

Analisis Tekno-Ekonomi Produksi Pupuk Cair Ramah Lingkungan dari Limbah Air Budidaya Ikan Berbasis Masyarakat

Nizar Amir¹, Hakam Muzakki¹, Hoomzah Nur Alisiyah², Raden Apriyanto²

¹Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo Madura

²Prodi Manajemen Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Trunojoyo Madura

Jl. Raya Telang No 02 Kamal Bangkalan Madura 69162 Jawa Timur

*nizar.amir@trunojoyo.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v15i2.15494>

ABSTRACT

There are two important aspects of the implementation of this research, namely the technical aspect, which includes the production and analysis of the quality of liquid fertilizer products from fish farming wastewater, and the economic aspect, which includes an economic analysis on an industrial scale. Liquid fertilizer is made from fish farming wastewater obtained from Bangkalan Regency, East Java Province, Indonesia. The process of producing liquid fertilizer from fish farming wastewater includes various processes, from mixing to fermentation. The physical characteristics of liquid fertilizer from fish farming wastewater are in accordance with existing standards. Without the addition of nutrients, liquid fertilizer from fish farming wastewater has nitrogen (N) 1.33%, phosphorus (P) 0.44%, and potassium (K) 0.38%. Although the nutrient content of liquid fertilizer from fish farming wastewater is still below the standard of SNI 02-4958-2006, in industrial-scale production processes, adding nutrients is very necessary. In the economic analysis, all economic parameters are declared feasible and profitable, with an NPV value of Rp. 5,524,899,840, IRR 31,79%, PP 3.15 years and B/C ratio 3.1. This study shows a positive value on the technical and economic aspects. Finally, this research can be used as a reference by academics, government, and entrepreneurs in the technical and economic aspects of producing liquid fertilizer from fish farming wastewater.

Key words : liquid fertilizer, fish farming wastewater, environmentally friendly, technical analysis, economic analysis

PENDAHULUAN

Industri budidaya perikanan mempunyai peran penting sebagai penunjang perekonomian di Indonesia (Tajerin *et al.*, 2017). Pada tahun 2021, produksi perikanan budidaya di Indonesia mencapai lebih dari 12,5 juta ton dan produksinya terjadi peningkatan dari tahun sebelumnya sebesar 6,5% (KKP, 2021). Peningkatan jumlah produksi perikanan budidaya disebabkan oleh peningkatan konsumsi domestik, kemudahan perizinan oleh pemerintah, ketersediaan teknologi, dan kemudahan suplai logistik perikanan (Rinaldi *et al.*, 2015; Taragusti *et al.*, 2019; Tike Dwi Putri *et al.*, 2014).

Peningkatan jumlah produksi pada industri budidaya perikanan menyebabkan banyaknya limbah yang terbuang pada proses produksinya sehingga menyebabkan efek negatif terhadap lingkungan (Binsi, 2014; Choe *et al.*, 2020;

Venugopal, 2021). Sebagian besar limbah tersebut di buang ke laut dan perairan lokal tanpa adanya proses pengolahan limbah yang baik (Illera-Vives *et al.*, 2015). Limbah budidaya ikan adalah sebuah limbah dari proses budidaya ikan yang meliputi air sisa budidaya, sisa-sisa ikan, dan jaringan ikan tertentu, seperti kepala, usus, ekor dan sirip, kulit, sisik, dan tulang (Sahu *et al.*, 2016; Shaviklo, 2015).

Pengolahan limbah merupakan sebuah tantangan besar yang dihadapi para produsen ikan, khususnya di Kabupaten Bangkalan. Pengolahan limbah menjadi beban dan pengeluaran tambahan bagi para produsen ikan pada umumnya. Para produsen ikan tidak banyak memiliki pilihan untuk memanfaatkan limbah tersebut yang memiliki nilai ekonomi. Sehingga diperlukan sebuah solusi yang menjadikan pengolahan limbah tersebut menjadi menarik bagi produsen ikan.

Cite this as:

Amir, N., Muzakki, H., Alisiyah, H.N & Apriyanto, M. (2022). *Analisis Tekno-Ekonomi Produksi Pupuk Cair Ramah Lingkungan dari Limbah Air Budidaya Ikan Berbasis Masyarakat*. *Rekayasa* 15 (2). 223-232 pp
doi: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v15i2.15494>

Article History:

Received: March, 23th 2022; **Accepted:** July, 24th 2022

Rekayasa ISSN: 2502-5325 has been Accredited by Ristekdikti (Arjuna) Decree: No. 23/E/KPT/2019 August 8th, 2019 effective until 2023

Limbah air budidaya ikan memiliki banyak sekali nutrisi yang dapat di manfaatkan kembali untuk berbagai jenis produk (Dauda et al., 2019; Shi et al., 2018). Proses pemanfaatan limbah air budidaya ikan tergantung pada teknik pengolahan dan kondisi kebutuhan pasar. Untuk keperluan produk pakan ternak dan farmasi, limbah budiaya ikan diproses menjadi protein, asam amino, mineral, minyak hewani, dan collagen (Caruso et al., 2020; Coppola et al., 2021; Kara et al., 2018; Mahboob, 2015; Maktoof et al., 2020). Sedangkan limbah air budidaya ikan yang tidak dapat di proses menjadi produk produk tersebut, secara umum di gunakan untuk pupuk cair (Ahuja et al., 2020; Radziemska et al., 2019).

Pemanfaatan limbah air budidaya ikan untuk memproduksi pupuk cair telah banyak mendapatkan perhatian dari beberapa peneliti. Dimana pemanfaatan limbah air budidaya ikan dapat meningkatkan ekonomi dan keberlanjutan lingkungan yang positif (Mozumder et al., 2022). Beberapa peneliti melakukan penelitian dalam pemanfaatan limbah budidaya ikan untuk pupuk cair. Efrida Lubis et al (2021) melakukan penelitian dalam pemanfaatan limbah ikan untuk diproses menjadi pupuk cair dan digunakan dalam budidaya labu. Dalam penelitian tersebut parameter ukuran buah labu (panjang dan diameter buah) menjadi indikator penting. Selain itu jumlah dan berat buah per petak juga menjadi parameter penting. Hasil penelitian tersebut didapat bahwa penggunaan pupuk cair dari limbah ikan dalam proses budidaya labu kurang memberikan hasil yang signifikan, sehingga perlukan penelitian lebih lanjut.

Tiwow & Abram (2019) memproduksi pupuk cair dan padat dari limbah ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) menggunakan metode fermentasi sederhana. Pada penelitian tersebut menggunakan metode spektrofotometri dalam menganalisa kandungan unsur makro dan mikro pada pupuk cair. Unsur makro yang di analisis pada penelitian tersebut adalah unsur N, P dan K, sedangkan unsur mikro yang dianalisa adalah Zn, Mn, Fe, Cu, Ni dan Co. Dari hasil analisis unsur makro dan mikro tersebut bahwa pupuk cair dari limbah ikan mempunyai kandungan yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman. Akan tetapi, pada penelitian tersebut diketahui bahwa kandungan nitrogen masih dibawah 12%, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut agar dapat memenuhi standar kandungan nutrisi untuk skala ekonomi. (Casaclang et al., 2017) melakukan

penelitian untuk membandingkan performa pertumbuhan dari rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) yang diberikan nutrisi dari pupuk cair yang berasal dari limbah ikan. Proses budidaya rumput laut tersebut dengan metode tali panjang gantung selama 45 hari di pulau Pilaper, Zambales, Filipina. Dalam menganalisa performa pertumbuhan, penambahan berat dan laju pertumbuhan harian menjadi metode penelitian tersebut. Terdapat peningkatan secara signifikan pada pertumbuhan rumput laut dalam hal penambahan berat dan laju pertumbuhan harian. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa limbah ikan dapat di proses menjadi pupuk cair dan mampu menjadi sumber nutrisi dalam proses budidaya rumput laut.

Kim (2011) melakukan investigasi untuk mengetahui kelayakan ekonomi dalam memproduksi pupuk cair dari limbah ikan. Pada penelitian tersebut memproduksi 5 liter pupuk cair dari proses fermentasi limbah ikan dengan biaya total \$165,26 dalam satu proses produksi dalam sistem *batch*. Hasil tersebut dapat di indikasikan bahwa pupuk cair dari limbah ikan tidak bernilai ekonomis, dikarenakan harganya terlalu tinggi. Namun, jika proses produksi diulang menjadi lima kali, maka total biaya produksi dapat dikurangi hingga 22%. Hal ini dapat diindikasikan bahwa untuk mendapatkan nilai ekonomis dari proses produksi pupuk cair dari limbah ikan memerlukan peningkatan proses produksinya. Pada akhirnya, pupuk cair dari limbah ikan menjadi layak secara ekonomi maka diperlukan peningkatan proses produksi. Dari beberapa penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa limbah ikan dapat diproses menjadi pupuk cair yang ramah lingkungan dan mempunyai hasil positif terhadap sebagai sumber nutrisi dan bernilai ekonomis.

Pada tahun 2020, Kabupaten Bangkalan memproduksi lebih dari 7000 ton ikan dari proses budidaya (BPS, 2021). Dengan potensi sebesar itu, terdapat limbah yang terbuang dari proses budidaya ikan tersebut. Sebagian besar, limbah air budidaya ikan dibuang begitu saja pada selokan selokan dan sungai tanpa adanya proses manajemen limbah yang baik. Hal ini sangat berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Limbah air budidaya ikan dapat di manfaatkan sebagai pupuk cair. Pada budidaya ikan, dibutuhkan 2,4 m³ air untuk memproduksi 1 kg ikan (Sharma et al., 2013), sehingga potensi total limbah air dari proses budidaya ikan di kabupaten bangkalan sebesar 16,8 juta m³.

Menerapkan proses produksi pupuk cair dari limbah air budidaya ikan sebagai solusi permasalahan limbah memerlukan pemahaman tentang aspek teknik dan ekonomi secara menyeluruh. Hal ini diperlukan agar proses keberlangsungan berjalan dengan layak dan berkelanjutan. Sepengetahuan penulis, banyak sekali penelitian dalam hal pemanfaatan limbah ikan menjadi pupuk cair (Buang *et al.*, 2018; Hameed *et al.*, 2018; L Aranganathan, 2011). Penulis tidak menemukan studi yang menganalisa aspek teknik dan ekonomi dari pemanfaatan limbah budidaya ikan, khususnya air bekas proses budidaya. Pada penelitian ini, limbah budidaya ikan yang digunakan adalah limbah air bekas proses budidaya ikan. Pada proses budidaya ikan, limbah air bekas berjumlah sangat banyak karena proses budidaya ikan termasuk dalam klasifikasi *water-intensive endeavour* karena mengkonsumsi air sangat banyak per satuan luasnya dalam proses produksinya (Murali *et al.*, 2021).

Oleh karena itu, tujuan penelitian ini melakukan analisis aspek teknik dan ekonomi dalam produksi pupuk cair organik ramah lingkungan dari limbah air budidaya ikan. Penelitian ini hanya menganalisa potensi yang ada di Kabupaten Bangkalan yang mana bersumber dari pembudidaya masyarakat lokal. Pupuk cair yang di produksi dapat membantu para petani dan pembudidaya tanaman di Kabupaten Bangkalan dikarenakan harganya yang ekonomis. Harga pupuk cair pada umumnya di pasaran berharga Rp. 15.000 - Rp. 20.000 per liter, sedangkan harga pupuk cair pada penelitian ini di proyeksikan dijual pada harga Rp. 5.000, dan harganya jauh dibawah pasaran yang ada. Hal ini turut serta mendukung ketersediaan pupuk untuk masyarakat dengan harga terjangkau. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi oleh akademisi, pemerintah dan usahawan dalam hal teknis dan ekonomi dalam memproduksi pupuk cair dari limbah air budidaya ikan.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, metode penelitian eksperimental dalam skala laboratorium dilakukan untuk memproduksi pupuk cair dari limbah air budidaya ikan. Hasil penelitian eksperimental menjadi dasar kajian analisis aspek ekonomi. Kemudian, analisis ekonomi dilakukan dengan memperbesar skala produksi. Penelitian eksperimental dilakukan di *mini plant* Universitas

Trunojoyo Madura, Kabupaten Bangkalan, Jawa Timur.

Material

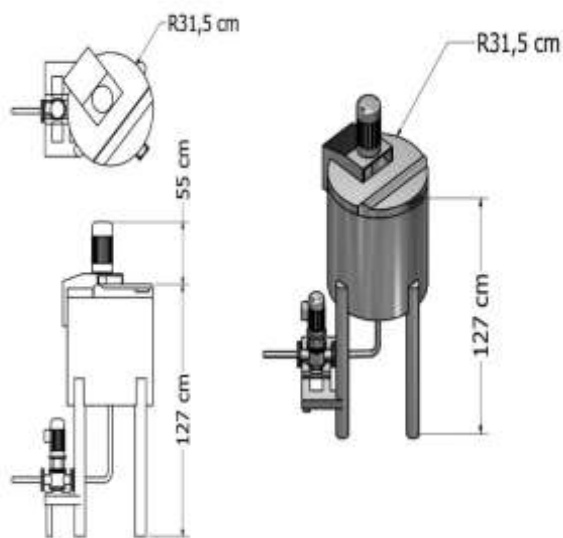
Terdapat potensi limbah air budidaya ikan di Kabupaten Bangkalan yang sangat besar dan sebagian besar tidak digunakan, sehingga dapat dikatakan tidak ada biaya pembelian limbah. Biaya yang dikeluarkan hanya dalam bentuk biaya transportasi dari lokasi budidaya menuju ke areal penampungan di lokasi industri. Limbah budidaya ikan yang digunakan pada penelitian ini adalah air bekas budidaya.

Proses Produksi Pupuk Cair

Pada penelitian ini, proses produksi pupuk cair dari limbah air budidaya ikan mengikuti metode yang telah diterapkan oleh (L Aranganathan, 2011). Pada mulanya, limbah air budidaya ikan yang telah dikumpulkan didalam sebuah penyimpanan dimasukkan kedalam tangki pencampuran (*mixer tank*) dan ditambahkan molase (10%) dengan perbandingan 1:2, kemudian diaduk hingga rata (*well mixed*). Tangki pencampuran di mini plant Universitas Trunojoyo Madura yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada gambar 1. Pada tangki pencampuran, terdapat agitator yang bekerja pada parameter kerja tertentu untuk meningkatkan proses pencampuran. Pada penelitian ini, kultur bakteri yang digunakan adalah *effective microorganism* (EM4). EM4 merupakan bahan mengandung beberapa mikroorganisme yang sangat bermanfaat dalam proses fermentasi dan mampu meningkatkan kualitas nutrisi dari produk (Rahmatullah *et al.*, 2020).

Kemudian, ditambahkan air bersih sebanyak 20% kedalam tangki pencampuran untuk menambahkan kadar air pada proses fermentasi. Setelah seluruh larutan telah tercampur dengan rata, proses fermentasi menjadi tahap berikutnya. Proses fermentasi berlangsung selama 10 hari dengan suhu kamar. Untuk mengurangi buih yang terdapat pada permukaan, maka dilakukan proses pengadukan beberapa kali sehari. Setelah proses fermentasi selesai, larutan disalurkan pada pipa penyaringan untuk mendapatkan larutan yang seragam dan mengurangi adanya padatan dan sisa-sisa limbah. Setelah proses penyaringan, larutan cair tersebut dimasukkan kedalam tangki penyimpanan dan dibiarkan selama 15 hari dalam kondisi gelap untuk menstabilkan bahan organik dan mengurangi

bau amis. Untuk proses produksi skala industri, setelah proses tersebut ditambahkan nutrisi tambahan untuk meningkatkan nutrisi pada komponen nitrogen (N), fosfor (P), dan potasium (K) pada produk pupuk cair. Proses penambahan nutrisi dilakukan pada tangki agitator khusus dengan parameter teknik tertentu agar proses pencampuran sempurna. Setelah itu produk pupuk cair siap dikemas pada ukuran 1 liter. Dari hasil proses produksi tersebut, pupuk cair yang dihasilkan dianalisis kandungan nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) serta pH menggunakan metode Aranganathan (2011).



Gambar 1. Tangki Pencampuran Pada Produksi Pupuk Cair dari Limbah Air Budidaya Ikan

Kriteria Ekonomi

Pada penelitian ini, pengolahan data dilakukan menggunakan referensi dari literatur dan eksperimental. Pengujian eksperimental dilakukan dalam proses produksi pupuk cair dari limbah air budidaya ikan. Hasil dari eksperimental ini dilakukan beberapa asumsi (teknis dan ekonomi) untuk menganalisa potensi yang ada di Kabupaten Bangkalan dalam hal pembuatan usaha pengolahan limbah air budidaya ikan menjadi pupuk cair. Potensi limbah air budidaya ikan di Kabupaten Bangkalan sebanyak 16,8 juta m³. Usaha proses produksi pupuk cair dilakukan di Kabupaten Bangkalan dan berada di sekitar area budidaya ikan. Beberapa asumsi yang diberikan dalam menganalisa aspek ekonomi sebagai berikut :

- Kapasitas produksi : 50.000 liter per bulan
- Efisiensi produksi : 80%
- Lokasi usaha : Kabupaten Bangkalan,

- Jam kerja : 8 jam/hari dan 6 hari/minggu
- Waktu produksi : 300 hari waktu produksi dan 60 hari hari maintenance
- Depresiasi : Metode tetap (10%)
- Faktor diskonto : 10%
- Harga pupuk cair : Rp. 5.000 per liter dengan peningkatan 5% per tahun
- Pajak penambahan nilai: 10% (PPN)
- Efisiensi penjualan : 80%

Biaya Kontruksi dan Peralatan

Biaya yang dikeluarkan untuk membangun sebuah usaha produksi pupuk cair terdiri dari: biaya pembangunan, biaya pembuatan peralatan, peralatan penunjang, dan modal kerja. Biaya pembangunan adalah biaya yang dikeluarkan untuk membangun sebuah bangunan pabrik, dimana terdiri dari ruangan produksi, ruangan pekerja, ruangan penyimpanan, parkir, dan sebagainya. Luasan pabrik diperkirakan sebesar 750 m², dengan luasan bangunan sebesar 500 m². Total investasi tanah dan bangunan sebesar Rp. 2.500.000.000 rupiah. Biaya pembuatan peralatan adalah biaya yang dibutuhkan untuk membuat sebuah peralatan proses produksi yang terdiri dari *mixer tank*, *fermentation tank*, *filtration equipment*, *waste management equipment*, *agitator tank*, *packaging equipment*, dan penunjang lainnya. Biaya pembuatan peralatan dan penunjang tersebut sebesar Rp. 2.000.000.000 rupiah. Modal kerja dibutuhkan untuk menutupi pengeluaran pada beberapa bulan pada awal mulainya usaha untuk membayar bahan-bahan, bahan kimia, biaya energi, gaji pegawai dan administrasi kantor lainnya. Modal kerja ini di perkirakan membutuhkan sebesar Rp. 50.000.000 rupiah. Sehingga total biaya kontruksi dan peralatan sebesar Rp. 4.550.000.000.

Biaya Produksi

Pengeluaran yang digunakan untuk memproduksi produk yang dihasilkan meliputi bahan baku, energi, tenaga kerja, biaya pemeliharaan, dll, disebut biaya produksi. Dalam memproduksi pupuk cair di pabrik tersebut dibutuhkan 5 pekerja dan 1 manajer pabrik. Gaji pegawai mengikuti peraturan upah minimum pemerintah daerah Kabupaten Bangkalan. Bahan baku didapat secara gratis, hanya mengeluarkan biaya sewa transportasi sebesar Rp. 150.000 per pengambilan. Selain itu, terdapat penambahan nutrisi kedalam proses produksinya. Biaya energi

dihitung dari kebutuhan total konsumsi energi listrik dikalikan dengan biaya listrik PLN yang biayanya mengacu standar biaya listrik PLN (PLN, 2020). Biaya pemeliharaan adalah biaya yang dibutuhkan untuk merawat seluruh peralatan agar dapat berjalan dengan baik selama umur produksi. Seluruh biaya tersebut diasumsikan terdapat peningkatan sebesar 5% pertahunnya. Biaya penyusutan dihitung dengan asumsi umur operasional pabrik selama 10 tahun.

Net Present Value (NPV)

NPV adalah sebuah indikator penting yang sering digunakan pada sebuah proyek yang menggunakan anggaran investasi modal jangka panjang. NPV adalah penjumlahan dari setiap nilai saat ini dari pendapatan bersih yang diproyeksikan setiap tahunnya (Ifa *et al.*, 2020). NPV digunakan untuk menganalisa profitabilitas sebuah proyek yang di lakukan. Disaat NPV bernilai positif (lebih dari nol), maka proyek dapat dilaksanakan. Namun, jika nilai NPV negatif (kurang dari nol), maka proyek harus ditolak untuk tidak dilaksanakan. Rumusan NPV yang digunakan pada penelitian ini yaitu (Matos Silva *et al.*, 2019) :

$$NPV = \sum_{t=0}^i \frac{NSC_t}{(1+r)^t}$$

Dimana :

- NSC_t : Arus kas bersih selama satu periode
- r : Faktor diskonto (%)
- t : masa waktu
- i : masa proyek

Internal Rate of Return (IRR)

IRR didefinisikan sebagai tingkat diskonto yang membuat NPV dari semua arus kas investasi sama nilainya dengan biaya investasi sebuah proyek yang dilaksanakan (Dubey *et al.*, 2016). Dengan kata lain dapat dikatakan bahwa IRR adalah sebuah diskonto yang membuat nilai NPV sebuah proyek sama dengan nol selama tahun proyek tersebut. Rumusan IRR yang digunakan pada penelitian ini yaitu (Satyasai K.J.S, 2014) :

$$NPV = \sum_{t=1}^i \frac{NSC_t}{(1+IRR)^t} - CTI = 0$$

Dimana :

- NSC_t : Arus kas bersih selama satu periode

- t : Masa waktu
- i : Masa proyek
- IRR : Internal rate of return
- CTI : Total investasi proyek awal

Payback Period (PP)

PP adalah sebuah indikator untuk mengukur berapa lama pemilik modal untuk mendapatkan kembali nilai investasinya dari sebuah usaha yang dijalankan (Dai *et al.*, 2022). Sebagai tambahan, semakin cepat waktu pengembalian, menunjukkan semakin menarik sebuah investasi yang dilakukan. Sebaliknya, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk proses pengembalian modal investasi tersebut, maka semakin tidak menariknya sebuah investasi yang dilakukan, atau dapat dikatakan tidak layak untuk dilanjutkan. PP dihitung dari seluruh modal investasi sebuah proyek yang telah dikeluarkan oleh pemodal dibagi dengan keuntungan bersih yang mampu disetor setiap tahunnya.

Benefit/Cost Ratio (B/C ratio)

B/C ratio adalah sebuah perbandingan antara nilai pendapatan dengan nilai pengeluaran yang mana nilainya pada saat sekarang (*current value*) (Sugandi & Wahyu, 2019). B/C ratio adalah salah satu indikator penting dalam penentuan kelayakan sebuah proyek. Dimana saat nilai B/C ratio lebih dari 1, maka proyek yang akan dikerjakan dianggap layak dan bisa dilanjut. Apabila B/C ratio bernilai sama dengan 1, maka nilai ini adalah titik impas dan tergantung dari penentu kebijakan dalam melanjutkan atau mengevaluasi kembali proyek tersebut. Kemudian, jika B/C ratio bernilai kurang dari 1, maka proyek dianggap tidak layak dan seharusnya proyek ditolak dengan segera.

Analisa Sensitifitas

Analisa sensitifitas di lakukan untuk melihat bagaimana respon dari perubahan variable penting yang diatur pada nilai tertentu terhadap dampak kegiatan yang dilakukan (Oladigbolu *et al.*, 2021). Analisis ini sangat penting untuk mengetahui faktor apa saja yang berdampak signifikan terhadap kegiatan produksi pupuk cair dari limbah air budidaya ikan. Variabel yang akan dianalisis adalah perubahan dari nilai biaya produksi dan harga jual pupuk cair dengan menfluktuasikan pada -20% hingga +20% pada parameter ekonomi seperti NPV, IRR, PP, dan B/C ratio.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter Fisik

Hasil proses produksi pupuk cair dari limbah air budidaya ikan ditambah berbagai bahan pendukung dengan berbagai step proses produksi menghasilkan produk pupuk cair yang mengandung kaya nutrisi. Proses pencampuran menjadi salah satu indikator penting dalam menghasilkan produk pupuk cair yang kaya nutrisi dari limbah budidaya ikan. Parameter seperti kecepatan putaran agitasi, suhu larutan dan lamanya proses pengadukan menjadi parameter teknik penting (Hamouda, 2016; Thamer & Issa Al Haboubi, 2020). Pada akhir proses produksi, tekstur larutan pupuk cair menjadi seragam dengan partikel ukuran lebih besar (bahan organik padat) mengendap dibagian bawah tangki. Aroma amis dari produk pupuk cair sudah sangat berkurang dengan pH 4,43. Pupuk cair yang telah diproduksi kemudian diambil 100 ml untuk proses analisis lebih lanjut mengetahui kandungan nutrisinya.

Kandungan nutrisi

Kandungan nutrisi dari produk pupuk cair dari limbah air budidaya ikan disajikan pada Tabel 1. Kandungan nutrisi (N, P, dan K) pupuk cair dari limbah air budidaya ikan pada penelitian ini lebih tinggi dari kandungan nutrisi pupuk cair dari limbah ikan dan limbah ikan Mujair.

Tabel 1. Hasil Produksi Pupuk Cair dari Berbagai Jenis Limbah

Komponen nutrisi (%)	Nitrogen (N)	Fosfor (P)	Potasium (K)	Referensi
Limbah air budidaya ikan	1,3	0,44	0,38	Penelitian ini
Limbah air tepung ikan	2,26	0,87	0,65	(Kang et al., 2018)
Limbah ikan	1	0,39	0,37	(L Aranganathan, 2011)
Limbah ikan Mujair	1,2	0,1	0,091	(Tiwow & Abram, 2019)
Limbah ikan Lele	1,99	4,1	2,31	(Prasadi & Triwuri, 2022)

Akan tetapi, lebih rendah kandungan nutrisinya dari limbah ikan lele dan limbah air tepung ikan. Hal ini disebabkan kandungan limbah mula - mula yang akan diproses memiliki kandungan nutrisi yang berbeda-beda. Selain itu, perbedaan parameter teknik dan proses produksi juga menjadi pengaruh adanya perbedaan nutrisi tersebut. Nutrisi (N, P, dan

K) pada pupuk cair dari limbah air budidaya ikan masih dibawah standar yang diizinkan Kementerian Pertanian Republik Indonesia yaitu minimal 2% (Standar Nasional Indonesia, 2006). Dikarenakan nutrisi yang dihasilkan masih dibawah standar, oleh karena itu diperlukan tambahan nutrisi secara manual pada saat proses produksinya hingga melebihi standar 2% sehingga sesuai dengan SNI.

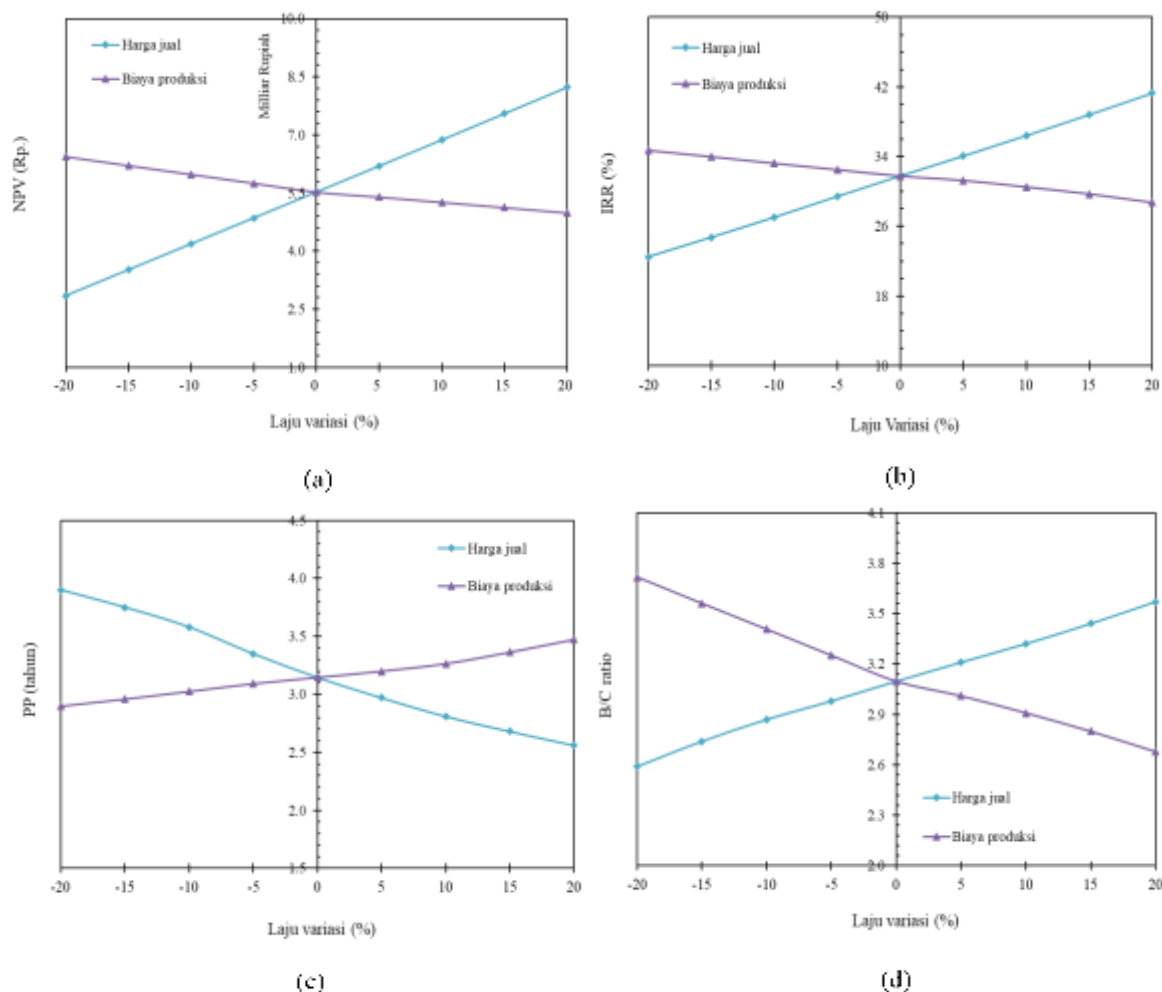
Indikator Ekonomi

Analisis ekonomi dilakukan menggunakan asumsi yang telah dijabarkan sebelumnya. Indikator ekonomi yang dihitung pada penelitian ini adalah NPV, IRR, PP, dan B/C ratio. Indikator ekonomi pada penelitian ini disajikan pada Tabel 2. Hasil dari Tabel 2 mengindikasikan bahwa usaha produksi pupuk cair dari limbah air budidaya ikan pada skala industri sangat layak dan menguntungkan. Meskipun seluruh indikator berada pada posisi layak (*feasible*), pelaku usaha perlu mewaspadaai adanya penyakit yang menyerang pada budidaya ikan. Hal ini menyebabkan ketersediaan bahan baku menjadi susah dikarenakan banyak proses budidaya yang gagal dan tidak melanjutkan kegiatan budidaya. Selain itu, kualitas dari limbah air juga perlu diwaspadai dikarenakan memiliki kualitas yang rendah, sehingga diperlukan pengawasan yang ketat agar kualitas pupuk cair sesuai dengan SNI. Selain itu, semakin rendah kualitas limbah air budidaya ikan, akan meningkatkan biaya produksinya dimana diperlukan beberapa proses *pre-treatment* agar kualitas bahan baku meningkat. Tabel 2. Analisis Kelayakan Ekonomi pada Produksi Pupuk Cair Skala Industri

No	Parameter	Satuan	Nilai
1	NPV	Rp.	5.524.899.840
2	IRR	%	31,8
3	PP	Tahun	3,15
4	B/C ratio	-	3,08

Analisa Sensitifitas

Pada bagian analisis ini, telah diamati berbagai analisis sensitifitas berdasarkan kriteria indikator ekonomi: NPV, IRR, PP, dan B/C ratio. Hal ini mendorong perubahan beberapa parameter untuk mengantisipasi bisnis dimasa depan dan menilai



Gambar 2. Analisis sensitifitas dari perubahan variabel harga jual dan biaya produksi terhadap : a) NPV, b) IRR, c) PP, dan d) B/C ratio

faktor-faktor yang paling mempengaruhi bisnis, sehingga dapat diantisipasi lebih awal. Parameter yang dianalisis adalah biaya produksi, dan harga produk. Biaya produksi harus selalu diantisipasi dalam sebuah industri, jika biaya produksi meningkat maka menyebabkan pendapatan menurun dan sebaliknya. Sehingga biaya produksi sangat mempengaruhi kelayakan sebuah usaha. Fluktuasi biaya produksi terkait banyak faktor, salah satunya bahan baku, biaya tenaga kerja dan energi. Sehingga fluktuasi pada jangkauan -20% hingga +20% cukup untuk mengetahui proyeksi usaha kedepannya. Pada saat biaya produksi divariasikan antara -20% hingga +20%, variasi NPV adalah Rp. 6.434.925.577 hingga Rp. 4.991.311.354. Variasi IRR 34,75% hingga 28,73%, PP 2,9 tahun hingga 3,47 tahun, dan B/C ratio 3,72 hingga 2,68. Detail pengaruh fluktuasi biaya produksi terhadap NPV, IRR, PP, dan B/C ratio dapat dilihat pada Gambar 2.

Pada Gambar 2, dapat diamati biaya produksi memiliki pengaruh terhadap perubahan indikator ekonomi. Akan tetapi, fluktuasi biaya produksi dari -20% hingga 20% tidak menyebabkan indikator ekonomi menjadi negatif atau tidak layak.

Namun, hal itu mengurangi keuntungan hingga 27% dan lama waktu pengembalian modal bertambah hampir 1 tahun. Dengan mengantisipasi biaya produksi yang bervariasi antara -20% hingga +20%, kelayakan usaha industri pupuk cair dari limbah air budidaya ikan ini layak dan menguntungkan. Pengaruh variasi harga jual terhadap NPV, IRR, PP, dan B/C ratio disajikan pada gambar 2. Harga jual produk di variasikan dari -20% hingga +20% untuk mengantisipasi usaha pada masa akan datang. Dengan mengantisipasi variasi harga jual dari -20% hingga +20%, nilai NPV Rp. 2.846.567.463 hingga 8.229.144.132, interpretasi IRR adalah 22,49% hingga 41,31%, nilai PP 3,9 tahun

hingga 2,56, dan nilai B/C ratio adalah 2,59 hingga 3,57. Harga jual merupakan parameter penting yang paling berpengaruh terhadap indikator ekonomi. Menvariasikan harga jual hingga +20% akan memberikan peningkatan NPV, IRR, PP, dan B/C ratio. Sedangkan perubahan harga jual menjadi -20% tidak menghasilkan nilai NPV, IRR, PP, dan B/C ratio menjadi negatif atau tidak layak.

KESIMPULAN

Kesimpulannya, analisis tekno-ekonomi produksi pupuk cair ramah lingkungan dari limbah air budidaya ikan berbasis masyarakat memberikan kelayakan pada aspek teknik dan ekonomi. Pada aspek teknik, limbah air budidaya ikan dapat diproses menjadi pupuk cair yang ramah lingkungan dengan berbagai step proses produksi dan penambahan nutrisi. Parameter teknik pada proses produksi pupuk cair menjadi indikator penting untuk menghasilkan pupuk cair yang berkualitas dengan proses produksi yang efisien. Pada aspek ekonomi, indikator ekonomi seperti NPV, IRR, PP, dan B/C ratio memberikan nilai positif, layak, dan menguntungkan. Nilai indikator ekonomi seperti NPV, IRR, PP, dan B/C ratio adalah Rp. 5.524.899.840, 31,79%, 3,15 tahun, dan 3,1, berturut-turut. Kebutuhan modal utama pada industri pupuk cair ramah lingkungan dari limbah air budidaya ikan adalah untuk peralatan produksi dan utilitas karena tingginya biaya bahan dan kompleksitas teknologi. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa semua parameter ekonomi berdampak pada kelayakan bisnis industri ini. Namun, biaya produksi adalah parameter yang paling sensitif untuk dampak industri ini. Dengan memvariasikan -20 hingga +20% terhadap harga jual dan biaya produksi, tidak ada hasil negatif bagi usaha ini, tetapi mengurangi pendapatan dan bertambahnya waktu pengembalian modal. Akhirnya, dengan mempertimbangkan beberapa aspek teknik dan ekonomi dan analisis sensitivitas, proyek ini dinilai layak untuk dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

Ahuja, I., Dauksas, E., Remme, J. F., Richardsen, R., & Løes, A. K. (2020). Fish and fish waste-based fertilizers in organic farming – With status in Norway: A review. *Waste Management*, 115, 95–112.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.025>

- Binsi, P. K. (2014). Overview of Waste Generation in Fish and Shellfish Processing Industry. *ICAR-Central Institute of Fisheries Technology*, 18–27.
- BPS. (2021). *Kabupaten bangkalan dalam angka 2021 (bangkalan regency in figures 2021)*. <https://bangkalankab.bps.go.id/publication/2021/02/26/dff9191c855d888658b909d9/kabupaten-bangkalan-dalam-angka-2021.html>
- Buang, A., Yusoff, N., Mat, N., & Khandaker, M. M. (2018). Effects of Fish Waste Extract on the Growth, Yield and Quality of Cucumis sativus L. *J. Agrobiotech*, 9(1S), 250–259.
- Caruso, G., Floris, R., Serangeli, C., & Di Paola, L. (2020). Fishery Wastes as a Yet Undiscovered Treasure from the Sea: Biomolecules Sources, Extraction Methods and Valorization. *Marine Drugs*, 18(12).
<https://doi.org/10.3390/md18120622>
- Casaclang, J. R., Gregorio, A. C., Resuello, R. B., Reyes, C. J. A., Bernardo-Fernandez, J., & Gonzales-Plasus, M. M. (2017). Fish hydrolysate derived from fish waste increased the growth of *Kappaphycus Alvarezii*. *AAFL Bioflux*, 10(5), 1150–1156.
- Choe, U., Mustafa, A. M., Lin, H., Choe, U., & Sheng, K. (2020). Anaerobic co-digestion of fish processing waste with a liquid fraction of hydrothermal carbonization of bamboo residue. *Bioresource Technology*, 297, 122542.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122542>
- Coppola, D., Lauritano, C., Palma Esposito, F., Riccio, G., Rizzo, C., & de Pascale, D. (2021). Fish Waste: From Problem to Valuable Resource. *Marine Drugs*, 19(2), 1–39.
<https://doi.org/10.3390/md19020116>
- Dai, H., Li, N., Wang, Y., & Zhao, X. (2022). The Analysis of Three Main Investment Criteria: NPV IRR and Payback Period. *Atlantic Press*, 648(Icified), 185–189. <https://www.atlantispress.com/proceedings/icified-22/125971510>
- Dauda, A. B., Ajadi, A., Tola-Fabunmi, A. S., & Akinwale, A. O. (2019). Waste production in aquaculture: Sources, components and managements in different culture systems. *Aquaculture and Fisheries*, 4(3), 81–88.
<https://doi.org/10.1016/j.aaf.2018.10.002>
- Dubey, R., Joshi, D., & Bansal, R. C. (2016). Optimization of Solar Photovoltaic Plant and

- Economic Analysis. *Electric Power Components and Systems*, 44(18), 2025–2035. <https://doi.org/10.1080/15325008.2016.1209706>
- Efrida Lubis, Rini, S., Syofia, I., & Yoga Pradana, G. (2021). Use Of Liquid Organic Fertilizer Fish Waste And Chicken Manure Fertilizer On The Production Of Pumpkin (Cucurbita Moschata). *International Journal of Science, Technology & Management*, 2(5), 1775–1779. <https://doi.org/10.46729/ijstm.v2i5.348>
- Hameed, R. T., Sarhan, S., & Mustafa, H. H. (2018). Synthesis of Liquid Organic Fertilizers from the Waste of Fishes. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(13), 10621–10626. <https://doi.org/10.36478/jeasci.2018.10621.10626>
- Hamouda, R. (2016). Some Physical and Chemical Properties of Bio-fertilizers. *Journal of Fertilizers & Pesticides*, 07(01), 1–6. <https://doi.org/10.4172/2471-2728.1000161>
- Ifa, L., Yani, S., Nurjannah, N., Darnengsih, D., Rusnaenah, A., Mel, M., Mahfud, M., & Kusuma, H. S. (2020). Techno-economic analysis of bio-briquette from cashew nut shell waste. *Heliyon*, 6(9), e05009. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05009>
- Illera-Vives, M., Seoane Labandeira, S., Brito, L. M., López-Fabal, A., & López-Mosquera, M. E. (2015). Evaluation of compost from seaweed and fish waste as a fertilizer for horticultural use. *Scientia Horticulturae*, 186, 101–107. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.02.008>
- Kang, J. H., Jung, H. Y., & Kim, J. K. (2018). Complete reuse of raw fishmeal wastewater: Evidence from a field cultivation study and economic analysis. In *Environmental Engineering Research* (Vol. 23, Issue 3). <https://doi.org/10.4491/eer.2017.190>
- Kara, K., Ouanji, F., Lotfi, E. M., Mahi, M. El, Kacimi, M., & Ziyad, M. (2018). Biodiesel production from waste fish oil with high free fatty acid content from Moroccan fish-processing industries. *Egyptian Journal of Petroleum*, 27(2), 249–255. <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2017.07.010>
- Kim, J. K. (2011). Cost-effectiveness of converting fish waste into liquid fertilizer. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 14(3), 230–233. <https://doi.org/10.5657/FAS.2011.0230>
- KKP. (2021). *Statistik KKP*. <https://statistik.kkp.go.id/home.php>
- L Aranganathan, R. R. S. . (2011). Management of Environmental Quality: An International Journal Article information: *Management of Environmental Quality*, 27(1), 93–103. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/MEQ-05-2015-0074>
- Mahboob, S. (2015). Isolation and characterization of collagen from fish waste material- skin, scales and fins of Catla catla and Cirrhinus mrigala. *Journal of Food Science and Technology*, 52(7), 4296–4305. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1520-6>
- Maktoof, A. A., Elherarlla, R. J., & Ethaib, S. (2020). Identifying the nutritional composition of fish waste, bones, scales, and fins. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 871(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/871/1/012013>
- Matos Silva, C., Serro, J., Dinis Ferreira, P., & Teotónio, I. (2019). The socioeconomic feasibility of greening rail stations: a case study in lisbon. *Engineering Economist*, 64(2), 167–190. <https://doi.org/10.1080/0013791X.2018.1470272>
- Mozumder, M. M. H., Uddin, M. M., Schneider, P., Raiyan, M. H. I., Trisha, M. G. A., Tahsin, T. H., & Newase, S. (2022). Sustainable Utilization of Fishery Waste in Bangladesh—A Qualitative Study for a Circular Bioeconomy Initiative. *Fishes*, 7(2), 1–21. <https://doi.org/10.3390/fishes7020084>
- Murali, S., Krishnan, V. S., Amulya, P. R., Alfiya, P. V., Delfiya, D. S. A., & Samuel, M. P. (2021). Energy and water consumption pattern in seafood processing industries and its optimization methodologies. *Cleaner Engineering and Technology*, 4, 100242. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100242>
- Oladigbolu, J. O., Al-Turki, Y. A., & Olatomiwa, L. (2021). Comparative study and sensitivity analysis of a standalone hybrid energy system for electrification of rural healthcare facility in Nigeria. *Alexandria Engineering Journal*, 60(6), 5547–5565. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.04.042>

- PLN. (2020). *Statistik PLN 2020 (PLN Statistics 2020)*. <https://web.pln.co.id/stakeholder/laporan-statistik>
- Prasadi, O., & Triwuri, N. A. (2022). Study Of Nutrient Potential Waste Of Catfish , Cow Dung , And Ketapang Leaves As Solid Organic Fertilizer (POP). *JUATIKA (Jurnal Agronomi Tanaman Tropika)*, 4(1), 131–138.
- Radziemska, M., Vaverková, M. D., Adamcová, D., Brtnický, M., & Mazur, Z. (2019). Valorization of Fish Waste Compost as a Fertilizer for Agricultural Use. *Waste and Biomass Valorization*, 10(9), 2537–2545. <https://doi.org/10.1007/s12649-018-0288-8>
- Rahmatullah, R., Hasnudi, Mirwandhono, E., Patriani, P., Ginting, N., & Siregar, G. A. W. (2020). The effects of fermentation time and em4 dose on nutrient content of kepok's peel as animal feed. *Journal of Physics: Conference Series*, 1542(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1542/1/012030>
- Rinaldi, R., Bathara, L., & Hamid, H. (2015). Analisis Perkembangan Produksi Perikanan Budidaya di Kabupaten Rokan Hulu Provinsi Riau. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*, 2(1), 1–8.
- Sahu, B. B., Paikaray, N. K., Paikaray, A., Agnibesh, A., Mohapatra, S., & Jayasankar, P. (2016). Fish Waste Bio-Refinery Products: Its application in Organic Farming. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 1(4), 837–843. <https://doi.org/10.22161/ijeab/1.4.30>
- Satyasai K.J.S. (2014). Application of Modified Internal Rate of Return Method for. *Agricultural Economic Research Review*, 22(1), 401–406.
- Sharma, K. K., Mohapatra, B. C., Das, P. C., Sarkar, B., & Chand, S. (2013). Water budgets for freshwater aquaculture ponds with reference to effluent volume. *Agricultural Sciences*, 04(08), 353–359. <https://doi.org/10.4236/as.2013.48051>
- Shaviklo, A. R. (2015). Development of fish protein powder as an ingredient for food applications: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 52(2), 648–661. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1042-7>
- Shi, S., Li, J., Guan, W., & Blersch, D. (2018). Nutrient value of fish manure waste on lactic acid fermentation by *Lactobacillus pentosus*. *RSC Advances*, 8(55), 31267–31274. <https://doi.org/10.1039/c8ra06142d>
- Standar Nasional Indonesia. (2006). *Pupuk Cair Hasil Samping Proses Asam Amino (SNI 02-4958-2006)*. <https://www.bsn.go.id/>
- Sugandi, W. K., & Wahyu, A. (2019). Analisis Kelayakan Ekonomi Mesin Pencacah Rumput Gajah Tipe Reel. *Agrikultura*, 29(3), 144. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v29i3.22727>
- Tajerin, T., Yusuf, R., Sastrawidjaja, S., & Asnawi, A. (2017). Keterkaitan Sektor Perikanan Dalam Perekonomian Indonesia: Pendekatan Model Input-Output. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*, 2(1), 19. <https://doi.org/10.15578/jsekp.v2i1.5860>
- Taragusti, A. S., Santanumurti, M. B., Rahardja, B. S., & Prayogo. (2019). Effectiveness of Nitrobacter on the specific growth rate, survival rate and feed conversion ratio of dumbo catfish *Clarias* sp. with density differences in the aquaponic system. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 236(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/236/1/012088>
- Thamer, A. A., & Issa Al Haboubi, N. A. (2020). Study the effect of different types impellers on the transfer coefficient in photobioreactor. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 928(2). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/928/2/022144>
- Tike Dwi Putri, Dwi Putro Priandi, & Sriati. (2014). Dampak Usaha Perikanan Budidaya Terhadap Kondisi Lingkungan Dan Sosial Ekonomi Masyarakat Pada Lahan Pasang Surut Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Kuakultur Rawa Indonesia*, 2(1), 43–54.
- Tiwow, V. M. A., & Abram, P. H. (2019). Production of Liquid and Solid Organic Fertilizer from Tilapia Fish (*Oreochromismossambicus*) Wasteusing " Bakasang " Traditional Fermentation Technology. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 3, 885–888.
- Venugopal, V. (2021). Valorization of Seafood Processing Discards: Bioconversion and Bio-Refinery Approaches. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5(June), 1–21. [h/https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.611835](https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.611835)