

# **ANALISA EKONOMI PRARANCANGAN PABRIK KIMIA PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR DARI SEKAM PADI KAPASITAS 8.000 TON/TAHUN**

Timara Oliviaputie dan Khalimatus Sa'diyah

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia  
[timaraolivia@gmail.com](mailto:timaraolivia@gmail.com) ; [\[khalimatus22@gmail.com\]](mailto:khalimatus22@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Kegiatan pertanian di Indonesia sangat banyak. Hal ini seiring dengan permintaan masyarakat dalam kebutuhan pupuk di Indonesia. Konsumsi pupuk organik di Indonesia pada tahun 2020 tercatat sebesar 88.148 ton. Pada prarancangan pabrik kimia pembuatan pupuk organik cair dari sekam padi dengan kapasitas 8.000 ton pertahun diharapkan dapat menyumbang produksi pupuk organik cair sebesar 9% kebutuhan. Tujuan dari penulisan artikel ini adalah analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan tentang kelayakan investasi modal dalam kegiatan produksi pabrik. Pabrik ini berbentuk perseroan terbatas (PT) berletak di kabupaten Lamongan dengan jumlah pekerja sebanyak 167 orang. Pabrik beroperasi selama 350 hari dalam setahun dan 24 jam per hari. Perhitungan analisa ekonomi dilakukan berdasarkan *buku Plant Designs and Economics for Chemical Reaction*. Data sekunder yang dibutuhkan untuk perhitungan antara lain data spesifikasi alat yang terdiri dari kondisi proses, unit operasi, bahan yang digunakan, dan utilitas yang diperlukan. Hasil perhitungan analisa ekonomi didapatkan *Total Capital Investment (TCI)* pabrik ini sebesar Rp 25.646.001.650,- sedangkan *Total Production Cost (TPC)* sebesar Rp 77.476.320.901,-. Laba kotor yang diperoleh sebesar Rp 10.523.679.099,- dan untuk laba bersih sebesar Rp 6.314.207.459,-. Laju pengembalian modal (ROI) sebelum dan sesudah pajak berturut-turut sebesar 48% dan 28,97%. Lama pengembalian modal (POT) setelah pajak adalah 2,57 tahun. Titik *Break Event Point (BEP)* pada kapasitas sebesar 55%. Berdasarkan hasil perhitungan maka prarancangan pabrik kimia ini layak untuk didirikan.

**Kata kunci:** *analisa ekonomi, pupuk organik cair, sekam padi, break even point, laba*

## **ABSTRACT**

*There are many agricultural activities in Indonesia. This is in line with public demand for fertilizer needs in Indonesia. Giving fertilizer aims to fertilize the soil so that plants can grow optimally. Indonesia's organic fertilizer consumption data in 2020 is 88,148 tons, so with the establishment of this factory it is expected to contribute to the production of liquid organic fertilizer by 9% of the need. The purpose of writing this article is an economic analysis on the design of a chemical plant for organic production from rice husks with a capacity of 8,000 tons per year used to obtain an estimate the feasibility of investing in factory production activities. This factory is in the form of a limited liability company (PT) located in Lamongan district with a total of 167 workers. The factory operates 350 days a year and 24 hours a day. The calculation of the economic analysis is based on the book *Plant Designs and Economics for Chemical Reaction*. Secondary data needed for calculations include equipment specification data consisting of process conditions, operating units, materials used, and required utilities. From the results of the calculation of the economic analysis, the *Total Capital Investment (TCI)* of this factory is Rp. 25,646,001,650, - while the *Total Production Cost (TPC)* is Rp. 77,476,320,901, -. The gross profit earned was Rp. 10,523,679,099,- and for the net profit was Rp. 6,314,207,459,-. The rate of return on capital (ROI) before and after tax is 48% and 28.97%, respectively. The payback period (POT) after tax is 2.57 years. Break Event Point (BEP) at 55% capacity. Based on the calculation results, the design of a chemical plant for making liquid organic fertilizer from rice husks with a capacity of 8,000 tons per year is feasible to build.*

**Keywords:** economic analysis, rice husk, liquid organic fertilizer, break even point, profit

## 1. PENDAHULUAN

Negara Indonesia dikenal sebagai negara agraris dimana komoditasnya banyak dibidang pertanian. Kebutuhan pupuk organik di Indonesia pada tahun 2021 sebanyak 518.810 Ton/tahun [1]. Penggunaan pupuk berlebih khususnya pupuk anorganik dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus dan tanpa disertai pengaplikasian dosis yang tepat dapat mendegradasi kesuburan tanah, bahkan merubah sifat fisik, kimia, dan biologi tanah [2]. Untuk mengantisipasi hal tersebut ada baiknya menggunakan pupuk organik untuk meminimalisir tingkat pencemaran.

Pupuk organik cair dibuat dari biomassa yang dijadikan produk asap cair melalui proses pirolisis. Asap cair tidak hanya dapat mempercepat pertumbuhan tanaman, namun juga dapat mengusir serangga serta membantu menetralsir pH tanah [3]. Salah satu biomassa yang berlimpah yang dapat dijadikan pupuk organik di negara Indonesia adalah sekam padi. Saat ini perkebunan padi telah berkembang pesat. Menurut data BPS (Badan Pusat Statistik) terdapat sebanyak 14.147.942 rumah tangga pertanian padi. Pertanian padi tersebut berada di lahan seluas 9.447.852 hektar [4]. Pada tahun 2018, produksi beras di Indonesia mencapai 83.037.150 ton menjadikan Indonesia produsen beras terbesar ketiga di dunia [5]. Tanaman padi banyak ditanam di Indonesia karena mayoritas warga Indonesia menjadikan beras sebagai makanan pokok sehari-hari. Beras berasal dari tumbuhan padi, sebelum menjadi beras, bulir padi dipanen dan dipisahkan dengan kulitnya dengan cara digiling, kulit bulir padi tersebut disebut dengan sekam. Sekam padi diperoleh dari proses penggilingan sebesar 20% dari berat awal gabah [6]. Berdasarkan data produksi beras tahun 2018, terdapat 33.214.860 ton sekam yang dapat dimanfaatkan kembali [7].

Sebagai upaya pemanfaatan sekam padi dibuatlah pabrik produksi pupuk organik cair. Sebelum melakukan pendirian pabrik, perlu untuk melakukan prarancangan pabrik. Hal-hal yang perlu dipertimbangkan saat melakukan prarancangan pabrik adalah penetapan spesifikasi pabrik, lokasi pabrik, pemilihan proses dan pembuatan *engineering flow diagram*, perhitungan neraca massa dan neraca panas serta spesifikasi peralatan proses, penetapan instrumentasi dan kontrol serta *safety*, penggunaan utilitas, penetapan tata letak pabrik, serta analisis ekonomi pabrik [8]. Analisis ekonomi pabrik menjadi dasar dari teknik analisis fundamental yaitu metode analisis perusahaan yang didasarkan pada faktor-faktor fundamental ekonomi suatu perusahaan termasuk sisi kinerja keuangan dan bisnis perusahaan [9]. Analisa ekonomi dihitung untuk mendapatkan perkiraan tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik. Dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh [9]. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan [10].

Banyaknya ketersediaan bahan baku berupa sekam padi dan kebutuhan pupuk di Indonesia maupun luar negeri, maka pembuatan pabrik pupuk cair organik dari sekam padi dapat dijadikan pabrik yang potensial untuk didirikan. Pada artikel ini akan dibahas mengenai analisa ekonomi prarancangan pabrik kimia pembuatan pupuk organik cair dari sekam padi kapasitas 8.000 ton/tahun. Analisa yang dilakukan meliputi analisa kelayakan dimana

perhitungan kebutuhan modal yang diperlukan yang terdiri dari *total capital investment* (TCI), *fixed capital investment* (FCI), *working capital investment* (WCI), *direct production cost* (DPC), *fixed charges* (FC), *plant overhead cost* (POC), *general expenses* dan *total production cost* (TPC). Setelah itu dianalisa profibilitas yang terdiri dari perhitungan evaluasi keuntungan atau laba, *rate of investment* (ROI), *minimum pay out time* (POT), *break even point* (BEP) dan *shut down rate* (SDR).

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Prarancangan ini menggunakan metode kuantitatif dengan analisis parameter ekonomi untuk mengetahui kelayakan pendirian pabrik. Analisa ekonomi pada prarancangan pabrik kimia ini dibutuhkan data sekunder berupa perhitungan kapasitas yang dilakukan dengan metode prediksi data yaitu metode pertumbuhan rata-rata pertahun. Data spesifikasi alat yang terdiri dari kondisi proses, unit operasi, bahan yang digunakan, dan utilitas yang diperlukan sehingga proses kimia berjalan dengan baik.

### 2.1. Analisa Kelayakan

Perhitungan analisa kelayakan dilakukan sesuai dengan buku *Plant Designs and Economics for Chemical Reaction* [8]. Dari hasil data sekunder dapat dilakukan perhitungan *total capital investment* (TCI) yang terdiri atas modal tetap atau *fixed capital investment* (FCI) dan modal kerja atau *working capital investment* (WCI) dengan persamaan sebagai berikut [8]:

$$FCI = DC + IC \quad (1)$$

$$WC = 15\% \times FCI \quad (2)$$

$$TCI = FCI + WC \quad (3)$$

$$TPC = DPC + FC + GE + POC \quad (4)$$

Penentuan total biaya produksi atau *total production cost* (TPC) yang terdiri atas biaya produksi langsung atau *direct production cost* (DPC), biaya tetap atau *fixed charges* (FC), *plant overhead cost* (POC) dan biaya pengeluaran umum atau *general expenses*. Dengan demikian dapat ditentukan kebutuhan modal yang terdiri dari modal sendiri dan modal pinjaman bank.

### 2.2. Analisa Profibilitas

Analisa profibilitas dilakukan evaluasi terhadap modal meliputi evaluasi keuntungan atau laba, *rate of investment* (ROI), *minimum pay out time* (POT), *break even point* (BEP) dan *shut down rate* (SDR).

### 2.3. Laba Perusahaan

Laba Perusahaan merupakan keuntungan yang diperoleh dari penjualan produk. Perhitungan laba dihitung menggunakan persamaan 5-7 [8].

$$\text{Laba kotor} = \text{Harga Jual} - \text{Biaya Produksi} \quad (5)$$

$$\text{Pajak penghasilan} = 1\% \times \text{laba kotor} \quad (6)$$

$$\text{Laba bersih} = \text{Laba kotor} - \text{pajak penghasilan} \quad (7)$$

### 2.4. Laju Pengembalian Modal

Dengan diketahuinya jumlah laba, dapat menghitung laju pengembalian modal atau *rate of investment* (ROI) sebelum pajak (ROI<sub>BT</sub>) dan setelah pajak (ROI<sub>AT</sub>) dengan persamaan sebagai berikut [8]:

$$ROI_{BT} = \frac{\text{Laba Kotor}}{\text{Modal Tetap}} \times 100\% \quad (8)$$

$$ROI_{AT} = \frac{\text{Laba Bersih}}{\text{Modal Tetap}} \times 100\% \quad (9)$$

### 2.5. Pay Out Time (POT)

*Pay out time* (POT) adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan modal suatu pabrik yang dapat dihitung dari modal dibagi dengan *cash flow* sebelum pajak (POTBT) dan setelah pajak (POTAT) [8].

$$POT_{BT} = \frac{\text{Modal Tetap}}{\text{Cash Flow Sebelum Pajak}} \times 1 \text{ tahun} \quad (10)$$

$$POT_{AT} = \frac{\text{Modal Tetap}}{\text{Cash Flow Setelah Pajak}} \times 1 \text{ tahun} \quad (11)$$

### 2.6. Break Event Point (BEP)

Untuk mengetahui kapasitas pabrik beroperasi dimana tidak untung dan tidak rugi atau harga penjualan sama dengan biaya produksi dibutuhkan perhitungan *break event point* (BEP) dengan dua metode yaitu metode perhitungan menggunakan persamaan 12 dan metode grafik [8].

$$BEP = \frac{FC + 0,3 \text{ SVC}}{S - 0,7 \text{ SVC} - VC} \times 100\% \quad (12)$$

### 2.7. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah suatu titik yang merupakan kapasitas minimal pabrik masih boleh beroperasi [11]. *Shut down point* (SDP) perlu untuk dihitung untuk mengetahui pada saat apa pabrik perlu untuk berhenti beroperasi agar tidak menimbulkan kerugian yang semakin banyak. *Shut down point* (SDP) terjadi saat jumlah kerugian pabrik pada daerah rugi sama dengan pengeluaran (*fixed charges*). *Shut down point* dapat dihitung dengan cara [8]:

$$SDP = \frac{0,3 \text{ SVC}}{S - 0,7 \text{ SVC} - VC} \times 100\% \quad (13)$$

### 2.8. Internal Rate of Return (IRR)

*Internal rate of return* (IRR) merupakan suatu tingkat bunga (*discount rate*) yang menunjukkan nilai bersih sekarang sama dengan jumlah seluruh investasi proyek. Nilai IRR dihitung menggunakan cara *discounted cash flow* dengan nilai *total discounted cash flow* harus sama dengan nilai *fixed capital investment* (FCI). Perhitungan %IRR dilakukan dengan cara ekstrapolasi [8].

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis ekonomi digunakan untuk memperoleh perkiraan atau estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi dan besarnya laba yang akan diperoleh. Lamanya modal investasi dapat dikembalikan dalam titik impas. Selain itu, analisis ekonomi juga dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak jika didirikan.

### 3.1. Analisa kelayakan

Analisa kelayakan pendirian pabrik pupuk organik cair sebagai berikut :

**Tabel 1.** Analisa kelayakan pendirian pabrik pupuk organik cair

No.	Keterangan	Biaya Total
1.	Utilitas	Rp. 4.138.324.901
2.	Bahan baku	Rp. 41.004.448.313
3.	Harga produk	Rp. 88.000.000.000
4.	Gaji karyawan	Rp. 7.764.000.000
5.	Harga peralatan	Rp. 2.678.544.341
6.	<i>Total Capital Investment</i>	
	<i>Direct cost</i>	Rp. 8.273.152.942
	<i>Indirect cost</i>	Rp. 13.525.948.460
	<i>Working capital</i>	Rp. 3.846.900.247
7.	Modal Investasi	
	Modal sendiri	Rp. 13.079.460.841
	Modal pinjaman bank (Loan)	Rp. 8.719.640.561
8.	<i>Total Production Cost</i>	
	<i>Direct Production Cost (DPC) Total</i>	Rp. 57.400.687.645
	<i>Fixed Charge (FC)</i>	Rp. 3.771.244.542
	<i>Plant Overhead Cost (POC)</i>	Rp. 7.046.435.969
	<i>General Expenses (GE)</i>	Rp. 11.590.308.634

*Direct cost* didapatkan sebesar Rp. 8.273.152.942 meliputi biaya tanah beserta bangunan, biaya angkutan, instrumentasi, Instalasi dan pemasangan alat, perpipaan maupun kelistrikan [12]. *Indirect cost* dihitung Rp. 13.525.948.460 yang terdiri dari biaya pembangunan pabrik serta biaya tak terduga [8]. *Working capital investment* (WCI) adalah modal yang harus dikeluarkan untuk menjalankan proses produksi pabrik dalam jangka waktu tertentu. Nilai dari WCI adalah 10% dari TCI, sehingga WCI yang didapatkan sebesar Rp. 3.846.900.247. *Total Capital Investment* yang didapatkan sebesar Rp. 29.864.768.921. Komponen yang prosentasenya paling besar dalam TCI adalah *direct cost* yaitu sebesar Rp. 13.733.433.883. Besarnya *direct cost* disebabkan karena mahalanya harga peralatan yang dibutuhkan.

Perhitungan *Total Production Cost* (TPC) meliputi *Direct production cost* dan *fixed charges*. DPC terdiri dari terdiri dari bahan baku, tenaga kerja, utilitas, *maintenance*. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 167 orang, tenaga kerja dihitung menggunakan grafik vilbrandt [13]. Harga peralatan diperoleh setelah melakukan pembuatan *process flow diagram* dan perhitungan spesifikasi alat. Harga peralatan diperoleh melalui *website*, ditambah dengan faktor keamanan sebesar 20% dari harga alat. Utilitas yang diperlukan terdiri dari air sanitasi dan pendingin, tenaga listrik, dan unit pengadaan bahan bakar dan alat. Biaya utilitas perlu untuk dihitung karena berpengaruh pada besarnya biaya produksi. Selain biaya utilitas, biaya kebutuhan bahan baku juga ikut memengaruhi besarnya biaya produksi [13]. Biaya kebutuhan bahan baku didapatkan setelah menghitung neraca massa dan neraca panas. Bahan baku terdiri dari sekam padi sebanyak 17.067.006 kg/tahun, 844.368 kg/tahun nitrogen, dan 3.360.313 kg/tahun batubara.

Diluar biaya produksi terdapat biaya *fixed charges*. Biaya *fixed charges* adalah biaya yang harus dikeluarkan meskipun pabrik tidak melakukan produksi yang terdiri dari depresiasi, pajak kekayaan, asuransi, dan bunga bank. Perhitungan dilakukan dimana persentase yang digunakan sesuai dengan buku *Plant Designs and Economics for Chemical*

Reaction [8]. *Fixed charges* yang didapatkan adalah sebesar Rp. 3.771.244.542, dimana prosentase terbesar ada pada komponen depresiasi aset.

Biaya yang dikeluarkan pabrik diluar perencanaan disebut *Plant overhead cost (POC)*, perkiraan biaya ini meliputi biaya kesehatan dan keselamatan, kontrol laboratorium, rekreasi karyawan [8]. Besar POC adalah Rp. 7.046.435.969, dimana merupakan 50% dari biaya tenaga kerja, pengawasan, dan pemeliharaan. Sebagian besar POC didominasi oleh biaya tenaga kerja karena banyaknya karyawan yang dibutuhkan sebanyak 167 orang.

*General expenses*, adalah biaya yang harus dikeluarkan tidak berhubungan langsung dengan pengolahan bahan baku menjadi bahan jadi terdiri dari biaya administrasi, biaya distribusi dan pemasaran, serta biaya penelitian dan pengembangan [14]. Prosentase terbesar dari *general expenses* adalah biaya administrasi yaitu sebesar Rp. 2.013.267.419.

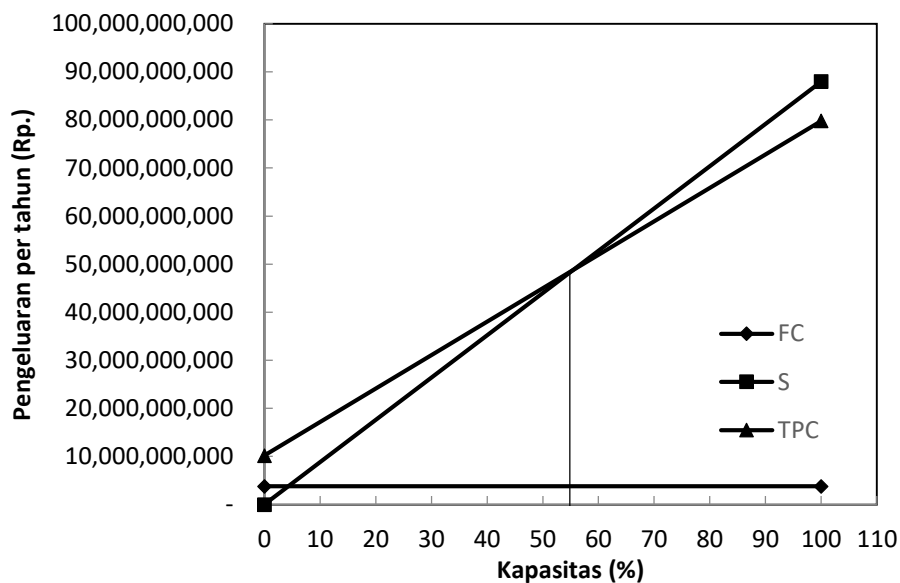
Modal investasi pendirian pabrik berasal dari uang modal sendiri dan pinjaman pihak bank. Perbandingan jumlah modal tersebut menyesuaikan kesepakatan peminjam dan jenis pabrik yang akan didirikan, pada artikel ini menggunakan persentase 60% modal sendiri dan 40% modal pinjaman bank.

### 3.2. Analisa Profitabilitas

Modal yang telah diinvestasikan diharapkan dapat mendapatkan keuntungan dari produksi dan dapat kembali dengan pada waktu yang telah diperhitungkan. Agar tujuan target tersebut dapat tercapai maka perlu dilakukan evaluasi terhadap modal meliputi evaluasi keuntungan/laba, *rate of return (ROR)*, *minimum pay out time (POT)*, *break even point (BEP)* dan *shut down rate (SDR)*. Analisa profitabilitas pendirian pabrik pupuk organik cair sebagai berikut :

**Tabel 2.** Analisa profitabilitas

No.	Keterangan	Biaya Total
1.	Laba kotor	Rp. 10.523.679.099
	Pajak penghasilan	Rp. 4.209.471.640
	Laba bersih	Rp. 6.314.207.459
2.	Nilai penerimaan <i>Cash Flow</i> setelah pajak (CA)	Rp. 8.494.117.599
3.	ROI sebelum pajak	48%
	ROI setelah pajak	28,97%
4.	POT sebelum pajak	1,72 tahun
	POT setelah pajak	2,57 tahun
5.	Kapasitas saat <i>Break Event Point</i>	55%
6.	CA tahun pertama	Rp. 3.377.844.294
	CA tahun kedua	Rp. 3.822.138.793
7.	Kapasitas saat <i>Shut Down Point</i>	37%
8.	IRR	34%



**Gambar 1.** Grafik *break even point*

Perhitungan analisa profibilitas menghasilkan bahwa pabrik harus beroperasi pada batas minimal kapasitas 37% dari total kapasitas agar tidak rugi. Sedangkan untuk mendapat keuntungan, pabrik harus beroperasi kapasitas diatas 55% dari total kapasitas produksi. Waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan modal adalah selama 2,57 tahun. Jika dibandingkan dengan prarancangan pabrik pembuatan pupuk organik dari bahan baku limbah cair industri tahu dengan kapasitas produksi 18.000 ton/tahun oleh Nianto Cendana, POT yang didapatkan sebesar 2,4 tahun dan IRR sebesar 51% dimana pabrik tersebut memiliki keuntungan yang lebih besar [15]. Namun kapasitas beserta modal yang dibutuhkan pun jauh lebih besar, hal ini sesuai dengan konsep *economies of scale* dimana semakin banyak volume *output* maka biaya rata-rata produksi semakin kecil sehingga keuntungan semakin besar [16].

Dari hasil analisa ekonomi yang telah dilakukan, pabrik pupuk cair organik dari sekam padi dengan kapasitas 8.000 ton pertahun dapat menghasilkan keuntungan. Oleh karena itu pabrik ini layak untuk didirikan. Dengan syarat, pabrik beroperasi memenuhi batas minimum kapasitas produksi yaitu 55% dari total kapasitas produksi dengan laju pengembalian modal selama 2,57 tahun.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pabrik pembuatan pupuk cair organik dari sekam padi dengan kapasitas 8.000 ton pertahun beroperasi selama 350 hari didirikan di Kabupaten Lamongan dengan jumlah pekerja sebanyak 167 orang. Perhitungan analisa ekonomi menghasilkan DPC sebesar Rp. 57.400.687.645, FC sebesar Rp. 3.771.244.542, POC sebesar Rp. 7.046.435.969, dan GE sebesar Rp. 11.590.308.634. Sehingga, TPC yang didapatkan sebesar Rp. 79.808.676.790. Untuk analisa profibilitas, laju pengembalian modal (ROI) setelah pajak sebesar 28,97%. Lama pengembalian modal (POT) setelah pajak adalah 2,57 tahun, *Break Event Point* (BEP) sebesar 55%, dan IRR sebesar 34%. Hasil ini menyatakan bahwa pabrik pupuk organik cair ini layak untuk didirikan.

## Referensi

- [1] Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia, "Konsumsi Pupuk di Pasar Domestik dan Pasar Ekspor Tahun 2014 - 2021," 2022. <http://www.appi.or.id/consumption-report> (diakses Mar 21, 2022).
- [2] M. D. Maghfoer, *Teknik Pemupukan Terung Ramah Lingkungan*, Malang: Universitas Brawijaya Press, 2018.
- [3] A. B. Basri, "Manfaat Asap Cair untuk Tanaman," *Serambi Pertanian*, vol. 4, no. 5, 2010.
- [4] Badan Pusat Statistik, "Sensus Pertanian," 2013. <https://st2013.bps.go.id> (diakses Mar 21, 2022).
- [5] Kementerian Pertanian Republik Indonesia, "Pejabat Pengelola Informasi dan Dokumentasi Pertanian," 2018. <http://ppid.pertanian.go.id> (diakses Mar 21, 2022).
- [6] N. Soltani, A. Bahrami, M.I. Pech-Canul, L.A. González, "Review on the physicochemical treatments of rice husk for production of advanced materials," *Chemical Engineering Journal*, vol.264, hal. 899-935. 2015.
- [7] Tim Pejabat Pengelola Informasi dan Dokumentasi, "Laporan Akhir Pejabat Pengelola Informasi dan Dokumentasi (PPID) Pembantu Pelaksana dan Pelaksana Upt Puslitbangnak 2018," Kementerian Pertanian Republik Indonesia., 2018.
- [8] D. T. Klaus, E. W. Ronald, S. P. Max, *Plant Designs and Economics For Chemical Engineers*, Colorado: The McGraw-Hill, 2003.
- [9] O. Antari, "Jojonomic," 2021. <https://www.jojonomic.com> (diakses Apr 4, 2022).
- [10] E. Safitri dan R. Bunga, "Analisa Ekonomi Prarancangan Pabrik Kimia Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Randu (Ceiba Pentandra) Menggunakan Katalis Heterogen CaO dengan Kapasitas 22.000 Ton/Tahun," *Jurnal Teknologi Separasi Distilat*, vol. 6, no. 2, hal. 241-248, 2020.
- [11] T. Soerawidjaja, "Mendorong Upaya Pemanfaatan dan Sosialisasi Biodiesel Secara Nasional," di Makalah disampaikan pada pertemuan dua bulanan ke-3 LP3E KADIN Indonesia, Jakarta, 2005.
- [12] N. K. Sari, *Ekonomi Teknik*, Surabaya: Yayasan Humaniora, 2011.
- [13] F. C. Vilbrandt, C. E. Dryden, *Chemical Engineering Plant Design*, ed. 4, New York: McGraw-Hill, 1959.
- [14] D. T. Yudith, C. W. Putri, M. Adi, Y. Hardiansyah, H. S. Profiyanti, "Analisa Ekonomi Pra Rancangan Pabrik Kimia Pembuatan Biodiesel Berbahan Baku Minyak Jelantah Dengan Katalis KOH Kapasitas 37.000 Ton/Tahun," *Jurnal Teknologi Separasi Distilat*, vol. 6, no. 2, hal. 373-380, 2020.
- [15] N. Cendana, "Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Pupuk Organik Dari Bahan Baku Limbah Cair Industri Tahu Dengan Kapasitas Produksi 18.000 Ton/Tahun," Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara, Medan, 2012.
- [16] S. Zecchini, "Organisation for Economic Co-operation and Development,". Glossary of Industrial Organisation Economics and Competition Law. 2021. <https://www.oecd.org/regreform/sectors/2376087.pdf> (diakses Apr 16, 2022).