

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia merupakan salah satu negara agraris di dunia. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik pada tahun 2016, luas lahan pertanian di Indonesia adalah 8.087.393 hektar dengan jumlah produksi padi yang dihasilkan di negara Republik Indonesia adalah sekitar 75.397.841 ton pada tahun 2015. Sekitar 20% dari berat padi adalah sekam padi, dan 13%-29% dari komposisi sekam adalah abu sekam yang selalu dihasilkan setiap kali sekam dibakar (Hara, 1996; Krishnarao, et al., 2000).

Sekam padi merupakan produk samping dari hasil penggilingan padi, digunakan sebagai alat pakan ternak, serta menjadi sumber energi yang murah untuk bahan bakar industri genteng dan bata merah. Namun tidak semua sekam padi dimanfaatkan dengan baik, kebanyakan sekam padi hasil penggilingan padi dibuang. Penanganan sekam padi yang kurang tepat akan menimbulkan dampak pencemaran terhadap lingkungan.

Di tempat penggilingan padi pembuangan sekam kering seringkali menjadi masalah karena perlu tempat penampungan yang luas dan tertutup supaya tidak

terbawa angin dan mencemari udara. Cara yang biasa dilakukan untuk mengatasi limbah sekam yaitu membakarnya di tempat terbuka seperti di sawah-sawah yang mengakibatkan pencemaran lingkungan berupa emisi gas hasil pembakaran seperti CO dan CO₂. Bila sekam dimasukkan ke dalam tanah sawah maka akan mengganggu pertumbuhan padi karena sekam mengandung lignin dan selulosa. Menurut Saraswati (2008) lignin dan selulosa tidak dapat langsung terurai di dalam tanah tetapi membutuhkan waktu relatif lama yaitu 2 bulan. Hal ini mengganggu penanaman padi yang memakan waktu tanam yang singkat yaitu 3 bulan sehingga akan menurunkan produktivitas padi.

Pengolahan sekam padi yang tepat mampu meningkatkan nilai ekonomi sekam padi. Menurut Maulita (2005), abu sekam padi mengandung berbagai bahan organik, anorganik, dan logam. Salah satu komponen terbesar yang terkandung dalam sekam padi adalah silika (SiO₂) yaitu sekitar 94-96% dan apabila nilainya mendekati atau di bawah 90% kemungkinan disebabkan oleh sampel sekam yang telah terkontaminasi dengan zat lain yang kandungan silikanya rendah.

Tabel 1.1 Komposisi Kimia Abu Sekam Padi (Lakum, 2009)

Komponen	Persentase komposisi, %
SiO ₂	94,5
Al ₂ O ₃	1,05
Fe ₂ O ₃	1,05
CaO	0,25
MgO	0,23
SO ₄	1,13
Na ₂ O	0,78
K ₂ O	1

Menurut Kirk-Othmer (2000), Silika (SiO₂) dalam bentuk amorf banyak dibutuhkan sebagai bahan baku pendukung/pembantu pembuatan pasta gigi, ban, *coating*, *quality paint*, dan *unsaturated polyesther resin*, serta sebagai katalis dan zeolit sintesis.

Berdasarkan hal diatas maka dirasa perlu untuk mendirikan pabrik silika powder dari sekam padi karena memiliki potensi yang sangat baik.

1.1.2 Kapasitas Perancangan Pabrik

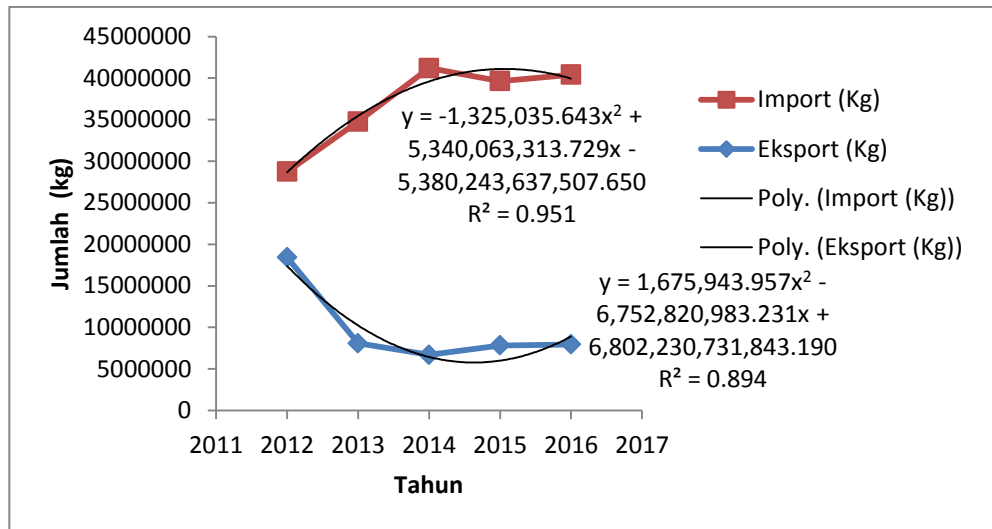
Jumlah ekspor dan import silika pada tahun 2012-2016 ditunjukan pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Nilai Ekspor dan Import Silika Powder

Tahun	Ekspor (Kg)	Import (Kg)
2012	18.425.001	28.735.795
2013	8.085.397	34.777.420
2014	6.693.169	41.200.114
2015	7.831.606	39.645.447
2016	7.958.277	40.400.503

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2018)

Menurut Badan Pusat Statistik tahun 2017 jumlah kebutuhan silika *powder* Indonesia tiap tahun mengalami kenaikan dilihat dari data impor silika *powder* sedangkan jumlah ekspor mengalami penurunan dari tahun 2012-2016. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Grafik Eksport dan Import Silika Powder di Indonesia

Dari grafik diatas dapat terlihat bahwa industri pertambangan silika yang ada di Indonesia belum dapat mencukupi kebutuhan silika yang ada di Indonesia. Sehingga pabrik silika *powder* ini dapat menjadi alternatif baru dalam memenuhi kebutuhan di Indonesia.

Beberapa industri Silika (SiO_2) yang sudah berdiri di Indonesia pada tahun 2015 dengan kapasitas yang berbeda-beda ditunjukkan dalam Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Pabrik Silika di Indonesia Beserta Kapasitasnya

No	Nama Perusahaan	Kapasitas (ton/tahun)
1.	PT Sibelco Lautan Minerals	40.000
2.	PT Fosroc Indonesia	12.000
3.	PT Silicaindo Makmur Sentosa	50.000
4.	PT Tochu Silica Indonesia	66.000

(Sumber: <http://alamatkantorperusahaan.com>, 2018)

Pertimbangan kapasitas tahun 2023 didasarkan pada jumlah import, ekspor, dan konsumsi. Dimana:

$$\text{Input} = \text{Output}$$

$$\text{Import} + \text{Produksi} = \text{Eksport} + \text{Konsumsi}$$

$$\text{Konsumsi} = \text{Import} + \text{Produksi} - \text{Eksport}$$

$$\text{Konsumsi} = -5.587.191,904 \text{ Kg} + 168.000.000 \text{ Kg} - 73.736.406,38 \text{ Kg}$$

$$\text{Konsumsi} = 88.676.401,72 \text{ Kg}$$

$$\text{Konsumsi} = 88.676,40172 \text{ Ton}$$

Selain konsumsi, hal lain yang dipertimbangkan dalam penentuan kapasitas adalah bahan baku yang tersedia. Bahan baku berupa sekam padi dapat didatangkan dari daerah Jawa Barat, Jawa Timur, dan Jawa Tengah dimana daerah tersebut memiliki jumlah panen padi yang lebih tinggi dibandingkan daerah lain di Indonesia. Hal ini ditunjukkan dalam Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Jumlah Produksi Padi Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur

Tahun	Jawa Barat (ton)	Jawa Tengah (ton)	Jawa Timur (ton)	Total (ton)
2015	11.301.422	11.373.144	13.154.967	35.829.533
2014	9.648.104	11.644.899	12.397.049	33.690.052
2013	10.344.816	12.083.162	12.049.342	34.477.320
2012	10.232.934	11.271.861	12.198.707	33.703.502
2011	9.391.959	11.633.891	10.576.543	31.602.393

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2018)

Berdasarkan pada data impor, ekspor, konsumsi *silica powder*, dan bahan baku sekam padi di Indonesia, maka pabrik direncanakan akan memproduksi *silica powder* sebesar 60.000 ton/tahun. Dari kapasitas yang telah ditentukan, diharapkan dapat memenuhi kebutuhan *silica powder* di Indonesia.

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Sekam Padi

Sekam padi adalah kulit yang membungkus butiran beras, dimana kulit padi akan terpisah dan menjadi limbah atau buangan. Jika sekam padi dibakar akan menghasilkan abu sekam padi. Secara tradisional, abu sekam padi digunakan

sebagai bahan pencuci alat-alat dapur dan bahan bakar dalam pembuatan batu bata. Penggilingan padi selalu menghasilkan kulit gabah / sekam padi yang cukup banyak yang akan menjadi material sisa. Ketika bulir padi digiling 78% dari beratnya akan menjadi beras dan akan menghasilkan 22% berat kulit sekam. Kulit sekam ini dapat digunakan sebagai bahan bakar dalam proses produksi. Kulit sekam terdiri 75% bahan mudah terbakar dan 25% berat akan berubah menjadi abu. Abu ini dikenal sebagai *Rice Husk Ash* (RHA) yang memiliki kandungan silika reaktif sekitar 85%- 95%. Dalam setiap 1.000 kg padi yang digiling akan dihasilkan 220 kg (22%) kulit sekam. Jika kulit sekam itu dibakar pada tungku pembakar, akan dihasilkan sekitar 55 kg (25%) RHA. Sekitar 20% dari berat padi adalah sekam padi, dan bervariasi dari 13-29% dari komposisi sekam adalah abu sekam yang selalu dihasilkan setiap kali sekam dibakar. Nilai paling umum kandungan silika (SiO_2) dalam abu sekam padi adalah 94 – 96% dan apabila nilainya mendekati atau dibawah 90 % kemungkinan disebabkan oleh sampel sekam yang telah terkontaminasi oleh zat lain yang kandungan silikanya rendah. Abu sekam padi apabila dibakar secara terkontrol pada suhu tinggi sekitar (500 – 600 °C) akan menghasilkan abu silika yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai proses kimia (Prasetyoko, 2001).

Pada proses pembakaran akibat panas yang terjadi akan menghasilkan perubahan struktur silika yang berpengaruh pada dua hal yaitu tingkat aktivitas

pozolan dan kehalusan butiran abu. Pada tahap awal pembakaran, abu sekam padi menjadi kehilangan berat pada suhu 100 °C, pada saat itulah hilangnya sejumlah zat dari sekam padi tersebut. Pada suhu 300°C, zat-zat yang mudah menguap mulai terbakar dan memperbesar kehilangan berat.

Kehilangan berat terbesar terjadi pada suhu antara 400 °C-500 °C, pada tahap ini pula terbentuk oksida karbon. Di atas suhu 600 °C ditemukan beberapa formasi kristal quartz (Wijanarko, W., 2008).

Sekam padi saat ini telah dikembangkan sebagai bahan baku untuk menghasilkan abu yang dikenal di dunia sebagai RHA (*rice husk ash*). Abu sekam padi yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi pada suhu 400-500 °C akan menjadi silika amorphous dan pada suhu lebih besar dari 500 °C akan menjadi silika kristalin. Silika amorphous yang dihasilkan dari abu sekam padi diduga sebagai sumber penting untuk menghasilkan silikon murni, karbid silikon, dan tepung nitrid silicon (Katsuki et.al., 2005).

1.2.2 Silika

Silika atau dikenal dengan silikon dioksida (SiO_2) merupakan senyawa yang banyak ditemui dalam bahan galian yang disebut pasir kuarsa, terdiri atas kristal-kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir kuarsa juga dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama seperti kuarsa dan feldspar. Pasir kuarsa mempunyai komposisi gabungan dari SiO_2 ,

Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , dan K_2O , berwarna putih bening atau warna lain bergantung pada senyawa pengotornya. Silika biasa diperoleh melalui proses penambangan yang dimulai dari menambang pasir kuarsa sebagai bahan baku. Pasir kuarsa tersebut kemudian dilakukan proses pencucian untuk membuang pengotor yang kemudian dipisahkan dan dikeringkan kembali sehingga diperoleh pasir dengan kadar silika yang lebih besar bergantung dengan keadaan kuarsa dari tempat 14 penambangan. Pasir inilah yang kemudian dikenal dengan pasir silika atau silika dengan kadar tertentu. Silika biasanya dimanfaatkan untuk berbagai keperluan dengan berbagai ukuran tergantung aplikasi yang dibutuhkan seperti dalam industri ban, karet, gelas, semen, beton, keramik, tekstil, kertas, kosmetik, elektronik, cat, film, pasta gigi, dan lain-lain. Untuk proses penghalusan atau memperkecil ukuran dari pasir silika umumnya digunakan metode milling dengan ball mill untuk menghancurkan ukuran pasir silika yang besar-besar menjadi ukuran yang lebih kecil dan halus, silika dengan ukuran yang halus inilah yang biasanya banyak digunakan dalam industri. Saat ini dengan perkembangan teknologi mulai banyak aplikasi penggunaan silika pada industri semakin meningkat terutama dalam penggunaan silika pada ukuran partikel yang kecil sampai skala mikron atau bahkan nanosilika. Kondisi ukuran partikel bahan baku yang diperkecil membuat produk memiliki sifat yang berbeda yang dapat meningkatkan kualitas. Sebagai salah satu contoh silika dengan ukuran mikron banyak diaplikasikan dalam material building, yaitu

sebagai bahan campuran pada beton. Rongga yang kosong di antara partikel semen akan diisi oleh mikrosilika sehingga berfungsi sebagai bahan penguat beton (*mechanical property*) dan meningkatkan daya tahan (*durability*). Selama ini kebutuhan mikrosilika dalam negeri dipenuhi oleh produk impor. Ukuran lainnya yang lebih kecil adalah nanosilika banyak digunakan pada aplikasi di industri ban, karet, cat, kosmetik, elektronik, dan keramik. Sebagai salah satu contoh adalah pada produk ban dan karet secara umum. Manfaat dari penambahan nanosilika pada ban akan membuat ban memiliki daya lekat yang lebih baik terlebih pada jalan salju, mereduksi kebisingan yang ditimbulkan dan usia ban lebih panjang daripada produk ban tanpa penambahan nanosilika. Untuk memperoleh ukuran silika sampai pada ukuran nano/mikrosilika perlu perlakuan khusus pada prosesnya. Untuk mikrosilika biasanya dapat diperoleh dengan metode special milling, yaitu metode milling biasa yang sudah dimodifikasi khusus sehingga kemampuan untuk menghancurkannya jauh lebih efektif, dengan metode ini bahkan dimungkinkan juga memperoleh silika sampai pada skala nano. Sedangkan untuk nanosilika bisa diperoleh dengan metode-metode tertentu yang sekarang telah banyak diteliti diantaranya adalah sol-gel process, gas phase process, chemical precipitation, emulsion techniques, dan plasma spraying & foging proses (Polimerisasi silika terlarut menjadi organo silika) (Harsono, H., 2002).

1.2.3 Pemilihan Proses

Silika amorf sintetik secara garis besar dapat dikelompokkan dalam dua kategori, yaitu *vitreous silica* yang dibuat dengan melebur batuan quartz pada suhu diatas 1700 °C, dan *microamorphous silica* termasuk di dalamnya silika sol, gel, serbuk dan porous glasses. *Microamorphous silica* umumnya dibuat melalui *sol-gel process*, yang sangat cocok untuk padatan non kristal dengan homogenitas dan kemurnian tinggi. selain itu dibandingkan dengan pembentukan *vitroues silica*, temperatur *sol-gel process* lebih rendah sehingga lebih hemat energi. (Kirk-Othmer, 2000).

Tabel 1.5 Perbandingan Proses Pembuatan *Silica Powder*

Proses	<i>Hydrothermal process</i> (Trabelsi et al., 2009)
Waktu	6 hari
Kondisi Operasi	Suhu yang digunakan >350 °C sampai 1000 °C
	Tekanan reaksi >1-150 atm
Konversi	95-98%
Kelebihan	Bahan baku bisa langsung diperoleh dari alam yaitu batuan
Kekurangan	Bahan baku adalah pasir silika yang merupakan sumberdaya alam yang tidak bisa diperbaharui
	Proses lebih sulit karena harus membuka ikatan kimia bahan
	Eksploitasi alam yang berlebihan dapat merusak alam
	Tidak hemat energi
Proses	<i>Sol-gel process</i> (Kalapathy et al., 2002)
Waktu	1-2 jam
Kondisi Operasi	T=90-100 °C
	P= 1-2,5 atm
Konversi	Kemurnian 95-98%
Kelebihan	Bahan baku bersumber dari alam yaitu limbah tanaman
	Memfaatkan limbah sekam padi agar bernilai ekonomis
	Lebih aman karena suhu dan tekanan yang digunakan tidak terlalu tinggi
	Lebih hemat energi
Kekurangan	Proses lebih panjang karena membutuhkan pencucian sebanyak 4 kali

Pada proses perancangan pabrik ini dipilih proses *sol-gel process* karena bahan baku bisa didapatkan dengan mudah dari sekam padi, bernilai ekonomi, lebih hemat energi, aman karena tekanan tidak terlalu tinggi, dan dapat diperoleh kemurnian yang tinggi. Tahapan-tahapan dalam proses sol-gel adalah sebagai berikut :

a. Persiapan bahan baku

Mula-mula sekam padi dikeringkan untuk mengurangi kandungan air di dalamnya. Kemudian sekam padi tersebut dibakar didalam furnace dengan bahan bakar berupa udara panas bersuhu sekitar 600°C, untuk kemudian menjadi *rice husk ash* (RHA) lalu dicuci dengan larutan HCl untuk menghilangkan kandungan oksidanya.

b. Pembentukan sol

Pembentukan sol meliputi pembuatan *alkaline metal silicate solution*. Dalam proses perancangan pabrik ini, dipilih larutan NaOH sebagai larutan alkali. Setelah dipisahkan dari cairan pencucinya, RHA direaksikan dengan larutan NaOH didalam reaktor untuk kemudian menjadi *sodium silicate* (Na_2SiO_3) dengan rasio $\text{SiO}_2 : \text{Na} = 2,5 - 3,36$. Rasio yang lebih rendah digunakann untuk pembuatan silika gel.

c. Gelatinasi silika

Selanjutnya dalam larutan *sodium silicate* ditambahkan koagulan yang berupa asam sehingga terbentuk SiO_2 amorf. Asam dapat digunakan berupa H_2SO_4 dan HCl. Pembentukan gel terjadi mulai dari ph 9 -10 dengan konsentrasi ion Na dari 0,3 N. Tanpa adanya koagulan, silika tidak bisa terpresipitasi. Dalam proses perancangan pabrik ini dipilih larutan asam berupa HCl.

d. Purifikasi dan *finishing*

Purifikasi dan *finishing* berfungsi untuk menghilangkan kandungan air, garam, serta solven terlarut dan memperoleh produk silika sesuai spesifikasi yang diinginkan.