

Pra Rancang Bangun Pupuk Biochar Dari Sekam Padi Dengan Kapasitas 1.100 Ton/Tahun Menggunakan Alat Utama Reaktor Pirolisis

Nina Yuliana ¹⁾, Taufik Iskandar²⁾, SP. Abrina Anggraini³⁾

^{1,2,3} PS. Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang

e-mail address : ninayuliana@gmail.com

ABSTRAK

Pupuk biochar adalah pupuk terbuat dari arang hasil proses pirolisis (proses terjadinya dekomposisi kimia atau pemecahan struktur kimia bahan organik) dengan suhu sekitar 300-500°C dalam kondisi tanpa atau sedikit oksigen yang kaya akan nitrogen. Pengkayaan nitrogen pada biochar direndam menggunakan asam nitrat (HNO₃). Manfaat biochar adalah dapat meningkatkan hasil produksi tanaman dan sebagai pupuk alami untuk memperbaiki kondisi tanah. Namun, kandungan nitrogen pada biochar hilang atau berkurang pada saat proses pirolisis disebabkan oleh proses penguapan. Tanaman yang kekurangan nitrogen dapat mengakibatkan hasil produksi menurun, pertumbuhan tanaman kerdil dan daunnya menguning. Limbah sekam padi sangat melimpah dan berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku pembuatan pupuk biochar. Perencanaan pra rancang bangun Pupuk Biochar dari sekam padi ini menggunakan sistem slow pyrolysis dimana sekam padi dipanaskan pada temperatur 400 °C pada tekanan 1 atm selama 2 jam. Rancang bangun ini akan didirikan pada tahun 2019 dengan kapasitas 1.100 ton/tahun di Kabupaten , Kalimantan Barat. Berdasarkan analisa ekonomi, pabrik pupuk biochar ini layak didirikan dilihat dari aspek ekonomi sebagai berikut : ROI_{AT}(%) : 39%, POT(tahun) : 2,234; BEP (%) : 49%, IRR(%) : 36,8.

Kata kunci: pupuk biochar, nitrogen, reaktor, asam nitrat dan pirolisis lambat.

ABSTRACT

Biochar fertilizer is fertilizer made of from charcoal the result of pyrolysis process (the process of chemical decomposition or solving the chemical structure of organic matter) with temperature 300-500°C in condition without or a little oxygen rich in nitrogen. Nitrogen enrichment on biochar soaked use acid nitrate (HNO₃). Benefits biochar is could improve results production plant and as fertilizer natural for fix condition soil. However, the nitrogen content on biochar lost or reduced on during pyrolysis process caused by the evaporation process. Plant that lack nitrogen can lead to decreased produk, dwarf plant growth and leaves yellowing. Rice husk waste is abundant and has the potential to be developed as raw material for biochar fertilizer. Planning pre-design of biochar fertilizer from rice husk using slow pyrolysis system where rice husk is heated at temperature of 400°C at pressure 1 atm for 2 hours. This design will be established in 2019 with a capacity of 1100 tons/year in the District, West Kalimantan. Based on analysis economic, this biochar fertilizer factory is worthy to be established seen from aspect economy as the following : ROI_{AT} (%): 39%, POT (year): 2,234; BEP (%): 49%, IRR (%): 36.8.

Keywords : Fertilizer Biochar, Nitrogen, Reactor, Nitric Acid and Slow-Pyrolysis.

PENDAHULUAN

Proses pirolisis adalah proses terjadinya dekomposisi senyawa kimia atau pemecahan struktur kimia bahan organik

melalui proses pemanasan dalam reaktor tanpa kehadiran oksigen atau sedikit oksigen. Hal ini terjadi proses penguapan yang menyebabkan kandungan nitrogen biochar

hilang atau berkurang. Kehilangan kandungan nitrogen pada biochar merupakan suatu masalah pada tanaman atau tanah jika dijadikan pupuk.

Penggunaan pestisida dan pupuk kimia yang berlebihan juga merupakan masalah dalam kerusakan struktur tanah. Selain itu, tanaman yang kekurangan nitrogen dapat mengakibatkan hasil produksi menurun, pertumbuhan tanaman kurang baik (kerdil) dan daunnya menguning.

Permasalahan di atas dianggap menarik untuk dibahas. Salah satu solusinya yaitu diolahnya pupuk biochar yang kaya akan nitrogen. Biochar adalah arang hasil proses pirolisis dengan suhu sekitar 300-500°C dalam kondisi tanpa oksigen atau oksigen yang terbatas (Lehmann, *et.al*, 2006 dalam Gani, 2009).

Menurut (Siaahan, 2013) konsumsi beras di Indonesia sebanyak 54 juta ton pada tahun 2005. Maka pengolahan padi menjadi beras akan menghasilkan jumlah limbah sekam lebih dari 10,8 juta ton/tahun. Sekam padi merupakan limbah berlignoselulosa sumber serat sisa tanaman. Menurut (Maftu'ah, *et.al*, 2015) sekam padi (*oryza sativa*) mengandung selulosa, hemiselulosa, dan rasio C/N. Sekam padi menghasilkan (sekitar 25% dari hasil padi) sebagai limbah pertanian (Sudjana, 2014).

Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa biochar berpotensi memperbaiki kesuburan tanah. Manfaat biochar terletak pada dua sifat utamanya, yaitu mempunyai afinitas tinggi terhadap hara dan persisten dalam tanah. kedua sifat ini dapat digunakan untuk menyelesaikan beberapa masalah penting pertanian seperti kerusakan tanah dan keamanan pangan, polusi air oleh agrokimia, dan perubahan iklim. Dengan persistensi yang lama menjadikan biochar pilihan utama untuk

mengurangi dampak perubahan iklim. residu pengolahan berupa limbah. Sehingga dengan diolahnya limbah sekam padi menjadi pupuk biochar yang kaya akan kadar nitrogen, diharapkan para petani atau masyarakat luas dapat mengubah pola pikir untuk berpindah menggunakan pupuk biochar yang ramah akan lingkungan.

Pengkayaan kadar N pada pupuk biochar bertujuan untuk menambahkan kadar N dalam biochar yang hilang saat proses penguapan pada reaktor pirolisis. Kehilangan kadar N saat proses pirolisis menyebabkan kadar N biochar hilang atau berkurang. Salah satu alasan mengapa biochar perlu diperkaya dengan nitrogen yaitu untuk mengganti N yang telah hilang dalam biochar. Pengkayaan nitrogen dalam biochar disebabkan karena nitrogen adalah unsur yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Salah satu peranan N bagi tanaman yaitu dalam pertumbuhan vegetatif tanaman, memberikan warna pada tanaman, panjang umur tanaman, dan penggunaan karbohidrat.

Proses Produksi

Proses pembuatan pupuk biochar secara umum terdiri dari empat tahap, yaitu tahap persiapan bahan baku, reaksi penanganan produk serta pengemasan dan penyimpanan. Setiap Prosesnya akan diurai di bawah ini.

a. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku sebelumnya dikeringkan terlebih dahulu di bawah sinar matahari dan atau menggunakan oven sehingga kadar airnya mencapai 10-15%. Pengeringan ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan air yang berlebih yang terdapat pada bahan baku. Selain itu, pengeringan juga bertujuan untuk mempercepat proses pembakaran pada alat Reaktor pirolisis (R-110) dan (R-111).

b. Reaksi Pirolisis

Proses pirolisis merupakan proses dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen, di mana bahan biomassa akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase padat, fase cair dan fase gas. Tujuan dari proses ini, untuk mengubah biomassa menjadi bahan yang bernilai tinggi sehingga dapat terbakar dengan mudah. Proses reaksi ini terjadi di dalam Reaktor (R-110) dan (R-111). Pertama bahan baku yang ditampung pada Storage (F-111) dibawa menggunakan Conveyer (J-112A) dan (J-112B) menuju Reaktor (R-110) dan (R-111). Proses pirolisis ini menghasilkan produk utama berupa arang dengan suhu 400°C selama 2 jam (menurut Siahaan, *et.al.*, 2013). Sedangkan produk samping berupa produk cair (asap cair), tar dan produk gas (CO, CO₂, H₂, CH₄, C₂H₆, C₂H₄).

c. Penanganan Produk

Setelah proses perubahan biomassa menjadi biochar selesai, selanjutnya proses penanganan produk biochar sebagai berikut:

Penghalusan Biochar

Arang hasil proses pirolisis pada reaktor pirolisis (R-110) dan (R-111) kemudian dibawa menggunakan Srew Conveyer (J-124) yang kemudian akan dihancurkan dengan Chusher (C-125).

Pengayakan Biochar

Biochar yang telah dihancurkan kemudian diayak menggunakan Vibrating Screen (H-126) dengan ukuran partikel 35 mesh. Pengayakan ini bertujuan untuk mempermudah pencampuran biochar dengan asam nitrat pada Mixer (M -120).

3.1 Pencampuran

Tahap ini, biochar yang telah halus akan dicampurkan dengan asam nitrat (HNO₃). Proses pencampuran dilakukan di dalam Mixer (M-120) untuk memperkaya unsur nitrogen di dalamnya. Biochar

ditambahkan dengan asam nitrat 25 % dari Bin (F-123) dan Bin (F-122) yang dialirkan langsung dari Storage asam nitrat (F-121). Pencampuran perlu dilakukan sehomogen mungkin.

Perendaman

Biochar dan asam nitrat kemudian direndam di dalam alat Storage selama 3 hari secara kontinyu. Storage yang digunakan sebanyak 3 buah (F -131A, F-131B dan F-131C). Tujuan perendaman ini agar kandungan unsur nitrogen pada asam nitrat masuk ke dalam biochar.

Penyaringan

biochar yang telah direndam selama 3 hari, biochar kemudian disaring menggunakan Screen (H-132) untuk memisahkan antara fase padat dan cair. Fase cairnya dialirkan kembali ke dalam Bin (F-123), sedangkan fase padatnya ditampung di dalam Storage enampung biochar sementara (F-133).

Pengeringan

Biochar yang ditampung dalam Storage Penampung biochar sementara (F-133) kemudian dibawa menggunakan Chain Conveyer (J-134) menuju Oven (E-130) untuk dikeringkan guna mengurangi kadar airnya hingga mencapai 10-15%.

d. Pengemasan dan Penyimpanan

Produk biochar yang sudah kering kemudian siap untuk dikemas menggunakan karung. Pengemasan ini bertujuan agar produk memiliki kualitas pemasaran yang baik dan menarik. Sedangkan untuk penyimpanan pupuk biochar disimpan di dalam Storage produk biochar (F-135) hingga pupuk biochar siap didistribusikan.

Utilitas

Unit utilitas pada rancang bangun pupuk biochar dari sekam padi ini terdiri dari :

1. Air sebagai air sanitasi, air untuk pemadam kebakaran, dan air di bin untuk mixer.
2. Listrik untuk menjalankan alat-alat produksi utilitas dan untuk penerangan.
3. Bahan bakar, untuk mengoperasikan burner dan generator.

Instrumen

Instrumen pada Pra Rancang Pabrik Bangun Pupuk Biochar dari Sekam Padi dengan Kapasitas 1.100 ton/tahun Menggunakan Alat Utama Reaktor Pirolisis (tabel 1) adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Pemasangan Alat Kontrol

No	Nama Peralatan	Kode Alat Kontrol	Fungsi
1	Reaktor Pirolisis	TIC	Untuk mengetahui dan mengontrol suhu yang ada di dalam alat selama proses berlangsung, sehingga sesuai dengan suhu yang diinginkan.
2	Tangki Perendaman	LC	Untuk mengetahui tinggi atau volume pelarut yang ada ditangki perendaman
3	Oven	TIC	Untuk mengetahui dan mengontrol suhu yang diinginkan selama proses berlangsung
4	Bin HNO ₃	LC	Untuk mengetahui tinggi atau volume pelarut yang ada di dalam Bin HNO ₃

HASIL DAN PEMBAHASAN

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

Tabel 2. Luas Lahan Produksi Padi dan Sekam Padi di Sambas, Kalimantan Barat. (Data BPS Kalimantan Barat, 2014, Diolah).

Tahun	Luas Lahan (Ha)	Produksi Padi (Ton)	Produksi Sekam Padi (Ton)	Kenaikan
2010	83.992	272.286	68.072,25	0%
2011	86.180	287.649	71.912,25	5,64 %
2012	83.516	275.947	68.986,75	-4,06 %
2013	81.001	265.002	66.250,5	-3,96 %
2014	91.981	317.531	79.382,75	19,82 %
Rata-rata		283.683	70.920,9	4,36 %

Pada tahun 2014 jumlah produksi sekam padi di Sambas, Kalimantan Barat adalah 79.382,75 ton/tahun, maka perkiraan jumlah produksi sekam padi pada tahun 2019 dapat dihitung dengan rumus :

$$F = P (1 + i)^n$$

Keterangan :

F = Perkiraan produksi

i = Rata-rata pertumbuhan

P = Produksi tahun terakhir

n = Selisih waktu perkiraan produksi kelapa sawit tahun 2019

Maka:

$$\begin{aligned} F &= P (1+i)^n \\ &= 79.382,75 (1+0,0436)^{(2019-2014)} \\ &= 98.275,844 \text{ ton/tahun.} \end{aligned}$$

Menurut bridgewater (2005) bahwa kandungan produk padatan pada berbagai jenis pirolisis adalah sebanyak 12% dari proses padatan tersebut.

Maka :

$$\begin{aligned} &= 12 \% \times 98.275,844 \text{ ton/tahun} \\ &= 11.793,101 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Rancang bangun pupuk biochar yang di rencanakan diasumsikan 10% dari potensi yang ada.

$$\begin{aligned} &= 10\% \times 11.793,101 \text{ ton/tahun} \\ &= 1.179,310 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Sehingga kapasitas produksi pabrik pupuk biochar yang baru akan didirikan pada tahun 2019 adalah 1.179,310 ton/tahun \approx 1.100 ton/tahun.

Tabel 3. Neraca Massa pada Reaktor

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)		
		Menuju Crusher	Menuju cyclone/ Kondensor	Waste
Sekam padi	1.364,94	-	-	-
Arang	-	163,793	-	-
CO ₂	-	-	461,883	-
CO	-	-	486,467	-
CH ₄	-	-	111,704	-
C ₂ H ₆	-	-	29,116	-
H ₂	-	-	11,782	-
C ₂ H ₄	-	-	31,948	-
Loss	-	-	-	68,247
	1.364,94	163,793	1.132,90	68,247
JUMLAH	1.364,94		1.364,94	

Tabel 4. Neraca Panas pada Reaktor

Panas Masuk (Kkal)	Panas Keluar (Kkal)
$\Delta H_1 = 7.157,012$	$\Delta H_2 = 177.246,074$
$Q = 176.907.956.491$	$\Delta H_r = -330.623,830$
	$Q_{loss} = 357,851$
Jumlah = 176.915.133	Jumlah = 176.915.133

Perancangan Alat Reaktor

Perhitungan Dimensi Reaktor

a. Volume Reaktor (V_r)

Massa bahan baku masuk = 1.364,94Kg/Jam
= 3.009,17402 lb/jam

Densitas (ρ) = 125 kg/m³ = 7,8035 lb/ft³

Volume cangkang kelapa sawit

$$= \frac{\text{rate massa} \times \text{lama tinggal}}{\text{densitas}}$$

$$= \frac{3.009,17402 \text{ lb/jam} \times 2 \text{ jam}}{7,8035 \text{ lb/ft}^3} = 771,237 \text{ ft}^3$$

Ditetapkan over design volume reaktor 20%

Volume reaktor (V_r) = 1,2x 771,237 ft³
= 925,484 ft³

b. Diameter dalam (ID)

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

Tinggi Head (Hh) = $\frac{\frac{1}{2}D}{tg \frac{1}{2}\alpha}$

Volume head (Vh) = $\frac{1}{3} \frac{\pi}{4} ID^2 Hh$

$$= \frac{1}{3} \frac{\pi}{4} ID^2 \left(\frac{\frac{1}{2}D}{tg \frac{1}{2}\alpha} \right)$$

$$= \frac{\pi ID^3}{24 tg \frac{1}{2}\alpha}$$

$$= 0,0755 ID^3$$

(Walas,1990)

Direncanakan rasio Hs/ID adalah 1,5 sehingga

Volume shell (Vs) = $\frac{\pi}{4} ID^2 Hs$

$$= \frac{\pi}{4} ID^2 (1,5 ID)$$

$$= 1,1775 ID^3$$

(Walas,1990)

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

Volume Bottom (Vb) = $\frac{\pi}{3} h^2 \times (3r - h)$

$$= \left[\frac{\pi}{3} (0,169 ID)^2 \right] \times \left[3 \left(ID - 0,169 ID \right) \right]$$

$$= 0,0847 ID^3$$

(Walas,1990)

Volume Reaktor = volume head + volume shell + volume buttom

$$925,484 \text{ ft}^3 = 0,0755 ID^3 + 1,1775 ID^3 + 0,0847 ID^3$$

$$ID = 8,844 \text{ ft} = 106,128 \text{ in}$$

c. tebal shell (ts)

Ditetapkan menggunakan Medium-Carbon steel SA 178 grade C, berdasarkan App. D item 1 Brownell and Young sehingga :

Allowable stress (f) = 10928 psia

Efisiensi pengelasan (E) = 0,85

Faktor korosi (C) = 1/16

$$= 0,0625 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume bahan dalam buttom} &= 0,0847 \text{ ID}^3 \\ &= 0,0847 (8,844)^3 \\ &= 58,591 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 0,0881 + \frac{1}{16} \\ &= 0,1506 \approx 0,19 \text{ in atau } \frac{3}{6} \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume bahan dalam shell} \\ &= v \text{ bahan} - v \text{ bahan dlm buttom} \\ &= 925,484 - 58,591 \\ &= 712,646 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi bahan dalam shell} \\ &= \frac{4 \times \text{volume bahan dalam shell}}{\pi \cdot \text{ID}^2} \\ &= \frac{4 \times 712,646}{3,14 \times (8,844)^2} \\ &= 11,606 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h \text{ bahan dlm bottom} &= \text{tinggi buttom} \\ &= 0,169 \text{ ID} \\ &= 0,169 (8,844) \\ &= 0,455 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi bahan dalam reaktor} &= \\ \text{tinggi bhn dalam shell} + \text{tinggi bhn dalam} \\ \text{buttom} \\ &= 11,606 + 1,494 \\ &= 13,1013 \text{ ft} \end{aligned}$$

Tekanan Design (Pi)

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

$$\begin{aligned} \text{Tekanan Hidrostatik} &= \frac{p \times g \times h}{144} \\ &= \frac{25,0409 \times 13,1013}{144} \\ &= 0,709 \text{ psia} \end{aligned}$$

Tekanan design (pi)

$$\begin{aligned} P_i &= p \text{ Hidrostatik} + \text{Tekanan Operasi} \\ &= 0,709 + 14,7 \\ &= 15,4099 \text{ psia} \end{aligned}$$

Tebal shell (ts)

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

Keterangan :

Pi = Tekanan design, psia

ID = Diameter dalam shell, in

f = Allowable Stress, psia

E = Efisiensi Pengelasan = 0,7 in

C = Faktor Korosi

$$ts = \frac{15,4099 \times 712,646}{2(10928 \times 0,85 - 0,6 \times 15,4099)} + \frac{1}{16}$$

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

$$\text{OD standar} = 108 \text{ in} = 8,9 \text{ ft}$$

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

e. Tebal head (th) dan tebal buttom(tb)

$$th = \frac{P_i \cdot \text{ID standart}}{2(f \cdot E - 0,6 P_i) \cos^{\frac{1}{2}} \alpha} + C \quad (\text{Brownell \& Young, 1979})$$

$$= \frac{15,4099 \times 712,646}{2(10928 \times 0,85 - 0,6 \times 15,4099) \cos^{\frac{1}{2}}(120^\circ)} + \frac{1}{16}$$

$$= 0,1787 + \frac{1}{16}$$

$$= 0,2412 \text{ in} \approx 0,25 \text{ in}$$

$$tb = \frac{0,885 \cdot P_i \cdot \text{ID}}{(f \cdot E - 0,1 P_i)} + C \quad (\text{Brownell \& Young, 1979})$$

$$= \frac{0,885 \cdot 15,4099 \times 107,62}{(10298 \times 0,85 - 0,1 \times 15,4099)} + \frac{1}{16}$$

$$= 0,1558 + \frac{1}{16}$$

$$= 0,2183 \text{ in} \approx 0,25 \text{ in}$$

f. Tinggi Reaktor (Hr)

$$\begin{aligned} \text{Tinggi shell (Hs)} &= 1,5 \text{ ID} \\ &= 1,5 \times 107,52 \\ &= 161,430 \text{ in} \\ &= 13,452 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi head (Hh)} &= \frac{\frac{1}{2} \text{ID}}{tg \frac{1}{2} \alpha} \\ &= \frac{\frac{1}{2} (107,52)}{tg \frac{1}{2} (120^\circ)} \end{aligned}$$

= 31,68 in
= 2,589 ft

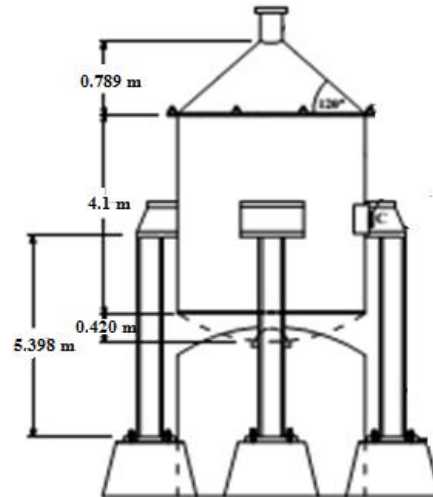
Tinggi bottom (Hb)
Berdasarkan tabel 5.6 Brownell & Young, untuk tebal bottom 0,25 in yaitu

$I_{cr} = \frac{3}{4}$ in
sf = 1,5 in

Perhitungan tinggi bottom adalah :

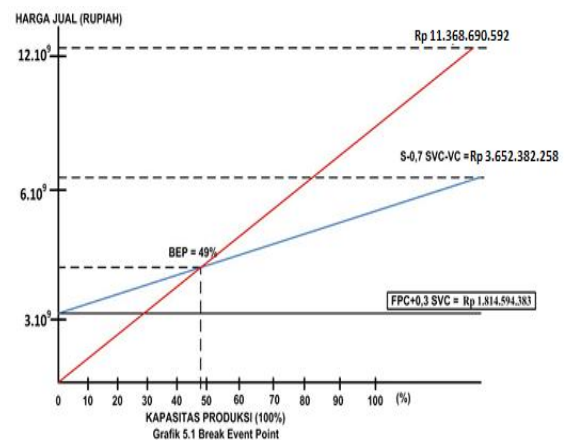
a = $\frac{ID}{2} = \frac{107,62}{2} = 53,810$ in
AB = a - icr
= 53,810 - 0,75 = 53,06 in
BC = r - icr = 108 - 0,75
= 107,25 in
AC = $\sqrt{BC^2 - AB^2}$
= $\sqrt{(107,25)^2 - (53,06)^2}$
= 93,205 in
b = r - AC
= 138 - 93,205
= 14,795 in
Hb = tb + b + sf
= 0,25 + 14,795 + 1,5
= 16,545 in = 1,3787 ft

Tinggi Reaktor = Hh + Hs + Hb
= 13,452 + 2,589 + 1,3787
= 17,419 ft = 209,028 in



Gambar 1. Potongan membujur reaktor

ANALISA EKONOMI



Gambar 2. Grafik Break Even Point

Resume Dimensi Rancang Reaktor

Volume reaktor (Vr) = 925,484 ft³
Diameter luar (OD) = 108 in = 9 ft
Diameter dalam (ID) = 106,128 in
= 8,844 ft
Tebal shell (ts) = 0,19 in
Tebal head (th) = 0,25 in
Tebal bottom (tb) = 0,25 in
Tinggi shell (Hs) = 161,430 in
= 13,452 ft
Tinggi head (Hh) = 31,068 in
= 2,589 ft
Tinggi bottom (Hb) = 16,545 in
= 1,3787 ft
Tinggi reaktor (Hr) = 209,028 in
= 17,419 ft

KESIMPULAN

Kesimpulan Pra Rancangan Bangun Pupuk Biochar dari Sekam Padi adalah sebagai berikut :Bangun Pupuk Biochar ini layak didirikan berdasarkan parameter - parameter ekonomi seperti berikut :

- Total Capital Investment (TCI)
: Rp. 7.278.552.268,
- Return Of Invesment (ROI)_{BT} : 39%
- Pay Out Time (POT) : 2,234 Tahun
- Break Even Point (BEP) : 49 %
- Internal Rate Of Return (IRR) : 36,80 %

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (BPS). 2014. *Luas Areal (Ha) dan Produksi (Ton) Aren Menurut Kabupaten/Kota di Sambas* : Kalimantan Barat
- Bridgwater, A.V, 2005, *Renewable fuels And Chemicals By Thermal Processing Of Biomass*. Chemical Engineering Journal, 91,p 87-102.
- Brownell, L.E., and Young, E.H. 1979. *Process Equipment Design*. Willey Eastern Limited: New Delhi.
- Gani, Anischan. 2009. *Potensi Arang Hayati Biochar Sebagai Komponen Teknologi Perbaikan Produktivitas Lahan Pertanian*. Iptek Tanaman Pangan Vol.4 No.1. Peneliti Balai Balai Besar Penelitian Tanaman Padi : Sukamandi.
- Maftu'ah, Eni dan Nursyamsi, Dedi. 2015. *Potensi Berbagai Bahan Organik Rawa Sebagai Sumber Biochar*, Volume 1, Nomor 4, Halaman: 776-781, Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (Balittra), Loktabat Utara, Banjarbaru, Kalimantan Selatan dan Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian (BBSDLP). Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu : Bogor.
- Siahaan, Satriyani, et.al. 2013. *Penentuan Kondisi Optimum Subu dan Waktu Karbonisasi pada Pembuatan Arang dari Sekam Padi*. Vol. 2, No. 1, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara : Sumatera Utara.
- Sudjana, Briljan. 2014. *Pengaruh Biochar dan NPK Najemuk terhadap Biomass dan Serapan Nitrogen di Daun Tanaman Jagung (Zea Mays) pa Tanah Typic Dystrudepats*. Vol. 3 No. 1 Hal : 63-66. Program Studi Agroteknologi. Fakultas pertanian. Universtias Singa perbangsa : Kerawang. Jawa barat.
- Walas, S.M. 1990. *Chemical Process Equipment*. Butterworth-Heineman: Washington