

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Perkembangan Padi di Indonesia

Padi merupakan komoditas pangan utama di Indonesia. Tingkat produksi maupun konsumsi padi selalu menempati urutan pertama dibandingkan dengan komoditas tanaman pangan lainnya. Konsumsi padi dari tahun ke tahun selalu mengalami peningkatan seiring dengan penambahan penduduk. Demikian juga dengan produksi maupun produktivitas padi semakin meningkat seiring dengan penggunaan varietas unggul dan teknik budidaya yang intensif (Coniwanti, 2008)

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 1:

Tabel 1. 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*

Berdasarkan pra angka ramalan II (Aram II) yang dikeluarkan Kementerian Pertanian (Kementan) yang berkoordinasi dengan Badan Pusat Statistik (BPS), produksi padi tahun 2016 mencapai 79,141 juta ton gabah kering giling (GKG) atau naik 4,96 % dibandingkan tahun lalu. Produksi padi 2016 diprediksi mencapai 79.141.325 ton GKG atau meningkat 3.743.511 ton (4,97 %) dari Angka Tetap (ATAP) 2015 sebesar 75.397.841. Kenaikan produksi terjadi di Pulau Jawa sebanyak 1,22 juta ton dan di luar Pulau Jawa sebanyak 2,52 juta ton. Kenaikan produksi terjadi karena naiknya luas panen seluas 919.098 hektar (ha) atau meningkat 6,51% dari 14.116.638 ha menjadi 15.035.736 ha. Kenaikan produksi padi tahun 2016 yang relatif besar diperkirakan terdapat di Sumatera Selatan (21,81 %), Jawa Barat (6,83 %), Sulawesi Selatan (7,66 %), Lampung (11,13 %), Jawa Timur (2,93 %), Sumatera Utara (8,86 %), Jambi (48,13 %), Kalimantan Barat (15,21 %), Banten (7,56 %) dan Kalimantan Selatan (7,67 %) (Kurniawan, 2016).

Proses penggilingan padi menghasilkan beras dan beberapa produk sampingnya. Dari penggilingan padi, diperoleh beras dan hasil sampingan lainnya, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. 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

*Sumber: Widowati, 2001*

## 2.2. Sekam Padi

Sekam padi yang merupakan hasil sampingan dari proses penggilingan padi sering tidak dimanfaatkan oleh masyarakat, sehingga sekam tetap menjadi bahan limbah yang mengganggu lingkungan. Dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh sekam sekitar 15 – 20 % dari bobot gabah. Sekam padi yang sering dikatakan sebagai limbah pengolahan padi ini sering diartikan sebagai bahan buangan/bahan sisa dari proses pengolahan hasil pertanian. Sekam dengan persentase yang tinggi tersebut dapat menimbulkan problem lingkungan. Untuk

lebih memudahkan diversifikasi penggunaan sekam, maka sekam perlu dipadatkan menjadi bentuk yang lebih sederhana, praktis, dan tidak voluminous (Hananta, 2016).

Ditinjau dari komposisi kimiawinya, sekam padi mengandung beberapa unsur penting di dalamnya. Komposisi kimia sekam padi dapat dilihat pada Tabel 3. berikut :

Tabel 3. 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
Selulosa	34,34 – 43,80
Lignin	21,40 – 46,97

Sumber: Widowati, 2001

Menurut Yuliar Firdaus (2011) sekam padi sebagai limbah pertama dari penggilingan gabah memiliki potensi cukup besar dalam industri, diantaranya sebagai :

#### 1. Sumber Silika

Silika dapat diperoleh dengan membakar sekam pada suhu tertentu sehingga dihasilkan abu yang berwarna keputih-putihan yang mengandung silika sebagai komponen utamanya.

#### 2. Penghasil pelarut berupa minyak

Pemasakan sekam dengan adanya larutan asam dalam proses destilasi uap akan menghasilkan minyak yang berfungsi sebagai pelarut. Juga sebagai bahan baku industri kimia, terutama kandungan zat kimia furfural.

#### 3. Bahan Bangunan

Sekam digunakan pada bahan bangunan terutama kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) untuk campuran pada pembuatan semen portland, bahan isolasi, husk-board dan campuran pada industri bata merah seperti cetakan batu bata, batu bata tulis. Hal

ini penting untuk membuat batu bata dan beton lebih ringan. Sekam padi juga dapat digunakan untuk membuat papan kedap air bagi bangunan.

#### 4. Bahan Bakar

Sekam dipakai untuk menggerakkan mesin di dalam penggilingan padi. Selain itu dipakai untuk memanaskan udara dalam pengeringan padi. Sumber energi panas karena kadar selulosanya cukup tinggi sehingga dapat memberikan pembakaran yang merata dan stabil. Sekam memiliki kerapatan jenis (bulk density)  $125 \text{ kg/m}^3$ , dengan nilai kalori  $3.300 \text{ kkal/kg}$  sekam. Potensi sekam yang begitu besar sebagai sumber energi, maka penggunaan sekam sebagai bahan bakar alternatif pada rumah tangga sangat memungkinkan. Jika diinginkan tidak ada asap dan pemanasan lebih lama, maka sekam digunakan dalam bentuk briket arang sekam.

#### 5. Bahan Pengampelas

Kandungan silika yang sangat tinggi pada bagian luar sekam mengakibatkan kekerasan yang tinggi pada sekam. Hal tersebut membuat sekam mempunyai sifat abrasive (sifat keras) sehingga dapat digunakan sebagai pembersih dan politur.

### 2.3. Abu Sekam Padi

Sekam padi dapat diolah kembali karena memiliki manfaat, salah satu alternatifnya adalah dengan melakukan proses pembakaran terhadap sekam padi menjadi abu. Dari hasil pembakaran sekam padi dihasilkan abu sekitar  $13,16 - 29,04 \%$  berat (Kamath, 1998).

Pemanfaatan abu sekam padi sampai saat ini masih terbatas sebagai bahan penggosok dan campuran pembuatan genteng dan bata yang dilakukan secara konvensional. Abu sekam padi yang merupakan hasil pembakaran sekam padi ini memiliki kandungan kimia didalamnya. Komposisi kimia yang terdapat dalam sekam padi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. 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

Sumber: Hananta, 2016

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 amorf 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 amorf

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 (Karyasa, 2014).

#### 2.4. Kalium Hidroksida (KOH)

KOH atau Kalium Hidroksida adalah basa kuat yang terbuat dari logam alkali kalium yang bernomor atom 19 pada tabel periodik. KOH atau Kalium Hidroksida digunakan untuk membuat sabun lunak, membuat kaca, sebagai bahan untuk membuat senyawa kalium dan dalam kimia organik, dan dalam laboratorium sebagai bahan pereaksi dan pelarut (Ramdani, 2017). Sifat fisika KOH dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Sifat fisika KOH

Sifat Fisika	
Rumus molekul	KOH
Berat molekul	56,10564 gr/mol
Titik lebur	360 °C
Titik didih	1320 °C
Densitas	2,044 gr/cm
Kristal	-114,96 kJ/kmol
Kapasitas panas	0,75 J/kmol
Kelarutan (air)	1109 g/l
Bentuk	Padat
Warna	Tidak berwarna (putih)
Bau	Tak berbau
klarutan	Larut dalam alkohol, gliserol, larut dalam eter, cairan Amonia

*Sumber : Ramdani, 2017*

Sedangkan sifat kimia KOH adalah sebagai berikut (Ramdani, 2017) :

1. KOH berbentuk butir, batang, merupakan padatan putih yang dapat menarik air dan CO<sub>2</sub>
2. Bersifat korosif dan merusakkan kulit hingga menjadi licin
3. Secara cepat menyerap air di udara

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

Asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) merupakan asam mineral (anorganik) yang kuat. Zat ini larut dalam air pada semua perbandingan. Asam sulfat mempunyai banyak kegunaan dan merupakan salah satu produk utama industri kimia. Salah satu kegunaan asam sulfat yaitu sebagai katalis asam yang umumnya digunakan untuk mengubah sikloheksanonoksim menjadi kaprolaktam, yang digunakan untuk pembuatan nilon (Gimantoro, 2011). Pada beberapa penelitian, asam sulfat digunakan dalam presipitasi silika gel untuk mengendapkan larutan. Sifat fisika asam sulfat dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Sifat fisika H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

	Sifat Fisika
Rumus molekul	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Massa molar	98,078 g/mol
Penampilan	bening tidak berwarna, cairan tak berbau
Densitas	1,84 g cm <sup>-3</sup> , cairan
Titik leleh	10 °C, 283 K, 50 °F
Titik didih	290 °C, 563 K, 554 °F (asam murni. 98% larutan mendidih pada 338°C)
Kelarutan dalam air	tercampur penuh (eksotermik)
Viskositas	26,7 cP pada 20°C

Sumber : Gimantoro, 2011

Sifat – sifat kimia H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Gimantoro, 2011) :

- 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 :  

$$2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$$

## 2.6. Silika (SiO<sub>2</sub>)

Silikon dioksida atau silika adalah salah satu senyawaan kimia yang paling umum. Silika murni terdapat dalam dua bentuk yaitu kuarsa dan kristobalit. Silikon selalu terikat secara tetrahedral kepada empat atom oksigen, namun ikatan-ikatannya mempunyai sifat yang cukup ionik. Dalam kristobalit, atom-atom

silikon ditempatkan seperti halnya atom-atom karbon dalam intan dengan atom-atom oksigen berada di tengah dari setiap pasangan. Dalam kuarsa terdapat heliks sehingga terbentuk kristal enansiomorf. Kuarsa dan kristobalit dapat saling dipertukarkan apabila dipanaskan. Proses ini lambat karena dibutuhkan pemutusan dan pembentukan kembali ikatan-ikatan dan energi pengaktifannya tinggi. Silika relatif tidak reaktif terhadap  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{H}_2$ , asam-asam dan sebagian besar logam pada suhu  $25^\circ\text{C}$  atau pada suhu yang lebih tinggi, tetapi dapat diserang oleh  $\text{F}_2$ , HF aqua, hidroksida alkali dan leburan-leburan karbonat (Retnosari, 2013). Adapun sifat fisika  $\text{SiO}_2$  dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Sifat fisika  $\text{SiO}_2$ 

Sifat Fisika	
Nama IUPAC	Silikon dioksida
Nama lain	Kuarsa, Silika, Silikat oksida,
Rumus molekul	Silikon (IV) oksida $\text{SiO}_2$
Massa molar	$60,08 \text{ g mol}^{-1}$
Penampilan	Kristal Transparan
Kepadatan	$2,648 \text{ g cm}^{-3}$
Titik lebur	$1600\text{-}1725 \text{ }^\circ\text{C}$
Titik didih	$2230 \text{ }^\circ\text{C}$

Sumber : Retnosari, 2013

Sumber unsur hara silika dapat diperoleh dari berbagai sumber sebagai berikut (Ismail, 2016) :

a. Silika dari Bahan Organik

- 1) Jerami, mengandung  $\text{SiO}_2$  hingga 20 % atau lebih dan merupakan sumber utama Si yang mudah tersedia. Aplikasi jerami ke dalam tanah sawah meningkatkan kandungan Si tersedia menjadi dua kali lipat dibanding tanpa jerami.
- 2) Sekam padi, umumnya proporsinya 20 % dari bobot gabah. Sekam mengandung 90 %  $\text{SiO}_2$  sehingga merupakan salah satu sumber silika yang potensial. Abu sekam padi merupakan sumber unsur silika yang lebih baik dibandingkan dengan sekam.
- 3) Kompos, merupakan sumber unsur hara termasuk silika karena mengandung sisa-sisa tanaman yang mengandung Si. Kompos jerami

merupakan sumber utama silika yang mengandung kurang lebih 20 %  $\text{SiO}_2$ .

- 4) Phytolith atau disebut pula biogenic Si. Unsur hara silika dalam larutan tanah yang diserap tanaman langsung ditranslokasi ke bagian-bagian tanaman yang membutuhkan dan mengakumulasi silika, yang selanjutnya akan menumpuk pada bagian tersebut sampai tanaman mati. Setelah tanaman mati, bagian tanaman tersebut akan kembali ke dalam tanah sebagai sumber stok silika.

b. Silika dari Pabrik

- 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  $\text{SiO}_2$  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

## 2.7. Silika Gel

Gel (dari bahasa Latin *gelu* - membeku, dingin, es atau gelatus - membeku) adalah campuran koloidal antara dua zat berbeda fase yaitu 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 (Handayani, 2014).

Silika gel memiliki standar teknis untuk lembaga inspeksi nasional seperti MIL-D3464E, DIN 55473, JISS A 0701, dan sebagainya. Berikut ini adalah Tabel 8. spesifikasi silika gel desiccant sesuai standar JISS A 0701

Tabel 8. Spesifikasi Silika Gel Standar JISS A 0701

ITEM TEST	Standar JISS A 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
Bahan Jenis ( kcal / Kg . C )	0.22
Konduktivitas Termal ( kcal / m . Hr . C )	0.15
Spesific Resistance (Ω/cm)	3000 min.
Kelembaban :	
RH = 20%	8.0% min.
RH = 40%	20.0% min.
Penyerapan Kadar Air	41 %

Sumber: (Japanese Industrial Standard, 2010)

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 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).

Berdasarkan cara pembuatannya silika gel dibagi menjadi dua macam, diantaranya adalah :

### 2.7.1. Silika Gel Sintetis

Silika Gel Sintetis, dibuat dengan melalui proses dan pengolahan menggunakan mesin. Yang mana terdapat perubahan bentuk dan jenis dari bahan menjadi barang jadi. Dengan bahan dasar Pasir kwarsa dan Soda Ash dijadikan *Silica Gel* ( $\text{SiO}_2$ ). Dalam perkembangannya silika gel sintetis ada dua yaitu :

#### 1. Silika Gel Putih (*White*)

Silika Gel *White* merupakan silika gel sintetis berupa butiran berwarna putih/bening.



Gambar 1. Silika Gel Putih (*White*)

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

Silika Gel *Blue* merupakan silika gel sintetis yang dimodifikasi dengan penambahan indikator warna biru. Indikator warna berubah menjadi merah bata pada kondisi jenuh. Bahan ini mengandung kobalt klorida yang memiliki efek samping bersifat karsinogenik dan menyebabkan iritasi pernapasan. Sebaiknya silika gel *blue* dihindari penggunaannya dari produk makanan.



**Gambar 2. Silika Gel Biru (*Blue*)**

### 2.7.2. Silika Gel Alami (*Natural*)

Silika Gel *Natural* merupakan silika gel berbahan alami/*natural* seperti batu zeolite dan zat lain yang terkandung senyawa silika didalamnya seperti halnya abu cangkang dan fiber kelapa sawit yang diolah melalui proses aktivasi dan *screening*.



**Gambar 3. Silika Gel Alami (*Natural*)**

Berikut ini adalah manfaat dari silika gel, yaitu (Ragil, 2016):

1. Silika gel mencegah terbentuknya kelembapan yang berlebihan sebelum terjadi. Silika gel merupakan produk yang aman digunakan untuk menjaga kelembapan pada kemasan produk 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. Walaupun dipegang, butiran-butiran silika gel ini tetap kering. Silika gel adalah substansi-substansi yang digunakan untuk menyerap kelembapan dan cairan partikel dari ruang yang berudara/bersuhu. Silika gel juga membantu menahan kerusakan pada barang-barang yang mau disimpan.
3. Silika Gel selain berfungsi untuk adsorpsi kelembaban udara, fungi-jamuran dan bau-bauan serta ion-ion lainnya dan untuk menjaga kualitas produk terutama untuk barang-barang yang diekspor, misalnya untuk *garment, textile, computer, pharmaceutical, electronic*, tas kulit, sepatu, *dry food*, buku, karet, ban, plastik, dan alat-alat laboratorium.

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 (Ragil, 2016).

## **2.8. Ekstraksi**

Ekstraksi adalah proses pemisahan suatu zat dari campurannya dengan menggunakan pelarut. Pelarut yang digunakan harus dapat mengekstrak substansi yang diinginkan tanpa melarutkan material lainnya. Secara garis besar, proses pemisahan secara ekstraksi terdiri dari tiga langkah dasar yaitu (Retnosari, 2103) :

1. Penambahan sejumlah massa pelarut untuk dikontakkan dengan sampel, biasanya melalui proses difusi.

2. Zat terlarut akan terpisah dari sampel dan larut oleh pelarut membentuk fase ekstrak.
3. Pemisahan fase ekstrak dengan sampel

Pemisahan zat-zat terlarut antara dua cairan yang tidak saling mencampur antara lain menggunakan alat corong pisah. Ada suatu jenis pemisahan lainnya dimana pada satu fase dapat berulang-ulang dikontakkan dengan fase yang lain, misalnya ekstraksi berulang-ulang suatu larutan dalam pelarut air dan pelarut organik, dalam hal ini digunakan suatu alat yaitu ekstraktor sokhlet. Metode sokhlet merupakan metode ekstraksi dari padatan dengan pelarut cair secara kontinyu. Alatnya dinamakan sokhlet (ekstraktor sokhlet) yang digunakan untuk ekstraksi kontinyu dari sejumlah kecil bahan.

Istilah-istilah berikut ini umumnya digunakan dalam teknik ekstraksi (Retnosari, 2103) :

1. Bahan ekstraksi : Campuran bahan yang akan diekstraksi
2. Ekstraktan (cairan penarik) : Pelarut yang digunakan untuk mengekstraksi
3. Pelarut (media ekstraksi) : Cairan yang digunakan untuk melangsungkan ekstraksi
4. Ekstrak : Bahan yang dipisahkan dari bahan ekstraksi
5. Larutan ekstrak : Pelarut setelah proses pengambilan ekstrak
6. Rafinat (residu ekstraksi) : Bahan ekstraksi setelah diambil ekstraknya
7. Ekstraktor : Alat ekstraksi

### **2.8.1. Ekstraksi Cair-Cair**

Pada ekstraksi cair-cair, satu komponen bahan atau lebih dari suatu campuran dipisahkan dengan bantuan pelarut. Ekstraksi cair-cair terutama digunakan apabila pemisahan campuran dengan cara destilasi tidak mungkin dilakukan (misalnya karena pembentukan azeotrop atau karena kepekaannya terhadap panas) atau tidak ekonomis. Ekstraksi cair-cair selalu terdiri dari sedikitnya dua tahap, yaitu pencampuran secara intensif bahan ekstraksi dengan pelarut dan pemisahan kedua fase cair itu sesempurna mungkin. Pada ekstraksi cair-cair, zat terlarut dipisahkan dari cairan pembawa (diluen) menggunakan pelarut

cair. Campuran cairan pembawa dan pelarut ini adalah heterogen, jika dipisahkan terdapat 2 fase yaitu fase diluen (rafinat) dan fase pelarut (ekstrak). Perbedaan konsentrasi zat terlarut di dalam suatu fasa dengan konsentrasi pada keadaan setimbang merupakan pendorong terjadinya pelarutan (pelepasan) zat terlarut dari larutan yang ada. Gaya dorong (*driving force*) yang menyebabkan terjadinya proses ekstraksi dapat ditentukan dengan mengukur jarak sistem dari kondisi setimbang (Retnosari 2013).

Untuk mencapai proses ekstraksi cair-cair yang baik, pelarut yang digunakan memenuhi kriteria sebagai berikut (Retnosari, 2103) :

- a. Kemampuan tinggi melarutkan komponen zat terlarut di dalam campuran
- b. Kemampuan tinggi untuk diambil kembali
- c. Perbedaan berat jenis antara ekstrak dan rafinat lebih besar
- d. Pelarut dan larutan yang akan diekstraksi harus tidak mudah campur
- e. Tidak mudah bereaksi dengan zat yang akan diekstraksi
- f. Tidak merusak alat secara korosi
- g. Tidak mudah terbakar, tidak beracun dan harganya relatif murah

### **2.8.2. Ekstraksi Padat-Cair**

Pada ekstraksi padat-cair, komponen yang dapat larut dipisahkan dari bahan padat dengan bantuan pelarut (ekstraktan). Pada ekstraksi ini, ketika bahan ekstraksi dicampur dengan pelarut maka pelarut akan bereaksi dengan bahan padat dan membentuk larutan ekstrak. Larutan ekstrak dengan konsentrasi yang tinggi terbentuk di bagian dalam bahan ekstraksi. Dengan cara difusi akan terjadi kesetimbangan konsentrasi antara larutan tersebut dengan larutan di luar bahan padat. Syarat yang harus dipenuhi untuk mencapai kecepatan ekstraksi yang tinggi pada ekstraksi padat-cair adalah sebagai berikut (Retnosari, 2103):

- a. Karena perpindahan massa berlangsung pada bidang kontak antara fase padat dan fase cair, maka bahan itu perlu memiliki permukaan yang seluas mungkin.
- b. Kecepatan alir pelarut sedapat mungkin besar dibandingkan dengan laju alir bahan ekstraksi.

- c. Suhu yang lebih tinggi (viskositas pelarut lebih rendah, kelarutan ekstrak lebih besar) pada umumnya menguntungkan kecepatan ekstraksi.

Ekstraksi padat-cair merupakan suatu proses yang melibatkan perpindahan massa antar fasa. Perbedaan aktivitas kimia antara fasa padatan dan fasa pelarut mencerminkan seberapa jauh sistem berada dari kesetimbangan, sehingga akan menentukan pula laju zat terlarut antar fasa. Proses ini merupakan proses yang bersifat fisik karena komponen terlarut kemudian dikembalikan lagi ke keadaan semula tanpa mengalami perubahan kimiawi (Retnosari, 2013).

Dalam proses ekstraksi padat-cair diperlukan kontak yang sangat lama antara pelarut dan padatan. Proses ini paling banyak ditemui di dalam usaha untuk mengisolasi suatu substansi yang terkandung di dalam suatu bahan alam sehingga yang berperan penting dalam menentukan sempurnanya proses ekstraksi ini adalah sifat-sifat bahan alam tersebut dan juga bahan yang akan diekstraksi. Tingkat ekstraksi bahan ditentukan oleh ukuran partikel bahan tersebut. Bahan yang diekstrak sebaiknya berukuran seragam untuk mempermudah kontak antara bahan dan pelarut sehingga ekstraksi berlangsung dengan baik (Retnosari, 2013).

Proses ekstraksi padat cair secara umum terdiri dari lima tahap yaitu (Retnosari, 2103) :

1. Pelarut berpindah dari *bulk solution* ke seluruh permukaan padatan (terjadi pengontakan antara pelarut dengan padatan). Proses perpindahan pelarut dari *bulk solution* ke permukaan padatan berlangsung seketika saat pelarut dikontakkan dengan padatan. Proses pengontakan ini dapat berlangsung dengan dua cara yaitu perkolasi atau maserasi.
2. Pelarut berdifusi ke dalam padatan. Proses difusi pelarut ke padatan dapat terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi (*driving force*) antara solute di pelarut dengan *solute* di padatan.
3. *Solute* yang ada dalam padatan larut ke dalam pelarut. *Solute* dapat larut dalam pelarut karena adanya gaya elektostatik antar molekul, yaitu disebut gaya dipol-dipol, sehingga senyawa yang bersifat polar-polar atau nonpolar-nonpolar dapat saling berikatan. *Solute* berdifusi dari padatan menuju permukaan padatan; Proses difusi ini disebabkan oleh konsentrasi *solute* dalam pelarut yang berada

di dalam pori-pori padatan lebih besar daripada permukaan padatan.

4. Solute berpindah dari permukaan padatan menuju *bulk solution*. Pada tahap ini, tahanan perpindahan massa *solute* ke *bulk solution* lebih kecil daripada di dalam padatan. Proses ekstraksi berlangsung hingga kesetimbangan tercapai yang ditunjukkan oleh konsentrasi *solute* dalam *bulk solution* menjadi konstan atau tidak ada perbedaan konsentrasi *solute* dalam *bulk solution* dengan padatan.

Pada bahan alami, solute biasanya terkurung di dalam sel sehingga pada proses pengontakan langsung antara pelarut dengan *solute* mengakibatkan terjadinya pemecahan dinding sel karena adanya perbedaan tekanan antara di dalam dengan di luar dinding sel. Proses difusi *solute* dari padatan menuju permukaan padatan dan *solute* berpindah dari permukaan padatan menuju cairan berlangsung secara seri (Retnosari, 2013).

Untuk memperoleh efisiensi yang tinggi pada tiap tahap ekstraksi, perlu diusahakan agar kuantitas cairan yang tertinggal sedikit mungkin. Sedangkan untuk mencapai kecepatan ekstraksi yang tinggi pada ekstraksi padat-cair, syarat berikut harus dipenuhi (Retnosari, 2103). :

- a. Ukuran Partikel

Semakin kecil ukuran bahan maka luas permukaan bahan akan meningkatkan laju ekstraksi. Dalam hal ini lintasan kapiler yang harus dilewati dengan cara difusi menjadi lebih pendek sehingga mengurangi tahanannya.

- b. Lama Ekstraksi

Semakin lama waktu ekstraksi maka jumlah bahan yang terekstrak akan semakin besar.

- c. Suhu

Dalam banyak hal kelarutan zat terlarut (pada partikel yang di ekstrak) di dalam pelarut akan naik bersamaan dengan kenaikan temperatur untuk memberikan laju ekstraksi yang lebih tinggi. Semakin tinggi suhu ekstraksi maka semakin viskositas fasa cair dan semakin besar kelarutan ekstrak dalam pelarut.

d. Zat Pelarut

Larutan yang akan dipakai sebagai zat pelarut seharusnya merupakan larutan 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 gradient konsentrasi akan berkurang dan kedua karena zat terlarutnya menjadi lebih kental.

e. Pengadukan Fluida

Pengadukan pada zat pelarut adalah karena akan menaikkan proses difusi, sehingga menaikkan perpindahan material dari permukaan partikel ke zat pelarut.

Metode ekstraksi berdasarkan ada tidaknya proses pemanasan dapat dibagi menjadi dua macam yaitu ekstraksi cara dingin dan ekstraksi cara panas (Chandra, 2014) :

1. Ekstraksi cara dingin

Pada metode ini tidak dilakukan pemanasan selama proses ekstraksi berlangsung dengan tujuan agar senyawa yang diinginkan tidak menjadi rusak. Beberapa jenis metode ekstraksi cara dingin, yaitu:

a. Maserasi atau dispersi

Maserasi merupakan metode ekstraksi dengan menggunakan pelarut diam atau dengan adanya pengadukan beberapa kali pada suhu ruangan. Metoda ini dapat dilakukan dengan cara merendam bahan dengan sekali-sekali dilakukan pengadukan. Pada umumnya perendaman dilakukan selama 24 jam, kemudian pelarut diganti dengan pelarut baru. Maserasi juga dapat dilakukan dengan pengadukan secara sinambung (maserasi kinetik). Kelebihan dari metode ini yaitu efektif untuk senyawa yang tidak tahan panas (terdegradasi karena panas), peralatan yang digunakan relatif sederhana, murah, dan mudah didapat. Namun metode ini juga memiliki beberapa kelemahan yaitu waktu ekstraksi yang lama, membutuhkan pelarut dalam jumlah yang banyak, dan adanya kemungkinan bahwa senyawa tertentu tidak dapat diekstrak karena kelarutannya yang rendah pada suhu ruang.

### b. Perkolasi

Perkolasi merupakan metode ekstraksi dengan bahan yang disusun secara unggul dengan menggunakan pelarut yang selalu baru sampai prosesnya sempurna dan umumnya dilakukan pada suhu ruangan. Prosedur metode ini yaitu bahan direndam dengan pelarut, kemudian pelarut baru dialirkan secara terus menerus sampai warna pelarut tidak lagi berwarna atau tetap bening yang artinya sudah tidak ada lagi senyawa yang terlarut. Kelebihan dari metode ini yaitu tidak diperlukan proses tambahan untuk memisahkan padatan dengan ekstrak, sedangkan kelemahan metode ini adalah jumlah pelarut yang dibutuhkan cukup banyak dan proses juga memerlukan waktu yang cukup lama, serta tidak meratanya kontak antara padatan dengan pelarut.

## 2. Ekstraksi cara panas

Pada metode ini melibatkan pemanasan selama proses ekstraksi berlangsung. Adanya panas secara otomatis akan mempercepat proses ekstraksi dibandingkan dengan cara dingin. Beberapa jenis metode ekstraksi cara panas, yaitu:

### a. Ekstraksi refluks

Ekstraksi refluks merupakan metode ekstraksi yang dilakukan pada titik didih pelarut tersebut, selama waktu dan sejumlah pelarut tertentu dengan adanya pendingin balik (kondensor). Pada umumnya dilakukan tiga sampai lima kali pengulangan proses pada rafinat pertama. Kelebihan metode refluks adalah padatan yang memiliki tekstur kasar dan tahan terhadap pemanasan langsung dapat diekstrak dengan metode ini. Kelemahan metode ini adalah membutuhkan jumlah pelarut yang banyak.

### b. Ekstraksi dengan alat soxhlet

Ekstraksi dengan alat soxhlet merupakan ekstraksi dengan pelarut yang selalu baru, umumnya dilakukan menggunakan alat khusus sehingga terjadi ekstraksi konstan dengan adanya pendingin balik (kondensor). Pada metode ini, padatan disimpan dalam alat soxhlet dan dipanaskan, sedangkan yang dipanaskan hanyalah pelarutnya. Pelarut terdinginkan dalam kondensor, kemudian mengekstraksi padatan. Kelebihan metode soxhlet adalah proses ekstraksi berlangsung secara kontinu, memerlukan waktu ekstraksi yang lebih sebentar dan

jumlah pelarut yang lebih sedikit bila dibandingkan dengan metode maserasi atau perkolasi. Kelemahan dari metode ini adalah dapat menyebabkan rusaknya solute atau komponen lainnya yang tidak tahan panas karena pemanasan ekstrak yang dilakukan secara terus menerus.

Silika dari sekam padi dapat diperoleh dengan mudah dan sederhana yaitu dengan cara pengabuan dan ekstraksi padat-cair. Kalapathy (2000) menjelaskan bahwa kelarutan dari silika dari abu sekam padi sangat rendah pada  $\text{pH} < 10$ , dan meningkat secara tajam pada  $\text{pH} > 10$ . Berdasarkan informasi tersebut, ekstraksi silika dari abu sekam padi banyak dilakukan dengan menggunakan pelarut alkali se. Untuk mendapatkan pengendapan silika setelah proses ekstraksi, maka dilanjutkan dengan proses pengendapan pada pH rendah menggunakan larutan asam (Agung, 2013).

Beberapa peneliti telah banyak melakukan penelitian tentang ekstraksi silika dengan proses ekstraksi dengan pelarut alkali dan pengendapan silika dengan asam. Pada tahun 2000, Kalapathy mengekstrak silika dari sekam padi menggunakan NaOH 1 N dengan metode ekstraksi dua siklus dan menghasilkan yield sebesar 91 %. Pada tahun 2008, Pandiangan dkk, melakukan ekstraksi silika dari sekam padi menggunakan larutan KOH pada berbagai variasi konsentrasi serta larutan  $\text{HNO}_3$  10 % sebagai pengendap, dan mendapatkan massa rendemen terbesar yaitu 1,8690 gram dari 50 gram abu sekam padi pada konsentrasi larutan KOH 1,5 % selama 30 menit. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Suka dkk (2008), yield terbesar yaitu 40,8 % didapatkan dengan penggunaan pelarut KOH 5 % dengan waktu reaksi satu jam.

## **2.9. 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 (Apriliani, 2010). 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 (Apriliani, 2010).

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 (Ginting, 2008).

### **2.9.1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi**

Secara umum proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain (Firdaus, 2012) :

#### **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.

### 2.9.2. 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 (Ginting, 2008) :

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.

Beberapa partikel padatan adsorben yang penting dan secara komersial telah banyak digunakan dalam berbagai industri meliputi antara lain seperti berikut ini (Firdaus, 2012) :

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.

#### **2.10. Silika Gel Sebagai Adsorben dan Proses Pengeringan Silika Gel**

Silika gel berfungsi sebagai adsorben, dimana silika gel dapat didehidrasi dan berubah menjadi padatan atau butiran mirip kaca yang bersifat tidak elastis. Silika gel mencegah terbentuknya kelembaban yang berlebihan (Handayani, 2014).

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 perlu 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 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-pori dengan bantuan panas, uap dan gas CO<sub>2</sub>. 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 ZnCl<sub>2</sub>, asam-asam anorganik seperti H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (Wulandari dkk, 2012).

Proses Aktivasi berbeda dengan proses pengeringan. Proses aktivasi secara fisika dapat dilakukan dengan cara memanaskan sampel ke dalam furnace pada temperatur 800-1100°C. Sampel diaktifkan dengan cara proses aktivasi secara fisika, yaitu memanaskan sampel dalam furnace dengan temperature sebesar 800-900°C. Dari proses aktivasi tersebut, maka akan memperbesar luas permukaan dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Wulandari dkk, 2012).

Proses pengeringan silika gel dilakukan dengan suhu rendah, yaitu sekitar suhu 70-150°C. Pada tahun 2011, Kristianingrum dkk, mengeringkan silika gel dengan suhu sebesar 120 °C. Pada tahun 2014, Yusuf dkk. menggunakan suhu pengeringan sebesar 80°C. Pada tahun 2016, Fahmi dan Nurfalalah . menggunakan suhu pengeringan sebesar 70°C. Menurut Melinda (2015), suhu pengeringan untuk menghasilkan silika gel dalam bentuk bubuk sebesar 120°C. Lain halnya dengan Melinda (2015), Retnosari (2013) menggunakan suhu pengeringan sebesar 110°C, sedangkan menurut Sungkhaho dkk (2009), suhu pengeringan silika gel dapat dilakukan pada suhu 150°C.