

Pra Desain Pabrik Margarin dari Biji Jagung dengan Proses Hidrogenasi

Awaludin Rauf Firmansyah, Syahadana Putra Yuzansa, dan Sri Rachmania Juliastuti
Departemen Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: julizainul@gmail.com

Abstrak—Dalam penelitian ini telah dilakukan suatu perancangan pabrik margarin berbahan baku biji jagung dengan proses hidrogenasi berkapasitas 10.404 ton/tahun, waktu operasi 24 jam selama 340 hari/tahun. Tujuan perancangan pabrik margarin ini ialah untuk memenuhi kebutuhan margarin dalam negeri sebanyak 20%. Pabrik margarin ini direncanakan akan beroperasi pada tahun 2022 dan berlokasi di Kecamatan Montong, Kabupaten Tuban, Jawa Timur. Pemilihan lokasi ini didasarkan atas ketersediaan bahan baku, kedekatan dengan pasar, serta keberadaan sarana penunjang baik untuk distribusi maupun untuk utilitas pabrik. Pembuatan margarin ini menggunakan proses hidrogenasi dan secara garis besar terdapat 3 tahapan utama meliputi tahap *pressing*, tahap pemurnian minyak, dan tahap pembuatan margarin. Dari analisa ekonomi didapatkan total biaya produksi sebesar Rp.181.445.128.144 dan total penjualan produk sebesar Rp. 367.000.425.005 dengan IRR 27,17 %, POT selama 5 tahun 6 bulan, dan BEP sebesar 28,9 % kapasitas.

Kata Kunci—Biji Jagung, Hidrogenasi, Margarin, Pabrik

I. PENDAHULUAN

INDONESIA merupakan negara yang memiliki keanekaragaman sumber daya alam yang cukup melimpah. Sektor agraria merupakan salah satu sektor yang potensial di hampir seluruh penjuru Indonesia dan berdampak cukup signifikan bagi perekonomian masyarakat maupun untuk sektor industri, tak terkecuali industri pangan. Pada Industri pangan, hasil alam baik dari perkebunan maupun pertanian kerap kali digunakan sebagai bahan baku hingga bahan tambahan. Industri pangan juga makin berkembang pesat seturut kebutuhan akan pangan yang makin meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk yang makin masif di area perkotaan. Salah satu jenis produksi pangan yang dibutuhkan dan pemakainya cenderung mengalami peningkatan ialah Margarin. Margarin merupakan produk makanan yang berbentuk emulsi padat atau semi padat yang dibuat dari lemak nabati dan air, dengan atau tanpa penambahan bahan lain yang diizinkan [1]. Margarin yang merupakan emulsi tipe *water in oil (w/o)*, yaitu fase air dalam minyak atau lemak, memiliki kandungan 80% lemak dan 16% air dan sisanya ialah zat lain sebagai bahan tambahan seperti pengemulsi, perasa dan pengawet. Bahan utama dalam pembuatan margarin awalnya merupakan lemak hewani dari sapi ataupun babi. Namun, karena lebih cepat meleleh, bahan dasar margarin pun beralih ke lemak atau minyak nabati seperti minyak sawit, minyak biji kapas, minyak kedelai, dan minyak jagung [2]. Margarin juga memiliki ciri khas berupa teksturnya yang padat dan plastis pada temperatur ruang, berwarna kuning terang, mudah dioleskan, segera dapat mencair di mulut, dan tidak mudah meleleh dibandingkan dengan mentega [2]. Dalam bidang pangan, penggunaan margarin telah dikenal luas dalam hal pembuatan *bakery* dan

Tabel 1.
Spesifikasi Margarin

Parameter	Properti
Kadar Air (b/b)	Maks. 18 %
Kadar Lemak (b/b)	Min. 80%
Vitamin A	2500-3500 IU/100 g
Vitamin D	250-350 IU/100 g
Garam	2-4 %
Derajat asam	Maks. 0,3 ml/100 g lemak
Bilangan Peroksida	Max. 1 mg oks/100 g lemak
Keadaan	Tidak tengik dan berjamur
Warna, Rasa, Bau	Normal
Logam-logam yang membahayakan kesehatan	Negatif

Tabel 2.
Spesifikasi Minyak Jagung

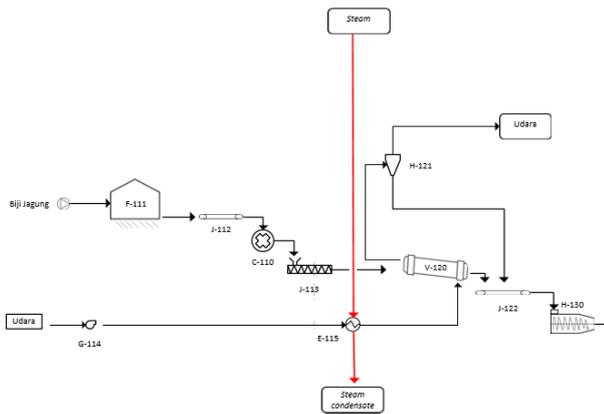
Karakteristik	Rentang
Bilangan Iod	127-131
Bilangan Penyabunan	189-195
Titik Asap (°F)	445-460
Titik Lebur (°F)	12-17
Titik Embun (°F)	7-12
Specific Gravity : 60°F	0,922 – 0,928
Indeks Bias :25°F	1,470 – 1,474
Indeks Kestabilan Oksidasi (jam)	3,6 – 4,7

cookies yang bertujuan untuk mengembangkan, melembutkan, dan menambah cita rasa *cake*. Selain itu, margarin juga bisa digunakan sebagai media penumis dan penggoreng.

Tingginya permintaan pasar untuk margarin di Indonesia cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2017, produksi margarin di Indonesia telah mencapai 100.397 ton per tahun, atau mengalami kenaikan sebesar 3,41 % dari tahun sebelumnya [3]. Kapasitas produksi yang tinggi dari margarin ini belum cukup untuk memenuhi kebutuhan akan margarin sehingga perlu dicukupkan dengan adanya impor margarin sebesar 14.751 ton per tahun [4].

Tingginya kebutuhan akan margarin di Indonesia memberi peluang untuk berdirinya pabrik untuk memproduksi margarin yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri sekaligus juga untuk mengurangi kebutuhan impor margarin. Pabrik Margarin direncanakan mulai beroperasi pada tahun 2022 untuk memenuhi 20% dari kebutuhan margarin di Indonesia yakni sebesar 11.169,19 ton/tahun yang beroperasi selama 24 jam dan 340 hari per tahun dengan perkiraan umur pabrik sebesar 10 tahun. Spesifikasi Margarin dapat dilihat pada Tabel 1 [5].

Secara umum, di Indonesia sendiri bahan baku yang digunakan dalam pembuatan margarin ialah berupa minyak kelapa sawit yang mana menjadi salah satu komoditi penting dengan produktivitas yang tinggi di Indonesia. Akan tetapi



Gambar 1. Diagram Proses Pressing Minyak.

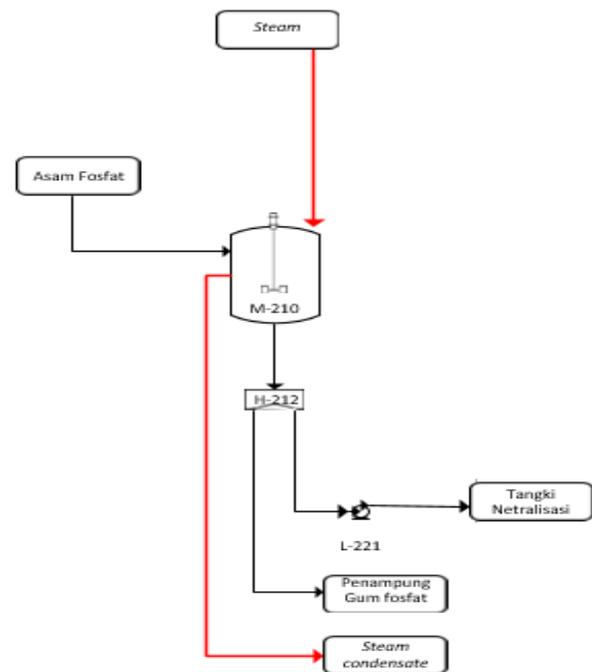
penanaman kelapa sawit yang merupakan bahan dari minyak sawit cenderung tidak ramah lingkungan karena harus mengorbankan lahan hutan dan lahan gambut di Sumatera dan Kalimantan. Selain itu, minyak kelapa sawit juga dapat meningkatkan resiko kolesterol yang tinggi apabila dikonsumsi secara terus menerus. Salah satu langkah untuk menekan konsumsi minyak kelapa sawit ialah dengan substitusi bahan baku margarin dengan bahan baku yang tak kalah kandungan gizinya dengan minyak sawit, yaitu dari minyak jagung. Pemilihan ini didasarkan atas kandungan lemak yang tinggi dengan nilai gizi yang baik. Selain itu minyak jagung memiliki keunggulan berupa tingginya kadar asam lemak tak jenuh yang baik untuk menurunkan kadar kolesterol dan mencegah bahaya jantung koroner [6]. Spesifikasi minyak jagung dapat dilihat pada Gambar 2 [7].

Produktivitas jagung di Indonesia juga tinggi dengan persebaran yang hampir merata di semua daerah dengan Provinsi Jawa timur sebagai provinsi dengan produksi terbanyak di tahun 2017 yakni sebesar 6.335.252 ton [8]. Kecamatan Montong di Kabupaten Tuban direncanakan menjadi lokasi pendirian pabrik margarin karena kedekatan akan bahan baku, kedekatan dengan pasar dan sarana distribusi, serta sarana-prasarana lain yang mendukung.

Bentuk badan perusahaan dalam pabrik margarin dari biji jagung ini dipilih bentuk Perseroan Terbatas (PT). Bentuk organisasi merupakan organisasi merupakan organisasi sistem garis dan staf dengan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 173 orang.

II. URAIAN PROSES

Secara garis besar, terdapat 3 tahapan utama dalam produksi pada pabrik margarin yang terdiri dari Tahap Pressing minyak, Tahap Pemurnian Minyak, dan Tahap Pembuatan Margarin dan Pengemasan. Pada tahap pressing, dilakukan pengambilan minyak dari biji jagung untuk selanjutnya diproses ke tahapan selanjutnya. Mula-mula biji jagung berkadar air 14 % yang telah disimpan di silo jagung diumpangkan dengan *belt conveyor* menuju *hammer mill* untuk penyeragaman ukuran partikel biji jagung. Selanjutnya biji jagung yang telah dihaluskan akan dialirkan dengan *screw conveyor* menuju *Rotary Dryer* untuk mengurangi kadar air menjadi berkadar 4 %. Aliran udara bersuhu 75 °C dialirkan dengan *blower* dan digunakan sebagai pengering untuk *Rotary Dryer* dengan profil aliran *counter current*. Biji jagung yang telah berkurang kadar airnya akan diumpangkan



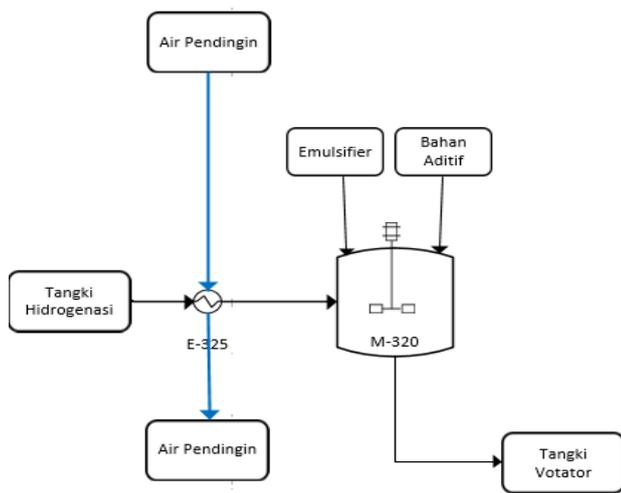
Gambar 2. Diagram Proses Degumming minyak.

menuju *screw expeller press*, sedangkan udara keluar yang masih mengandung biji jagung terikut akan masuk ke *cyclone* untuk pemisahan antara udara dengan padatan (biji jagung). Pada *screw expeller press*, dilakukan proses pengepresan untuk menarik minyak yang terkandung dalam padatan biji jagung. Minyak hasil proses *pressing* kemudian dialirkan melalui pompa *centrifugal* menuju Tangki *Degumming* sedangkan bungkil sebagai ampas dari proses *pressing* minyak akan ditempatkan menuju tangki penampung bungkil. Diagram proses *pressing* minyak dapat dilihat pada Gambar 1.

Pada tahap pemurnian minyak, mula-mula minyak hasil *pressing* dialirkan menuju tangki *degumming* dengan tujuan untuk menghilangkan kandungan getah atau gum yang terkandung dalam minyak agar nantinya tidak terjadi perubahan warna maupun rasa. Proses *Degumming* sendiri berlangsung dengan suhu operasi sebesar 30 °C dengan penambahan asam fosfat untuk mengikat fosfatida atau lendir untuk menjadi gum fosfat. Gum Fosfat sendiri selanjutnya akan dipisahkan dari minyak melalui *centrifuge*. Diagram proses *degumming* minyak dapat dilihat pada Gambar 2

Selanjutnya, minyak hasil *degumming* akan dialirkan dengan pompa *centrifugal* menuju tangki netralisasi yang mana bertujuan untuk mengurangi kandungan asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*). Kandungan FFA sendiri harus dikurangi dikarenakan keberadaannya dapat mengganggu kinerja katalis ketika reaksi hidrogenasi dan asam lemak bebas yang berlebih pada produk margarin kurang baik pada tubuh manusia. Pada proses netralisasi akan terjadi reaksi pada komponen asam lemak bebas, seperti asam oleat yang akan berikatan dengan NaOH yang ditambahkan menjadi natrium oleat dan air. Sedangkan komponen trigliserida akan bereaksi dengan NaOH untuk membentuk sabun dan gliserol.

Selanjutnya gliserol, sabun, dan asam lemak bebas hasil reaksi akan dipisahkan dengan minyak melalui *centrifuge* untuk selanjutnya minyak akan dialirkan menuju *heater* untuk dipanaskan dari suhu 70 °C menuju suhu 90 °C yang



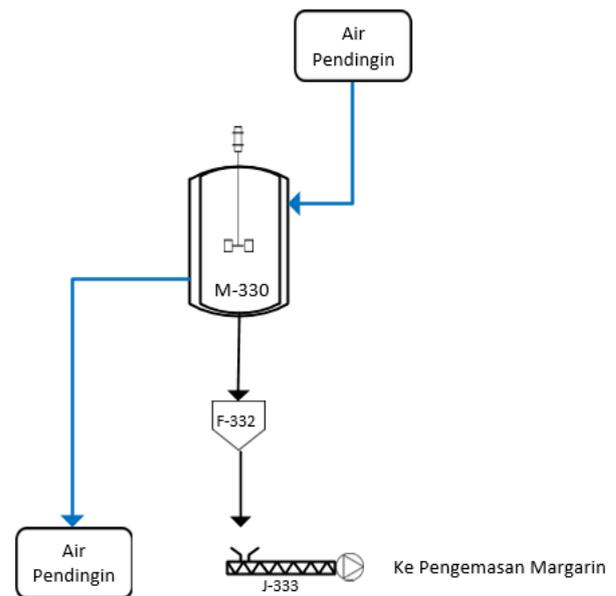
Gambar 6. Diagram Proses Emulsifikasi.

Minyak hasil hidrogenasi kemudian akan dialirkan menuju bin penampung untuk selanjutnya difiltrasi menggunakan *filter press* untuk memisahkan nikel yang bercampur dengan minyak. Setelah melalui proses filtrasi, minyak dialirkan menuju *cooler* untuk mendinginkan minyak hasil hidrogenasi yang bersuhu 164 °C menjadi 80 °C. Diagram proses emulsifikasi dapat dilihat pada Gambar 6.

Setelah didinginkan minyak dialirkan dengan pompa menuju tangki emulsifikasi untuk mengemulsi minyak. Di dalam tangki emulsifikasi, bahan-bahan yang ditambahkan ialah pengemulsi atau emulsifier yang terdiri atas Lesitin, Beta Karoten, dan Vitamin (A dan D). Selain emulsifier, bahan lain yang ditambahkan ialah bahan aditif berfase cair yang berupa pengawet (Natrium Benzoat), Garam, dan TBHQ sebagai antioksidan. Fungsi kerja emulsifier sendiri ialah untuk menurunkan tegangan permukaan antara minyak yang telah terhidrogenasi dengan zat aditif berfase cair sehingga keduanya dapat membentuk emulsi margarin. Dari tangki emulsifikasi, margarin setengah jadi dialirkan dengan pompa menuju tangki pendingin atau votator untuk mendinginkan, memadatkan, hingga tekstur margarin menjadi lebih plastis. Suhu margarin keluaran ialah sebesar 31 °C dan kemudian margarin akan dialirkan di tangki penampung margarin untuk selanjutnya dilakukan proses pengemasan margarin. Diagram proses pengkristalan dan pengemasan margarin dapat dilihat pada Gambar 7.

Margarin dari biji jagung ini dikemas dalam bentuk sachet berbahan kertas film. Kertas untuk membungkus margarin ini harus bebas dari kebocoran dan bahan-bahan yang dapat diekstrak oleh margarin. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir perubahan-perubahan yang tak dikehendaki. Kehadiran logam seperti tembaga kurang baik digunakan sebagai bahan pengemas, karena merupakan katalisator dalam reaksi degradasi. Bahan kemasan yang efektif ialah bahan perkamen mutu tinggi dengan kadar air tidak lebih dari 9% dan bebas dari spora jamur.

Penanganan dan penyimpanan margarin wajib dilaksanakan dengan hati-hati dengan terus memperhatikan sanitasi guna mencegah kontaminasi dari jamur. Salah satu langkah pencegahan agar tak timbul jamur ialah dengan ditamapkannya serbuk asam sorbat pada bahan pembungkus berupa film. Film yang digunakan sendiri terdiri atas Polivinil



Gambar 7. Diagram Proses Pengkristalan dan Pengemasan Margarin.

Klorida (PVC), polyvinyl Asetat (PVA) dan Polyvinyl Propionat (PVP).

III. MATERIAL BALANCE

Berdasarkan hasil perhitungan *material balance* pada pabrik margarin ini dibutuhkan bahan baku antara lain biji jagung sebanyak 13.207,69 ton/tahun, 78,55 ton/tahun emulsifier, dan 63 ton/tahun gas hidrogen untuk menghasilkan produk margarin sebanyak 10.404 ton/tahun dan produk samping bungkil dan gum fosfat masing-masing sebanyak 710 ton/tahun dan 189 ton/tahun.

IV. ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi merupakan salah satu parameter untuk mengetahui apakah suatu pabrik yang telah direncanakan layak didirikan atau tidak. Faktor-faktor ekonomi yang perlu dipertimbangkan dalam pendirian pabrik adalah sebagai berikut.

- 1) *Internal Rate of Return* (IRR)
- 2) *Pay Out Time* (POT)
- 3) *Return on Investment* (ROI)
- 4) *Break Even Point* (BEP)

Analisis ekonomi dilakukan dengan metode *discounted cashflow* yaitu *cashflow* yang nilainya diproyeksikan pada masa sekarang. Adapun asumsi yang digunakan sebagai berikut.

- 1) Modal, terdiri dari modal sendiri 40% dan modal pinjaman 60%
- 2) Bunga bank sebesar 10,25 % per tahun
- 3) Laju inflasi sebesar 3,12 % per tahun
- 4) Masa konstruksi selama 1 tahun, dengan penggunaan modal 100% modal sendiri dan pinjaman.
- 5) Pembayaran modal pinjaman selama konstruksi mulai dilakukan ketika kapasitas produksi mencapai 60%.
- 6) Pengembalian pinjaman dalam waktu 10 tahun dengan bunga 10% per tahun.
- 7) Umur pabrik diperkirakan selama 10 tahun dengan depresiasi 10% per tahun.

Tabel 3.

Biaya tetap, biaya variabel, biaya semivariabel, dan total penjualan		
No	Keterangan	Jumlah (Rp)
1	Biaya tetap, FC	52.111.711.121
2	Biaya variabel, VC	
	-Bahan baku	45.925.261.989
	-Utilitas	1.414.291.220
		47.538.878.474
3	Biaya Semivariabel, SVC	
	-Gaji karyawan	8.844.000.000
	-Plant Supplies	2.171.321.297
	-Pemeliharaan & perbaikan	21.713.212.967
	-Laboratorium	1.326.600.000
	-Pengeluaran umum	30.845.671.785
	-Plant overhead cost	15.278.606.484
		80.179.412.532
4	Total Penjualan (S)	367.000.425.005

- 8) Kapasitas produksi sebagai berikut :
 - a) Tahun pertama = 60%
 - b) Tahun kedua = 80%
 - c) Tahun ketiga dst = 100%
- 9) Pajak pendapatan yaitu :
 - a) Sampai dengan Rp 50.000.000 = 10%
 - b) Rp 50.000.000 – Rp 100.000.000 = 15%
 - c) Lebih dari Rp 100.000.000 = 30%

Internal Rate of Return (IRR) adalah suatu tingkat bunga tertentu dimana seluruh penerimaan akan tepat menutup seluruh jumlah pengeluaran modal. Cara yang dilakukan adalah trial I, yaitu laju bunga sehingga memenuhi persamaan 1.

$$\sum \frac{CF}{(1+i)^n} = \text{total modal akhir masa konstruksi} \quad (1)$$

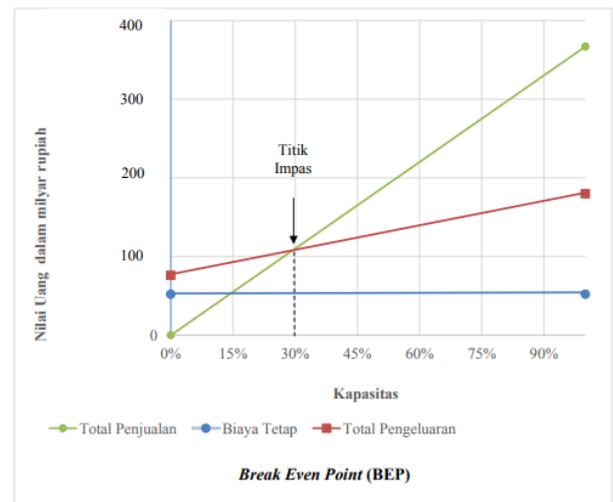
Berdasarkan hasil perhitungan pada, nilai IRR yang didapatkan sebesar 27,17 %. Nilai IRR yang diperoleh lebih besar dibandingkan bunga dari peminjaman modal pada bank. Maka dari faktor IRR menunjukkan pabrik layak didirikan dengan kondisi bunga 10,25 % pertahunnya.

Sedangkan, berdasarkan parameter pay out Time (POT) dapat dihitung dengan akumulasi cashflow dan didapatkan waktu pengembalian modal (POT) selama 5 tahun 6 bulan. POT ini dianggap memenuhi kriteria karena dibawah umur pabrik yang diperkirakan, yaitu 10 tahun.

Parameter yang selanjutnya yaitu analisa laju pengembalian modal atau Return on Investment (ROI). ROI yang didapatkan sebesar 27,96 % sehingga pabrik ini dikategorikan sebagai low risk sehingga pabrik memiliki resiko yang rendah untuk didirikan dan dioperasikan. Selanjutnya adalah analisa titik impas atau Break Even Point (BEP) yang digunakan untuk mengetahui jumlah kapasitas produksi dimana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan. Berdasarkan perhitungan analisa ekonomi, rincian total dari biaya tetap, biaya semivariabel, dan total penjualan yang akan digunakan untuk analisa BEP dapat dilihat pada Tabel 3.

Dengan biaya seperti yang tertera pada Tabel 3, Break Event Point dapat dihitung dengan persamaan 2 [10].

$$\frac{FC + 0,3 \times SCV}{S - 0,7 \times SVC - VC} \times 100\% \quad (2)$$



Gambar 8. Titik Impas atau Break Event Point Pabrik Margarin.

Maka didapatkan BEP sebesar 28,9 % dari titik potong antara garis penjualan dan garis pengeluaran total yang ditampilkan pada Gambar 8.

Dari hasil perhitungan analisa ekonomi, didapatkan total investasi untuk pabrik margarin dari biji jagung sebesar Rp. 510.899.128.640, Biaya produksi sebesar Rp. 181.445.128.144/ tahun, dengan hasil jual produk Rp. 367.000.425.005/tahun, Internal Rate of Return (IRR) sebesar 27,17 %, Break even point 28,9 %, dan waktu pengembalian modal (Pay Out Time) selama 5 tahun enam bulan. Pabrik beroperasi selama 24 jam selama 340 hari/tahun.

V. KESIMPULAN

Hasil analisa dan perhitungan pada perancangan pabrik margarin dari biji jagung dengan proses hidrogenasi diperoleh beberapa kesimpulan antara lain :

A. Dari segi teknis :

Dari segi teknis terdiri dari: (1)Kapasitas rancangan pabrik direncanakan sebesar 10.404 ton/tahun; (2)Lokasi pendirian pabrik ialah di Kecamatan Montong, Kabupaten Tuban, Jawa Timur; (3)Bentuk perusahaan yang direncanakan ialah berupa Perseroan terbatas (PT); (4)Bentuk organisasi adalah organisasi sistem garis dan staff dengan jumlah tenaga kerja sebanyak 173 orang.

B. Dari segi ekonomis :

Dari segi ekonomis terdiri dari: (1)Modal Investasi: Rp. 466.391.129.250; (2)Biaya Produksi: Rp. 181.445.128.144; (3)Hasil jual produk: Rp.367.000.425.005; (4)Internal rate of Return : 27,17 %; (5)Pay out time: 5 tahun 6 bulan; (6)Break Even Point: 28,9 %.

Berdasarkan hasil analisa ekonomi, IRR yang diperoleh lebih besar dibandingkan dengan nilai i untuk pinjaman modal pada bank dengan tingkat bunga 10,25% sehingga pabrik layak untuk didirikan. Jangka waktu pengembalian modal (POT) adalah 5 tahun 6 bulan dan POT lebih kecil dari waktu pengembalian modal yang ditetapkan pemberi pinjaman yaitu 10 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik margarin dari biji jagung ini layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Standar Nasional Indonesia, *Margarin*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional, 2002.
- [2] S. A. Marliyati, H. Syarief, D. Muchtadi, L. K. Darusman, and Rimbawan, "Suplementasi sterol lembaga gandum (*Triticum sp.*) pada margarin," *J. Teknol. dan Ind. Pangan*, vol. 21, no. 1, p. 73, 2010.
- [3] Badan Pusat Statistik, "Statistik Industri Manufaktur Produksi," Jakarta : Badan Pusat Statistik, 2019.
- [4] Badan Pusat Statistik, *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia Impor 2017*. Jakarta : Badan Pusat Statistik, 2018.
- [5] Standar Nasional Indonesia, *Margarin*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional, 2014.
- [6] D. Dwiputra, A. N. Jagat, F. K. Wulandari, A. S. Prakarsa, D. A. Puspaningrum, and F. Islamiyah, "Minyak jagung alternatif pengganti minyak yang sehat," *J. Apl. Teknol. Pangan*, vol. 4, no. 2, 2015.
- [7] R. D. O'Brien, "Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications. Lancaster." Technomic Publishing Co. Inc, 1998.
- [8] B. P. S. J. Timur, *Produksi Jagung dan Kedelai di Provinsi Jawa Timur Menurut Kabupaten/Kota (ton)*. Surabaya: Badan Pusat Statistik Jawa Timur, 2018.
- [9] Y. Basiron, *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, 6th ed. John Wiley & Sons Inc, 2005.
- [10] S. P. Max, D. T. Klaus, and E. W. Ronald, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. McGraw-Hill Companies, 2003.