

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Sawit Kasar (*Crude Palm Oil/CPO*)

Minyak sawit kasar adalah hasil ekstraksi dari tubuh buah (mesokarp) tumbuhan kelapa sawit. Minyak sawit dapat digunakan untuk kebutuhan bahan pangan, industri kosmetik, industri kimia, dan industri pakan ternak. Minyak sawit mempunyai sifat fisika dan sifat kimia seperti warna, bau, flavor, kelarutan, titik cair dan polymorphism, titik didih (boiling point), titik nyala dan titik api, bilangan iod, serta bilangan penyabunan. Sifat tersebut dapat berubah sesuai dengan kemurnian dan mutu minyak kelapa sawit. Komposisi asam lemak dan minyak kelapa sawit sangat menentukan sifat fisik dan kimia minyak kelapa sawit (Bambang, dkk, 2006). Adapun sifat fisika-kimia dalam minyak kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Fisika-Kimia Minyak Kelapa Sawit

Sifat	Jumlah
Bilangan penyabunan (mg KOH/g minyak)	190,1 – 201,7
Bilangan iod (wijs)	50,6 – 55, 1
Titik leleh	31,1 – 37,6
Indeks refraksi	1,455 – 1,456

(Hui, 1996)

Minyak kelapa sawit tersusun atas lemak dan minyak alam yang terdiri atas trigliserida, digliserida, dan monogliserida, asam lemak bebas atau FFA, *moisture*, pengotor dan komponen-komponen minor bukan minyak/lemak yang secara umum disebut dengan senyawa yang tidak dapat disabunkan (Silitonga, 2016). Disamping komponen utama penyusun minyak kelapa sawit berupa asam lemak jenuh dan tidak jenuh (stearin dan olein), juga terdapat komponen minor yang ada pada minyak kelapa sawit dalam jumlah kecil. Minyak kelapa sawit mengandung sekitar 1% komponen minor diantaranya : karoten, vitamin E (tokoferol dan tokotrienol), sterol, fosfolipid, glikolipid, terpen, dan hidrokarbon 64 alifatik. Komponen minor dari minyak kelapa sawit diperlihatkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Komponen Minor dari Minyak Kelapa Sawit

No	Senyawa	Konsentrasi (ppm)
1	Karetonoid	500-700
2	Tokoperol dan Tokotrienol	600-1.000
3	Sterol	326-527
4	Phospholifid	5-130
5	Triterpen Alkohol	40-80
6	Metil Sterol	40-80
7	Squalene	200-500
8	Alkohol Alifatik	100-200
9	Hidrokarbon Alifatik	50

(Keraten, 2005)

Minyak sawit mentah berwarna merah-kekuningan menandakan kandungan karotenoid yang tinggi. Minyak sawit memiliki kandungan gizi yang lebih unggul dibandingkan dengan minyak zaitun, kedelai dan jagung. Selain mengandung provitamin A yaitu α -karoten, β -karoten dan vitamin E (tokoferol dan tokotrienol), minyak sawit mengandung berbagai jenis zat bioaktif lain seperti riboflavin, niasin, likopen, mineral yang terdiri dari fosfor, potassium, kalsium, dan magnesium (Sumarna, 2014). Minyak sawit kasar (*Crude Palm Oil*) mengandung kurang lebih 500-700 ppm β – karoten dan merupakan bahan pangan sumber karoten alami terbesar. Minyak sawit didapatkan dari mesokarp buah kelapa sawit melalui proses ekstraksi dan mengandung sedikit air dan serat halus, berwarna kuning hingga merah dan berbentuk semi solid dalam suhu ruang. Adanya serat halus dan air pada sawit kasar tersebut mengakibatkan minyak sawit kasar tidak bisa dikonsumsi secara langsung sebagai bahan pangan ataupun non pangan (Bambang, dkk, 2006).

Untuk menghasilkan minyak sawit dengan kandungan karotenoid yang tinggi maka proses bleaching dan deodorisasi tidak dilakukan sebab komponen minor seperti karotenoid akan terserap oleh *bleaching earth* (tanah pemucat) dan rusak pada suhu tinggi (260 - 280°C) serta tekanan vakum rendah di proses deodorisasi (Sumarna, 2014). Menurut Sumarna (2014), *bleaching earth* bisa menyerap sekitar 20 sampai 50% karotenoid dari *degummed oil*. Secara umum proses pada pabrik pengolahan minyak goreng terdiri dari proses *refining* (pemurnian) dan *fractionation* (fraksionasi). Proses pemurnian tersebut terdiri dari proses *degumming*, proses netralisasi, proses *bleaching* dan proses deodorisasi.

Tabel 2. 3 Standar Nasional Indonesia *Crude Palm Oil (CPO)*

Kriteria	Satuan	Persyaratan
Warna	-	Jingga kemerah-merahan
Kadar air dan kotoran	% fraksi massa	0,5 maks
Asam Lemak Bebas (sebagai asam palmitat)	% fraksi massa	0,5 maks
Bilangan Yodium (SNI.01-2901-2006)	g yodium/100 g	50-55

2.2 Minyak Sawit Merah / *Red Palm Oil (RPO)*

Minyak sawit merah adalah produk minyak sawit yang masih mengandung karoten dengan kadar yang tinggi (Maryuningsih, Nurtama, & Wulandari, 2021). Sejak tahun 1990-an, minyak sawit merah mulai dikembangkan di Indonesia dengan teknologi proses yang cukup berbeda dengan pembuatan minyak goreng umumnya. Minyak sawit merah adalah minyak sawit yang diperoleh tanpa melalui proses pemucatan (*bleaching*) dan deodorisasi dengan tujuan mempertahankan kandungan karotenoidnya. *Bleaching* bertujuan menghilangkan sebagian besar bahan pewarna tak terlarut atau bersifat koloid yang memberi warna pada minyak, sekitar 80% karotenoid hilang selama proses *bleaching*. Dibandingkan dengan minyak goreng biasa, minyak sawit merah memiliki aktivitas provitamin A dan vitamin E yang jauh lebih tinggi. Karakter ini membuat minyak sawit merah sangat baik dipandang dari segi nutrisi (Rahman, 2018).

Minyak Sawit Merah merupakan produk olahan yang banyak mengandung karotenoid (α , β , γ -karoten serta tokoferol dan tokotrienol), khususnya β -karoten yang provitamin A sehingga memiliki nilai ekonomi relatif tinggi (Budiyanto, dkk., 2012). Karotenoid merupakan pigmen organik yang memberikan warna oranye kemerahan pada minyak sawit dan merupakan bagian senyawa fungsional utama yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Meskipun terukur sebagai asam lemak tidak jenuh, kandungan karotenoid beserta tokoferol dan tokotrienol berfungsi sebagai antioksidan kuat dan menjadikan minyak sawit sebagai minyak nabati yang direkomendasikan bagi Kesehatan (Maryuningsih, Nurtama, & Wulandari, 2021). Karotenoid berperan sebagai antioksidan dan antikarsinogenik yang sangat kuat karena kemampuannya untuk memadamkan oksigen radikal atau molekul tunggal.

Karotenoid pada MSM merupakan sumber provitamin A yang paling efisien digunakan untuk membantu menanggulangi masalah KVA (Maryuningsih, Nurtama, & Wulandari, 2021)

Kandungan karoten yang terdapat pada minyak sawit merah terbukti memiliki sifat-sifat nutrisi yang sangat menguntungkan bagi peningkatan derajat kesehatan manusia. Selain itu, vitamin A juga berperan dalam meningkatkan ketahanan tubuh terhadap infeksi, membantu pembentukan gigi dan membentuk pertumbuhan tulang selama masa pertumbuhan. Disamping mempunyai fungsi sebagai bahan baku vitamin A, karotenoida minyak sawit merah juga dapat berfungsi sebagai antioksidan dalam menghambat atau mencegah terjadinya katarak, kanker dan arteriosklerosis (Sumarna, 2014)

Minyak sawit merah tidak dianjurkan digunakan sebagai minyak goreng, karena karotenoid yang terkandung didalamnya rusak pada suhu tinggi. Minyak ini lebih dianjurkan sebagai minyak makan sebagai menuis sayur, daging dan bumbu. Minyak sawit merah juga baik digunakan dalam pembuatan *salad oil* (minyak salad), serta dapat digunakan sebagai bahan fortifikasi makanan untuk produk pangan berbasis minyak atau lemak, seperti margarin dan selai kacang (Ayusraningwarno, 2012). Faktor-Faktor yang mempengaruhi tingkat sensitivitas karotenoid antara lain oksigen, suhu, cahaya, dan oksidasi. Oleh karena itu, untuk mempertahankan kandungan β -karoten, proses menggunakan temperature yang rendah dalam waktu lama yang dianjurkan dibandingkan pemrosesan dengan temperatur tinggi dengan waktu yang singkat (Maryuningsih, Nurtama, & Wulandari, 2021).

2.3 Filtrasi

Filtrasi merupakan proses pengolahan fluida dengan mengalirkan fluida melewati susunan media filter dari bahan-bahan butiran dengan tebal dan diameter tertentu yang berfungsi untuk menghilangkan bahan-bahan terlarut dan tak terlarut (*biological floc*) yang masih tersisa setelah pengolahan biologis (Zahro, 2020). Alat filtrasi memiliki fungsi untuk memisahkan zat padat kasar maupun halus baik tersuspensi atau koloid dari fluida melalui media berpori, serta menghilangkan zat padat, kandungan bakteri, dapat menghilangkan warna, rasa, serta bau, dan juga

besi (Fe) dan mangan (Mn) (Zahro, 2020).

Bagian-bagian alat filtrasi meliputi:

1. Bak Filter sebagai tempat proses filtrasi.
2. Media filter merupakan media penyaringan dimana fluida akan melewati pori-pori media. Media filter ada 3 macam yaitu single media, dual media, dan multimedia. Filter dengan single media yaitu filter dengan menggunakan media tunggal misalkan pasir saja. Sedangkan filter dengan dual media yaitu filter yang menggunakan medium ganda misalkan karbonaktif dan pasir. Filter dengan multimedia yaitu filter yang menggunakan 3 macam media sekaligus (Zahro, 2020).
3. Sistem underdrain, suatu sistem pengaliran air melewati proses penyaringan/filtrasi yang terletak pada bagian bawah media filter 9 terdiri dari pipa manifold, lateral, dan orifice.

2.4 Teknologi Membran

Membran merupakan suatu lapisan tipis yang bersifat sebagai penghalang (*barrier*) terhadap suatu spesi, yaitu fasa umpan (*feed*) serta fasa permeat, yang bisa memisahkan zat menggunakan ukuran yang tidak sama dan membatasi transport serta berbagai spesi berdasarkan sift fisik dan kimianya. Membran mempunyai sifat semipermeabel, yang berarti membrane bisa menahan spesi-spesi lain dengan berukuran lebih kecil. Sifat selektif membran inilah yang umumnya digunakan pada proses pemisahan. Teknologi membran memiliki beberapa keunggulan yaitu proses pemisahannya berlangsung pada suhu kamar, dapat dilakukan secara kontinu, sifatnya bervariasi, bisa diatur menyesuaikan kebutuhan, membran yang dihasilkan bisa dipergunakan kembali serta ramah lingkungan sebab tidak menyebabkan akibat yang buruk bagi lingkungan. Membran juga bisa berfungsi sebagai filter yang sangat khusus, dikarenakan hanya molekul-molekul tertentu saja yang dapat melewati membran sedangkan sisanya akan tertahan pada permukaan membrane. Membran berfungsi untuk memisahkan material berdasarkan ukuran dan bentuk molekul, menahan komponen dari umpan yang memiliki ukuran besar dari pori-pori membran serta melewatkan komponen yang memiliki ukuran yg lebih kecil. Filtrasi menggunakan membran dapat berfungsi sebagai sarana pemisahan serta

menjadi pemekatan dan pemurnian suatu larutan yang dilewatkan di membran tersebut (Elma, 2016).

Berdasarkan bahan yang digunakan, membrane dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu (Mulder.1996) ;

1. Membran Organik (Polimer)

Membran polimer dapat dibedakan menjadi membran berpori dan membran tidak berpori. Membran berpori diaplikasikan pada mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi, sementara membrane nonpolimer diaplikasikan pada pemisahan gas dan juga pervaporation.

2. Membrane Anorganik

Ada 3 tipe pembagian membrane anorganik, yaitu :

- 1) Membrane keramik dibentuk dari perpaduan logam (aluminium, titanium, silicium atau zirconium) dan nonlogam (oxide, nitride, atau carbide).
- 2) Membrane gelas atau kaca berupa silikon oksida (SiO_2) atau silika
- 3) Membrane metalik menggunakan sintering bubuk logam.

3. Membrane Biologi

Membran biologi ialah menggunakan material membran yang berasal dari makhluk hidup seperti lipida (phospholipid). Struktur membran yang dibentuk sangat kompleks dikarenakan terdiri dari struktur hidrophobik dan hidrofilik.

Berdasarkan prinsip pemisahannya, membran digolongkan kepada tiga kelompok, yaitu (Elma,2016) :

a. Membran berpori

Membran ini digunakan untuk memisahkan partikel besar hingga makromolekul (mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi). Ukuran pori menentukan sifat pemisahannya. Dimana selektifitas yang tinggi dapat diperoleh apabila ukuran pori lebih kecil daripada ukuran partikel yang akan dipisahkan

b. Membran tidak berpori

Membran digunakan dalam pemisahan gas dan pervaporasi yang dapat memisahkan campuran senyawa yang memiliki berat molekul relatif sama, contohnya dalam proses pemisahan gas yang dapat memisahkan campuran H_2

$/N_2$, O_2/N_2 , CO_2/N_2 . Selektifitas pada membran dapat terjadi karena perbedaan kelarutan (solubility) atau difusifitas

c. Membran cair

Pada membran ini proses transport tidak dipengaruhi oleh membran atau material membrane, melainkan oleh molekul pembawa (carrier) yang spesifik. Pembawa mengandung membrane berada dalam pori membrane. Selektifitas membrane tergantung pada kekhususan molekul pembawa yang digunakan

Klasifikasi membran berdasarkan fungsi membran yang beraneka ragam. Adapun klasifikasi membran berdasarkan fungsi dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Klasifikasi Pemisahan Membran

Proses Pemisahan Membran	Ukuran Molekul	Tekanan	Ketebalan Membran
Mikrofiltrasi	0,025 dan 10 μm	< 0,2 MPa	10 – 150 μm
Ultrafiltrasi	1– 300 kDa	> 1 MPa	150 μm
Nanofiltrasi	350–1000 Da	1 dan 4 Mpa	Lapisan Atas: 150 μm Lapisan Bawah : 1 μm
Reverse Osmosis	Dibawah 350 Da	4 dan 10 Mpa	Lapisan Atas: 150 μm Lapisan Bawah : 1 μm

(Kareten, 2005)

2.4.1 Membran Keramik

Membran keramik dibentuk dari perpaduan logam (aluminium, titanium, silicium atau zirconium) dan nonlogam (oxide, nitride, atau carbide). Membran keramik memiliki keunggulan yaitu mempunyai kestabilan termal, kimia serta mekanik yang tinggi sebagai akibatnya membran ini memiliki waktu pemakaian yang relatif lama serta praktis untuk dilakukan pembersihan. Hal ini mengakibatkan perkembangan membran keramik sangat pesat dalam proses pemisahan (Dahlan, Sitanggang, & Sinambel, 2016).

Membran keramik dapat dipergunakan dalam proses mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi termasuk untuk pemisahan gas yang memerlukan suhu tinggi. Sebab ketahanan membran jenis ini terhadap suhu yang tinggi, membran keramik seringkali digunakan dalam pemisahan gas bertemperatur tinggi seperti pada kombinasi zat menggunakan reaksi kimia dimana membran berfungsi sebagai

pemisah komponen yang terbentuk dari reaksi. tingkat kualitas membran keramik didasarkan pada porositasnya dimana meningkatnya porositasnya maka membran semakin bagus. Porositas bisa ditingkatkan pada waktu pembuatan campuran membran (suspensi) dan pencetakan dengan cara aglomerisasi (Dahlan, Sitanggang, & Sinambel, 2016).

Membran keramik bisa digunakan secara luas baik pada lingkup laboratorium juga dalam industri. Membran keramik banyak digunakan di bidang industri dibandingkan membran polimer karena mempunyai ketahanan termal, kimiawi dan mekanik yang lebih tinggi. Aplikasi membran keramik pada industri lebih condong di proses pemisahan gas di industri gas serta minyak bumi, pemurnian air, pemurnian oksigen, material pendukung katalis dan sebagainya (Dahlan, Sitanggang, & Sinambel, 2016).

2.4.2 Kinerja Membran

Kinerja membran atau efisiensi membran dapat ditentukan oleh dua parameter, yaitu fluks dan rejeksi (Mulder, 1996). Fluks ialah jumlah volume permeat yang didapatkan pada operasi membran per satuan waktu dan satuan luas permukaan, Koefisien rejeksi ialah fraksi konsentrasi zat yang tidak menembus membran (Mulder, 1996).

a. Fluks Volume

Didefinisikan sebagai zat yang dapat menembus membran tiap satuan luas membran per satuan waktu. Dimana fluks dapat dinyatakan dengan persamaan (Mulder, 1996) :

$$J_v = \frac{V}{A \cdot t} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

J_v = fluks volume ($L/m^2 \cdot jam$)

V = volume permeat (L)

A = luas permukaan (m^2)

T = waktu proses (jam)

Permeabilitas ditentukan oleh persamaan 2 (Mulder, 1996).

$$J_v = L_p \cdot \Delta P \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

J_v = fluks air ($L/m^2.jam$)

L_p = Koefisien permeabilitas ($L/m^2.jam.atm$)

ΔP = Perubahan tekanan

b. Penentuan Rejeksi

Selama konsentrasi sisi dinding umpan membran tetap, maka jumlah massa fluks garam yang melewati membran tetap pula. Sementara dengan kenaikan tekanan akan menyebabkan kenaikan fluks fluida yang melewati membran, dimana tekanan operasi merupakan *driving force* fluks pelarut, dengan demikian tekanan akan menyebabkan kenaikan fluks pelarut (fluida) sedangkan fluks zat terlarut (garam) adalah tetap sehingga akan menyebabkan rejeksi meningkat.

Menunjukkan besarnya kandungan garam yang tertahan pada permukaan membran yang tidak menembus membran. Menghitung rejeksi garam ini dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$R = \left(1 - \frac{C_p}{C_f}\right) \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

R = rejeksi (%)

C_p = konsentrasi solute dalam permeat (ppm)

C_f = konsentrasi solute dalam umpan (ppm)

Jika koefisien rejeksi yang diperoleh cukup besar, maka fluida yang dihasilkan cukup murni (Mulder, 1996).

2.5 Bentonit

Bentonit merupakan jenis batuan hasil alterasi dari material-material, gelas, tuff, atau abu vulkanis. Komposisi mineral utamanya adalah mineral montmorillonit dan sedikit beidelit dengan sejumlah mineral-mineral pengikutnya seperti orthoklas, oligoklasbiotit, pyroxen, tirkon dan kwarsa. Bentonit tersusun atas kerangka Amino Silikat dan membentuk struktur lapis, mempunyai muatan negatif merata dipermukaannya dan sebagai penukar kation yang baik. Bentonit mempunyai karaktersitik khas jika diraba seperti lilin dan teksturnya seperti sabun. Bagian dekat permukaan berwarna abu-abu dan akan menjadi terang pada waktu

dikeringkan. Endapan dibawah permukaan berwarna abu-abu kebiruan, adapula yang berwarna putih, coklat terang dan coklat kemerahan (Sianturi, 2020)

Bentonit adalah sejenis tanah liat yang memiliki komposisi utama terdiri dari SiO_2 , Al_2O_3 , air terikat serta ion Ca^{2+} , MgO dan besi oksida. Daya pemucat bentonit disebabkan oleh ion Al^{3+} di permukaan partikel penyerap sehingga dapat mengadsorpsi zat warna dan tergantung perbandingan Al_2O_3 dan SiO_2 pada bentonit. Mineral ini memiliki rumus umum $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ dan sifat yang mudah menyerap air, mengembang, tidak tahan terhadap pengocokan dan tekanan yang kuat. Selain itu, bentonit memiliki warna yang beragam dari putih krem, abu-abu, kuning hingga coklat kehitaman. Bentonit merupakan salah satu jenis tanah lempung yang mengandung mineral montmorillonit sekitar 85% dan fragmen sisanya terdiri dari campuran mineral kuarsa, gipsium, kolinit, plagiklas dan lain-lain. Mineral-mineral montmorillonit umumnya berupa butiran yang sangat halus dengan lapisan-lapisan penyusun yang tidak terikat kuat. Montmorillonit yang terdapat dalam bentonit adalah mineral liat yang dapat mengembang dan mengerut yang tergolong ke dalam kelompok smektit serta mempunyai komposisi kimia yang beragam. Potensi mengembang-mengerut dan adanya muatan negative yang tinggi adalah penyebab mineral ini dapat menerima dan menyerap ion-ion logam dan kation-kation organik. Montmorillonit mempunyai Mg dan ion Fe^{2+} dalam posisi octahedral.

Bentonit terdiri dari bentonit alami dan yang sudah diaktivasi. Bentonit hasil aktivasi artinya hasil perlakuan bentonit alami dengan asam mineral, umumnya asam sulfat. Perlakuan menggunakan asam menaikkan daya adsorpsi tanah tersebut sedemikian sebagai akibatnya untuk menghilangkan zat warna menggunakan jumlah yang sama, bentonit aktif diperlukan hanya setengah dari bentonit netral. Untuk beberapa jenis minyak tertentu seperti minyak kelapa sawit, warna hanya bisa dihilangkan secara efektif menggunakan bentonit aktif. Bentonit yang sudah digunakan di proses bleaching di minyak kelapa sawit dianggap bentonit bekas. Bentonit adalah lempung yang memiliki kandungan utama mineral smektit (montmorillonit) dengan kadar 85-95% (Riyani, 2014)

Mineral-mineral bentonit biasanya berbentuk butiran yang sangat halus yang memiliki struktur kristal berlapis serta berpori. Mineral tersebut memiliki

kemampuan mengembang (*swellability*) sebab ruang antar lapis yang dimilikinya, dan dapat mengakomodasi ion-ion atau molekul terhidrat menggunakan ukuran tertentu. Potensi mengembang-mengerut dan adanya muatan negatif yang tinggi adalah penyebab mineral ini dapat menerima dan menyerap ion-ion logam serta kation-kation organik membentuk senyawa kompleks berupa organo-mineral. Kation organik diyakini bisa menggantikan kation-kation anorganik di posisi antar lapis (Riani, 2014).

Berdasarkan pada sifat penyerapan dan sifat katalis yang dimiliki bentonit, bentonit banyak digunakan pada industri sebagai adsorben pestisida, adsorben kotoran binatang, katalis serta penunjang katalis, bahan pemucat (*bleaching earth*) pada industri minyak sawit dan berbagai industri farmasi. Penggunaan ini didasarkan pada ketersediaan bentonit yang terdapat di alam.

Berdasarkan tipenya, bentonit dikelompokkan menjadi dua, yaitu :

a. Na-Bentonit

Na bentonit memiliki daya mengembang sampai delapan kali jika dicelupkan ke dalam air dan tetap terdispersi beberapa saat pada air. Pada keadaan kering berwarna putih dan keadaan basah berwarna coklat serta akan mengkilap jika terkena sinar matahari. Suspensi koloidal memiliki pH 8,5 hingga 9,8. Na-bentonit digunakan sebagai bahan perekat, pengisi, lampu bor sesuai dengan sifatnya yang dapat menghasilkan suspensi kental sesudah bercampur dengan air (Riyani, 2014).

b. Ca-Bentonit

Bentonit ini kurang mengembang jika dicelupkan ke dalam air, tetapi secara alami sesudah diaktifkan memiliki sifat menghisap yang baik. Pada keadaan kering berwarna abu-abu, biru, kuning, merah, coklat. Suspensi koloidal memiliki pH 4 sampai 7. Ca-Bentonit sering digunakan sebagai bahan lampu bor setelah melalui pertukaran ion akibatnya terjadi perubahan menjadi Na-bentonit dan diharapkan sebagai peningkatan sifat reologi dari suspensi mineral tersebut (Riyani, 2014)

2.5.1 Sifat Fisik dan Kimia Bentonit

Pada keadaan kering bentonit memiliki sifat fisik berupa partikel butiran yang halus berbentuk rekahan-rekahan atau serpihan yang khas mirip tekstur pecah kaca (*concoidal fracture*), kilap lilin, lunak, plastis, berwarna kuning muda sampai abu-

abu, Jika lapuk berwarna coklat kekuningan, kuning merah atau coklat, Bila diraba terasa licin, serta jika dimasukan ke dalam air akan menghisap air. Sifat fisik lainnya berupa massa jenis 2,2-2,8 g/L; indeks bias 1,547-1,557; massa molekul relative 549,07 g/mol; serta titik lebur 1330-1430°C

Unsur-unsur kimia yang terkandung dalam bentonit diperlihatkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Komposisi Kimia Bentonit

Senyawa	Na-Bentonit (%)	Ca-Bentonit (%)
SiO ₂	61,3-61,4	62,12
Al ₂ O ₃	19,8	17,33
Fe ₂ O ₃	3,9	5,30
CaO	0,6	3,68
MgO	1,3	3,30
Na ₂ O	2,2	0,50
K ₂ O	0,4	0,55
H ₂ O	7,2	7,22

(Supeno, 2007)

Secara umum menurut Minto Supeno (2009) proses terjadinya bentonit di alam ada 4, yaitu :

a. Terjadi karena proses pelapukan batuan

Pembentukan bentonit sebagai akibat pelapukan batuan dapat disebabkan karena adanya reaksi antara ion-ion hidrogen yang ada dalam air dan tanah dengan persenyawaan silikat pada batuan. Mineral utama pada pembentukan bentonit ialah plagioklas, kalium-feldspar, biotit, muskovit dan senyawa alumina serta ferromagnesian.

b. Terjadi karena proses hidrotermal alam

Dengan adanya unsur logam alkali dan alkali tanah, mineralmika, ferromagnesian, feldspar, serta plagioklas pada umumnya akan membentuk monmorilonit, disebabkan oleh adanya unsur magnesium. Proses hidrotermal mempengaruhi alterasi yang sangat lemah akibatnya mineral-mineral yang kaya magnesium cenderung menghasilkan mineral klorit.

c. Terjadi karena proses transformasi

Pada wilayah danau, lautan, dan cekungan sedimentasi terjadi proses transformasi (pengubahan) abu vulkanis yang memiliki komposisi gelas yang akan

menjadi mineral lempung. pada wilayah gunung merapi akan terjadi transformasi jika debu gunung merapi diendapkan pada cekungan seperti danau dan air.

d. Terjadi karena proses pengendapan batuan

Secara kimiawi terjadi menjadi endapan sedimen pada suasana basa (alkali) dan terbentuk di cekungan sedimen yang bersifat basa. Unsur pembentuknya yaitu karbonat, silika, fosfat, dan unsur lainnya yang bersenyawa dengan unsur aluminium serta magnesium.

2.6 Cartridge Filter

Cartridge filter berfungsi sebagai penyaringan akhir partikel berukuran sangat kecil serta tidak larut dalam air (suspended solid) yang masih lolos pada media filter. Cartridge dapat menyaring padatan pada air seperti pasir, lumpur, lumut, kerak, karat dan lain-lain. Cartridge bekerja dengan prinsip menekan air ke arah filter menggunakan pompa Cartridge filter biasanya berukuran panjang 10 inchi dan 20 inchi dengan diameter luar 60 mm dan diameter dalam 30 mm. *Cartridge* filter memiliki kemampuan penyaringan cukup baik, karena lubang perforasi media filternya yang sangat kecil, yaitu dari 10 μm sampai dengan 0,5 μm . Cartridge dapat terbuat dari katun, wool, rayon, selulosa, fiberglass, polypropylen, akrilik, nilon, asbes, ester-ester selulosa, polimer hidrokarbon terfluorinasi (Indra & Susanto, 2016).

Cartridge filter banyak digunakan di Industri Oil & Gas, Industri Minuman, Industri Kosmetik dan Industri Alkohol. Ada beberapa jenis media cartridge yang digunakan yaitu *Cartridge String Wound*, *Cartridge Melt Blown*, *Cartridge Carbon Block*, *Meltblown (Spun)*, *Meltblown Minigrove*, dan *Meltblown Deepgrove*. Kekuatan media penyaringan dari *Cartridge* Filter terdiri dari beragam ukuran dari 1 mikron hingga dan 50 mikron. Pemilihan jenis *cartridge* di atas bergantung pada tingkat kontaminan, laju alir, temperatur operasi, dan tekanan operasi (Industri Hijau, 2022).