

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan populasi global meningkatkan permintaan pangan. Bersama Dengan terbatasnya jumlah lahan garapan, hal ini menimbulkan kebutuhan untuk melakukan intensifikasi dan meningkatkan kualitas hasil panen yang diperoleh. Sektor pertanian merupakan sektor utama pembangunan nasional dan kehidupan manusia karena berfungsi sebagai penyedia pangan, pakan untuk ternak, pupuk dan bioenergi guna mencukupi penduduk Indonesia yang diperkirakan pada tahun 2050 mencapai 322 juta jiwa, terbesar kelima di dunia setelah Tiongkok, India, Nigeria, dan Amerika Serikat. Peran penting sektor pertanian juga tercermin dari sumbangan dalam hal ketahanan pangan, peningkatan daya saing melalui ekspor, penyerapan tenaga kerja, dan penanggulangan kemiskinan dari Negera Indonesia (Ariyanti W, 2019., Finzer J R D, 2018). Untuk mengatasi tantangan ini, digunakan pupuk alami dan sintetis (Czekajka dkk, 2019; Hazra, 2016). Pemupukan tanah terdiri dari pengenalan mineral yang sesuai dan/atau zat organik ke dalamnya guna memperkaya unsur hara bagi tanaman, yang memiliki dampak signifikan terhadap perkembangannya (Igalavithana dkk., 2015). Oleh karena itu, peran pupuk adalah untuk menyediakan unsur hara (terutama nitrogen (N), kalium (K), dan fosfor (P), tetapi tidak untuk menyediakan unsur hara bagi tanaman saja), karena sifatnya menentukan kesuburan tanah (Czekajka dkk, 2019). Selain nutrisi, zat yang memperbaiki struktur tanah dengan memeberikan pupuk secara tidak langsung mempengaruhi kesuburan mereka (Czekajka dkk, 2019).

Pasar pupuk terus berkembang. Jumlah pupuk yang diproduksi dan dijual meningkat setiap tahun (Zalewski dan Piwowar, 2018). Data konsumsi pupuk global menunjukkan bahwa di Pada tahun 2017, konsumsi pupuk di dunia sebesar 185 juta ton (Zalewski dan Piwowar, 2018), sehingga meningkat 6 kali lipat dibandingkan tahun 1960. Di negara berkembang (Cina, India, Brasil), penggunaan pupuk bahkan meningkat 34 kali lipat dalam beberapa tahun terakhir.

Jatuh tempo terhadap peningkatan konsumsi, nilai ekspor global pupuk juga meningkat. Dibandingkan tahun 2005, pada tahun 2016 mengalami peningkatan sebesar 77%, mencapai level USD 50 miliar. Menurut perkiraan, pupuk nitrogen menyumbang 57% dari total jumlah pupuk yang digunakan (Zalewski dan Piwowar, 2018).

Pupuk mempunyai beragam jenis antara lain yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik adalah pupuk yang tersusun atas bahan organik atau sisa-sisa makhluk hidup yang mudah untuk diuraikan kembali, sedangkan pupuk anorganik adalah pupuk yang tersusun atas bahan-bahan kimia. Saat ini pupuk yang digunakan untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas tanah umumnya masih terfokus pada penggunaan pupuk anorganik dengan dosis tinggi. Di satu sisi penggunaan pupuk anorganik mempunyai banyak keuntungan dan membawa banyak manfaat ekonomi. Di sisi lain, produk-produk ini adalah diakui sebagai sumber utama pencemaran lingkungan air dan tanah. Dampak paling berbahaya dari penggunaan pupuk berkaitan dengan pelepasan unsur hara yang terlalu cepat ke dalam tanah (Shaviv, 2001). Tanaman tidak dapat menggunakan unsur hara berlebih, yang mengakibatkan unsur hara tersebut larut ke dalam tanah/air dan kehilangan berikutnya. Penggunaan pupuk yang berlebihan juga dapat menyebabkan hal ini menurunkan pH tanah, sehingga secara tidak langsung meningkatkan mobilitas dan bioavailabilitas logam berat di dalamnya (Haygarth dan Jarvis, 2002) Oleh karena itu, salah satu tantangan terbesar abad ke-21 bukanlah hal ini hanya produksi pupuk yang aman bagi lingkungan dan efektif, tetapi juga penggunaan dan pengelolannya secara rasional. Salah satu solusinya mungkin adalah penggunaan pupuk organik (alami) (Czekaĳa dkk, 2019). Salah satu pupuk organik yang dapat digunakan oleh para petani adalah pupuk Biochar.

Biochar atau biocarbon Biochar adalah padatan, ditandai dengan tingkat aromatisitas tinggi dan seringkali porositas tinggi, diperoleh melalui dekomposisi termal biomassa dalam kondisi terbatas oksigen (Wang dkk, 2017). Ada banyak bahan baku yang digunakan dalam produksi BC, seperti: serpihan kayu (Lucchini dkk, 2014), tongkol atau batang jagung (Lateef dkk, 2019), sisa gandum (Chun

dkk, 2004), tailing bit gula (Yao dkk, 2011), jerami padi (Peng dkk, 2011), pupuk kandang (Hoseini dkk, 2021), lumpur limbah (Tomczyk dkk, 2020), dan residu biogas (Stefaniuk dan Oleszczuk, 2016). Berbagai jenis teknologi termokimia digunakan untuk produksi Biochar, yaitu pirolisis (lambat dan cepat).

Kemiri mempunyai 2 lapis kulit yaitu kulit buah dan tempurung, dari setiap kilogram biji kemiri akan dihasilkan 30% inti dan 70% tempurung (Gianyar dkk, 2012). Dalam pengolahan biji kemiri dihasilkan tempurung kemiri yang memiliki sifat keras dengan nilai kalor 4164 kal/g, sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar (Setiawan dan Yang, 1992). Mengingat potensi tempurung kemiri cukup besar, meskipun penggunaannya sebagai bahan bakar kurang populer, maka salah satu alternatif pemanfaatannya adalah mengolah tempurung kemiri menjadi pupuk biochar. Pupuk biochar merupakan arang berpori yang diperkaya dengan unsur nitrogen untuk menggantikan kadar nitrogen yang hilang atau berkurang pada saat proses pirolisis berlangsung. Proses pirolisis merupakan proses pemanasan yang mendegradasi biomassa menjadi arang, tar dan gas (Demibras, 2005). Pemanfaatan limbah menjadi pupuk biochar merupakan salah satu solusi untuk kembali memperbaiki kondisi tanah yang sudah tercemar karena diakibatkan oleh penggunaan pupuk kimiawi dan pestisida yang berlebihan.

Indonesia sebagai negara berkembang, terlebih lagi memasuki era perdagangan bebas, dituntut untuk mampu bersaing dengan negara-negara lain dalam bidang industri dan sektor industri memegang peranan penting untuk memajukan perindustrian di Indonesia. Perkembangan industri sangat berpengaruh pada pertumbuhan ekonomi Indonesia dalam menghadapi pasar bebas. Inovasi proses produksi maupun pembangunan pabrik baru yang menghasilkan produk bernilai ekonomis lebih tinggi semisal pupuk biochar sangat diperlukan untuk menambah devisa negara. Di samping itu, pendirian pabrik pupuk biochar dapat mendorong pertumbuhan dan perkembangan industri lainnya dan akan menyerap sebagian tenaga kerja dalam negeri. Berdasarkan data yang dikeluarkan dari pusat statistik impor pupuk setiap tahunnya cenderung meningkat sehingga berdasarkan data tersebut pabrik didirikan untuk memenuhi kebutuhan baik dalam negeri maupun luar negeri. Adanya pabrik pupuk biochar ini

diharapkan dapat memenuhi kebutuhan di Indonesia sendiri. Selain itu, akan membuka kesempatan bagi Indonesia menjadi negara pengekspor pupuk biochar keluar negeri, dan dapat merangsang bertumbuhnya industri sehingga dapat meningkatkan perekonomian Indonesia. Dengan didirikannya pabrik ini akan membuat kesempatan terciptanya banyak lapangan kerja baru.

1.2 Rumusan Masalah

Mengingat kebutuhan di Indonesia akan pupuk dan dengan mempertimbangkan adanya bahan baku yang tersedia maka produksi sangat potensial untuk didirikan. Pertimbangan lain yang mendukung kelayakan pendirian pabrik pupuk biochar dari tempurung kemiri adalah menciptakan lapangan kerja baru serta diharapkan dapat memacu berdirinya pabrik-pabrik lain dengan bahan baku serupa, sehingga terciptanya diverifikasi produk yang mempunyai nilai ekonomis lebih tinggi yang berarti akan menunjang peningkatan pendapatan negara.

1.3 Tujuan Perancangan Pabrik

Tujuan perancangan pabrik pupuk biochar ini adalah menerapkan ilmu disiplin teknik kimia khususnya dibidang perancangan, proses, dan operasi teknik kimia sehingga akan memberikan gambaran kelayakan prarancangan pendirian suatu pabrik. Pertimbangan lain yang mendukung kelayakan pendirian pabrik pupuk biochar adalah menciptakan lapangan kerja baru serta diharapkan dapat memacu berdirinya pabrik-pabrik lain yang sejenis, sehingga terciptanya diversifikasi produk yang mempunyai nilai ekonomis lebih tinggi yang berarti akan menunjang peningkatan pendapatan negara.

1.4 Manfaat

Mendirikan pabrik pupuk biochar di Indonesia akan memberikan manfaat jangka panjang yang signifikan, termasuk peningkatan produktivitas pertanian, pelestarian lingkungan, mitigasi perubahan iklim, dan pemberdayaan ekonomi masyarakat lokal. Hal ini sejalan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan dan memberikan kontribusi positif bagi sektor pertanian dan keberlanjutan lingkungan di Indonesia. Pabrik pupuk biochar dengan bahan baku tempurung kemiri

bermanfaat sebagai informasi awal bagi para investor dalam pendirian pabrik pupuk biochar. Di samping itu, juga untuk memanfaatkan sumber daya alam dan memberikan nilai ekonomis pada bahan baku agar menjadi produk yang lebih bermanfaat. Manfaat lain yang ingin dicapai dengan didirikannya pabrik ini adalah akan terbukanya lapangan pekerjaan dan memacu masyarakat untuk meningkatkan produksi dalam negeri dan akhirnya meningkatkan kesejahteraan. Selain itu, dengan adanya prarancangan pabrik pupuk biochar dapat menghemat Devisa Negara. Manfaat lainnya adalah terbukanya lapangan pekerjaan dan memacu masyarakat untuk meningkatkan produksi dalam negeri dan akhirnya meningkatkan kesejahteraan.

1.5 Batasan Masalah

Prarancangan pabrik pupuk biochar ini, dibatasi dengan bahan baku utama yaitu tempurung kemiri, kotoran ayam dan larutan amilum menggunakan **Proses Pirolisa**. Adapun pembuatan *flowsheet* pabrik ini dibatasi menggunakan *software* Microsoft visio.

1.6 Kapasitas Pabrik

Dalam penentuan kapasitas perancangan pabrik pupuk biochar diperlukan beberapa pertimbangan yaitu dengan mempertimbangkan data ekspor dan impor kebutuhan pupuk di Indonesia.

1.6.1 Data Impor dan Ekspor Pupuk di Indonesia

Meningkatnya kebutuhan pupuk di Indonesia tiap tahunnya merupakan salah satu alasan perlunya didirikan pabrik biochar di Indonesia guna memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sebagai alternatif pengolahan limbah cangkang kemiri. Data impor dan ekspor pupuk di Indonesia diperoleh dari BPS.

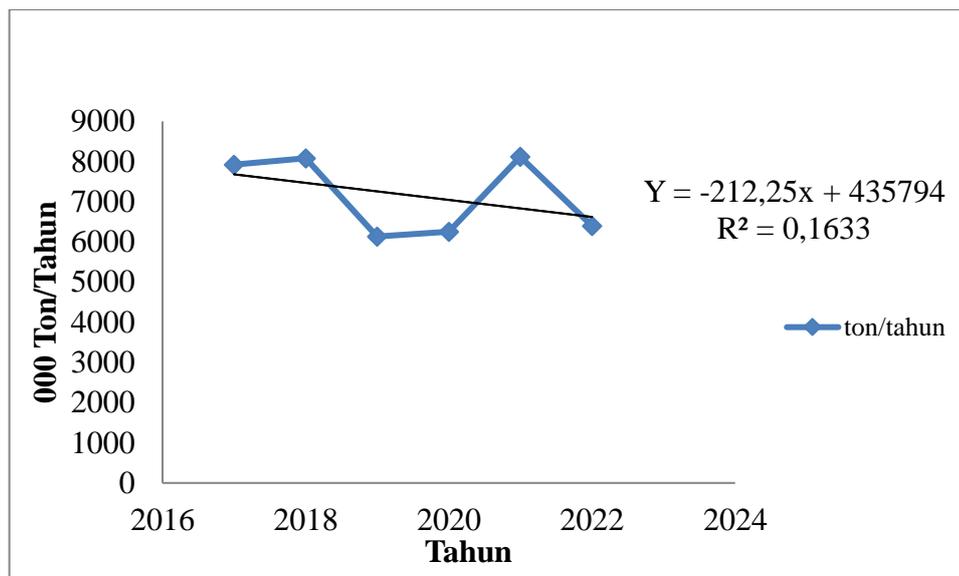
Tabel 1.1 Data Impor Pupuk di Indonesia

Data Impor	
Tahun	(000 Ton/Tahun)
2017	7.927,5
2018	8.083,1
2019	6.134,5
2020	6.248,7
2021	8.120,1
2022	6.396,7

(Sumber: Badan Pusat Statistik. www.bps.go.id)

Meningkatnya kebutuhan pupuk di Indonesia tiap tahunnya merupakan salah satu alasan perlunya didirikan pabrik biochar di Indonesia guna memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sebagai alternatif pengolahan limbah cangkang kemiri. Data impor dan ekspor pupuk di Indonesia diperoleh dari Badan Pusat Statistik.

Berdasarkan data impor dari Badan Pusat Statistik di Indonesia pada tabel di atas menunjukkan data impor pupuk yang mengalami peningkatan dan penurunan setiap tahunnya pada 5 tahun terakhir. Berikut grafik data impor pupuk di Indonesia.



Gambar 1.1 Grafik Data Impor Pupuk di Indonesia

Berdasarkan grafik di atas, dapat diprediksi kebutuhan impor pupuk di Indonesia dengan menggunakan persamaan regresi linear, jika pabrik direncanakan akan berdiri pada tahun 2028 disimpulkan bahwa kebutuhan konsumen akan terus meningkat tiap tahunnya. Hal ini tentu menyebabkan kebutuhan akan pupuk pada masa yang akan datang juga akan terus meningkat. Untuk menghitung kebutuhan akan pupuk pada tahun berikutnya maka dapat menggunakan metode Ekstrapolasi dengan Persamaan.

$$y = a x + b$$

Keterangan:

y = Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)

x = Tahun

a = Konstanta

b = Koefisien Regresi

Persamaan yang didapatkan:

$$y = -212,25x + 435794$$

Maka Kebutuhan pada tahun 2028:

$$y = -212,25(2028) + 435794$$

$$y = 5347,63 \text{ (000Ton/ Tahun)}$$

$$y = 5.347.630 \text{ ton/tahun}$$

Tabel 1.2 Prediksi Data Kebutuhan Impor Pupuk di Indonesia

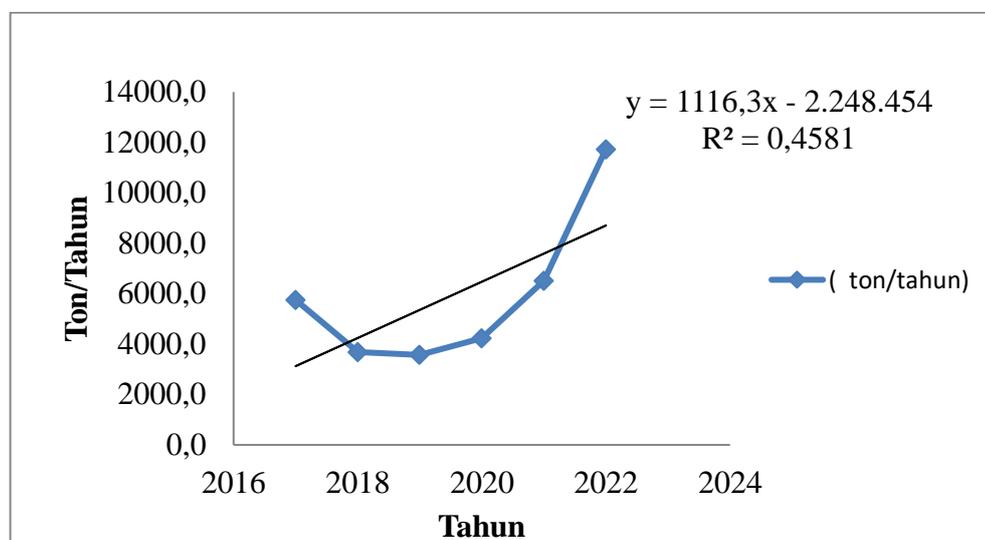
Data Impor	
Tahun	Jumlah (000 Ton/Tahun)
2017	7.927,5
2018	8.083,1
2019	6.134,5
2020	6.248,7
2021	8.120,1
2022	6.396,7
2023	6.408,887
2024	6.196,635
2025	5.984,384
2026	5.772,132
2027	5.559,881
2028	5.347,63

Berdasarkan data tabel 1.2, diprediksi akan terjadi penurunan nilai impor pupuk di Indonesia, namun kebutuhan impor pupuk pada tahun 2028 masih cukup tinggi. Dengan demikian, membangun pabrik pupuk biochar di dalam negeri akan membantu mengurangi ketergantungan impor pupuk di Indonesia. Melihat masih besarnya kebutuhan impor pupuk di Indonesia pada tahun 2028, maka potensi pasar masih cukup besar untuk membangun pabrik pupuk biochar yang baru.

Tabel 1.3 Data Ekspor Pupuk di Indonesia

Data Ekspor	
Tahun	(Ton/Tahun)
2017	5.758,2
2018	3.672,9
2019	3.568,3
2020	4.236,7
2021	6.512,5
2022	11.735,0

Berdasarkan data ekspor dari Badan Pusat Statistik di Indonesia pada tabel di atas, menunjukkan data ekspor pupuk yang mengalami peningkatan dan setiap tahunnya pada 5 tahun terakhir. Berikut grafik data ekspor pupuk di Indonesia.



Gambar 1.2 Grafik Data Ekspor Pupuk di Indonesia

Untuk menghitung jumlah ekspor pupuk di Indonesia pada tahun berikutnya, maka dapat menggunakan metode Ekstrapolasi dengan Persamaan :

$$y = a x + b$$

Keterangan:

y = Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)

a = Konstanta

b = Koefisien Regresi

x = Tahun

Persamaan yang didapatkan:

$$y = 1116,3x - 2.248.454$$

Maka Kebutuhan pada tahun 2028 :

$$y = 1116,3(2028) - 2.248.454$$

$$y = 15.402,4 \text{ Ton/ Tahun}$$

Tabel 1.4 Prediksi Data Kebutuhan Impor Pupuk di Indonesia

Data Ekspor	
Tahun	(Ton/Tahun)
2017	5.758,2
2018	3.672,9
2019	3.568,3
2020	4.236,7
2021	6.512,5
2022	11.735,0
2023	9.821,0548
2024	10.937,371
2025	12.053,687
2026	13.170,003
2027	14.286,32
2028	15.402,636

Berdasarkan data tabel 1.3, diprediksi akan terjadi peningkatan nilai ekspor pupuk di Indonesia. Hal ini menggambarkan bahwa pasar pupuk biochar dari Indonesia di luar negeri cukup baik. Dengan demikian, membangun pabrik pupuk biochar yang baru akan menguntungkan secara ekonomis.

Kapasitas produksi merupakan maksimal jumlah produk yang nantinya dapat dihasilkan dalam kurun waktu tertentu. Sejatinya pabrik yang akan didirikan memiliki kapasitas produksi yang optimal sehingga dapat menghasilkan keuntungan yang maksimal dengan biaya yang minimal. Dari data ekspor dan impor Pupuk biochar dapat diambil sebagai gambaran penentuan kapasitas produksi dalam prarancangan pabrik pupuk biochart ini. Penentuan kapasitas produksi dihitung dari data pendukung yang meliputi pertumbuhan produksi, konsumsi, ekspor dan impor suatu produk. Penentuan kapasitas produksi dilakukan untuk menghitung tingkatan setiap tahun dan dirata-rata pertumbuhannya dengan menggunakan 4 tahapan perhitungan yaitu :

1) Pertumbuhan rata-rata setiap tahun

Persamaan yang digunakan dalam menghitung pertumbuhan rata-rata yaitu:

$$i = \frac{\sum \% p}{n} \dots\dots\dots(1)$$

Di mana:

i : Pertumbuhan rata-rata per tahun

%P : Persen pertumbuhan per tahun

N : Jumlah data %P

Dari produk pupuk, sedangkan data produksi dan konsumsi tidak dicantumkan dikarenakan belum ada industri yang mengembangkannya. Berikut data yang dicantumkan ada pada Tabel 1 dan 2 data ekspor dan impor pupuk pada tahun 2017 – 2020 di Indonesia.

Tabel 1.5 Data Ekspor Pupuk Tahun 2017-2022

Ekspor		
Tahun	Ekspor (000 ton/tahun)	%p
2017	5,8	0,00%
2018	3,7	-36%
2019	3,6	-3%
2020	4,2	19%
2021	6,5	54%
2022	11,7	80%
%p		113,58%
I		23%

Pada perhitungan nilai i sesuai dengan persamaan (1), sehingga nilai i yang diperoleh yaitu 23 %. Selanjutnya data impor dari produksi pupuk yang dijabarkan pada Tabel 1.2.

Tabel 1.6 Data Impor Pupuk Tahun 2017 - 2022

Impor		
Tahun	Impor (000 Ton/Tahun)	%P
2017	7.927,5	0,00%
2018	8.083,1	1,96%
2019	6.134,5	-24,11%

Impor		
Tahun	Impor (000 Ton/Tahun)	%P
2020	6.248,7	1,86%
2021	8.120,1	29,95%
2022	6.396,7	-21,22%
	%p	-11,56%
	I	-2,31%

Pada perhitungan nilai i sesuai dengan persamaan (1), sehingga nilai i yang diperoleh yaitu -2,31 %.

2) Prediksi data konsumsi, produksi, impor, dan ekspor

Metode perhitungan yang digunakan adalah perhitungan pertumbuhan rata-rata per-tahun untuk menentukan kapasitas produksi. Persamaan yang digunakan pada metode perhitungan ini sebagai berikut.

$$M_{\text{tahun yang dicari}} = M_{\text{tahun terakhir data}} \times (1 + i)^a \dots\dots\dots(2)$$

Di mana:

a : Selisih tahun

m : Peluang kapasitas

i : Pertumbuhan rata-rata per tahun

Perhitungan menentukan m ekspor 2028 sesuai dengan persamaan (2) yaitu:

$$m_{\text{ekspor 2028}} = 11,7 \times (1 + 23\%)^{(2028-2022)}$$

$$m_{\text{ekspor 2028}} = 40,08 \text{ (000ton/tahun)}$$

Perhitungan menentukan m impor 2028 sesuai dengan persamaan (2) yaitu:

$$m_{\text{impor 2028}} = 6.396,7 \times (1 + (-2,3\%))^{(2028-2022)}$$

$$m_{\text{impor 2028}} = 5559,23 \text{ (000 ton/tahun)}$$

3) Peluang kapasitas produksi

Persamaan yang digunakan dalam menghitung peluang kapasitas produksi sebagai berikut.

$$m_{2028} \times m_{\text{Produksi 2028}} + m_{\text{Impor 2028}} = m_{\text{Konsumsi 2028}} + m_{\text{Ekspor 2028}}$$

$$m_{2028} = (m_{\text{Konsumsi 2028}} + m_{\text{Ekspor 2028}}) - (m_{\text{Produksi 2028}} + m_{\text{Impor 2028}}) \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

m : Peluang kapasitas

- m_p : Prediksi data produksi
- m_k : Prediksi data konsumsi
- m_e : Prediksi data ekspor
- m_i : Prediksi data impor

Berdasarkan perhitungan pertumbuhan rata – rata per-tahun diatas dapat diasumsikan nilai produksi dan impor 0, untuk konsumsi menggunakan data impor. Sehingga didapatkan nilai ekspor pada tahun 2028 adalah 40,08 (000ton/tahun) dan nilai konsumsi sebesar 5559,23(000 ton/tahun). Kemudian diperlukan menghitung peluang kapasitas produksi berdasarkan data ekspor dan impor tahun 2024.

$$m_{2028} = (m_{\text{Konsumsi 2028}} + m_{\text{Ekspor 2028}}) - (m_{\text{Produksi 2028}} + m_{\text{Impor 2028}})$$

$$m_{2028} = (5.559.225 + 40.075) - (0)$$

$$m_{2028} = 5.599.300 \text{ ton/tahun}$$

4) Kapasitas produksi

Jika tidak ada pabrik yang serupa didalam negeri maka kapasitas produksi dikalikan dengan 0,6 maka:

$$\text{Kapasitas produksi} = 0,6 \times m_{2028} \dots\dots\dots(4)$$

Berdasarkan peluang kapasitas produksi data ekspor dan impor yang diperoleh dari hasil perhitungan tahun 2028 yang sesuai persamaan (3) adalah sebesar 5.599.300 ton/tahun. Dikarenakan belum ada pabrik pupuk biochar yang sejenis dalam negeri maka ketentuan kapasitas dikalikan 0,6 sesuai dengan persamaan (5) maka :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi} &= 0,6 \times 5.599.300 \text{ ton/tahun} \\ &= 3.359.580,233 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Dalam penentuan kapasitas produksi pupuk biochar, acuan data yang digunakan bersumber pada Badan Pusat Statistika pada tahun 2017 - 2022 dengan hasil yang diperoleh pada perhitungan sebelumnya adalah 3.359.580,233 ton/tahun, akan tetapi dikarenakan pada data dari Badan Pusat Statistika merupakan data pupuk secara keseluruhan (berbagai jenis pupuk) diasumsikan pupuk biochar 0,01 dari total keseluruhan maka kapasitas produksi pupuk biocart menjadi 33.595,802 ton/tahun,. Sehingga direncanakan kapasitas produksi pupuk

biochar yang akan didirikan pada tahun 2028 adalah 35.000 ton/tahun. Dengan harapan dapat memenuhi kebutuhan pupuk yang akan dibutuhkan dan dalam negeri dan luar negeri untuk menambah devisa negara.

1.6.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan produksi suatu pabrik sehingga penyediaan bahan baku sangat diprioritaskan. Bahan baku utama pembuatan pupuk biochar yaitu cangkang buah kemiri direncanakan diperoleh dari perkebunan di yang berada di provinis aceh dan juga provinsni Sumatra utara terutama di kota dairi dimana jumlah produksi kemiri secara berturut yaitu 8.601 ton/tahun (Dinas Pertanian dan Perkebunan Aceh, 2022) dan 6.698 (Dinas Pertanian dan Perkebunan Sumatera Utara, 2022) ton/tahun yang akan memenuhi kebutuhan cangkang kemiri pada prarancangan pabrik ini. Kemiri sendiri terdiri dari 70% cangkang kemiri per kilonya (Gianjar, 2012).

bahan baku kotoran ayam sendiri, untuk memenuhi kapasitas produksi pabrik makan ketersediaan bahan baku akan diperoleh dari provinsi aceh dan provinsi Sumatra dimana produksi ayam(kampung, petelur dan pedaging) setiap tahunnya secara berturut turut adalah 40.048.300 ekor dan 201.016.500 ekor (Badan pusat statistik). Dimana setiap ekornya terdapat 0,15 kg kotran ayam/harinya. Bahan baku amilum sendiri nantinya akan dibeli dari PT.Indofood Banda Aceh, yang akan memenuhi kapasitas produksi pabrik.

Tabel 1.7 Produksi Kemiri di Setiap Provinsi

No	Nama Provinsi	Produksi Kemiri (Ton)	No	Nama Provinsi	Produksi Kemiri (Ton)
1	Aceh	8.601	20	DI Jogjakarta	-
2	Sumatera Utara	14.232	21	Jawa Timur	-
3	Sumatera Selatan	-	22	Bali	-
4	Sumatera Barat	2.061	23	Nusa Tenggara Timur	300
5	Bengkulu	-	24	Nusa Tenggara Barat	-
6	Riau	-	25	Gorontalo	-

No	Nama Provinsi	Produksi Kemiri (Ton)	No	Nama Provinsi	Produksi Kemiri (Ton)
7	Kepulauan Riau	-	26	Sulawesi Barat	5.518
8	Jambi	-	27	Sulawesi Tengah	1.205
9	Lampung	-	28	Sulawesi Utara	560,59
10	Bangka Belitung	-	29	Sulawesi Tenggara	2.009
11	Kalimantan Barat	-	30	Sulawesi Selatan	34.631
12	Kalimantan Timur	-	31	Maluku Utara	-
13	Kalimantan Selatan	1.400	32	Maluku	2,64
14	Kalimantan Tengah	15,55	33	Papua Barat	-
15	Kalimantan Utara	-	34	Papua Tengah	-
16	Banten	-	35	Papua Pegunungan	-
17	DKI Jakarta	-	36	Papua Selatan	-
18	Jawa Barat	230,52	37	Papua Barat Daya	-
19	Jawa Tengah	20,19	38	Papua	-
Total		70.786			

(Sumber : BPS, 2024)

Berdasarkan dari data yang diperoleh dari buku BPS tiap daerah didapatkan banyaknya produksi kemiri di seluruh provinsi di Indonesia, yaitu sebanyak 70.786 ton. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan prarancangan pabrik pupuk biochart dari cangkang kemiri memiliki potensi yang sangat memungkinkan untuk dikembangkan.

1.7 Seleksi Pemilihan Proses

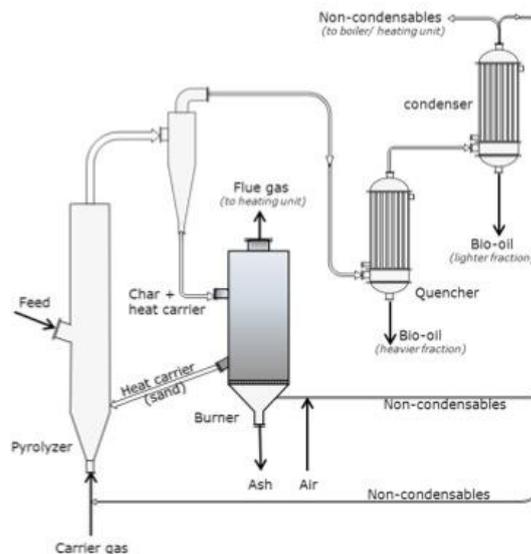
Pembuatan pupuk biochar dengan bahan tambahan limbah dari cangkang kemiri dilakukan dengan berbagai metode, antara lain metode pirolisis secara lambat dan pirolisis secara cepat yang mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing.

1.7.1 Metode Pirolisis Lambat

Pembuatan pupuk dari biochar dilakukan dengan proses karbonisasi atau pirolisis secara lambat biasanya dilakukan dengan pembuatan arang (pangaran) dengan suhu sekitar 450°C untuk dekomposisi biomassa. Waktu pirolisis relatif lebih lama daripada pirolisis cepat. Proporsi hasil pirolisis terdiri atas karbon aktif sebesar 75% dan (bio-oil dan tar) sebesar 25% (Sulhatun, 2019).

Karbonisasi adalah tujuan utama dari proses ini, dimana produksi biochar dari cangkang kemiri ini adalah tujuannya. Selain itu, pada saat pirolisis lambat berlangsung biomassa dipanaskan perlahan dan tidak adanya oksigen ke suhu yang relatif rendah dibawah 500°C dengan periode pabrik lama. Metode Pirolisis lambat adalah proses pirolisis yang terjadi pada suhu $150\text{-}500^{\circ}\text{C}$. Hasil dari proses lambat adalah karbonaktif atau biochar, asap cair dan tar.

Diagram alir pirolisis lambat dapat dilihat pada gambar 1.1 Berikut ini:



Gambar 1.3 Diagram Alir Pirolisis Lambat

Sumber : (e-education.psu.edu)

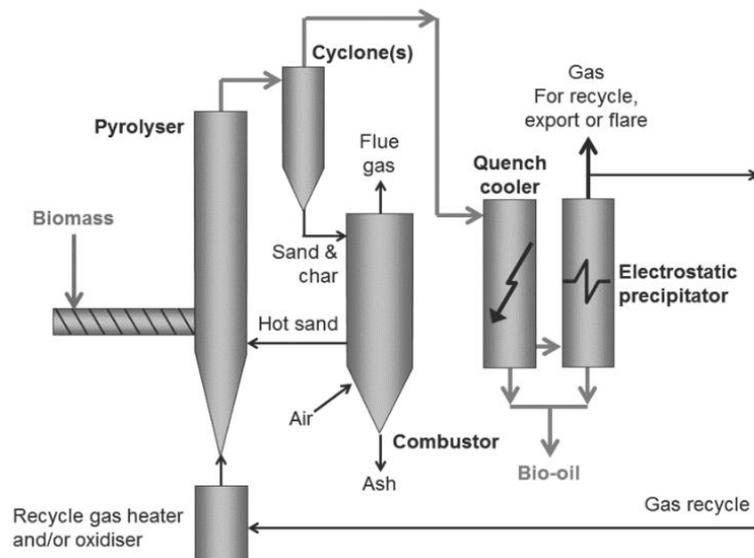
Pada gambar diatas menunjukkan diagram alir pirolisis lambat. Proses dimulai dengan persiapan bahan baku yang akan diproses. Bahan baku dapat berupa biomassa. Bahan baku dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis lambat. Reaktor ini dirancang untuk mempertahankan suhu rendah hingga menengah ($150\text{-}500^{\circ}\text{C}$) dan lingkungan tanpa oksigen (anaerob). Bahan baku dipanaskan

secara perlahan dalam reaktor pirolisis lambat. Pada suhu yang tepat dan dalam kondisi tanpa oksigen, bahan baku mengalami dekomposisi termal menjadi berbagai produk seperti biochar, bio-oli, dan gas. Kemudian Produk pirolisis, termasuk biochar, bio-oli, dan gas, dikumpulkan dari reaktor pirolisis dan dipisahkan. Biochar adalah produk padat dari pirolisis yang selanjutnya dicampurkan dengan bahan lain menjadi pupuk.

1.7.2 Metode Pirolisis Cepat

Pirolisis secara cepat merupakan proses pembakaran biomassa pada suhu tinggi yang lebih efisien karena biomassa dipanaskan secara cepat. Pirolisis cepat biomassa menggunakan suhu tinggi di atas 500°C. Secara umum produk hasil pirolisis secara cepat menghasilkan 60-75% berat bio-oil, karbon aktif sebesar 15-25% dan tar sebesar 10-20% (Sulhatun,2019).

Diagram alir pirolisis cepat dapat dilihat pada Gambar 1.4 berikut ini :



Gambar 1.4 Diagram Alir Proses Pirolisis Cepat

Sumber: (Bridgwater, 2011)

Pada gambar di atas menunjukkan diagram alir pirolisis lambat. Proses dimulai dengan persiapan bahan baku yang akan diproses. Bahan baku dapat berupa biomassa. Bahan baku dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis lambat. Reaktor ini dirancang untuk mempertahankan suhu tinggi (500-1000°C) dan lingkungan tanpa oksigen (anaerob). Biomassa atau bahan baku dipanaskan

dengan waktu yang cepat sehingga mencapai suhu puncak sebelum bahan baku terurai. Tingkat pemanasan bisa mencapai 1000°C dengan laju pemanasan sebesar 10°C per detik. Metode pirolisis cepat atau pirolisis sekunder adalah pirolisis yang terjadi pada suhu lebih dari 500°C dan hasil pirolisisnya adalah biochar, CO, H₂ dan hidrokarbon. Umumnya proses sekunder ini digunakan untuk gasifikasi (Ridhuan dan Dwim, 2020). Produk pirolisis, termasuk bio-oli, gas, dan biochar, dikumpulkan dari reaktor pirolisis cepat dan dipisahkan. Biochar yang dihasilkan dapat diproses lebih lanjut untuk meningkatkan kualitasnya.

1.8 Perbandingan Proses

Berdasarkan kedua proses yaitu proses pirolisis cepat dan pirolisis lambat, kedua proses tersebut memiliki parameter yang berbeda-beda. Berdasarkan perbedaan parameter tersebut sistem dekomposisi termal pirolisis untuk pembuatan biochar dapat dilihat pada tabel 1.8

Tabel 1.8 Perbandingan Proses Dekomposisi Termal Pirolisis Pembuatan Biochar

Parameter	Proses Pirolisis Lambat	Proses Pirolisis cepat
Biochar yang dihasilkan	75%	15-25%
Suhu (°C)	150-550°C	500-1000°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Efisiensi	Sedang	Tinggi
Kontrol suhu dan waktu	Tinggi	Sedang
Kualitas biochar	Tinggi	Sedang
Fleksibilitas	Tinggi	Tinggi
Kelebihan	Menghasilkan biochar tahan lama, ramah lingkungan Dan Struktur pori besar.	Proses cepat dan efisien.
Kekurangan	Proses yang lambat	Biochar kurang tahan lama dan Berpotensi emisi gas rumah kaca tinggi.

Berdasarkan beberapa proses tersebut maka dapat dibandingkan dari segi kelebihan yang digunakan berhubungan dengan proses pembuatan biochar tersebut, maka dipilih proses pirolisis lambat dalam pembuatan pupuk biochar dari cangkang kemiri, dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Proses pirolisis lambat menghasilkan pupuk biochar dengan kualitas yang tinggi.
2. Proses pirolisis lambat menghasilkan pupuk biochar yang lebih tahan lama.
3. Proses pirolisis lambat menghasilkan pupuk biochar yang ramah lingkungan.
4. Proses pirolisis lambat menghasilkan pupuk biochar dengan struktur pori besar, sehingga mampu meningkatkan kapasitas menahan air, aktivitas mikroorganisme tanah, meningkatkan aerasi tanah, dan meningkatkan struktur tanah.

1.9 Uji Ekonomi Awal

Uji Ekonomi Awal merupakan perhitungan jumlah dari harga bahan baku dan harga produk yang akan dijual sebagai penentu apakah pabrik yang akan dibangun serta dirancang dapat memberikan keuntungan atau memberikan kerugian. Berikut harga bahan baku dan produk dari prarancangan pabrik butanol.

Tabel 1.9 Harga Bahan Baku dan Produk

	Bahan Baku		
	Amilum Manihot	Cangkang Kemiri	Kotoran Ayam
Harga	Rp. 17.500/kg	Rp. 6.200/kg	Rp. 8.000/kg
Harga Total	(Kebutuhan x Harga/kg) = 4.795 kg/hari x Rp 17.500/kg = Rp 83.912.500/hari	(Kebutuhan x Harga/kg) = 25.571 kg/hari x Rp 6.200/kg = Rp 158.540.200/hari	(Kebutuhan x Harga/kg) = 57.534 kg/hari x Rp 8.000/kg = Rp 460.272.000/hari

Produk		
	Pupuk Biochar	Bio-Oil
Harga	Rp. 40.000/kg	Rp. 40.000/kg
Harga Total	(Kapasitas/hari x Harga/kg) = 95.890 kg/hari x Rp 40.000/kg = Rp 3.835.600.000/hari	(Kapasitas/hari x Harga/kg) = 5.114 kg/hari x Rp 40.000/kg = Rp 204.560.000/hari

1.10 Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik dapat mempengaruhi posisi pabrik dalam persaingan dan kontinuitas produksinya. Lokasi pabrik yang tepat akan memberikan keuntungan bagi pabrik tersebut dan lingkungan sekitarnya dengan memperhatikan faktor keamanan lingkungan. Hal ini dikarenakan lokasi pabrik sangat mempengaruhi dan menentukan keberhasilan serta kelangsungan hidup suatu pabrik. Pemilihan lokasi yang tepat, ekonomis dan menguntungkan dipengaruhi oleh banyak faktor, sehingga sebelum pabrik didirikan perlu dilakukan pertimbangan-pertimbangan. Pendirian pabrik ini direncanakan di dirikan di KIA Ladong, kecamatan subussalam Aceh besar yaitu kawasan yang dibentuk pemerintahan Aceh yang terletak 20 km dari kota Banda Aceh. Dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

1. Bahan baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan produksi suatu pabrik sehingga penyediaan bahan baku sangat di prioritaskan. Bahan baku kemiri direncanakan diperoleh dari perkebunan rakyat di wilayah kecamatan subussalam, Aceh besar, provinsi Aceh. Saat ini KIA Ladong telah memiliki izin : Estate Regulation, Izin Usaha Kawasan Industri (IUKI), Izin Lingkungan dan Izin Lokasi, serta insentif sewa lahan dari Pemerintah Aceh. Tarif Dasar Harga Sewa Lahan KIA Ladong = Rp. 5000/m²/tahun. Dengan letak antara pabrik dengan

bahan baku yang lancar dan dekat yaitu 9 km untuk jarak bahan baku kemiri dengan lokasi pabrik, 20 km untuk jarak pabrik ke PT. INDOFOOD penyedia amilum, maka diharapkan penyediaan bahan baku dapat tercukupi.

2. Pemasaran

Dipilih nya KIA Ladong sebagai lokasi pabrik dengan pertimbangan bahwa daerah ini dapat mengalami perkembangan dalam bidang industri dan pertanian sehingga di harapkan kebutuhan akan pupuk bisa tercukupi. Juga membuka kesempatan industri-industri lain yang menggunakan biochar dan kemiri sebagai bahan baku. Selain itu posisi yang strategis, terdapat pelabuhan malahayati yang berjarak 10 km dari KIA Ladong dan dekat dengan PT. Indofood penyedia amilum untuk bahan tambahan pupuk biochar yang akan diproduksi.

3. Utilitas

Hal lain yang mendukung pemilihan pabrik di KIA Ladong ini adalah adanya sumber air Untuk kebutuhan air pendingin, pemadam kebakaran dan air sanitasi yang diolah atau diproses pada pabrik di unit utilitas. Perlu diperhatikan. Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik KIA Ladong didukung PLN yang sudah berkomitmen memasok 10 MW. Sedangkan untuk kebutuhan air bersih diambil dari sungai kerung Aceh lokasi siron melalui PDAM Tirta montala Aceh besar dengan kapasitas 40 l/dt.

Sebagai suatu kawasan industri yang telah direncanakan dengan baik, KIA Ladong telah mempunyai sarana-sarana pendukung yang memadai. Serta kebutuhan listrik didapatkan dari generator dan PLN sebagai cadangan energi listrik apabila generatornya mengalami gangguan.



Gambar 1.5 Lokasi Kawasan Industri Aceh

4. Transportasi

Transportasi sangat penting bagi suatu industri. Didaerah KIA ladong tersedia sarana transportasi yang cukup memadai, baik darat maupun laut, untuk keperluan transportasi import dan eksport sehingga memudahkan pengangkutan bahan baku, bahan pembantu, dan produk. Seperti adanya pelabuhan Malahayati yang berjarak 10 km dari KIA Ladong.

Terdapat perusahaan transportasi logistik nasional di KIA Ladong yaitu PT. Trans Continent dengan core business jasa transportasi dan pusat logistik yang diharapkan bisa mengurangi biaya logistik dan transportasi.

Pada perancangan pabrik pupuk biochar ini dipilih lokasi pabrik KIA Ladong, Aceh Besar. Hal-hal yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik ini adalah sebagai berikut:

1. Kabupaten Aceh Besar berada di tepi laut dan terdapat pelabuhan Malahayati yang berjarak 10 km dari lokasi KIA Ladong, sehingga akan mempermudah jalur transportasi laut.
2. Sumber energi, utilitas air dan listrik cukup tersedia.
3. Sarana telekomunikasi dan transportasi mudah karena adanya jasa logistik dan transportasi.
4. Berdekatan dengan sumber bahan baku.

1.11 Uraian Proses

Adapun uraian proses berdasarkan jurnal Pra Rancang Bangun Pabrik Pupuk Biochar Dari Cangkang Kemiri yang diterbitkan dari UREKA adalah sebagai berikut :

1. Tahap Pre-treatment

Persiapan bahan baku Cangkang kemiri ditampung dalam storage (F-111). Dari storage (F-111), cangkang kemiri tersebut dimasukkan kedalam Hammer Mill (C-113) untuk diperkecil ukuran partikelnya menjadi 1 cm dengan menggunakan belt conveyer (J-112).

2. Tahap Pirolisa

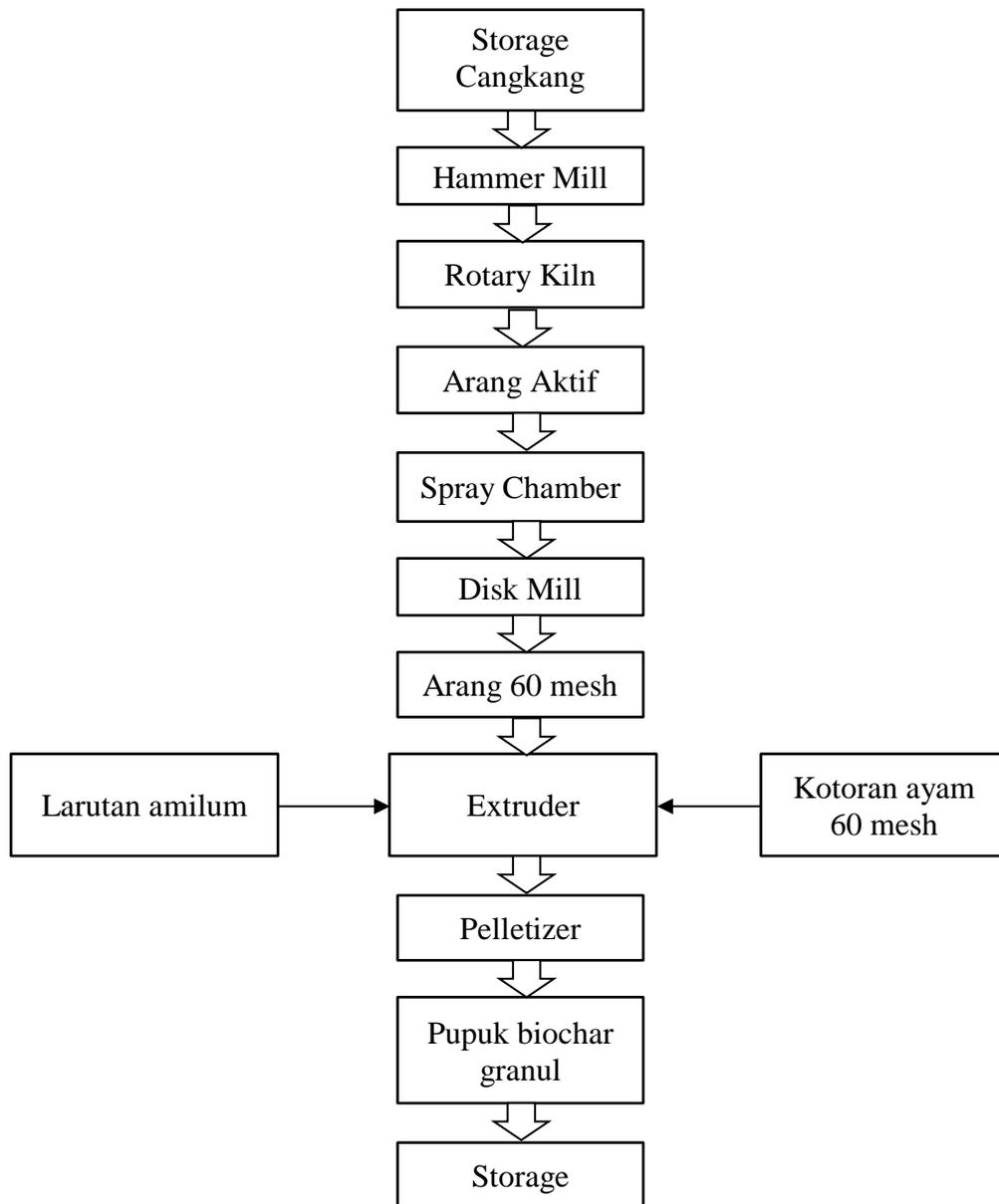
Cangkang kemiri dipirolisis pada temperatur 500 oC selama 4 jam [Mody Lempang et al, 2012]7 dan [Monika et al, 2009]8 dalam Rotary Kiln (B-110). Pada proses ini dihasilkan produk utama berupa arang yang akan diproses lebih lanjut menjadi arang aktif dan produk samping berupa Abu (Ash) dan gas yang dikeluarkan melalui cerobong asap. Arang hasil pirolisis tersebut kemudian didinginkan di dalam Spray Chamber (E-120) kemudian arang akan di perkecil kembali ukuran partikelnya menjadi 60 mesh di dalam Disk Mill (C-131).

3. Tahap Pencampuran

Proses pencampuran dilakukan dalam Eztruder (M-130). Arang hasil pirolisis yang telah didinginkan dan diperkecil menjadi 60 mesh dicampurkan dengan kotoran ayam ukuran 60 mesh dan larutan amilum. Bahan-bahan tersebut dicampur sampai homogen.

4. Tahap Pencetakan

Setelah proses pencampuran, pupuk biochar dicetak menjadi bentuk granul (pellet) berukuran 1,5 mm dalam Pelletizer (S140) dan pupuk biochar berbentuk granul (pellet) dikemas dengan menggunakan karung bagar produk memiliki kualitas pemasaran yang baik dan menarik kemudian produk disimpan dalam Storage pupuk biochar (F-141).



Gambar 1.6 Mekanisme Sistem Kerja Pembuatan Pupuk Biochar