

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sekam Padi

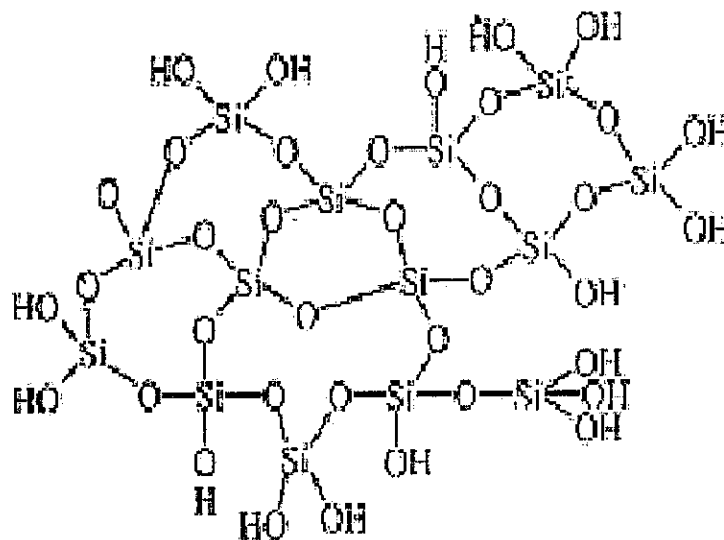
Sekam padi bersama-sama dengan jerami dan bekatul merupakan hasil samping dari tanaman padi. Kadar sekam bervariasi bergantung pada varietas, musim, temperatur, geografi dan lokasi. Juliano dalam Winarno (1985) menganalisis sekam 55 varietas padi di lima negara Asia dan menemukan bahwa kadar sekam berkisar antara 16,3%-26% dari gabah yang digiling. Saat ini, sekam telah menjadi masalah yang nyata karena diperkirakan setiap tahun Indonesia memproduksi limbah sekam sekitar $5 \times 10^9 \text{ m}^3$. Sebagian sekam sering dimanfaatkan antara lain untuk membakar bata merah, alas kandang ayam dan abu gosok. Selain itu sekam telah dimanfaatkan untuk berbagai keperluan antara lain sebagai bahan energi alternatif. Menurut beberapa hasil penelitian, panas yang dihasilkan dari pembakaran sekam berkisar antara 2937,3-3341 kkal/kg sekam (Somaatmadja, 1983).

Melalui pengabuan secara terkontrol sekam diubah menjadi abu yang merupakan sumber silika. Abu sekam mengandung 94,5% silika (Priyosulistyo, dkk., 1999). Oleh karena itu abu sekam merupakan sumber silika yang dapat digunakan sebagai bahan dasar dalam berbagai industri, antara lain industri silika gel, gelas, keramik, industri farmasi dan kosmetik (Kurniawati, 2003).

Setelah pengabuan biasanya sekam menghasilkan 20% abu dengan silika (SiO_2) sebagai komponen utamanya yaitu sekitar 87-97%. Silika berada dalam sekam padi merupakan silika bebas bukan dalam bentuk silikat. Silika yang berada dalam sekam padi bergantung pada lama dan temperatur pengabuan. Pengabuan pada temperatur tinggi akan menghasilkan silika berwarna merah dan berstruktur kristal sedangkan pengabuan pada temperatur rendah akan menghasilkan abu sekam berwarna kelabu dan berstruktur amorf (Nuryono, dkk., 2004).

2.2 Silika Gel

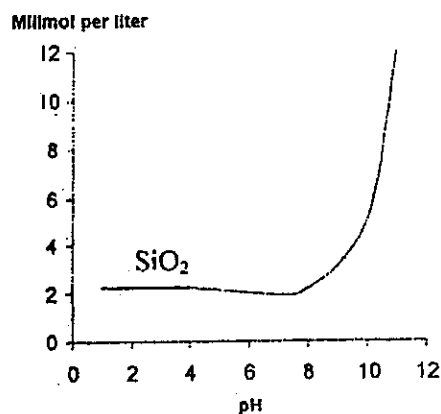
Silika gel merupakan silika amorf yang terdiri dari globula-globula SiO_4 tetrahedral yang tersusun secara tidak teratur dan beragregasi membentuk kerangka tiga dimensi yang lebih besar (sekitar 1-25 μm). Rumus kimia silika gel secara umum adalah $\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Menurut Oscik (1982), struktur satuan mineral silika pada dasarnya mengandung kation Si^{4+} yang terkoordinasi secara tetrahedral dengan anion O^{2-} , namun susunan SiO_4 pada silika gel tidak beraturan (Gambar 2.1). Susunan ini terbentuk karena kondensasi asam ortosilikat atau asam monosilikat (silika yang larut dan umumnya ditulis sebagai H_4SiO_4 , $\text{Si}(\text{OH})_4$, atau $\text{SiO}_2 \cdot (\text{OH})_2$).



Gambar 2.1 Penataan SiO_4 tetrahedral silika gel (Kaim dan Schwederski, 1994)

Matriks dari partikel silika gel primer adalah inti yang terdiri dari atom silikon yang terikat bersama silikon lain oleh adanya atom oksigen dengan ikatan siloksan (Si-O-Si) sehingga pada permukaan tiap partikel primer terdapat gugus OH yang tidak terkondensasi yang berasal dari monomer asam silikat. Gugus OH yang kemudian dikenal dengan gugus silanol inilah yang memberikan sifat polar pada silika gel dan merupakan sisi aktif silika gel. Silika gel mempunyai keaktifan adsorpsi pada permukaannya.

Pada pH 2-9 silika gel memiliki kelarutan rendah, yaitu hanya 100-140 mg/L dan akan meningkat drastis pada pH di atas 9 (Kaim dan Schwederski, 1994; Ishizaki, dkk., 1998). Secara umum, kelarutan silika pada berbagai pH dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Kelarutan silika gel sebagai fungsi pH (Tan, 1991)

Sifat silika gel ditentukan oleh orientasi dari ujung tempat gugus hidroksil berkombinasi. Kemampuan adsorpsi silika gel ternyata tidak sebanding dengan jumlah gugus silanol dan siloksan yang ada pada permukaan silika gel, namun bergantung pada distribusi gugus OH per satuan luas adsorben (Oscik, 1982). Menurut Scott (1993) struktur kerangka tiga dimensi koloid silika gel bersifat kaku. Silika gel dapat digolongkan menjadi tiga yaitu :

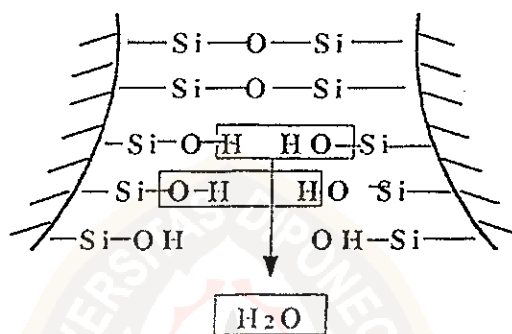
1. Akuagel, silika gel ini pori-porinya terisi oleh air
2. Serogel atau silika kering, silika gel kering dihasilkan dengan mengeringkan fase air dalam pori- pori melalui proses evaporasi
3. Aerogel, silika gel ini dihasilkan dengan mengeringkan fase air dalam pori melalui proses ekstraksi superkritikal.

2.2.1 Teori tentang Silika Gel

Blankership (2002) menjelaskan teori misel yang menyebutkan bahwa silika gel adalah kerangka tiga dimensi partikel yang bersifat koheren. Larutan

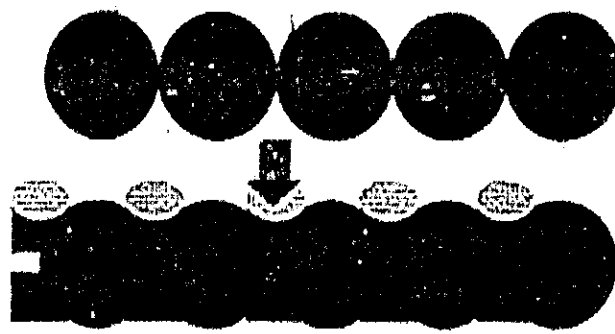
silikat yang direaksikan dengan asam akan menghasilkan asam silikat. Dalam sistem asam silikat pembentukan gel dijabarkan sebagai kondensasi dari $\text{Si}(\text{OH})_4$ menjadi rantai siloksan, yang kemudian bercabang dan selanjutnya berikatan silang membentuk kerangka tiga dimensi. Tahap awal dari polimerisasi $\text{Si}(\text{OH})_4$ adalah pembentukan partikel diskrit SiO_2 yang menopang permukaan gugus $=\text{SiOH}$ (silanol) seperti terlihat pada gambar berikut:

Model Jembatan Misel



Gambar 2.3 Jembatan Misel

Unit-unit yang berlainan ini disebut misel. Ketika misel saling bertabrakan, gugus silanol ($=\text{SiOH}$) pada permukaan akan berkondensasi membentuk Si-O-Si yang kemudian akan tumbuh bersama karena adanya perbedaan kelarutan silika. Penggabungan dari leher misel menyebabkan diameternya bertambah sampai perbedaan kelarutan menjadi sangat kecil untuk diukur perubahannya. Hal ini menjelaskan bahwa silika gel adalah kerangka tiga dimensi dari misel-misel yang saling berikatan.



Gambar 2.4 Penggabungan Leher Misel

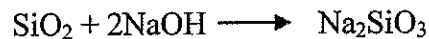
2.2.2 Sintesis Silika Gel

Silika gel pertama kali dikenal dalam bentuk hidrogel dan dianggap telah ditemukan oleh Thomas Graham pada tahun 1861. Ia menyiapkan silika gel melalui dialisis sol silika yang diperoleh melalui pencampuran larutan natrium silikat dan asam hidroklorida. Namun demikian, silika gel ini sebenarnya telah ditemukan pada tahun 1640 oleh seorang ahli kimia bernama Van Helmont. Ia menyebutkan bahwa silika amorf yang bereaksi dengan basa dalam jumlah berlebih akan membentuk suatu cairan, dan penambahan asam secara kuantitatif akan mengendapkan silika dari larutan.

Pembuatan silika gel dapat dilakukan melalui beberapa tahap (Scott, 1993), yaitu :

1. Pembentukan natrium silikat (Na_2SiO_3) dari reaksi SiO_2 dengan NaOH
2. Reaksi pembentukan silika hidrosol dari reaksi antara Na_2SiO_3 dengan asam
3. Reaksi pembentukan silika hidrogel, yaitu polimerisasi asam silikat
4. Pemanasan silika hidrogel menjadi silika gel

Dari reaksi silika dengan natrium hidroksida akan dihasilkan natrium silikat yang larut dalam air, oleh karena itu dikenal dengan nama dagang *water glass*, reaksinya sebagai berikut :



Pengasaman terhadap larutan natrium silikat akan membentuk silika hidrosol yang apabila didiamkan akan membentuk hidrogel. Pemanasan pada suhu 100°C mengakibatkan dehidrasi pada hidrogel dan terbentuklah silika gel ($\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) dengan kandungan air bervariasi (Oscik, 1982).

2.3 Adsorpsi

Adsorpsi adalah peristiwa menempelnya atom atau molekul suatu zat pada permukaan zat lain karena ketidakseimbangan gaya dalam permukaan. Adsorpsi pada permukaan zat padat terjadi karena adanya gaya tarik menarik atom atau molekul pada permukaan zat padat tersebut. Atom atau molekul yang teradsorpsi dapat dianggap membentuk fasa dua dimensi dan terkonsentrasi pada permukaan. Dengan teradsorpsinya molekul pada antarmuka, maka terjadi pengurangan tegangan permukaan dan adsorpsi akan berlangsung terus sampai energi bebas permukaan menjadi minimum (Orthman, 2000).

Adsorpsi oleh zat padat dibedakan menjadi dua, yaitu adsorpsi fisik dan kimia. Adsorpsi fisik disebabkan oleh gaya van der Waals. Adsorpsi ini bersifat reversibel, antara molekul adsorben dan adsorbat tidak terjadi reaksi, berlangsung pada suhu rendah dan tidak memerlukan energi aktivasi. Adsorpsi kimia mencakup pembentukan ikatan dan bersifat lebih spesifik karena bergantung jenis

adsorben dan adsorbatnya. Bersifat tidak reversibel, antara molekul adsorben dan adsorbat dapat terjadi reaksi, berlangsung pada temperatur tinggi dan tergantung pada energi aktivasi (Orthman, 2000).

Menurut Orthman (2000), adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu :

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 dapat berupa zat elektrolit maupun zat nonelektrolit. Untuk zat elektrolit adsorpsinya besar karena mudah mengion sehingga antara molekul-molekulnya saling tarik-menarik, untuk zat nonelektrolit adsorpsinya kecil karena tidak mengalami ionisasi.

3. Luas Permukaan

Semakin luas permukaan adsorben, maka adsorpsinya semakin besar karena kemungkinan adsorbat untuk diadsorpsi juga semakin besar. Jadi semakin halus suatu adsorben maka adsorpsinya akan semakin besar.

2.4 Minyak Goreng

Minyak goreng berfungsi sebagai pengantar panas, penambah rasa gurih, dan penambah nilai kalori bahan pangan. Mutu minyak goreng ditentukan oleh titik asapnya, yaitu suhu pemanasan minyak sampai terbentuk akrolein yang tidak diinginkan dan dapat menimbulkan rasa gatal pada tenggorokan. Hidrasi gliserol

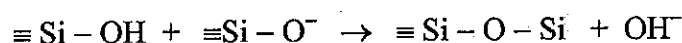
akan membentuk aldehida tidak jenuh atau akrolein tersebut. Makin tinggi titik asap, makin baik mutu minyak goreng tersebut. Titik asap bergantung pada kadar minyak goreng tersebut. Lemak yang telah digunakan untuk menggoreng, titik asapnya akan turun, karena telah terjadi hidrolisis molekul lemak. Karena itu untuk menekan hidrolisis, pemanasan lemak atau minyak sebaiknya dilakukan pada suhu yang tidak terlalu tinggi dari seharusnya. Pada umumnya suhu penggorengan adalah $177-221^{\circ}\text{C}$.

2.5 Landasan Teori

Silika gel merupakan silika amorf yang biasanya dibuat melalui peleburan pasir kuarsa (Scott, 1993). Pemanfaatan silika gel di bidang industri dewasa ini semakin meningkat. Silika gel banyak digunakan untuk berbagai keperluan seperti fasa diam kromatografi, bahan pengisi karet ban, komponen pada industri keramik, perekat, detergen dan produk farmasi (Kurniawati, 2003). Silika gel fasa serogel dapat digunakan sebagai penyangga konduktor ionik, bahan serat optik dan film, adsorben dan lain-lain (Buckley dan Greenbalt dalam Kurniawati, 2003). Semakin luasnya penggunaan tersebut dan masih terbatasnya industri pembuat silika gel maka alternatif pembuatan dari bahan yang murah dan sederhana telah dilakukan. Pembuatan silika gel dari botol bekas dilakukan oleh Rahman (1995). Demikian pula Kurniawati (2003) telah melakukan penelitian tentang silika gel dari abu sekam padi dengan NaOH dan asam sitrat.

Silika gel dapat terbentuk melalui pengasaman terhadap larutan natrium silikat. Kalapathy, dkk., (2000) telah berhasil mensintesis silika gel dari abu sekam padi dengan pengasaman menggunakan HCl.

Silika gel akan terbentuk cepat pada pH antara 5-8 (Bachrie dalam Kurniawati, 2000). Pada pH tersebut akan terjadi kondensasi sebagai berikut :



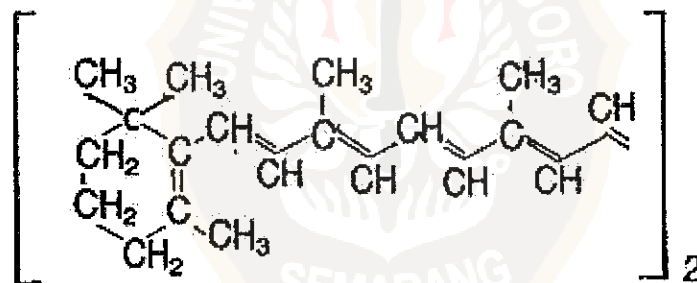
Pada penambahan asam pada pH larutan yang semula basa (pH natrium silikat 11,8) akan menyebabkan bertambahnya konsentrasi proton (H^+) dalam larutan dan menyebabkan sebagian gugus siloksi terprotonasi menghasilkan gugus silanol. Gugus silanol dan spesies ion silikonium akan semakin banyak sehingga pembentukan siloksan untuk menghasilkan gel akan makin cepat. Gel yang terbentuk akan bersifat kaku dengan kandungan Na tinggi. Hal ini dikarenakan pada pembentukan gel yang cepat, ion Na dan anion penyeimbang sulit berdifusi keluar matriks silika dan sukar dihilangkan pada proses pencucian dengan akuades.

Hipotesis 1 : Apabila sintesis silika gel dilakukan melalui penambahan larutan natrium silikat ke dalam larutan asam (asam oksalat), kemungkinan pembentukan gel lebih lambat sehingga logam pengotor seperti Na dapat berdifusi keluar matriks dan gel yang dihasilkan lebih lunak dengan kandungan Na lebih rendah.

Untuk mengetahui karakter gel sehubungan dengan keasaman medium pembentukan gel, dilakukan pula variasi pH pada 3, 5, dan 7.

Silika gel merupakan suatu material berpori dengan dominasi gugus hidroksil pada permukaannya dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Sriyanti dkk., (2004) telah berhasil menggunakan silika gel yang termodifikasi gugus tiol dari abu sekam padi untuk mengadsorpsi logam tembaga (II) dan kadmium (II) dalam medium air.

Pada minyak goreng, warna minyak ditentukan oleh adanya pigmen. Karena asam-asam lemak dan gliserida tidak berwarna, warna kuning atau orange disebabkan oleh adanya pigmen karoten yang larut dalam minyak (Ketaren, 1985). Dalam bahan makanan karoten merupakan bentuk vitamin A yang mudah teroksidasi oleh udara dan rusak bila dipanaskan pada suhu tinggi bersama udara, sinar dan lemak yang sudah tengik. Karoten mempunyai ukuran molekul yang besar (Winarno, 1985).



Gambar 2.5 Struktur β -karoten

Minyak merupakan lemak cair pada suhu kamar. Minyak mudah mengalami hidrolisis menjadi asam lemak dan gliserol (Winarno, 1985). Kandungan asam lemak yang tinggi akan menurunkan kualitas minyak karena oksidasi asam lemak akan menyebabkan kerusakan minyak.

Hipotesis 2 : Apabila dilakukan adsorpsi minyak dengan silika gel kemungkinan dapat menurunkan intensitas warna minyak dan menurunkan kandungan asam lemak bebasnya.

