

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sekam Padi

Padi merupakan salah satu hasil utama pertanian, disamping mampu mencukupi kebutuhan pangan, produksi padi juga menghasilkan limbah berupa sekam padi. Pemanfaatan sekam padi tersebut masih sangat sedikit, sehingga sekam tetap menjadi bahan limbah yang mengganggu lingkungan. Negara Indonesia yang mayoritas penduduknya adalah petani kebanyakan penduduknya menjadikan beras sebagai makanan pokok (Hananta, 2016). Data produksi padi di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Produksi Padi di Indonesia

Provinsi	Luas Lahan (Ha)	Produksi (Ton)
Aceh	461.060	2.331.046
Sumatera Utara	781.769	4.044.829
Sumatera Barat	507.545	2.550.609
Riau	107.546	393.917
Jambi	122.214	541.486
Sumatera Selatan	872.737	4.247.922
Bengkulu	128.833	578.654
Lampung	707.266	3.641.895
Kep. Bangka Belitung	11.848	27.068
Kep. Riau	263	959
DKI Jakarta	1.137	6.361
Jawa Barat	1.857.612	11.373.144
Jawa Tengah	1.875.793	11.301.422
DI Yogyakarta	155.838	945.136
Jawa Timur	2.152.070	13.154.967
Banten	386.676	2.188.996
Bali	137.385	853.710
Nusa Tenggara Barat	467.503	2.417.392
Nusa Tenggara Timur	266.242	948.088
Kalimantan Barat	433.944	1.275.707
Kalimantan Selatan	511.213	2.140.276
Kalimantan Timur	99.209	408.782
Kalimantan Utara	41.115	112.102
Sulawesi Utara	137.438	674.169

*Sumber: Badan Pusat Statistik, 2015*

Tabel 2. Produksi Padi di Indonesia (Lanjutan)

Provinsi	Luas Lahan (Ha)	Produksi (Ton)
Sulawesi Tengah	209.057	1.015.368
Sulawesi Selatan	1.044.030	5.471.806
Sulawesi Tenggara	140.380	660.720
Gorontalo	59.668	331.220
Sulawesi Barat	93.470	461.844
Maluku	21.141	117.791
Maluku Utara	21.438	75.265
Papua Barat	7.174	30.219
Papua	41.354	181.769

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2015

Salah satu Provinsi dengan kapasitas produksi padi di Indonesia adalah Sumatera Selatan. Data penghasil padi di Provinsi Sumatera Selatan dan produksinya dapat dilihat pada Tabel 3:

Tabel 3. Produksi Padi di Provinsi Sumatera Selatan

Kabupaten / Kota	Luas Lahan (Ha)	Produksi (Ton)
Ogan Komering Ulu	7.196	34.744
Ogan Komering Ilir	132.641	612.706
Muara Enim	26.138	117.997
Lahat	30.207	150.312
Musi Rawas	42.706	249.603
Musi Banyuasin	45.197	225.249
Banyuasin	253.034	1.231.803
Ogan Komering Ulu Selatan	39.602	197.973
Ogan Komering Ulu Timur	141.729	861.235
Ogan Ilir	45.253	173.244
Empat Lawang	28.883	123.746
Pali	5.629	20.551
Musi Rawas Utara	2.950	11.700
Palembang	5.814	25.912
Prabumulih	511	1.472
Pagar Alam	8.694	43.040
Lubuk Linggau	5.482	25.208

Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Selatan, 2015

Proses penggilingan padi menghasilkan beras dan beberapa produk sampingnya. Dari penggilingan padi, diperoleh beras dan hasil sampingan lainnya, dapat dilihat pada Tabel 4:

Tabel 4. Hasil Penggilingan Padi

Hasil Penggilingan	Total (% Berat)
Menir	5
Sekam padi	15-20
Dedak atau bekatul	8-12
Jitai atau tonggok	0,46
Beras giling	50-63,5

Disamping mampu mencukupi kebutuhan pangan, produksi padi juga menghasilkan limbah berupa sekam padi. Sekam padi adalah kulit yang membungkus butiran beras, dimana kulit padi akan terpisah dan menjadi limbah atau buangan. Ketika bulir padi digiling, 78% dari beratnya akan menjadi beras dan akan menghasilkan 22% berat kulit sekam. Berikut adalah gambar dari tanaman padi dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1. Tanaman Padi

Sumber: Tanimartbt

Sekam padi yang sering dikatakan sebagai limbah pengolahan padi ini sering diartikan sebagai bahan buangan atau bahan sisa dari proses pengolahan hasil pertanian. Pemanfaatan sekam padi tersebut masih sangat sedikit, sehingga sekam tetap menjadi bahan limbah yang mengganggu (Hananta, 2016).

Sekam padi memiliki kandungan kimia didalamnya yang bisa dimanfaatkan. Ditinjau dari komposisi kimiawinya, sekam padi mengandung beberapa unsur penting di dalamnya (Hananta, 2016). Komposisi kimia sekam padi dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Komposisi Kimia Sekam Padi

Komposisi Kimia Sekam Padi (% berat) Komponen	% Berat
Kadar air	32,40 – 11,35
Protein kasar	1,70 – 7,26
Lemak	0,38 – 2,98
Ekstrak nitrogen bebas	24,70 – 38,79
Serat	31,37 – 49,92
Abu	13,16 – 29,04
Pentosa	16,94 – 21,95
Sellulosa	34,34 – 43,80
Lignin	21,40 – 46,97

Sekam padi secara umum digunakan untuk media bercocok tanam, sebagai briket arang sekam, alas pakan ternak, atau dimusnahkan dengan cara pembakaran secara sembarangan dan tidak dikendalikan sehingga menimbulkan polusi terhadap lingkungan di sekitarnya. Ada beberapa kendala yang menyebabkan sekam padi tidak digunakan secara komersil, diantaranya:

1. Kurangnya pengetahuan dan kesadaran masyarakat akan potensial yang dimiliki oleh sekam padi
2. Hambatan dari teknologi menyebabkan sekam padi tidak dapat diproses menjadi barang bernilai jual yang lebih tinggi

### 3. Masalah sosial dan ekonomi (Hananta, 2016)

Sekam padi dikategorikan sebagai biomassa yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan, diantaranya:

#### a. Sumber Silika

Sekitar 20% silika dalam sekam padi merupakan sumber silika yang cukup tinggi, selain itu silika yang terdapat dalam sekam padi memiliki sedikit jumlah elemen lain (pengotor) yang tidak diinginkan dibandingkan jumlah silikanya yang banyak. Silika diperoleh dari pembakaran sekam untuk menghasilkan abu atau secara ekstraksi sebagai natrium silikat dengan larutan alkali.

#### b. Pemurnian Air

Pemanfaatan sekam antara lain sebagai sumber energi, abu gosok yaitu untuk keperluan rumah tangga, bahan pencampur untuk pembuatan semen portland dalam bidang industri, dan dapat digunakan untuk menjernihkan air. Pemanfaatan sekam padi untuk menjernihkan air yaitu melalui proses filtrasi atau penyaringan partikel, koagulasi, dan adsorpsi.

#### c. Bahan Bakar

Pembakaran merupakan satu metode yang umum dan sering digunakan dalam proses akhir pengolahan sekam padi. Sekam padi yang dibakar secara langsung untuk meneruskan aliran uapnya atau digunakan di dalam generator untuk menghasilkan tenaga penguat dengan minyak yang memiliki nilai bahan bakar (Hananta, 2016).

Sekam padi yang merupakan bahan sisa dari proses penggilingan padi dapat dimanfaatkan keberadaannya. Sekam padi dapat diolah kembali karena memiliki manfaat, salah satu alternatifnya adalah dengan melakukan proses pembakaran terhadap sekam padi menjadi abu.

Abu sekam padi yang merupakan hasil pembakaran sekam padi memiliki kandungan kimia didalamnya. Komposisi kimia yang terdapat dalam sekam padi dapat dilihat pada Tabel 6:

Tabel 6. Komposisi Kimia Abu Sekam Padi

Komposisi Abu Sekam Padi Komponen	% Berat
SiO <sub>2</sub>	86,90 – 97,30
K <sub>2</sub> O	0,58 – 2,50
Na <sub>2</sub> O	0,00 – 1,75
CaO	0,20 – 1,50
MgO	0,12 – 1,96
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00 – 0,54
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,20 – 2,84
SO <sub>3</sub>	0,10 – 1,13
Cl	0,00 – 0,42

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui bahwa kandungan yang paling banyak terdapat di dalam abu sekam padi adalah SiO<sub>2</sub>, yaitu sebesar 86,90 – 97,30% berat (Coniwanti, 2008).

Pemanfaatan abu sekam padi sampai saat ini masih terbatas sebagai bahan penggosok dan campuran pembuatan genteng dan bata yang dilakukan secara konvensional. Secara kimia, abu sekam padi mempunyai kandungan silika (campuran amorf dan kristal) lebih dari 90% dan sisanya oksida dari beberapa logam. Tingginya kandungan silika membuat abu sekam padi memiliki potensi yang besar sebagai sumber silika pada pembuatan bahan berbasis silika, yang pada umumnya menggunakan pasir kuarsa. Penggunaan abu sekam padi lebih menguntungkan dibandingkan pasir kuarsa karena mineral kuarsa dalam pasir memiliki kristalinitas tinggi dan sangat stabil sehingga peleburan harus dilakukan pada temperatur yang relatif tinggi. Abu sekam padi dengan kandungan silika kira-kira sama dengan dalam pasir kuarsa, memiliki struktur amorf sehingga temperatur peleburan tidak terlalu tinggi dan waktu yang digunakan tidak lama (Sulastri 2013).

Keunggulan lain dari silika yang berbahan baku limbah pertanian padi dibandingkan silika yang diperoleh dari deposit batuan (kuarsa) adalah :

1. silika dari sekam padi memberi nilai tambah terhadap limbah pertanian, sedangkan silika dari batuan menyebabkan kerusakan lingkungan akibat penambangan deposit

2. silika dari sekam padi amorp dan reaktif serta memerlukan tidak banyak energi kalau ditransformasi ke struktur kristobalit sehingga cocok untuk starting material dalam memproduksi senyawa turunannya, sedangkan silika dari batuan umumnya kristalin (tipe struktur kuarsa) yang memerlukan banyak energi untuk menstransformasi ke struktur kristobalit dan amorp
3. Silika dari abu sekam padi langsung dapat berupa bubuk dengan kemurnian tinggi serta memurnikannya mudah sedangkan untuk mendapatkan silika bubuk murni dari batuan kuarsa memerlukan banyak energi untuk penggilingan dan pemurnian. (I Wayan Karyasa, 2014).

## 2.2 Kalium Hidroksida

Kalium Hidroksida (KOH) berupa kristal padat berwarna putih. Dalam perdagangan KOH disediakan dalam 2 bentuk, yaitu teknis dan p.a (pro analyst), KOH p.a biasanya lebih mahal karena kadar kemurniannya lebih tinggi. Penggunaan KOH akan membantu proses ekstraksi berjalan lebih optimal dikarenakan pengambilan silika lebih cepat dan maksimal apabila berlangsung pada kondisi basa dibandingkan pengambilan silika dilakukan pada kondisi asam.

Sifat fisika dari kalium hidroksida antara lain :

1. Rumus Molekul : KOH
2. Berat molekul : 56.10564 gr/mol
3. Titik lebur : 360°C
4. Titik didih : 1320°C
5. Densitas : 2,044 gr/cm<sup>3</sup>
6.  $\Delta H$  kristal : -114,96 KJ/kmol
7. Kapasitas panas : 0,75 J/kmol
8. Kelarutan di dalam air : 1109 g/L

## 2.3 Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

Asam sulfat merupakan asam mineral (anorganik) yang kuat. Zat ini larut dalam air pada semua perbandingan.

Sifat – sifat fisik:

- Rumus kimia :  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- Berat molekul : 98,08 g/mol
- Kenampakan : cairan tak berwarna
- Kemurnian : 98%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 2%  $\text{H}_2\text{O}$
- Densitas : 1,84 g/cm<sup>3</sup>
- Titik didih : 249°C

Sifat – sifat kimia:

- Asam sulfat adalah zat pengoksidasi yang kuat. Reaksi yang terjadi adalah  
:  $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- Asam sulfat dapat bereaksi dengan Natrium klorida. Reaksi yang terjadi adalah :  $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$

#### 2.4 Silika ( $\text{SiO}_2$ )

Silika adalah senyawa kimia dengan rumus molekul  $\text{SiO}_2$  (*silicon dioxide*) yang dapat diperoleh dari silika mineral, nabati dan sintesis kristal. Silika mineral adalah senyawa yang banyak ditemui dalam bahan tambang atau galian yang berupa mineral seperti pasir kuarsa, granit, dan feldspar yang mengandung kristal-kristal silika ( $\text{SiO}_2$ ). Silika mineral biasanya diperoleh melalui proses penambangan, tetapi saat ini mineral-mineral tersebut susah didapatkan maka diperlukan alternatif lain dalam pencarian silika seperti silika sintesis dan silika nabati. Silika nabati dapat diperoleh dari tanaman, misalnya padi, tebu, dan bambu (Fahmi dan Nurfalalah, 2016).

Silika relatif tidak reaktif terhadap  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{H}_2$ , asam-asam dan sebagian besar logam pada suhu 25°C atau pada suhu yang lebih tinggi, tetapi dapat diserang oleh  $\text{F}_2$ , HF aqua, hidroksida alkali dan leburan-leburan karbonat (Retnosari, 2013).

Sifat-sifat fisik silika dapat dilihat pada Tabel 7 sebagai berikut:

Tabel 7. Sifat Fisika Silika

Sifat Fisik	
Nama IUPAC	Silikon dioksida
Nama lain	Kuarsa, Silika, Silikat oksida, Silikon (IV) oksida
Rumus Molekul	SiO <sub>2</sub>
Massa Molar	60,08 g/mol
Penampilan	Kristal Transparan
Titik lebur	1600-1725°C
Titik didih	2230°C

Sumber: Retnosari, 2013

Adapun manfaat silika secara umum, diantaranya:

- 1) Sebagai *antiacking* (anti gempal) pada pangan
- 2) Sebagai penjernih minuman
- 3) Pemurnian minyak
- 4) Pembersih pada pasta gigi
- 5) Bahan kosmetika
- 6) Pembersih deterjen
- 7) Bahan pengisi cat (Hananta, 2016)

Adapun manfaat silika secara kimia, diantaranya:

- 1) *Fly ash* batu bara dan slag pabrik baja. Limbah PLTU yang berupa *fly ash* selama ini hanya menumpuk dan belum dimanfaatkan. *Fly ash* batu bara mengandung Si sekitar 40%.
- 2) Kalium silikat cair yang dihasilkan dengan melarutkan kalium silikat dan kalium karbonat dalam air, merupakan pupuk Si yang tersedia cepat bagi tanaman.
- 3) Slag pabrik baja, mengandung SiO<sub>2</sub> tinggi namun perlu memerhatikan kandungan logam berat yang berbahaya bagi tanaman.
- 4) Silika gel, sekarang mulai banyak diproduksi dalam bentuk silika gel biasa maupun nano silika gel yang memiliki keunggulan sebagai pupuk Si yang cepat tersedia bagi tanaman (Hananta, 2016).

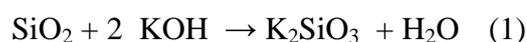
Silika dapat dimanfaatkan keberadaannya, salah satunya adalah pembuatan silika gel. Silika gel merupakan suatu bentuk dari silika yang dihasilkan melalui penggumpalan sol natrium silikat (NaSiO<sub>2</sub>).

## 2.5 Silika Gel

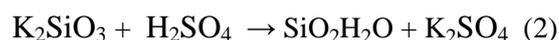
Gel (dari bahasa Latin *gelu* — membeku, dingin, es atau gelatus — membeku) adalah campuran koloidal antara dua zat berbeda fase: padat dan cair. Penampilan gel seperti zat padat yang lunak dan kenyal (seperti *jelly*), namun pada rentang suhu tertentu dapat berperilaku seperti fluida (mengalir). Sol mirip agar-agar ini dapat didehidrasi sehingga berubah menjadi padatan atau butiran mirip kaca yang bersifat tidak elastis. Sifat ini menjadikan silika gel dimanfaatkan sebagai zat penyerap, pengering dan penopang katalis. Silika gel mencegah terbentuknya kelembaban yang berlebihan sebelum terjadi.

Produk anti lembab ini menyerap lembab tanpa merubah kondisi zatnya. Walaupun dipegang, butiran-butiran silika gel ini tetap kering. Silika gel penyerap kandungan air bisa diaktifkan sesuai kebutuhan. Unit ini mempunyai indikator khusus yang akan berubah dari warna biru ke merah muda kalau produk mulai mengalami kejenuhan kelembaban, saat itulah alat ini aktif. Setelah udara mengalami kejenuhan atau kelembaban, silika gel bisa diaktifkan kembali lewat oven (Firdaus, 2012).

Silika yang terkandung dalam abu sekam padi dapat diambil dengan melarutkannya ke dalam suatu larutan alkali. Menurut Mittal (1997) reaksi yang terjadi antara  $\text{SiO}_2$  yang terkandung dalam abu sekam padi dengan larutan alkali, dalam hal ini larutan KOH, adalah sebagai berikut:



Senyawa silika yang terbentuk masih dalam bentuk larutan kalium silikat. Kemudian pada larutan tersebut ditambahkan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  yang digunakan untuk mengikat kalium sehingga dihasilkan  $\text{SiO}_2$ . Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Larutan asam sulfat disini berfungsi sebagai *precipitation agent*. Menurut Kalapathy (2000) senyawa silika mudah larutan pada suasana basa, dan akan mengendap pada suasana asam. Berdasarkan hal tersebut, untuk membuat senyawa silika mudah terambil dari sekam padi, maka digunakan pelarut bersifat basa, larutan KOH, dan setelah itu digunakan larutan asam,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , untuk

mengendapkannya kembali. Setelah senyawa silika mengendap kembali, kadar  $H_2O$  yang mempengaruhi kelembaban produk dapat dihilangkan dengan cara pengeringan di dalam oven.

Silika gel dapat terbentuk melalui proses sol-gel. Proses sol-gel merupakan suatu suspensi koloid dari partikel silika yang digelkan ke bentuk padatan. Proses sol-gel dapat digambarkan sebagai suatu proses untuk membentuk material melalui suatu sol, *gelation* dari sol dan akhirnya membentuk gel (Retnosari, 2013).

Silika gel memiliki banyak jenis, yaitu silika gel sintesis dan alami, tergantung dari proses pembuatannya. Berdasarkan cara pembuatannya silika gel dibagi menjadi dua macam, diantaranya adalah:

a. Silika Gel Sintetis

Silika gel sintetis dibuat dengan melalui proses dan pengolahan menggunakan mesin. Dengan bahan dasar pasir kwarsa dan *soda ash* dijadikan silika gel ( $SiO_2$ ). Dalam perkembangannya silika gel sintetis ada dua yaitu:

1) Silika Gel Putih (*White*)

Silika Gel *White* merupakan silika gel sintetis berupa butiran berwarna putih atau bening. Silika gel putih sangat efektif jika digunakan pada keadaan *humidity* yang rendah dengan daya penyerapan 30-40%. Selain itu, silika gel juga aman untuk digunakan, karena tidak mengandung bahan kimia yang berbahaya (Ragil, 2016).



Gambar 2. Silika Gel Putih

## 2) Silika Gel Biru (*Blue*)

Silika gel *blue* merupakan silika gel sintetis yang dimodifikasi dengan penambahan indikator warna biru. Secara khusus silika gel biru akan memberikan indikasi khusus yang tampak, yaitu ia akan berubah warna dari biru menjadi warna merah muda (*pink*). Silika gel *blue* dihindari penggunaannya dari produk makanan. Silika gel warna biru banyak digunakan pada industri mesin dan elektrik terutama sering digunakan pada kompresor, blower, panel listrik untuk menghindari kelembapan (Ragil, 2016).



Gambar 3. Silika Gel Biru

## b. Silika Gel Alami (Natural)

Silika Gel Natural merupakan silika gel berbahan alami atau natural seperti halnya abu sekam padi yang memiliki kandungan silika sebesar 86,9-97,3% (Ragil, 2016).



Gambar 4. Silika Gel Natural

Berikut manfaat dari silika gel, diantaranya:

- 1) Silika gel mencegah terbentuknya kelembapan yang berlebihan sebelum terjadi. Silika gel merupakan produk yang aman digunakan untuk menjaga kelembapan makanan, obat-obatan, bahan sensitif, elektronik dan film sekalipun. Silika gel sering ditemukan dalam kotak paket dan pengiriman film, kamera, teropong, alat-alat komputer, sepatu kulit, pakaian, makanan, obat-obatan, dan peralatan peralatan lainnya.
- 2) Produk anti lembap ini menyerap lembap tanpa merubah kondisi zatnya. Silika gel adalah substansi-substansi yang digunakan untuk menyerap kelembapan dan cairan partikel dari ruang yang berudara atau bersuhu. Silika gel juga membantu menahan kerusakan pada barang-barang yang mau disimpan.
- 3) Silika gel *blue* dan silika gel *white* digunakan selain untuk adsorpsi kelembapan udara, fungi-jamuran dan bau-bauan serta ion-ion lainnya dan untuk menjaga kualitas produk terutama untuk barang-barang yang diekspor, misalnya untuk garment, tekstil, komputer, *pharmaceutical*, *electronic*, tas kulit, *shoes*, *dry food*, buku, karet, ban, plastik, dan alat-alat laboratorium (Ragil, 2016). Silica gel yang siap untuk digunakan berwarna biru. Ketika silica gel telah menyerap banyak kelembapan, ia akan berubah warnanya menjadi pink (merah muda). Ketika ia berubah menjadi warna pink (merah muda), ia tidak bisa lagi menyerap kelembapan. Ia harus meregenerasi. Hal ini dapat dilakukan dengan menghangatkannya di dalam mesin oven. Panasnya mengeluarkan kelembapan, lalu ia akan berubah warnanya menjadi biru dan kembali bisa digunakan. Walaupun dipegang, butiran-butiran silica gel ini tetap kering. Silica gel penyerap kandungan air bisa diaktifkan sesuai kebutuhan. Unit ini mempunyai indikator khusus yang akan berubah dari warna biru ke merah muda kalau produk mulai mengalami kejenuhan kelembapan. Saat itulah alat ini aktif. Setelah udara mengalami kejenuhan/kelembapan, dia bisa diaktifkan kembali lewat oven.

Silika gel memiliki standar teknis untuk lembaga inspeksi nasional seperti MIL-D3464E, JIS-0701, DIN 55473 dan sebagainya. Berikut ini adalah Tabel Spesifikasi Silika Gel menurut Standar JIS-0701 dapat dilihat pada Tabel 8 berikut:

Tabel 8. Spesifikasi Silika Gel Standar JIS-0701

ITEM TEST	Standar JIS-0701
Butir Diameter (mm)	2,0-5,0 (sesuai kebutuhan)
Kerugian Pengeringan pada 180°C (%)	5.0 max
pH	4.0-8.0
Kadar Air (%)	2,5 max
Jelas Density (g/ml)	0.73
Luas Permukaan (m <sup>2</sup> /g)	650
Pori Volume (ml/g)	0.36
Av. Pori Diameter (mm)	22
Panas Jenis (kcal/kg.C)	0.22
Konduktivitas Termal (kcal/m. Hr. C)	0.15
Specific Resistance (Ω/cm)	3000 min
Kelembaban:	
RH = 20%	8.0% min
RH = 40%	20.0% min
Penyerapan Kadar Air	41%

Sumber: Japanese Industrial Standard

Pembuatan silika gel dapat melalui proses presipitasi, dimana pada proses presipitasi, silika yang telah melalui proses ekstraksi ditambahkan dengan larutan asam dengan tujuan pembentukan silika gel dari larutan natrium silikat.

## 2.6 Silika Presipitasi

Silika presipitasi yang biasa disebut *particulate silika* dapat dibentuk melalui fase uap ataupun dari presipitasi larutan. Silika presipitat dalam bentuk *powder* atau bubuk memiliki struktur yang lebih terbuka dengan volume pori yang lebih tinggi daripada silika gel dalam bentuk yang sama. Silika dapat dipresipitasi dari larutan natrium silikat dengan menggunakan konsentrasi yang lebih rendah

daripada dalam pembuatan gel. Silika presipitasi dapat digunakan dalam berbagai industri, diantaranya industri karet, kosmetik, dan digunakan sebagai bahan pembersih pada industri pasa gigi (Firdaus, 2012).

Silika presipitasi memiliki dua gugus fungsi yang berbeda pada permukaannya, yaitu gugus (Si-OH) dan gugus siloxane (Si-O-Si). Kedua gugus fungsi ini mempengaruhi properti pada permukaan sekaligus aplikasi dari silika presipitasi itu sendiri. Suatu permukaan dengan 5-6 gugus silanol per  $\text{nm}^2$ , menghasilkan silika presipitasi yang hidrofilik. Sedangkan gugus siloksan bersifat inert secara kimiawi dan kereaktifannya menghasilkan silika presipitasi dengan permukaan yang beragam. Sehingga reaksinya dengan organosilanes atau silikon membuatnya bersifat hidrofobik. Kandungan-kandungan dalam silika presipitasi dapat dianalisa dengan berbagai metode. Kandungan silika dapat diketahui secara gravimetri menggunakan *hydrofluoric acid*, analisa zat pengotor berupa logam dapat dilakukan dengan AAS, sedangkan kandungan sulfat dapat diperoleh dengan titrasi potensiometri (Welveni, 2010)..

## 2.7 Ekstraksi

Ekstraksi adalah salah satu proses pemisahan suatu senyawa dari campurannya dengan bantuan pelarut. Ekstraksi dapat juga diartikan sebagai pemisahan satu atau beberapa bahan dari suatu padatan atau cairan dengan bantuan pelarut. Pemisahan terjadi atas dasar kemampuan larut yang berbeda dari komponen-komponen dalam campuran.

Pelarut yang digunakan harus dapat mengekstrak substansi yang diinginkan tanpa melarutkan material suatu bahan lainnya. Ekstraksi merupakan salah satu metode pemisahan yang menggunakan sifat fisis, yaitu perbedaan kelarutan komponen-komponen dalam larutan dengan menggunakan larutan lain sebagai media pemisah. Pemisahan larutan dengan ekstraksi digunakan untuk memisahkan komponen-komponen yang mempunyai perbedaan titik didih yang relatif kecil tetapi mempunyai perbedaan kelarutan yang cukup besar dengan suatu pelarut.

Proses ekstraksi dipengaruhi oleh beberapa faktor yang perlu diperhatikan, diantaranya:

1. Ukuran partikel

Ukuran partikel mempengaruhi laju ekstraksi dalam beberapa hal. Semakin kecil ukurannya, semakin besar luas permukaan antara padat dan cair; sehingga laju perpindahannya menjadi semakin besar. Dengan kata lain, jarak untuk berdifusi yang dialami oleh zat terlarut dalam padatan adalah kecil.

2. Zat pelarut

Larutan yang akan dipakai sebagai zat pelarut merupakan pelarut pilihan yang terbaik dan viskositasnya harus cukup rendah agar dapat bersirkulasi dengan mudah. Biasanya, zat pelarut murni akan dipakai pada awalnya, tetapi setelah proses ekstraksi berakhir, konsentrasi zat terlarut akan naik dan laju ekstraksinya turun, pertama karena gradien konsentrasi akan berkurang dan kedua zat terlarutnya menjadi lebih kental.

3. Temperatur

Dalam banyak hal, kelarutan zat terlarut (pada partikel yang diekstraksi) di dalam pelarut akan naik bersamaan dengan kenaikan temperatur untuk memberikan laju ekstraksi yang lebih tinggi.

4. Pengadukan fluida

Pengadukan pada zat pelarut adalah penting karena akan menaikkan proses difusi, sehingga menaikkan perpindahan material dari permukaan partikel ke zat pelarut. Pemilihan juga diperlukan tahap-tahap lainnya. Pada ekstraksi padat-cair misalnya, dapat dilakukan pra-pengolahan (pengecilan) bahan ekstraksi atau pengolahan lanjut dari rafinat (dengan tujuan mendapatkan kembali sisa-sisa pelarut) (Firdaus, 2012).

Pelarut yang digunakan pada proses ekstraksi harus melarutkan komponen-komponen yang diinginkan pada bahan, sehingga pemilihan pelarut dipengaruhi oleh beberapa faktor.

1. Selektivitas

Pelarut hanya boleh melarutkan ekstrak yang diinginkan, bukan komponen-komponen lain dari bahan ekstraksi.

2. Kelarutan

Pelarut sedapat mungkin memiliki kemampuan melarutkan ekstrak yang besar (kebutuhan pelarut lebih sedikit).

3. Kemampuan tidak saling bercampur

Pada ekstraksi cair-cair pelarut tidak boleh (atau hanya secara terbatas) larut dalam bahan ekstraksi.

4. Kerapatan

Terutama pada ekstraksi cair-cair, sedapat mungkin terdapat perbedaan kerapatan yaitu besar antara pelarut dan bahan ekstraksi. Hal ini dimaksudkan agar kedua fasa dapat dengan mudah dipisahkan kembali setelah pencampuran (pemisahan dengan gaya berat).

5. Reaktivitas

Pada umumnya, pelarut tidak boleh menyebabkan perubahan secara kimia pada komponen-komponen bahan ekstraksi. Sebaliknya, dalam hal-hal tertentu diperlukan adanya reaksi kimia (misalnya pembentukan garam) untuk mendapatkan selektivitas yang tinggi.

6. Titik didih

Ekstrak dan pelarut biasanya harus dipisahkan dengan cara penguapan, destilasi atau rektifikasi, maka titik didih kedua bahan tidak boleh terlalu dekat.

7. Kriteria yang lain:

Pelarut sedapat mungkin harus:

- Murah
- Tersedia dalam jumlah besar
- Tidak beracun
- Tidak dapat terbakar
- Tidak eksplosif bila bercampur dengan udara
- Tidak korosif
- Tidak menyebabkan terbentuknya emulsi
- Memiliki viskositas yang rendah

- Stabil secara kimia dan termis

Tahap-tahap ekstraksi umumnya dilakukan sebagai berikut:

1. Mencampur bahan ekstraksi dengan pelarut dan membiarkannya saling berkontak. Dalam hal ini terjadi perpindahan massa dengan cara difusi pada bidang antarmuka bahan ekstraksi dan pelarut. Dengan demikian terjadi ekstraksi yang sebenarnya, yaitu pelarutan ekstrak.
2. Memisahkan larutan ekstrak dari rafinat, kebanyakan dengan cara penjernihan atau filtrasi.

Proses ekstraksi dapat dibagi menjadi dua macam berdasarkan campurannya atau bahan yang akan dipisahkan, yaitu ekstraksi padat-cair (*leaching*) dan ekstraksi cair-cair.

### **2.7.1 Ekstraksi Cair-Cair**

Ekstraksi cair-cair adalah pemisahan yang digunakan untuk mendapatkan senyawa dalam campuran fase cair dengan pelarut cair. Prinsip kerja ekstraksi cair-cair adalah pemisahan senyawa yang mempunyai perbedaan kelarutan pada dua pelarut yang berbeda. Dalam hal ini ekstraksi cair-cair digunakan untuk memisahkan satu atau lebih senyawa menggunakan dua pelarut yang tidak saling bercampur, dimana senyawa akan terdistribusi di antara dua fase sesuai dengan derajat kelarutannya yang kemudian masing-masing jenuh dan terjadi pemisahan.

### **2.7.2 Ekstraksi Padat-Cair**

*Leaching* adalah peristiwa pelarutan terarah dari satu atau lebih senyawa dari suatu campuran padatan dengan cara mengontakkan dengan pelarut cair. Pelarut akan melarutkan sebagian bahan padatan sehingga bahan terlarut yang diinginkan dapat diperoleh. Metode ini memiliki tiga variabel penting, yaitu temperatur, area kontak dan jenis pelarut. Istilah *leaching* sering juga disebut dengan sebutan ekstraksi, demikian pula alatnya sering disebut sebagai ekstraktor. Setelah terjadi kontak padatan dengan pelarut maka perbedaan konsentrasi aktivitas kimia *solute* di dalam fasa padatan dengan fasa pelarut menjadi gaya

pendorong berlangsungnya perpindahan massa *solute* dari fasa padatan ke fasa pelarut.

Ekstraksi padat cair, yang sering di sebut *leaching* adalah proses pemisahan zat yang dapat melarut (*solute*) dari suatu campurannya dengan padatan yang tidak dapat larut (*innert*) dengan menggunakan pelarut cair. Operasi ini sering di jumpai di dalam industri metalurgi dan farmasi, misalnya pada pemisahan biji emas, tembaga dari biji-bijian logam, produk-produk farmasi dari akar atau daun tumbuhan tertentu. Pelarut yang digunakan dipilih pelarut yang dapat melarutkan komponen yang akan di ekstrak, tetapi tidak dapat bercampur dengan campuran tersebut. Peralatan pengurusan menyerupai bagian pencucian pada filtrasi.

Biasanya, proses *leaching* berlangsung dalam tiga tahap, yaitu:

1. Perubahan fasa dari zat terlarut yang diambil pada saat zat pelarut meresap masuk.
2. Terjadi proses difusi pada cairan dalam partikel padat menuju keluar.
3. Perpindahan zat terlarut dari padatan ke zat pelarut (Firdaus, 2012).

Dalam proses adsorpsi silika gel merupakan salah satu yang paling sering digunakan sebagai adsorben. Hal ini disebabkan oleh mudahnya silika diproduksi dan sifat permukaan (struktur geometri pori dan sifat kimia pada permukaan) dan dapat dengan mudah dimodifikasi (Fahmi dan Nurfalih, 2016).

## **2.8 Adsorpsi**

Adsorpsi dapat didefinisikan sebagai suatu peristiwa penyerapan pada lapisan permukaan atau antar fasa, dimana molekul dari suatu materi terkumpul pada bahan pengadsorpsi atau adsorben. Adsorpsi adalah pengumpulan dari adsorbat diatas permukaan adsorben, sedang absorpsi adalah penyerapan dari adsorbat kedalam adsorben dimana disebut dengan fenomena sorption. Materi atau partikel yang diadsorpsi disebut adsorbat, sedang bahan yang berfungsi sebagai pengadsorpsi disebut adsorben (Firdaus, 2012).

Adsorpsi dapat terjadi pada antarfasa padat-cair, padat-gas atau gas-cair. Molekul yang terikat pada bagian antarmuka disebut adsorbat, sedangkan permukaan yang menyerap molekul-molekul adsorbat disebut adsorben. Pada adsorpsi, interaksi antara adsorben dengan adsorbat hanya terjadi pada permukaan adsorben. Adsorpsi adalah gejala permukaan, sehingga semakin besar luas permukaan, maka semakin banyak zat yang teradsorpsi.

Mekanisme proses adsorpsi pada dasarnya adalah cukup kompleks. Hal ini dapat dijelaskan dengan menggunakan berbagai tipe adsorpsi. Berbagai jenis adsorpsi melibatkan peristiwa fisika maupun kimia. Adsorpsi terhadap zat pengotor atau zat organik ke permukaan karbon aktif dapat digolongkan sebagai adsorpsi fisik. Proses adsorpsi kimia, umumnya terbatas pada berbagai ikatan kimia antara atom-atom atau molekul pada permukaan zat padat. Peristiwa tersebut disertai dengan perpindahan ion yang dikenal dengan proses pertukaran ion (*ion exchange*).

Daya adsorpsi merupakan ukuran kemampuan suatu adsorben menarik sejumlah adsorbat. Proses adsorpsi tergantung pada luas spesifik padatan atau luas permukaan adsorben, konsentrasi keseimbangan zat terlarut atau tekanan adsorpsi gas, temperatur pada saat proses berlangsung dan sifat adsorbat atau adsorben itu sendiri. Makin besar luas permukaannya, maka daya adsorpsinya akan makin kuat (Laksono, 2002).

#### **a. Adsorpsi Fisika**

Berbagai ciri adsorpsi fisika antara lain meliputi hal berikut ini.

1. Gas terkondensasi pada permukaan padatan pada tekanan relative rendah dan pada temperatur yang bersangkutan.
2. Panas kondensasi harganya lebih besar bila dibandingkan terhadap panas penguapan (*latent*).
3. Proses dapat berlangsung secara *reversible* (dapat balik).
4. Temperatur adsorpsi relative rendah.

## **b. Adsorpsi Kimia**

Berbagai ciri adsorpsi kimia antara lain meliputi hal berikut ini.

1. Gaya adsorpsi dikenal sebagai *activated adsorption*.
2. Panas reaksi yang dibebaskan, umumnya relative lebih besar bila dibandingkan terhadap panas adsorpsi fisika.
3. Proses yang berlangsung tidak *reversible* dan berlaku untuk semua gas.
4. Gaya adhesif harganya jauh lebih besar bila dibandingkan terhadap adsorpsi fisik.
5. Laju adsorpsi relative cepat dan digunakan untuk berbagai reaksi kimia yang melibatkan katalis.

### **2.8.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi**

Secara umum proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

#### **1. Adsorben**

Tiap jenis adsorben mempunyai karakteristik tersendiri. Adsorben yang baik untuk mengadsorpsi zat yang satu belum tentu baik untuk mengadsorpsi zat yang lain.

#### **2. Adsorbat**

Adsorbat berupa zat elektrolit maupun non elektrolit. Untuk zat elektrolit adsorpsinya besar, karena mudah terbentuk ion sehingga antara molekul-molekul saling tarik-menarik, untuk zat non elektrolit adsorpsinya kecil karena tidak mengalami ionisasi.

#### **3. Luas Permukaan Adsorben**

Proses adsorpsi tergantung pada banyaknya tumbukan yang terjadi antara partikel-partikel adsorbat dan adsorben. Tumbukan efektif antara partikel itu akan meningkat dengan meningkatkannya luas permukaan. Jadi, semakin luas permukaan adsorben maka adsorpsi akan semakin besar sebab kemungkinan adsorbat untuk diadsorpsi juga semakin besar (Firdaus, 2012).

### 2.8.2 Adsorben

Padatan yang berfungsi untuk mengadsorpsi dikenal sebagai adsorben. Adsorben tersebut dapat berbentuk serbuk (powder) atau butiran (granular) dan penggunaannya tergantung operasi yang akan dilakukan. Pada umumnya, partikel adsorben tersebut berdiameter antara 0.005 cm hingga 1.27 cm. Pemakaiannya antara lain adalah untuk mengadsorpsi berbagai zat pengotor yang umumnya meliputi zat-zat organik, bau dan warna, dan dapat digunakan untuk mengadsorpsi suatu gas yang tidak dikehendaki yang berada di dalam campuran gas (Ginting, 2008).

Karakteristik adsorben yang dibutuhkan untuk adsorpsi yang baik diantaranya:

1. Semakin besar luas permukaan adsorben, maka semakin besar pula daya adsorpsinya karena proses adsorpsi terjadi pada permukaan adsorben.
2. Tidak ada perubahan volume yang berarti selama proses adsorpsi dan desorpsi.
3. Adsorben yang memiliki tingkat kemurnian tinggi memiliki daya adsorpsi yang lebih baik (Ginting, 2008).

Beberapa partikel padatan adsorben yang penting dan secara komersial telah banyak digunakan dalam berbagai industri meliputi antara lain seperti berikut ini.

1. *Fuller earth*, yaitu sejenis tanah liat alam yang merupakan mineral alam dan mengandung aluminium silikat, magnesium silikat. Biasanya, digunakan untuk menghilangkan warna, netralisasi pada industri minyak nabati dan hewani dan pengeringan pada industri petroleum (*lubricating*), minyak kerosin, diesel dan gasoline). Untuk regenerasi adsorben dapat dilakukan dengan cara pencucian dan pemanasan untuk menghilangkan berbagai senyawa organik yang terakumulasi di permukaan adsorben.
2. *Activated clay*, yaitu sejenis bentonit atau tanah liat, akan aktif bila sebelum digunakan dengan menggunakan asam sulfat atau asam klorida.

Umumnya digunakan untuk menghilangkan warna pada industri petroleum. Pemanasan pada temperature antara 450-1500°F.

3. Bouksit, yang membentuk senyawa alumina hidrat, yang diaktifkan dengan Biasanya digunakan untuk penghilangan warna dan pengeringan produk petroleum.
4. Alumina, yang membentuk senyawa alumina oksida hidrat, dan dapat diaktifkan dengan cara pemanasan dan umumnya digunakan untuk pengeringan gas atau cairan.
5. Silika gel, digunakan untuk pengeringan dan pemurnian gas dan pemurnian petroleum distilat. Silika gel merupakan adsorben yang paling banyak dipakai untuk menyerap zat-zat dalam larutan. Zat ini banyak dipakai di pabrik untuk menghilangkan kadar air dalam udara. Penyerapan dari larutan, mirip dengan penyerapan gas oleh zat padat (Firdaus, 2012).

Silika gel yang berbentuk *hidrosol* dapat diperoleh dalam bentuk kering melalui proses pengeringan. Silika gel akan dimasukkan ke dalam oven pada suhu tertentu, sehingga menghasilkan silika gel dalam bentuk bubuk.

### 2.8.3 Proses Pengeringan Silika Gel

Silika gel diperoleh dalam bentuk kering atau bubuk melalui proses pengeringan. Endapan yang diperoleh dari proses presipitasi larutan natrium silikat dikeringkan di dalam oven selama beberapa jam. Pemanasan tersebut mengakibatkan dehidrasi silika *hidrosol* sehingga terbentuk silika gel ( $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) yang kemudian dihaluskan untuk mendapatkan silika gel dalam bentuk bubuk. Produk akhir yang dihasilkan berupa bahan amorf dan keras yang disebut silika gel kering (Retnosari, 2013).

Endapan yang diperoleh masih banyak mengandung air, sehingga dilakukan proses aktivasi. Aktivasi adalah perlakuan terhadap suatu bahan yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul permukaan sehingga akan mengalami perubahan sifat, baik fisika atau kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar

dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi. Aktivasi dibagi menjadi dua yaitu aktivasi fisika dan aktivasi kimia. Aktivasi fisika dapat didefinisikan sebagai proses memperluas pori dengan bantuan panas, uap dan gas  $\text{CO}_2$ , sedangkan aktivasi kimia merupakan aktivasi dengan pemakaian bahan kimia yang dinamakan aktivator. Aktivator yang sering digunakan adalah hidroksida logam alkali, klorida, sulfat, fosfat dari logam alkali tanah dan khususnya  $\text{ZnCl}_2$ , asam-asam anorganik seperti  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (Wulandari, 2012).

Proses aktivasi berbeda dengan proses pengeringan. Proses aktivasi secara fisika dapat dilakukan dengan cara memanaskan sampel ke dalam *furnace* pada temperatur  $800\text{-}1100^\circ\text{C}$  (Setyawan, 2014). Menurut Wulandari (2012), sampel diaktifkan dengan cara proses aktivasi secara fisika, yaitu memanaskan sampel ke dalam *furnace* dengan temperatur sebesar  $800\text{-}900^\circ\text{C}$ . Dari proses aktivasi tersebut, maka akan memperbesar luas permukaan dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi.

Proses pengeringan silika gel dilakukan dengan menggunakan suhu rendah, yaitu sekitar suhu  $70\text{-}150^\circ\text{C}$ . Pada tahun 2011, Kristianingrum, dkk. mengeringkan silika gel dengan suhu sebesar  $120^\circ\text{C}$ . Pada tahun 2014, Yusuf, dkk. menggunakan suhu pengeringan sebesar  $80^\circ\text{C}$ . Pada tahun 2016, Fahmi dan Nurfalalah menggunakan suhu pengeringan sebesar  $70^\circ\text{C}$ . Menurut Melinda (2015), suhu pengeringan untuk menghasikan silika gel dalam bentuk bubuk sebesar  $120^\circ\text{C}$ . Berbeda dari Melinda, Retnosari (2013) menggunakan suhu pengeringan sebesar  $110^\circ\text{C}$ , sedangkan menurut Sungkhaho dkk (2009), suhu pengeringan silika gel dapat dilakukan pada suhu sebesar  $150^\circ\text{C}$ .