yang kami layani. Terima kasih atas kerjasama dan dukungan yang tak ternilai harganya.

## DAFTAR RUJUKAN

- Aulia, U., Sofyan, S. E., Setiawan, I., & Azan, S. A. (2021). Sosialisasi Pembuatan Perahu Nelayan Berbahan Plywood Diperkuat Serat Ijuk dan Resin Polyester. *Jurnal Pengabdian Aceh*, 1(1), 1-6.
- Chen, J., Guo, S., Xie, J., & Guo, X. (2020). Design of Automatic Fish Feeding System Based on IoT. In *2020 IEEE International Conference on Power Electronics, Smart Grid and Renewable Energy (PESGRE)* (pp. 98-103). IEEE.
- Haiqal, M., Gunawan, H., Darma, Y., Tamlicha, A., Hasanuddin, I., Sofyan, S. E., & Setiawan, I. (2023). Manufaktur Material Komposit Sandwich Melalui Pengembangan Produk Perahu Pancing Tradisional Aceh. *Jurnal Pengabdian Aceh*, 3(2), 160-167.
- Hasanuddin, I., Sofyan, S. E., Setiawan, I., & Suryani, F. M. (2021). Teknologi Manufaktur Perahu Penangkap Ikan Berbahan Komposit Matrik Thermosetting. *Jurnal Pengabdian Aceh*, 1(1), 19-25
- Hasanuddin, I., Dirhamsyah, M., Tamlicha, A., Azan, S. A., & Suryani, F. M. (2022). Pengembangan Smart Plane Untuk Mapping Lahan Pertanian dan Perikanan Dalam Rangka Memperkuat Ketahanan Pangan. *Jurnal Pengabdian Aceh*, 2(1), 1-8.
- Karim, A., Khandaker, M. R., & Karim, R. (2019). Smart IoT-based fish feeder with real-time monitoring system for aquaculture. In *2019 22nd International Conference on Computer and Information Technology (ICCIT)* (pp. 1-6). IEEE.
- Nazaruddin, N., Haiqal, M., Gunawan, H., Lulusi, L., Tamlicha, A., Hasanuddin, I., ... & Setiawan, I. (2022). Perancangan Ice Cool Box Menggunakan Bahan Composite (Cbc) Pada Kapal Ikan Lapis Fiber 2 Gt (Gross Tonnage) Dalam Masa Ketahanan Pangan Di Masa Pandemi. *Marine Kreatif*, 6(2), 76-85.
- Setiawan, I., Sofyan, S. E., Saidi, T., Yuni, S. M., Lulusi, L., Azan, S. A., & Tamlicha, A. (2021). Pengembangan Mesin Pakan Otomatis Memanfaatkan Energi Matahari Untuk Budidaya Biota Air Sebagai Salah Satu Solusi Ketahanan Pangan Dan Pemanfaatan Energi Terbaharukan Di Masa Pandemi. *Marine Kreatif*, 5(2).
- Setiawan, I., Sofyan, S. E., & Tamlicha, A. (2020). Pemanfaatan Lokasi Tambak Kawasan Alue Naga Aceh Besar Untuk Pengembangan Budidaya Rumput Laut Jenis *Glacilaria* Menggunakan Floating House Method Dalam Mendukung Ketahanan Pangan. *Marine Kreatif*, 4(2).
- S. Wahyuni, Mudarris, A. Askar, S. Reski Ayusnin, dan S.G. Zain. (2019). PPAKINOTO (Penebar Umpan Ikan Otomatis) Upaya Peningkatan Produksi dan Efisiensi Waktu Budidaya Tambak

Ikan Air Tawar Masyarakat Belawa Kabupaten Soppeng. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 4, 42-49.

- Thakare, R., Wagh, V., & Bane, S. (2020). IoT Based Automatic Fish Feeder. In *2020 11th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT)* (pp. 1-5). IEEE.
- Zhang, J., Wang, Y., Li, L., Yang, B., & Cao, Y. (2019). Design and Implementation of a Smart Fish Feeding System Based on IoT Technology. In *2019 3rd International Conference on Robotics, Automation and Communication Engineering (RACE)* (pp. 137-142). IEEE.
- Zhu, Q., Zhang, Y., & Chen, Y. (2020). Design and Implementation of a Smart Aquaculture System Based on IoT. In *2020 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA)* (pp. 963-968). IEEE.