

ANALISA EKONOMI PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA SOIL SUBSTRATE UNTUK AQUATIC PLANT DENGAN KAPASITAS 500 TON/TAHUN

Aldi Prastyo Bramasto, Agung Ari Wibowo

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia
aldiprastyo68@gmail.com; [agung.ari@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Soil substrate adalah bagian dasar dari aquascape yang merupakan media tanam dan bersentuhan langsung dengan akar tanaman. Agar tidak mempengaruhi kualitas air dan biota air lainnya, soil yang digunakan dalam aquascape sudah melalui pengolahan secara detail. Analisa ekonomi ini berfungsi untuk menunjukkan kelayakan didirikan pabrik dan juga dapat mengetahui keuntungan pabrik. Pertama yang harus dilakukan yaitu melakukan riset mengenai produksi, impor, dan ekspor dari Pupuk Organik. Selanjutnya yaitu tahap perhitungan kapasitas pabrik dan membentuk sistem manajemen pabrik. Terakhir yang dilakukan analisa ekonomi pabrik. Pabrik *Soil substrate* yang didirikan memiliki kapasitas 500 ton/tahun sehingga mampu memenuhi kebutuhan pasar. Besar nilai *Break Even Point* (BEP) (63,81)%/tahun, besar nilai *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak (33,49)%/tahun dan besar nilai setelah pajak (20,09)%/tahun, besar nilai *Pay Out Time* (POT) setelah pajak 4,97 tahun dan besar nilai *Shut Down Point* (SDP) (46,95)%. Berdasarkan nilai analisa ekonomi menunjukkan bahwa pabrik *Soil Substrate* untuk *Aquatic Plant* layak untuk didirikan.

Kata kunci: *analisa ekonomi, aquascape, soil substrate*

ABSTRACT

The aquascape's essential component is the soil substrate, which serves as a planting medium and is in direct touch with plant roots. The dirt used in the aquascape has been thoroughly prepared in order to avoid affecting the quality of water and other aquatic biota. This economic analysis can be used to determine the feasibility of constructing a factory as well as the benefits of doing so. The initial step is to conduct research into Organic Fertilizer manufacture, import, and export. The next step is to calculate production capacity and set up a factory management system. Finally, an economic analysis of the factory was conducted. The newly created soil substrate factory has a capacity of 500 tons per year, allowing it to meet market demand. The value of Break Even Point (BEP) (63.8%) per year, Return On Investment (ROI) before tax (33.49%) per year and after tax (20.09%) per year, Pay Out Time (POT) after tax 4.97 years, and Shut Down Point (SDP) (46.95%) per year are all substantial. Based on the value of the economic analysis, it is possible to construct a factory of soil substrate for aquatic plants.

Keywords: *economic analysis, aquascape, soil substrate*

1. PENDAHULUAN

Aquascape adalah seni di dalam akuarium untuk mengatur tanaman air, batu, batu karang, koral, atau kayu apung dengan mengutamakan keindahan. Tujuan *aquascaping* untuk memberikan pemandangan indah bawah air disertai aspek pemeliharaan tanaman air [1].



Soil substrate merupakan produk yang berfungsi sebagai penyedia nutrisi bagi tanaman di dalam aquarium yang bersifat tumbuh di dasar baik menggunakan rizome, umbi, batang yang menjalar di atas substrat ataupun bagi tanaman tancap (*stem plant*). Secara umum dasar *soil substrate* dalam *aquascape* di atur setebal 3-10 cm (tergantung ukuran dan banyak tanaman dalam aquarium). Penggunaan *soil substrate* secara seimbang akan meningkatkan pertumbuhan tanaman tersebut [2]. Bahan baku yang di pakai ialah tanah taman, tanah humus, dan arang. Tanah merupakan bagian atas kerak Bumi yang telah mengalami pelapukan dimana berbagai organisme dapat hidup baik di atasnya maupun di dalamnya . Humus dapat didefinisikan sebagai bahan atau substansi yang berwarna coklat sampai agak gelap yang dihasilkan dari proses dekomposisi residu tanaman dan binatang oleh mikroorganisme, baik dalam kondisi aerobik atau anaerobik [3]. Arang merupakan residu dari proses peruraian panas terhadap bahan yang sebagian besar komponennya adalah karbon [4].

Untuk mengintensifkan pertumbuhan tanaman perlu digunakan *soil substrate* dalam jumlah yang banyak. Pemilihan bahan organik yang tepat sangat diperlukan untuk merawat tanaman. *Soil substrate* organik sendiri juga memiliki bermacam-macam bentuk seperti tablet, briket, curah, dan granul. Proses pembuatan dari *soil substrate* granul tidak sulit, pada dasarnya prosesnya hanya perlu pencampuran, granulasi, dan pengeringan. Maka untuk meningkatkan produksi *soil substrate* untuk *aquascape* perlu diadakan perancangan pabrik *soil substrate*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Analisa ekonomi merupakan suatu cara untuk mengetahui kelayakan suatu pabrik layak didirikan. Untuk mengetahui kelayakan pabrik *soil substrate* untuk *aqua plant* ini, maka perlu memperhatikan analisa ekonomi yang mencakup poin-poin penting, meliputi:

2.1 Riset dan Analisa Pasar

Pertama, melakukan riset mengenai produksi, impor, dan ekspor dari pupuk organik. Selanjutnya riset mengenai kesediaan bahan baku, kebutuhan pasar dan daya saing pasar dengan cara mengetahui data penjualan. Analisa pasar ini dilakukan untuk mengetahui minat produk yang akan dijual.

2.2 Perhitungan Kapasitas Pabrik

Kebutuhan *soil substrate* sangat mempengaruhi kapasitas pabrik yang akan didirikan. Dari data produksi, ekspor dan impor digunakan. Metode perhitungan linear untuk menghitung kapasitas pabrik yang dilakukan melalui perhitungan pertumbuhan setiap tahun dan rata-rata pertumbuhan disetiap tahunnya.

2.3 Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi adalah suatu cara untuk mengetahui kelayakan suatu pabrik layak untuk didirikan. Selain itu, dapat memperkirakan modal yang diinvestasikan dapat kembali sesuai titik impas [5]. Laba atau rugi pada suatu didikannya pabrik dapat dilihat dari aspek berikut:

1. *Rate of Investment (ROI)*

Return On Investment (ROI) berfungsi untuk menunjukkan keuntungan tiap tahun untuk mengembalikan modal. Laju pengembalian modal dari keuntungan

tiap tahun dibagi modal awal, Jika *plant* berkategori *medium risk* nilai ROI berkisar antara 16% - 24% [6]. sehingga dapat ditulis sebagai berikut:

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100 \% \quad (1)$$

2. Pay Out Time (POT)

Pay Out Time (POT) adalah waktu pengembalian tahunan modal pabrik. POT dapat ditulis sebagai berikut:

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Keuntungan} + \text{Fixed Capital Investment}} \quad (2)$$

3. Break Even Point (BEP)

Break Event Point (BEP) adalah suatu titik dengan jumlah produksi dan laba seimbang dengan modal produksi pabrik sehingga tidak mengalami untung dan tidak mengalami kerugian. Komponen fixed charges (FC), variable cost (VC), semi variable cost (SVC), dan jumlah penjualan untuk mencari nilai BEP. Rumus BEP dapat ditulis sebagai berikut:

$$BEP = \frac{\text{Fixed cost} + (0,3 \times \text{semi variable cost})}{(\text{Penjualan} - \text{Variable cost} - 0,7 \times \text{semi variable cost})} \times 100 \% \quad (3)$$

4. Shut Down Point (SDP)

Shut down point (SDP) adalah titik minimal produksi dimana pabrik masih boleh beroperasi. Komponen *variable cost (VC)*, *semi variable cost (SVC)*, dan jumlah penjualan untuk mencari nilai SDP. Rumus SDP dapat ditulis sebagai berikut:

$$SDP = \frac{0,3 \times \text{semi variable cost}}{(\text{Penjualan} - \text{Variabel cost} - 0,7 \times \text{semi variable cost})} \times 100 \% \quad (4)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Riset dan Analisa Pasar

Penelitian ini dilakukan riset pemilihan bahan baku yang akan digunakan untuk produk *soil substrate* untuk *aqua plant*. Bahan utama yang akan digunakan dalam proses ini adalah tanah taman, tanah humus dan arang.

Untuk mengetahui minat produk yang akan dijual perlu dilakukan analisa pasar. Minat pasar produk ini menggunakan pendekatan 10% data produksi, ekspor dan impor dari pupuk organik. Menurut Badan Pusat Statistik [7] dari tahun 2016-2020, data produksi pupuk organik dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data produksi 10% pupuk organik

Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
2016	90
2017	92,5
2018	99,9
2019	94,8
2020	72

Sumber: Badan Pusat Statistik [7]

Berikut data impor menurut Indeks Unit Value Impor, Badan Pusat Statistik [7] dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data impor 10% pupuk organik

Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
2016	651,06
2017	792,75
2018	808,31
2019	613,45
2020	624,87

Sumber: Badan Pusat Statistik [7]

Berikut data ekspor menurut Analisis Komoditas Ekspor Kementerian Perdagangan [8] dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data ekspor 10% pupuk organik

Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
2016	35,71
2017	28,57
2018	40,6
2019	58,85
2020	70,16

Sumber: Kementerian Perdagangan [8]

3.2 Perhitungan Kapasitas Pabrik

Metode yang digunakan pada penentuan kapasitas pabrik yaitu metode perhitungan linear untuk menghitung kapasitas pabrik yang dilakukan melalui perhitungan pertumbuhan setiap tahun dan rata-rata pertumbuhan disetiap tahunnya.

3.2.1 Perhitungan %P

Perhitungan %P merupakan persen pertumbuhan tiap tahun yang dapat ditulis sebagai berikut:

$$\%P = \frac{\text{data tahun awal} - \text{data tahun akhir}}{\text{data tahun akhir}} \times 100 \quad (5)$$

Tabel 4. Data %P produksi, ekspor, dan impor

Tahun	% P		
	Produksi	Ekspor	Impor
2016	0	0	0
2017	3%	-20%	22%
2018	-4%	42%	2%
2019	7%	45%	-24
2020	-24%	19%	2%
Total	-18%	88%	2%

3.2.2 Perhitungan i (% pertahun)

$$i = \frac{\sum \%P}{n} \quad (6)$$

Dimana i merupakan pertumbuhan rata-rata tiap tahun , %P disini merupakan jumlah persen pertumbuhan per tahun, dan n merupakan jumlah data persen pertumbuhan.

Tabel 5. Data % i produksi, ekspor, dan impor

i (% Pertahun)		
Produksi	Ekspor	Impor
-5%	22%	0,37%

3.2.3 Perhitungan Jumlah Produksi Pabrik yang Baru

$$m = P (1+i)^n \quad (7)$$

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \quad (8)$$

m_1 merupakan total import pada tahun yang dihitung, m_2 merupakan total produksi pabrik lama pada tahun yang dihitung, m_3 merupakan total produksi pabrik baru pada tahun yang dihitung, m_4 merupakan data ekspor pada tahun yang dihitung, m_5 merupakan total konsumsi pada tahun yang dihitung.

Perhitungan m pada tahun pendirian yaitu 2024 tepat dimana pabrik ini akan didirikan, maka nilai n dihitung mulai tahun 2020-2024 ($n=4$).

Maka : $m_2 = 60,50$ ton/tahun

$m_5 = 634,17$ ton/tahun

$m_4 = 153,25$ ton/tahun

Sehingga didapatkan hasil jumlah produksi pada tahun 2024 sebesar 726,92 ton/ tahun. Karena telah terdapat pabrik lama, maka kapasitas pabrik baru harus memenuhi 60% dari perkiraan kapasitas pabrik baru. Jadi di tetapkan kapasitas 500 ton/tahun karena diprediksi akan ada peningkatan kebutuhan *soil substrate* untuk *aquatic plant*.

3.3 Analisa Ekonomi

3.3.1 Perhitungan Ekonomi

Kapasitas produksi = 500 ton/tahun
 = 1.666,67 kg/hari
 = 69,4444 kg/jam

Waktu operasi = 300 hari/tahun
 = 24 jam/hari
 Satuan = kg/jam
 Komposisi produk tanah taman sebesar 52 kg, humus 14,6 kg, dan arang 2,7 kg

a. Total Capital Investment (TCI)

Dalam perancangan suatu pabrik perlu ditinjau dari berbagai faktor ekonomi untuk menentukan pabrik tersebut layak untuk didirikan atau tidak. *Total Capital Investment* (TCI) adalah jumlah modal keseluruhan yang dibutuhkan untuk mendirikan suatu pabrik. TCI terdiri atas *Fixed Capital Investment* (FCI) dan *Working Capital Investment* (WCI). FCI adalah modal yang diperlukan untuk mendirikan suatu pabrik. WCI yaitu modal yang diperlukan untuk menjalankan pabrik yang telah siap untuk beroperasi dalam jangka waktu tertentu. Hasil perhitungan TCI dihitung berdasarkan harga peralatan pabrik.

Berikut daftar peralatan dan harga dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Daftar harga peralatan

No	Kode	Nama alat	Harga (CB)	Jumlah	Harga total
1.	J-111	Belt conveyer	Rp 20.179.600	1	Rp 21.375.472
2.	J-121	Belt conveyer	Rp 20.179.600	1	Rp 21.375.472
3.	j-131	Belt Conveyer	Rp 20.179.600	1	Rp 21.375.472
4.	J-541	Belt Conveyer	Rp 20.179.600	1	Rp 21.375.472
5.	C-140	Hammer Mill	Rp 22.093.000	1	Rp 23.402.263
6.	C-150	Hammer Mill	Rp 22.093.000	1	Rp 23.402.263
7.	C-160	Hammer Mill	Rp 22.093.000	1	Rp 23.402.263
8.	C-520	Hammer Mill	Rp 22.093.000	1	Rp 23.402.263
9.	C-170	Vibrating Screen	Rp 14.700.000	1	Rp 15.571.143
10.	C-180	Vibrating Screen	Rp 14.700.000	1	Rp 15.571.143
11.	C-190	Vibrating Screen	Rp 14.700.000	1	Rp 15.571.143
12.	C-510	Vibrating Screen	Rp 14.700.000	1	Rp 15.571.143
13.	J-211	Bucket elevator	Rp 22.093.000	1	Rp 23.402.263
14.	J-212	Bucket elevator	Rp 22.093.000	1	Rp 23.402.263
15.	J-213	Bucket elevator	Rp 22.093.000	1	Rp 23.402.263
16.	M-210	Mixing Tank	Rp 57.656.000	1	Rp 61.072.778
17.	E-310	Pan Granulator	Rp 9.500.000	1	Rp 10.062.984
18.	L-321	Pompa Sentrifugal untuk H ₂ O	Rp 1.150.000	1	Rp 1.218.151
19.	E-421	Rotoclone	Rp 27.807.974	1	Rp 29.455.915
20.	L-411	Blower	Rp 2.277.120	1	Rp 2.412.065
21.	B-410	Rotary Dryer	Rp 30.000.000	1	Rp 31.777.843
22.	H-420	Cyclone	Rp 542.235	1	Rp 574.369
23.	J-440	Conveyer pendingin spiral	Rp 7.250.000	1	Rp 7.679.645
24.	J-430	Conveyer pendingin spiral	Rp 7.250.000	1	Rp 7.679.645
25.	E-412	Burner	Rp 3.110.000	1	Rp 3.294.303
26.	F-540	Packer	Rp 87.760.800	1	Rp 92.961.632
27.	F-530	Silo tank	Rp 8.648.400	1	Rp 9.160.917

No	Kode	Nama alat	Harga (CB)	Jumlah	Harga total
28.	F-320	Tangki air	Rp 3.840.000	1	Rp 4.067.564
Total					Rp 573.020.116

Dengan faktor keamanan dan pembelian alat harga tersebut ditambahkan sebesar 20% dari harga peralatan total, maka harga peralatan menjadi Rp 687.624.139,-

Biaya Langsung merupakan modal yang dikeluarkan untuk pembelian atau pengadaan peralatan proses produksi, seperti: mesin-mesin, perpipaan, pelistrikan, hingga pendirian bangunan yang berhubungan langsung dengan pendirian suatu pabrik. Data Perhitungan Biaya Langsung dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan biaya langsung

No	Jenis	Estimasi persen		Biaya
1.	Harga peralatan	A	Rp	687.624.139
2.	Instrumen dan alat kontrol	15%	A	Rp 103.143.621
3.	Instalansi	8%	A	Rp 55.009.931
4.	Perpipaan terpasang	50%	A	Rp 343.812.070
5.	Listrik terpasang	12%	A	Rp 82.514.897
6.	Harga FOB (1-5)	B	Rp	1.272.104.658
7.	Ongkos angkutan kapal laut	10%	B	Rp 127.210.466
8.	Harga C dan F, (jumlah 6-7)	C	Rp	1.399.315.124
9.	Biaya asuransi	1%	C	Rp 13.993.151
10.	Harga CIF, (jumlah 8-9)	D	Rp	1.413.308.275
11.	Biaya angkut barang ke plant	18%	D	Rp 254.395.490
12.	Pemasangan alat	40%	A	Rp 275.049.656
13.	Bangunan pabrik	60%	A	Rp 412.574.483
14.	Service facilities	45%	A	Rp 309.430.863
15.	Tanah	4%	A	Rp 27.504.966
16.	Biaya langsung (DC)		Rp	2.692.263.733

Biaya Tidak Langsung merupakan biaya yang dikeluarkan untuk konstruksi pabrik dan bagian-bagian pabrik yang tidak berhubungan langsung dengan pengadaan peralatan proses produksi. Data Perhitungan Biaya Tidak Langsung dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Perhitungan biaya tidak langsung

No	Jenis	Estimasi persen		Biaya	
1.	Engineering dan supervisi	12%	DC	Rp	323.071.648
2.	Ongkos Kontraktor	18%	DC	Rp	484.607.471
3.	Biaya Tak Terduga	10%	DC	Rp	269.226.373
	Biaya Tak Langsung (IC)			Rp	1.076.905.492

b. Fixed Capital Investment (FCI)

Merupakan uang yang dikeluarkan untuk mendirikan suatu pabrik, yang terdiri dari direct cost dan indirect cost.

$$\begin{aligned} \text{FCI} &= \text{DC} + \text{IC} \\ &= \text{Rp } 3.769.169.222 \end{aligned} \quad (9)$$

c. Working Capital Investment (WCI)

Merupakan modal yang harus dikeluarkan untuk menjalankan proses produksi pabrik dalam jangka waktu tertentu. WCI besarnya 10-20% dari TCI.

$$\text{WCI} = 20\% \times \text{TCI} \quad (10)$$

$$\text{TCI} = \text{WCI} + \text{FCI}$$

Maka :

$$\text{TCI} = 20\% \text{TCI} + \text{FCI} \quad (11)$$

$$80\% \times \text{TCI} = \text{FCI}$$

$$\text{TCI} = \text{Rp } 4.711.461.528$$

$$\text{WCI} = 20\% \times \text{TCI} \quad (12)$$

$$\text{WCI} = \text{Rp } 942.292.306$$

Modal investasi biasanya didapatkan dari uang sendiri dan dari pinjaman bank dengan bunga bank sebesar 8%. Perbandingan jumlah modal sendiri (*equity*) dengan jumlah modal pinjaman bank (*loan*) tergantung dari kebijaksanaan dan kepercayaan kepada peminjam serta jenis pabrik yang dibuat. Biasanya perbandingan antara modal sendiri dan modal pinjaman sebesar 60:40. Data Perhitungan Modal Investasi dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Modal investasi

No	Jenis	Estimasi persen		Biaya	
1.	Modal sendiri (MS)	60%	TCI	Rp	2.826.876.917
2.	Investor (MP)	40%	TCI	Rp	1.884.584.611
	Total modal perusahaan			Rp	4.711.461.528

d. Biaya Produksi Total (TPC)

Merupakan jumlah dari *manufacturing cost* dan *general expenses* yang telah diperkirakan.

$$\text{TPC} = \text{DPC} + \text{FC} + \text{Overhead} + \text{GE} \quad (13)$$

$$\text{TPC} = \text{Rp } 10.422.061.422$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{DPC} &= \text{Rp } 6.802.163.892 + 0,01 \text{ TPC} \\ \text{DPC} &= \text{Rp } 6.906.384.506 \\ \text{GE} &= \text{Rp } 450.072.000 + 0,04 \text{ TPC} \\ \text{GE} &= \text{Rp } 866.954.457 \end{aligned}$$

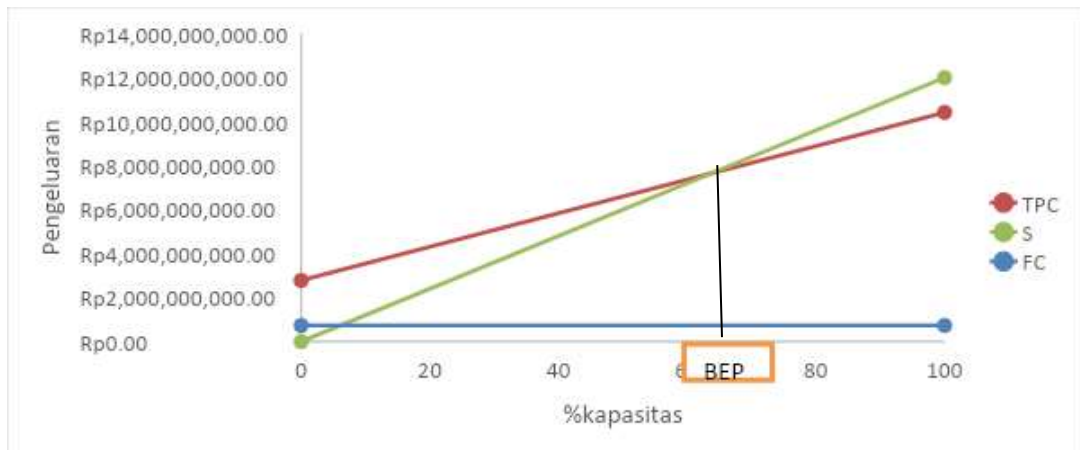
3.3.2 Analisa Ekonomi

Perancangan suatu pabrik perlu ditinjau dari faktor-faktor ekonomi yang menentukan apakah suatu pabrik layak untuk didirikan atau tidak. Analisa kelayakan suatu pabrik dapat diketahui melalui *Return On Investment (ROI)*, *Pay Out Time (POT)*, *Break Event Point (BEP)* Data Analisa Ekonomi dapat dilihat pada tabel 10 berikut:

Tabel 10. Analisa Ekonomi

No.	Keterangan	Biaya Total
1.	Laba kotor	Rp1.577.938.578
2.	Pajak penghasilan	Rp631.175.431
3.	Laba bersih	Rp946.763.147
4.	Cash flow setelah pajak	Rp1.323.680.069
5.	ROI sebelum pajak	33,49%
6.	ROI setelah pajak	20,09%
7.	POT	4,97 tahun
9.	Break Even Point	63,81%

a. Break Even Point (BEP)



Gambar 1. Grafik Perhitungan BEP

Berdasarkan Gambar 1 diperoleh data biaya tetap / pengeluaran tetap sebesar Rp 734.987.998. Biaya total produksi (TPC) pada kapasitas 0% sebesar Rp 2.782.624.057 dan pada kapasitas 100% sebesar Rp10.422.061.422. Harga penjualan produk (S) pada 100% kapasitas sebesar Rp12.000.000.000. Dari perpotongan nilai biaya tetap dan biaya total produksi di dapatkan nilai BEP 63,81% sebesar Rp 7.657.608.121.

b. Shut Down Point (SDP)

$$\begin{aligned} \text{SDP} &= \frac{0,3 \text{ SCV}}{S - 0,7 \text{ SCV} - \text{VC}} \times 100\% \\ &= 0,4695 \end{aligned} \quad (14)$$

Titik shut down point terjadi pada kapasitas
 = SDP x Harga penjualan (S)
 = 0,4695 x Rp 12.000.000.000
 = Rp 5.634.968.412

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, pabrik *soil substrate* untuk *aquatic plant* berbahan baku adalah tanah taman, tanah humus dan arang memiliki kapasitas 500 ton/tahun. Sedangkan untuk analisa ekonomi didapatkan ROI sebelum pajak sebesar 33,49% dan ROI setelah pajak sebesar 20,09%. POT setelah pajak didapatkan sebesar 4,97 tahun. BEP yang dihasilkan *soil substrate* untuk *aquatic plant* berbahan baku tanah taman, tanah humus dan arang sebesar 63,81% pada nilai Rp 7.657.608.121. Sedangkan SDP yang didapatkan pabrik ini sebesar 46,95% pada nilai Rp 5.634.968.412. Dengan hasil analisa ekonomi yang didapatkan, pra-perancangan pabrik *soil substrate* untuk *aquatic plant* berbahan baku tanah taman, tanah humus, dan arang dengan kapasitas 500 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

REFERENSI

- [1] H. Hariyatno, I. Isanawikrama, D. Wimpertiwi, dan Y. J. Kurniawan, "Membaca Peluang Merakit 'Uang' Dari Hobi Aquascape," *J. Pengabdian dan Kewirausahaan*, vol. 2, no. 2, hal. 117–125, 2018.
- [2] I. S. Roidah, "Manfaat Penggunaan Pupuk Organik Untuk Kesuburan Tanah," vol. 1, no. 1, 2013.
- [3] A. R. Saidy, *Bahan Organik Tanah: Klasifikasi, Fungsi dan Metode Studi*, Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press, 2018.
- [4] M. Lempang, W. Syafii, dan G. Pari, "Properties and Quality of Candlenut Shell Activated Charcoal," *J. Penelit. Has. Hutan*, vol. 30, no. 2, hal. 100–113, 2012.
- [5] S. Ekawati, B. R. R. Gayatri, P. Prakoso, dan A. Chumaidi, "Analisa Ekonomi Prarancangan Pabrik Kimia Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Biji Randu (Ceiba Pentandra) Menggunakan Katalis Heterogen Cao Dengan Kapasitas 22.000 Ton/Tahun", *Distilat J. Teknol. Separasi*, vol. 6, no. 2, hal 241-248, 2020.
- [6] M. S. Peters, K. D. Timmerhaus, dan R. E. West, *Plant Design and Economic for Chemical Engineer*, 5th Edition, New York: McGraw Hill, 2003.
- [7] Badan Pusat Statistik, *Alokasi pupuk Indonesia. 2016-2020*.
- [8] Kementerian Perdagangan, *Data Ekspor Pupuk. 2016-2020*.