

PRARANCANGAN PABRIK LEMAK KAKAO DARI BIJI KAKAO KAPASITAS 130.000 TON/TAHUN

(Cocoa Butter Plant Design from Cocoa Beans Capacity 130,000 Tons/Year)

Aliyah Mardiyah Arifin*, Muhammad Pandu Hidayat, Syamsuddin Yani, Ruslan Kalla

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip Sumaharjo No.Km 5 Panaikang, Panakukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231, Indonesia

Inti Sari

Lemak kakao dibuat dengan proses dutch dengan menggunakan bahan baku biji kakao dan pelarut n-heksana, reaktor yang digunakan adalah reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) didalam reaktor berlangsung reaksi dengan suhu 80 °C dan tekanan 1 atm. Kapasitas produksi lemak kakao dirancang 130.000 ton/tahun, membutuhkan bahan baku biji kakao sebesar 31.649 kg/jam dan pelarut berupa n-heksana sebesar 23.445 kg/jam. Utilitas listrik sebesar 31 kWh, steam 15.721 kg/jam, bahan bakar berupa solar sebesar 71 liter / jam. Pra Rancangan Pabrik lemak kakao ini direncanakan didirikan di daerah Palopo, Provinsi Sulawesi Selatan. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem garis dan staf membutuhkan tenaga kerja sebanyak 117 orang. Berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi untuk pendirian pabrik lemak kakao di atas dibutuhkan modal tetap sebesar Rp 24 miliar modal kerja sebesar Rp 10 miliar dan *manufacturing cost* sebesar Rp 25 triliun harga jual produksi sebesar Rp 28 triliun dengan keuntungan sebelum pajak dan sesudah pajak berturut-turut sebesar Rp 9 miliar dan Rp 6 miliar. Profitabilitas meliputi *Rate of Investement* (ROI) sebelum dan sesudah pajak berturut-turut sebesar 39,71 % dan 27,80 %. *Pay of Time* (POT) sebelum dan sesudah pajak 2,01 tahun dan 2,65 tahun. *Break event Point* (BEP) sebesar 55,70% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 31,89%. Berdasarkan pertimbangan teknik dan hasil perhitungan analisis ekonomi di atas, maka pabrik lemak kakao berkapasitas 130.000 ton/tahun layak untuk diteruskan ketahap selanjutnya.

Kata Kunci: biji kakao, n-heksana, reaktor, lemak kakao

Abstract

Cocoa butter is made by the Dutch process using cocoa beans as raw materials and n-hexane as solvent, the reactor used is a stirred tank flow reactor (RATB) in the reactor the reaction takes place at a temperature of 80 °C and a pressure of 1 atm. The cocoa butter production capacity is designed for 130,000 tons/year, requiring 31,649 kg/hour of cocoa beans as raw materials and 23,445 kg/hour of n-hexane as solvent. Electricity utilities of 31 kWh, 15,721 kg/hour of steam, and 71 liters/hour of diesel fuel. Pre-Design This cocoa butter factory is planned to be established in the Palopo area, South Sulawesi Province. The form of the company is a Limited Liability Company (PT) with a line and staff system requiring 117 workers. Based on the calculation of the economic evaluation for the

Key Words: cocoa beans, n-hexane, reactor, cocoa butter

Published by
Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address
Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan

Email :
jmpe@umi.ac.id

***Corresponding Author**
liamardiyah25@gmail.com



Journal History
Paper received : 3 Juli 2024
Received in revised : 25 Juli 2024
Accepted : 13 Agustus 2024

establishment of the cocoa butter factory above, fixed capital of Rp 24 billion is needed, working capital of Rp 10 billion and manufacturing costs of Rp 25 trillion, production selling price of Rp 28 trillion with profits before tax and after tax of Rp 9 billion and Rp 6 billion respectively. Profitability includes the Rate of Investment (ROI) before and after tax of 39.71% and 27.80% respectively. Pay of Time (POT) before and after tax of 2.01 years and 2.65 years. Break event Point (BEP) of 55.70% and Shut Down Point (SDP) of 31.89%. Based on technical considerations and the results of the economic analysis calculations above, the cocoa butter factory with a capacity of 130,000 tons/year is feasible to be continued to the next stage.

PENDAHULUAN

Kakao merupakan salah satu komoditas ekspor yang dapat memberikan kontribusi untuk peningkatan devisa Indonesia. Indonesia merupakan salah satu negara pemasok utama kakao dunia setelah Pantai Gading (38,3%) dan Ghana (20,2%) dengan persentasi 13,6%. Permintaan dunia terhadap komoditas kakao semakin meningkat dari tahun ke tahun [1].

Mamuju merupakan daerah penghasil dan daerah pengekspor kakao terbesar di Indonesia. Sulawesi menyumbang $\pm 71\%$ ekspor kakao Indonesia yang merupakan devisa Negara non migas. Ekspor biji kakao rata-rata 200.000 ton yang sebagian besar produksi kakao diekspor dalam bentuk biji (bahan baku) sedangkan ekspor dalam bentuk olahan baru mencapai 17-20%. Padahal nilai tambah terbesar diperoleh dari produksi olahannya seperti pasta, lemak, bungkil dan bubuk untuk makanan dan minuman [2].

Lemak kakao merupakan lemak alami yang diperoleh dari biji kakao. Penyangraian yang hanya ditujukan untuk memperoleh lemak kakao tidak perlu dilakukan pada suhu tinggi karena hanya untuk melepaskan kulit biji. Nib yang diperoleh kemudian dipres sehingga diperoleh lemak kakao. Lemak kakao terdiri dari sejumlah gliserida dari asam-asam lemak stearat, palmitat, oleat dan sedikit linoleat. Lemak kakao berwarna kuning muda, pada suhu kamar berbentuk padat namun rapuh/getas, titik leleh 35°C , angka penyabunan 188-198, angka iod 35-40, asam lemak bebas sebagai asam oleat yang diijinkan 1,5% Cokelat [3].

Melihat potensi yang sedemikian besar dan mengantisipasi jatuhnya harga biji kakao ini maka perlu adanya usaha pengolahan biji kakao di Sulawesi Selatan. Pengolahan kakao yang dimaksud adalah untuk memproduksi lemak kakao. Dalam industri hilir kakao, lemak merupakan bagian dari biji yang paling berharga dan sangat luas pemakaiannya.

Ada beberapa macam cara proses utama yang paling komersial digunakan dalam proses pembuatan Lemak Kakao, yaitu [4]:

1. Proses *Dutched*

Lemak kakao proses *dutch*, atau *Dutched* adalah proses yang sudah diberi perlakuan dengan menambahkan pelarut untuk memodifikasi warna dan memberikan rasa lebih ringan dibandingkan dengan "lemak kakao natural" diekstraksi dengan proses Broma. Ini menjadi dasar untuk banyak coklat modern, dan digunakan dalam es krim, coklat panas, dan pembuatan kue. Lemak kakao proses *dutch* menggunakan biji kakao yang melalui proses pemanggangan sehingga kadar air dan kulit bijinya terlepas yang kemudian biji kakao ini disebut dengan nib, nib akan diproses dengan cara di press hingga terpisah antara lemak kakao dan *cake* nya, kemudian *cake* yang terbentuk akan diberikan pelarut untuk mengekstrak lemak kakao yang masih terkandung didalam *cake*, nib ini diekstrak didalam alat ekstraktor pada suhu 63°C tekanan 1 atm, kemudian hasil dari ekstraktor akan diupayakan dengan alat *vaporizer*. untuk menghilangkan pelarut yang masih terikat pada lemak kakao yang telah diekstrak, dan didapatkan lemak kakao dengan pH 6,5 – 8,1 [5].

2. Proses Natural

Lemak kakao natural dibuat tanpa penambahan alkali dan rasanya pahit. Biji kakao kering dibersihkan dan disangrai, lalu dikupas dari kulit arinya, hingga didapatkan nib, nib akan di pres hingga menghasilkan lemak kakao. Lemak kakao yang diproses dengan proses natural menggunakan biji kakao yang disimpan digudang kemudian diangkat menggunakan *belt conveyor* menuju alat *roasting*, kemudian biji kakao yang keluar dari alat *roasting* disebut nib, nib akan diproses dengan cara di press hingga menghasilkan lemak kakao. Proses ini berlangsung pada suhu $98 - 110^{\circ}\text{C}$ dengan pH 5,2 – 5,9 [6].

Berdasarkan karakteristik masing-masing yang telah dijelaskan, pemilihan proses ditinjau dari teknis mana yang akan menguntungkan untuk keberlangsungan pabrik, namun tetap aman secara teknis dan ekonomis.

Tabel 1. Perbandingan proses pembuatan lemak kakao

Pertimbangan	Proses Dutch	Proses Natural
Bahan baku	Biji cokelat	Biji cokelat
Suhu penyangraian	98 - 110 °C	98 - 110 °C
Suhu pelarut	75 - 100 °C	-
Rasa	Rasa lebih ringan, halus dan lebih lembut	Rasanya cenderung pahit
Aroma	Aromanya lembut	Aromanya kasar
pH (kadar keasaman)	Rendah (6,5 – 8,1)	Tinggi (5,2 – 5,9)

Berdasarkan beberapa perbandingan di atas, maka dipilih proses dutch dengan beberapa keuntungan sebagai berikut [7]:

- Lemak kakao proses dutch memiliki pH netral dan tidak asam seperti lemak kakao natural.
- Proses *dutch* memiliki rasa lebih ringan dan lebih halus dibandingkan dengan proses biasa "natural" lebih pahit.

Salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam pendirian pabrik lemak kakao adalah kapasitas pabrik supaya pabrik yang akan didirikan nanti dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan meningkatkan jumlah ekspor. Data data import, export, konsumsi, dan produksi dari Badan Pusat Statistik pada tahun 2019 - 2023 yang terlihat pada Tabel 3. Penentuan kapasitas juga meninjau pabrik yang telah berdiri dan ketersediaan bahan baku.

Tabel 2. Pabrik Lemak Kakao di Indonesia

Nama Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT Papandayan Cocoa Industry	120.000
PT Asia Cocoa Indonesia-Batam	120.000
Cargill	60.000
PT Mars Indonesia	30.000
Barry Comextra	30.000
PT Cocoa Ventures Indonesia	14.000
PT Tojo Sekawan	24.000
PT Kakao Mas Gemilang	6.000
PT Mas Ganda	5.000

Tabel 3. Data Kebutuhan Lemak Kakao

Tahun	Jumlah (Kg/Tahun)			
	Ekspor (E)	Impor (I)	Konsumsi (K)	Produksi (P)
2019	144.985.412	2.098.142	487.083.554	409.000.000
2020	144.489.859	715.966	485.205.825	409.000.000
2021	142.187.039	1.507.082	483.694.121	409.000.000
2022	153.745.223	3.024.114	496.769.337	409.000.000
2023	137.004.285	1.133.168	478.137.453	409.000.000

Tabel 4. Perhitungan %P

Tahun	%P			
	Ekspor (E)	Impor (I)	Konsumsi (K)	Produksi (P)
2019				
2020	0,00	-0,66	0,00	0,00
2021	-0,02	1,10	0,00	0,00
2022	0,08	1,01	0,03	0,00
2023	-0,11	-0,63	-0,04	0,00
Total	-0,05	0,83	-0,02	0,00
Rata-rata (i)	-0,01	0,21	0,00	0,00

Pabrik lemak kakao direncanakan didirikan pada tahun 2028, sehingga untuk menentukan kapasitas produksi pabrik lemak kakao dapat menggunakan rumus *discounted methode* menggunakan persamaan:

$$m_{\text{tahun yang dicari}} = m_{\text{tahun terakhir dari data}} \times (1+i)^a$$

$$i = \frac{\sum \%P}{n}$$

Keterangan:

a : Selisih tahun

i : Pertumbuhan rata-rata per tahun

%P : Persen pertumbuhan per tahun

n : Jumlah data %P

Maka:

$$\begin{aligned} m_{p2028} &= m_{p2023} \times (1+ip)^{2028-2023} \\ &= 409.000.000 \times (1 + (0,00\%))^{2028-2023} \\ &= 409.000.000 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{k2028} &= m_{k2023} \times (1+ik)^{2028-2023} \\ &= 478.137.453 \times (1 + (-0,004\%))^{2028-2023} \\ &= 467.801.761 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{e2028} &= m_{e2023} \times (1+ie)^{2028-2023} \\ &= 137.004.285 \times (1 + (-0,01\%))^{2028-2023} \\ &= 129.149.660 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{i2028} &= m_{i2023} \times (1+ii)^{2028-2023} \\ &= 1.133.168 \times (1 + (0,21\%))^{2028-2023} \\ &= 2.901.430 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{2028} &= ((M_{\text{Konsumsi}2028} + M_{\text{Ekspor}2028}) - (M_{\text{Produksi}2028} + M_{\text{Impor}2028})) \\ &= (467.801.761 + 129.149.660) - (409.000.000 + 2.901.430) \\ &= 185.049.991 \text{ kg/tahun} \\ &= 185.049 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan kebutuhan lemak kakao pada tahun 2028 yaitu sebesar 185.049 ton/tahun, dengan berbagai pertimbangan, baik melalui data impor/ekspor kebutuhan lemak kakao di Indonesia dan ketersediaan bahan baku yang ada di Indonesia serta kapasitas pabrik yang telah ada, baik di Indonesia maupun di negara lain, maka prediksi kapasitas produksi lemak kakao hanya akan mengambil 70% dari kebutuhan lemak kakao pada tahun 2028. Hal ini telah diatur dalam peraturan perundang-undangan Republik Indonesia nomor 5 tahun 1999 tentang praktek monopoli dan persaingan usaha tidak sehat pada bab III pasal 4 ayat 1 yang menyatakan pelaku usaha atau kelompok pelaku usaha tidak diperbolehkan menguasai lebih dari 75% pasar. Dilihat dari peraturan perundang-undangan maka didapat perkiraan kapasitas pabrik yang akan didirikan pada tahun 2028 yaitu sebesar 130.000 ton/tahun.

PROSES PEMBUATAN LEMAK KAKAO

Proses yang digunakan adalah proses *dutch* yang menggunakan pelarut berupa n-Heksan . Proses dutch ini dibagi menjadi tiga tahapan proses yaitu :

A. Tahap Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku biji kakao yang sudah ditimbang yang disimpan pada gudang bahan baku dipersiapkan ke *belt conveyor* untuk diangkut ke *rotary Dryer* untuk dipanggang. pada proses pemanggangan ini biji kakao mengalami perubahan-perubahan yaitu :

- Kadar air dalam biji kakao berkurang dan kulit biji terlepas
- Nib (daging biji kakao) menjadi lebih rapuh dan berwarna gelap

Setelah proses pemanggangan, biji kakao diangkut ke *winning machine* untuk menghilangkan kulit biji kakao kemudian diangkut ke *screw press*. Pada *screw press* sebagian besar lemak yang terdapat dalam biji akan terpisah dan lemak tersebut akan ditampung dalam tangki penampung. *Cake* yang terbentuk diumpankan ke ekstraktor.

Cake yang diumpankan ke ekstraktor dan diekstraksi selama ±48 menit. Produk yang keluar ekstraktor di pompa ke *filter press* untuk pemisahan ekstrak dan rafinat. Rafinat yang dihasilkan ditampung dalam tangki penampung rafinat sedangkan ekstrak yang terbentuk diumpankan ke *vaporizer* [8].

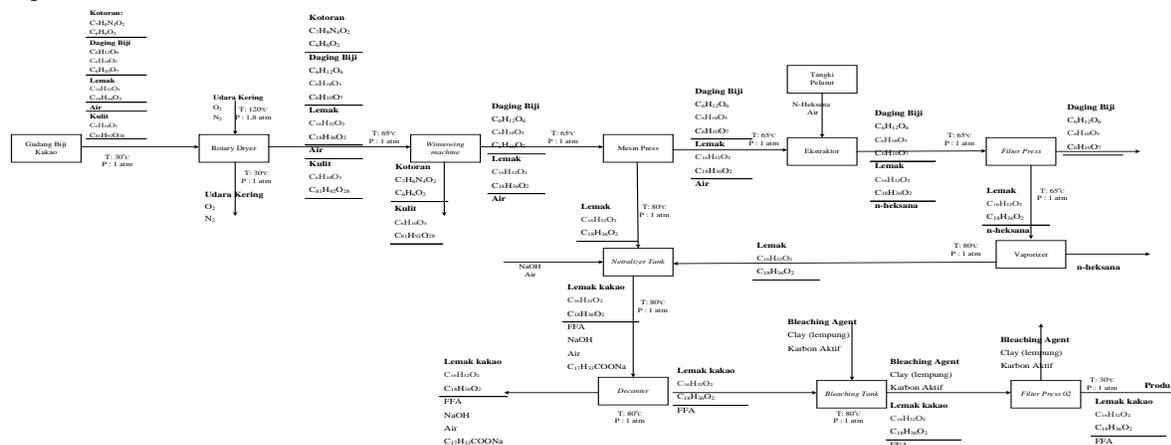
Pada *vaporizer* berlangsung proses pemisahan pelarut dari larutannya, suhu operasi 80 °C dan tekanan 6 psia, n-heksana yang keluar dari *vaporizer* dalam bentuk uap jenuh masuk ke *condensor* kemudian didinginkan sehingga berubah fase menjadi fase cair dan disimpan dalam tangki penyimpanan n-heksana.

B. Tahap Pencampuran

Lemak yang dihasilkan dipompa ke *Neutralizer Tank* untuk menetralkan asam-asam lemak bebas yang terdapat dalam lemak. Bahan yang digunakan adalah soda kaustik (NaOH) karena lebih efisien dan murah dibandingkan dengan cara netralisasi lainnya. Pada proses ini terbentuk *soap* dan akan dipisahkan dari lemak dengan menggunakan *decanter*[9].

C. Tahap Pemisahan dan Pemurnian

Selanjutnya produk dari *Neutralizer Tank* dipompa masuk ke *Decanter* untuk menghilangkan *soap* yang masih terikat dalam lemak. Lemak netral tersebut kemudian dipompa ke *Bleaching Tank* untuk menghilangkan zat-zat warna yang tidak disukai dalam lemak dengan menambahkan sejumlah kecil *adsorben*. *Adsorben* yang digunakan adalah lempung dan karbon aktif. Produk dari *bleaching tank* dipompa ke *filter press* untuk memisahkan lemak dan *adsorben* yang terikat. Lemak tersebut kemudian dipompa ke *kristalizer* untuk didinginkan sekaligus dipadatkan. Selanjutnya lemak padat tersebut diangkut dengan *screw conveyor* ketempat penampungan produk siap untuk dikemas dan dipasarkan [10].



Gambar 1. Diagram Alir Kualitatif

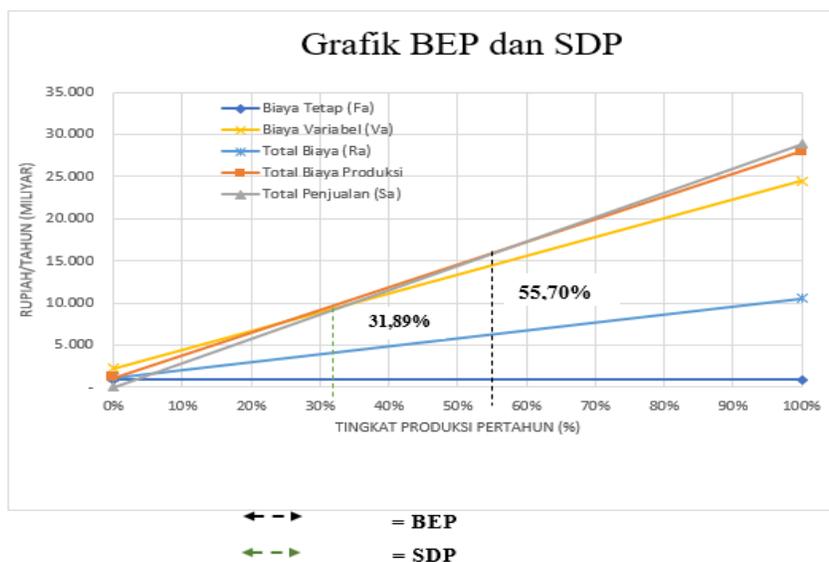
ANALISA EKONOMI

Sebuah pabrik harus dievaluasi kelayakan berdirinya dan tingkat pendapatannya sehingga perlu dilakukan analisis perhitungan secara teknik. Selanjutnya, perlu juga dilakukan analisis terhadap aspek ekonomi dan pembiayaannya. Hasil analisa tersebut diharapkan berbagai kebijaksanaan dapat diambil untuk pengarahan secara tepat. Suatu rancangan pabrik dianggap layak didirikan bila dapat beroperasi dalam kondisi yang memberikan keuntungan. Berbagai parameter ekonomi digunakan sebagai pedoman untuk menentukan layak tidaknya suatu pabrik didirikan dan besarnya tingkat pendapatan yang dapat diterima dari segi ekonomi. Parameter-parameter tersebut antara lain:

1. Margin Keuntungan/*Profit Margin* (PM)
2. Titik Impas/*Break Even Point* (BEP)
3. Laju Pengembalian Modal/*Return On Investment* (ROI)
4. Waktu Pengembalian Modal/*Pay Out Time* (POT)
5. Laju Pengembalian Internal/*Internal Rate of Return* (IRR)

Analisa Ekonomi

1. *Profit Margin* (PM)
Profit Margin adalah persentase perbandingan antara keuntungan sebelum pajak penghasilan PPh terhadap total penjualan dari hasil perhitungan diperoleh profit margin sebesar 0,02 %, maka pra rancangan pabrik ini memberikan keuntungan [9].
2. *Break Even Point* (BEP)
Break Even Point adalah keadaan kapasitas produksi pabrik pada saat hasil penjualan hanya dapat menutupi biaya produksi. Dalam keadaan ini pabrik tidak untung dan tidak rugi, dari hasil perhitungan, maka Break Even Point sebesar 55,70%. Titik BEP terjadi pada kapasitas produksi pada saat 72.414,76 ton [10].
3. *Return on Investment* (ROI)
Return on Investment adalah besarnya persentase pengembalian modal tiap tahun dari penghasilan bersih, dari hasil perhitungan diperoleh ROI sebesar 27,80 %, sehingga pabrik yang akan didirikan ini termasuk resiko laju pengembalian modal rata-rata
4. *Pay Out Time* (POT) [11].
Pay Out Time adalah waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang dicapai. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali, dari hasil perhitungan diperoleh POT sebelum pajam 2,01 tahun dan setelah pajam 2,65 tahun [12].
5. *Internal Rate of Return* (IRR)
Internal rate of return berdasarkan *discounted cash flow* adalah suatu tingkat bunga tertentu dimana seluruh penerimaan akan tepat menutup seluruh jumlah pengeluaran modal. Apabila IRR ternyata lebih besar dari bunga riil yang berlaku, maka pabrik akan menguntungkan tetapi bila IRR lebih kecil dari bunga riil yang berlaku maka pabrik dianggap rugi. Dari perhitungan diperoleh IRR = 25,01%, sehingga pabrik akan menguntungkan karena lebih besar dari bunga bank saat ini sebesar 14%.
6. *Shut Down Point* (SDP)
Shut Down Point adalah suatu titik atau saat penentuan aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain adalah Variable cost yang terlalu tinggi, atau karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan keuntungan), dari hasil perhitungan diperoleh SDP sebesar 31,89% [13].



Gambar 2. Grafik Analisa Kelayakan Ekonomi

KESIMPULAN

Prarancangan pabrik pembuatan lemak kakao dari biji kakao menggunakan proses dutch kapasitas produksi 130.000 ton/tahun ini direncanakan akan didirikan di daerah Palopo, Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia. Sesuai perhitungan analisa ekonomi dapat diketahui :

- Keuntungan yang diperoleh sebelum pajak Rp9.649.759.154,81 dan sesudah pajak yaitu dan Rp6.754.831.408,37.
- Return on Investmen* (ROI) untuk pabrik ini 39,71 % sebelum pajak dan 27,80 % sesudah pajak.
- Pay Out Time* (POT) untuk pabrik ini adalah 2,01 tahun sebelum pajak dan 2,65 tahun sesudah pajak.
- Break Event Point* (BEP) adalah 55,70%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya berkisar antara 40-60 %.
- Shut Down Point* (SDP) adalah 31,89%.

Berdasarkan perhitungan analisis ekonomi di atas, dapat disimpulkan pabrik pembuatan biji kakao dari biji kakao menggunakan proses *dutch* kapasitas produksi 130.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Sabahannur, N. Syam, and E. Ervina, "Mutu Fisik Dan Kimia Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.) Pada Beberapa Jenis Klon," *Agrotek J. Ilm. Ilmu Pertan.*, vol. 7, no. 2, pp. 99–107, Oct. 2023, doi: 10.33096/agrotek.v7i2.347.
- [2] R. F. Hasrini and N. I. A. Wardayanie, "Perbandingan Karakteristik Fisikokimia Antara Cocoa Butter Alternative (Cba) Dengan Lemak Kakao Untuk Pengembangan Standar Nasional Indonesia," *J. Stand.*, vol. 22, no. 3, p. 189, Nov. 2020, doi: 10.31153/js.v22i3.838.
- [3] D. A. Purwa, "Kadar Lemak Total Biji Kakao Kebun Induk Pagilaran Samigaluh Kulon Progo," *Vegetalika*, vol. 8, no. 2, pp. 83–94, 2019, doi: 10.22146/veg.34881.
- [4] Z. Zulfahrizal, A. A. Munawar, and H. Meilina, "Estimasi Kandungan Lemak Pada Biji Kakao Utuh Secara Cepat dan Non-Destruktif dengan Menggunakan Teknologi NIRS," *J. Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, vol. 8, no. 1, p. 17, 2016, doi: 10.5614/joki.2016.8.1.2.
- [5] B. L. E. and Young.E.H, *Process Equipment Design*. New York, 1959.
- [6] Brown.G.George, *Unit Operation 6ed*. USA: Wiley&Sons.
- [7] Kern, *Process Heat Transfer*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1950.
- [8] Geankoplis.Christie.J, *Transport Processes and unit Operation 3th ed*. New Jersey.
- [9] K. R. E. an. Othmer.D.F, *Encyclopedia of Chemical Technology 18ed*. New York: John Wiley&Sons, 1993.

- [10] Levenspiel.O, *Chemical Reaction Engineering 2nd edition*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- [11] S. and H. Matar, *Chemistry of Petrochemical Processes*. Texas: Gulf Publishing Company.
- [12] P. R. H. and Green.D, *Perry's Chemical Engineer Handbook 7th ed*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- [13] C. J. M. and Ricardson.J.F, *Chemical Engineering vol 6*, Pergamon P. New York, 1983.