

Pra Rancang Bangun Pupuk Biochar dari Tongkol Jagung dengan Kapasitas 3.500 Ton/Tahun Menggunakan Alat Utama Reaktor Pirolisis

Elisabet Mbagho¹⁾, Ir. Taufik Iskandar²⁾, S.P. Abrina Anggraini³⁾
^{1,2,3} PS. Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang
e-mail address : elisabetmbagho@yahoo.co.id

ABSTRAK

Biochar merupakan butiran halus dari arang kayu yang berpori (porous) bila digunakan sebagai suatu pembenahan tanah dapat mengurangi jumlah CO₂ dari udara. Biomassa selulosa dan hemiselulosa seperti tongkol jagung sangat potensial diberdayakan sebagai bahan baku pupuk biochar mengingat persediaannya sangat melimpah dan lebih ekonomis. Dengan adanya pra rancang bangun pupuk biochar ini diharapkan mampu menyerap tenaga kerja dan menambah lapangan pekerjaan. Pra rancang bangun pabrik pupuk biochar direncanakan didirikan pada tahun 2020 di kota Ende, Nusa Tenggara Timur, dengan luas area 10.000 m². Kapasitas produksi direncanakan 3.500 ton/tahun dengan waktu operasi 8 jam/hari dan 300 hari/tahun. Proses yang digunakan adalah slow pyrolysis dengan aktivasi secara kimia dan Amonium Nitrat sebagai aktivator. Berdasarkan analisa ekonomi, total modal investasi dan biaya produksi total yang dibutuhkan adalah Rp. 24.388.278.439,- dan Rp. 18.511.795.926,-. Nilai penjualan produk adalah Rp. 29.750.000.000 pertahun, dengan laba sebelum dan sesudah pajak adalah Rp. 11.238.204.074 pertahun dan Rp. 10.114.383.666 pertahun. Hasil analisa kelayakan diperoleh nilai *Return Of Investment* (ROI) sebelum dan sesudah pajak sebesar 53% dan 48%, *Pay Out Time* (POT) selama 1,841 tahun, *Break Even Point* (BEP) sebesar 35,29%, dan *Internal Rate Of Return* (IRR) sebesar 36,80%. Berdasarkan parameter ekonomi tersebut maka pra rancangan pabrik pupuk biochar dari tongkol jagung layak didirikan.

Kata kunci: *Pupuk Biochar, Nitrogen, Reaktor, Asam Nitrat and Pirolisis lambat.*

ABSTRACT

Biochar is a fine grain of porous wood charcoal when used as a soil repair can reduce the amount of CO₂ from the air. Cellulose and hemicellulosic biomass such as corn cobs are potentially empowered as raw materials for biochar fertilizers since their supplies are abundant and more economical. With the pre-design of biochar fertilizer is expected to absorb labor and increase employment. The pre-designed biochar fertilizer plant is planned to be established in 2020 in the town of Ende, East Nusa Tenggara, with an area of 10,000 m². Production capacity is planned to be 3,500 tons / year with operating time of 8 hours / day and 300 days / year. The process used is slow pyrolysis with chemical activation and Ammonium Nitrate as activator. Based on economic analysis, total investment capital and total production cost required is Rp. 24.388.278.439, -and Rp. 18,511,795,926, -The value of product sales is Rp. 29.750.000.000 per year, with profit before and after tax is Rp. 11,238,204,074 per year and Rp. 10.114.383.666 per year. The results of feasibility analysis obtained the value of Return Of Investment (ROI) before and after taxes of 53% and 48%, Pay Out Time (POT) for 1.841 years, Break Even Point (BEP) of 35.29%, and Internal Rate Of Return (IRR) of 36.80%. Based on these economic parameters, the pre-design of an active charcoal plant from corn cobs is feasible to be established.

Keywords : *Biochar, Corncob, Ammonium Nitrat*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang banyak memproduksi tanaman padi dan jagung. Potensi biomassa yang berlimpah di Indonesia sebagai akibat usaha pertanian dan residu dari agroindustri akan menjadi masalah jika tidak dimanfaatkan dengan baik, dan pada akhirnya akan menjadi limbah yang tidak berguna dan berpotensi mencemari lingkungan. Biochar merupakan butiran halus dari arang kayu yang berpori (porous) bila digunakan sebagai suatu pembenahan tanah dapat mengurangi jumlah CO₂ dari udara. Biochar jauh lebih efektif dalam retensi hara dan ketersediaannya bagi tanaman dibanding bahan organik lain seperti kompos atau pupuk kandang. Seperti dinyatakan oleh Freibaure *et al.* (2004) dan Lal (2004) dalam Lehmann *et al.* (2006), Wijaya (2002), dan Sohi (2009) bahwa tanah merupakan penampang (sink) C terbaik dan merupakan opsi penting bagi pengurangan emisi C sehingga diharapkan mampu mengurangi risiko perubahan iklim. Penyerapan karbon ke tanah termasuk usaha pengurangan karbon udara. Widjaja (2002)

Perubahan iklim global merupakan tantangan yang dihadapi masyarakat dunia saat ini. Peningkatan suhu telah terjadi dengan kecepatan yang sulit diperkirakan (IPCC 2001; FAO 2002; FAO 2009). Karbon dioksida CO₂, metana CH₄, dan oksida-oksida nitrat (NO_x) adalah penyebab utama efek rumah kaca, yang disebabkan melalui bahan bakar fosil dan biomassa, sebagaimana juga dekomposisi bahan organik yang terdapat di atas dan di bawah tanah. (Lehmann *et al.* 2006; Haefele 2007) Karbon atau biochar dapat mengatasi beberapa keterbatasan tersebut dan menyediakan dan menyediakan opsi

penambahan bagi pengelolaan tanah Lehmann (2007).

Perkembangan kegiatan bidang pertanian di Indonesia telah menimbulkan peningkatan limbah pertanian yang sebagian besar merupakan limbah berlignoselulosa sumber serat sisa tanaman seperti jerami padi dan sekam, batang jagung, katun, sorgum, maupun ampas tebu. Empat juta hektar luas lahan untuk pertanaman jagung. Tongkol jagung (sekitar 25 – 30%) dan sekam padi (sekitar 25% dari hasil padi) sebagai limbah pertanian tersedia sangat melimpah di pusat-pusat produksi dan belum dimanfaatkan dengan baik sehingga dianggap sebagai limbah (Sudjana, 2014).

Potensi jagung di Indonesia merupakan yang terluas didunia dengan pangsa 70% dari total luas area jagung dunia sekitar 360.000 Ha (Kasryono 2005). Pada kegiatan pertanian jagung akan menghasilkan limbah tongkol sebesar jagung sebesar 20,87% dan 19,13% yang terdiri dari batang, daun dan kelobot (Menurut Data Kementerian Pertanian 2007). Tongkol jagung dapat diberikan kepada ternak ruminansia dan merupakan bahan pakan kasar kualitas rendah. Tongkol jagung termasuk bahan pakan yang kurang palatable dan jika tidak segera dikeringkan akan tumbuh segera jamur dalam beberapa hari. Komposisi 90,0%, protein kasar 2,8%, lemak kasar 0,7%, abu 1,5%, serat kasar 32,7%, dinding sel 80%, selulosa 25%, lignin 6,0%, dan ADF 32% (Murni, *et al.*, 2008) Yulistiani (2012) mengungkapkan tongkol jagung mempunyai kadar protein yang rendah (< 4,64%), kadar lignin (15,4%), dan selulosa yang tinggi. Kecernaan tongkol jagung rendah (kecernaan *in vitro*nya < 50%). Dipilihnya tongkol jagung sebagai bahan baku utama dalam pembuatan biochar dikarenakan

selama ini tongkol jagung hanya digunakan sebagai makanan ternak, bahan bakar untuk memasak dan di biarkan begitu saja (limbah) atau masih belum optimal.

Pendirian pabrik biochar dari tongkol jagung sangat tepat dengan iklim kemitraan-kemitraan selama ini diingat yaitu jarang pemakaian arang tongkol jagung oleh masyarakat sekitar. Hal ini dikarenakan kurangnya kurangnya pengetahuan dan teknologi pengolahan tongkol jagung menjadi biochar yang sederhana.

Proses Produksi

1. Persiapan bahan baku

Tahap persiapan bahan baku bertujuan untuk untuk mengurangi kadar air yang terkandung didalam tongkol jagung tersebut guna mempermudah proses pirolisis. Tongkol jagung yang sudah dijemur ditampung didalam storage (F-111) bahan baku. Dari storage (F-111), tongkol jagung tersebut dimasukan kedalam reaktor pirolisis (R-110) untuk diproses melalui belt conveyer (J-113).

2. Tahap pembuatan biochar

a. tahap pirolisis

Pada proses pirolisis dilakukan dengan suhu 400-500⁰C selama 5 jam di dalam reaktor (R-110) yang kemudian menghasilkan arang.

b. Proses Penghalusan Arang

Arang hasil karbonisasi dari proses pirolisis pada reaktor pirolisis (R-110) kemudian dibawah dengan conveyor/auger (J-114) menuju akan crusher/roll mills (C-115) setelah dari crusher (C-115) arang tersebut kemudian munuju scren (H-121) untuk disaring atau diayak dengan ukuran partikel 35 mesh.

3. Proses Pengkayaan Biochar

Arang dengan ukuran 35 mesh kemudian dicampur dengan amonium

nitrat (NH₄NO₃) yang diencerkan dengan konsentrasi % pada bin (F-123) didalam mixers (M-120) setelah proses pencampuran didalam mixers (M-120) arang itu kemudian ditampung pada storage (F-124) untuk direndam selama 3 hari untuk memperkaya nitrogen didalam biochar tersebut. Setelah proses perendaman terjadi di storage (F-123) arang tersebut kemudian disaring dengan scren (H-127) dan ditampung tampung pada storage (F-132) kemudian arang tersebut dimasukan ke oven (Q-130) setelah dari oven (Q-130) jadilah produk pupuk biochar yang kemudian ditampung di storage (F-133).

4. Proses Penanganan Produk

Pupuk biochar hasil produksi ditampung pada storage (F-133) penampung akhir pupuk biochar. Pengawasan storage (F-133) pupuk biochar dilakukan berdasarkan sifat dari pupuk biochar yang mudah terbawa/tertiup angin. Pengawasan tersebut berupa peletakan storage (F-133) jauh dari lingkungan terbuka. Tangki harus tertutup rapat untuk menghindari udara atau angin yang kuat yang mengakibatkan pupuk biochar atau produk berkurang. Penyimpanan produk pupuk biochar dilakukan dengan menitikberatkan pada aspek penyimpanan produk, baik dalam sisi kemasan maupun letak tangki penyimpanan.

Utilitas

Unit utilitas merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia. Pada Pra Rancang Bangun Pabrik Pupuk Biochar ini terdapat 2 unit utilitas yang diperlukan, yaitu unit penyediaan air dan listrik. Untuk unit

penyediaan air, digunakan air PDAM dan air sungai. Untuk water proses (misalnya untuk pelarut), digunakan air dari PDAM. Sedangkan untuk sanitasi, pemadam kebakaran dan air cadangan, diperoleh dari air sungai. Air yang berasal dari sungai tidak digunakan secara langsung, tetapi diolah terlebih dahulu untuk menghilangkan zat-zat yang tidak diinginkan seperti anion-kation dan lain-lain. Pada unit penyediaan listrik, listrik berasal dari PLN (Perusahaan Listrik Negara). Listrik ini diperlukan untuk menggerakkan motor instrumentasi dan lain-lain

Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam Pra Rancang Pabrik Bioetanol dari Nira Aren adalah:

Tabel 1. Instrumen

No	Alat	Instrumen
1	Pirolisis	TIC
2	Crusher	PIC
3	Storage Pelarut	LC
4	Tangki Perendaman	TIC
5	Oven	TIC

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan kapasitas produksi didasarkan pada data ketersediaan bahan baku yang sesuai dengan data di Badan Pusat Statistik (BPS).

Tabel 1. Luas Produksi Tanaman Jagung

Sumber: (BPS.2015, Diolah)

Tahun	Produksi Padi (Ton)	Produksi Sekam Padi (Ton)	Kenaikan
2011	246.893	51.526,57	-
2012	245.323	51.198,91	-0,6359
2013	270.394	56.431,23	10,21959
2014	257.025	53.641,12	-4,94427
2015	273.194	57.015,59	6,29082
Rata-rata	258.565,8	53.962,68	2,732562

Untuk menentukan kapasitas produksi pabrik baru pada tahun 2019 dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut : $F = P (1+i)^n$

Dimana :

F = perkiraan kapasitas produksi Tahun mendatang 2020

P = Jumlah produksi tahun 2015

i =Nilai persentase kenaikan tiap tahun

n = Selisih waktu perkiraan (2015-2020)= 5 Tahun

$$\begin{aligned} \text{Asumsi} &= 57.015,59 (1 + 0,0273)^5 \\ &= 65.243,0404 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Basis perhitungan dalam perancangan pabrik ini diambil 10% dari potensi tongkol jagung = 65.243,0404 x 10 %

$$= 6.524,304 \text{ ton/tahun}$$

Kapasitas produksi:

Menurut Lehmann dan Rondon, (2006) konversi biomassa atau tongkol jagung menjadi biochar adalah 54% (per ton).

Maka perhitungan kapasitasnya yaitu :

$$\begin{aligned} &= 54\% \times 6.524,304 \text{ ton/tahun} \\ &= 3.523,12418 \text{ ton/tahun atau} \\ &= 3.500 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Tabel 2. Neraca Massa pada Reaktor

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)		
		Menuju Crusher	Menuju cyclone/Kondensor	Waste
Tongkol jagung	906,1533	-	-	-
Arang	-	489,3228	-	-
CO ₂	-	-	151,4699	-
CO	-	-	159,5319	-
CH ₄	-	-	36,63215	-
C ₂ H ₆	-	-	9,548137	-
H ₂	-	-	3,863838	-
C ₂ H ₄	-	-	10,47694	-
Loss	-	-	-	45,30767
	906,1533	489,3228	371,5229	45,30767
JUMLAH	906,1533		906,1533	

Tabel 3. Neraca Panas pada Reaktor

Panas Masuk (Kkal)	Panas Keluar (Kkal)
$\Delta H_1 = 567,0635$	$\Delta H_2 = 116.006,31$
$Q = -1.976.855,65$	$\Delta H_r = -1.976.855,65$
	$Q_{loss} = 28,35318$
Jumlah = -1.976.288,59	Jumlah = - 1.860.849,35

Perancangan Alat Utama Reaktor

Perhitungan Dimensi Reaktor

a. Volume Reaktor (V_r)

Massa bahan baku masuk = 906,153Kg/Jam
= 1997,73 lb/jam

b. Diameter dalam (ID)

Berdasarkan tabel 18.5 hal 627 Walas, volume head dengan half angle at apex α 120° adalah :

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Head (Hh)} &= \frac{\frac{1}{2}D}{tg\frac{1}{2}\alpha} \\ \text{Volume head (Vh)} &= \frac{1}{3} \frac{\pi}{4} ID^2 Hh \\ &= \frac{1}{3} \frac{\pi}{4} ID^2 \left(\frac{\frac{1}{2}D}{tg\frac{1}{2}\alpha} \right) \\ &= \frac{\pi ID^3}{24 tg\frac{1}{2}\alpha} \\ &= 0,0755 ID^3 \end{aligned}$$

(Walas,1990)

Direncanakan rasio H_s/ID adalah 1,5 sehingga

$$\begin{aligned} \text{Volume shell (Vs)} &= \frac{\pi}{4} ID^2 H_s \\ &= \frac{\pi}{4} ID^2 (1,5 ID) \\ &= 1,1775 ID^3 \end{aligned}$$

(Walas,1990)

Tutup bawah berbentuk standart dish, dimana $ID = r$ dan harga $h = 0,169 ID$ maka:

$$\begin{aligned} \text{Volume Bottom (Vb)} &= \left[\frac{\pi h^2}{3} \right] \times (3r - h) \\ &= \left[\frac{\pi (0,169 ID)^2}{3} \right] \times [3(ID - 0,169ID)] \\ &= 0,0847 ID^3 \end{aligned}$$

(Walas,1990)

Volume Reaktor = volume head + volume shell + volume buttom

$$1461,665 \text{ ft}^3 = 0.0755 ID^3 + 1.1775 ID^3 + 0.0847 ID^3$$

$$ID = 10,7464 \text{ ft} = 128,9568 \text{ in}$$

c. tebal shell (ts)

Ditetapkan menggunakan carbon steel 135 SA Grade B berdasarkan APP.D item 1 Brownell & Young sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Allowable stress (f)} &= 7646 \\ \text{Efisiensi pengelasan (E)} &= 0,85 \\ \text{Faktor korosi (C)} &= 1/16 \\ &= 0,0625 \end{aligned}$$

Tekanan Design (P_i)

$$\text{Tekanan operasi} = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ psia}$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan Hidrostatik} &= \frac{p \times g \times h}{144} \\ &= \frac{13,1208 \times 14,0926}{144} \\ &= 1,2841 \text{ psia} \end{aligned}$$

Tekanan design (p_i)

$$\begin{aligned} P_i &= p_{\text{Hidrostatik}} + \text{Tekanan Operasi} \\ &= 1,2841 + 14,7 \\ &= 15,9841 \text{ psia} \end{aligned}$$

Tebal shell (ts)

$$ts = \frac{P_i \times ID}{2(f.E - 0,6 P_i)} + C \text{ (Brownell \& Young, 1979)}$$

Keterangan :

- P_i = Tekanan design, psia
- ID = Diameter dalam shell, in
- f = Alloweble Stress, psia
- E = Efisiensi Pengelasan = 0,7 in
- C = Faktor Korosi

$$\begin{aligned} ts &= \frac{15,9841 \times 128,9568}{2(7646 \times 0,85 - 0,6 \times 15,9841)} + \frac{1}{16} \\ &= 0,1588 + \frac{1}{16} \end{aligned}$$

$$= 0,2213 \text{ in} \approx 0,25 \text{ in}$$

Standarisasi OD & ID

$$\begin{aligned} OD &= ID + (2 ts) \\ &= 128,9568 + (2 \times 0,25) \\ &= 129,4568 \text{ in} \end{aligned}$$

Merujuk pada tabel 5.7 hal 101 Brownell & Young, diameter standar ASME yang mendekati diameter diatas adalah

$$OD \text{ standar} = 132 = 11 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{ID standar} &= \text{OD} - (2 \text{ ts}) \\ &= 132 - (2 \times 0,25) \\ &= 131,5 \text{ in} = 10,9583 \text{ ft} \end{aligned}$$

d. Standarisasi OD dan ID

$$\begin{aligned} \text{OD} &= \text{ID} + (2 \text{ ts}) \\ &= 712,646 + (2 \times 0,19) \\ &= 106,508 \text{ in} \end{aligned}$$

Merujuk pada tabel 5.7 hal 91 Brownell & Young, diameter standar ASME yang mendekati diameter di atas adalah

$$\begin{aligned} \text{OD standar} &= 108 \text{ in} = 8,9 \text{ ft} \\ \text{ID standart} &= \text{OD} - (2 \text{ ts}) \\ &= 108 - (2 \times 0,19) \\ &= 107,62 \text{ in} = 8,967 \text{ ft} \end{aligned}$$

e. Tebal Head (th) dan tebal bottom (tb)

Tebal Head (th)

$$\begin{aligned} \text{th} &= \frac{P_i \cdot \text{ID standar}}{2 (f \cdot E - 0,6 P_i) \cos 1/2 \alpha} + C \\ &= \frac{15,9841 \times 128,9568}{2 (7646 \cdot 0,85 - 0,6 \times 15,9841) \cos 1/2 (120^\circ)} + \frac{1}{16} \\ &= 0,3176 + \frac{1}{16} \\ &= 0,3801 \text{ in} \\ &\approx 0,4375 \text{ in} \end{aligned}$$

tb = Tebal bottom (tb)

$$\begin{aligned} \text{tb} &= \frac{0,885 \cdot P_i \cdot \text{ID standar}}{(f \cdot E - 0,1 P_i)} + C \\ &= \frac{0,885 \cdot (15,9841 \times 128,9568)}{(7646 \times 0,85 - 0,1 \times 15,9841)} + C \\ &= 0,3172 + \frac{1}{16} \\ &= 0,3797 \text{ in} \approx 0,4375 \text{ in} \end{aligned}$$

f. Tinggi Reaktor (Hr)

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Shell (Hs)} &= 1,5 \text{ ID} \\ &= 1,5 (128,9568 \text{ in}) \\ &= 193,4352 \text{ in} = 16,1196 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Head (Hh)} &= \frac{1/2 \text{ ID}}{\text{tg } 1/2 \alpha} \\ &= \frac{1/2 (128,9568 \text{ in})}{\text{tg } 1/2 (120^\circ)} \\ &= 37,227 \text{ in} \end{aligned}$$

Tinggi bottom (Hb) Berdasarkan tabel 5.6 Brownell & Young, diketahui data sbb :

Untuk tebal bottom 0,4375 in (7/16 in) di dapat :

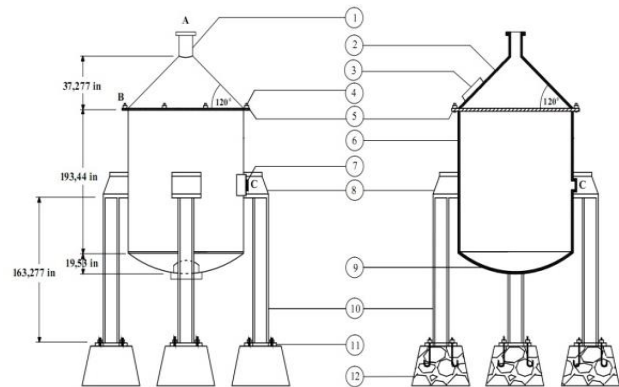
$$\begin{aligned} \text{Icr} &= 1 \frac{5}{16} \text{ in} \\ \text{sf} &= 1,5 \text{ in} \end{aligned}$$

Perhitungan tinggi bottom adalah :

$$\begin{aligned} a &= \frac{\text{ID}}{2} = \frac{128,9568}{2} = 64,4784 \text{ in} \\ \text{AB} &= a - \text{icr} = 64,4784 - 1,3125 = 63,1659 \text{ in} \\ \text{BC} &= r - \text{icr} = 132 - 1,3125 = 130,6875 \text{ in} \end{aligned}$$

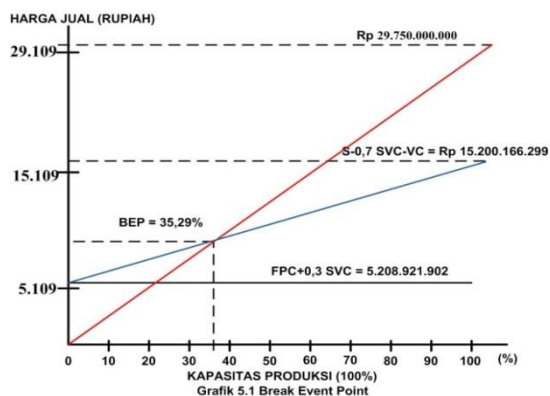
$$\begin{aligned} \text{AC} &= \sqrt{\text{BC}^2 - \text{AB}^2} \\ &= \sqrt{(130,6875)^2 - (63,1659)^2} \\ &= 114,408 \text{ s} \\ b &= r - \text{AC} \\ &= 132 - 114,408 \\ &= 17,592 \text{ in} \\ \text{Hb} &= \text{tb} + b + \text{sf} \\ &= 0,4375 + 17,792 + 1,5 \\ &= 19,5295 \text{ in} \\ &= 1,6275 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Reaktor} &= \text{Hh} + \text{Hs} + \text{Hb} \\ &= 17,592 + 2,589 + 1,6275 \\ &= 21,8085 \text{ ft} \end{aligned}$$



Gambar 1. Potongan Membujur Reaktor

ANALISA EKONOMI



Gambar 2. Grafik Break Even Point

KESIMPULAN

Kesimpulan Pra Rancangan Pabrik Pupuk Biochar Dari Tongkol Jagung adalah sebagai berikut :

- a. Kapasitas produksi pupuk biochar adalah 3.500 ton/tahun dengan kebutuhan bahan Tongkol Jagung sebanyak 1.371.963 ton/tahun.
- b. Berlokasi Kabupaten Ende, Desa Sokoria Kecamatan Sokoria Selatan tersebut mendukung aspek ketersediaan bahan baku, sumber air, listrik, bahan bakar, tenaga kerja, sarana transportasi dan pemasaran.
- c. Pra Rancangan Pabrik Pupuk Biochar ini layak didirikan berdasarkan parameter-parameter ekonomi seperti berikut :
 - *Total Capital Investment* (TCI) : Rp. 18,511,795,926
 - *Investment* (ROIAT) : 48%
 - *Pay Out Time*
 - *Return Of Investment*(ROI_{BT}) : 53%
 - *Pay Out Time* (POT) : 1,841 Tahun
 - *Break Even Point* (BEP) : 35,29 %
 - *Internal Rate Of Return* (IRR) : 36,80%

Bruun, E. W. 2011. "Application of Fast Pyrolysis Biochar to a Loamy soil". (<http://www.risoe.dtu.dk/rispubl/.../ris-phd-78.pdf>, [online] diakses 24Mei2016)

Lehmann, J. 2007. Biochar For Mitigating Climate Change: Carbon Sequestration In The Black Forum Geokol 18(2): 15-17.

Sudjana, B., 2014, *Pengaruh Biochar Dan Npk Majemuk Terhadap Biomass Dan Serapan Nitrogen Di Daun Tanaman Jagung (Zea Mays) Pada Tanah Typic Dystrudepts*, Vol. 3 No.1 Hal : 63-66, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa, Karawang, Jawa Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Brownell E. Lloyd dan Edwin H. Young. 1959. "Process Equipment Design". Jhon Willey and Sons Inc: New York.
- Bruun, E. W. 2011. "Application of Fast Pyrolysis Biochar to a Loamy soil". (<http://www.risoe.dtu.dk/rispubl/.../ris-phd-78.pdf>, [online] diakses 24Mei 2016)
- Brownell, L.E., and Young, E.H. 1979. "Process Equipment Design". New Delhi: Willey Eastern Limited.