

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

Komposit merupakan kata sifat yang berarti susunan atau gabungan. Komposit ialah kombinasi antara dua material atau lebih yang berbeda sifat dimana material yang satu berfungsi sebagai komponen matriks (bahan pengikat) sedangkan material satu berfungsi sebagai komponen filler (bahan pengisi) (Chung,2010).

Dapat dikatakan bahwa komposit adalah gabungan antara bahan matrik atau pengikat yang diperkuat. Bahan material terdiri dari dua bahan penyusun, yaitu bahan utama sebagai pengikat dan bahan pendukung sebagai penguat. Bahan penguat dapat dibentuk serat, partikel, serpihan atau dapat berbentuk yang lain (Surdia, 1992).

Bentuk (dimensi) dan struktur penyusun komposit akan mempengaruhi karakteristik komposit, begitu pula jika terjadi interaksi antara penyusun akan meningkatkan sifat dari komposit. Material komposit terdiri lebih dari satu tipe material dan dirancang untuk mendapatkan kombinasi karakteristik terbaik dari setiap komponen penyusunnya. Dibanding dengan material konvensional, bahan komposit memiliki banyak keunggulan, diantaranya memiliki kekuatan yang dapat diatur, berat yang lebih ringan, kekuatan dan ketahanan yang lebih tinggi, tahan korosi, dan tahan terhadap keausan (Bishop dan Smallman, 2000).

Material komposit adalah material yang terbuat dari dua bahan atau lebih yang tetap terpisah dan berbeda dalam level makroskopik selagi membentuk komponen tunggal sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit bersifat heterogen dalam skala makroskopik. Bahan penyusun komposit tersebut masing-masing memiliki sifat yang berbeda dan ketika digabungkan dalam komposisi tertentu terbentuk sifat-sifat baru yang disesuaikan dengan keinginan (Krevelen, 1994).

Keunggulan dari material komposit adalah penggabungan unsur-unsur yang unggul dari masing-masing unsur pembentuknya. Sifat material hasil penggabungan ini diharapkan dapat melengkapi kelemahan yang ada pada material penyusunnya (Mardiyanto,2009).

2.1.1 Jenis-Jenis Komposit

Jenis- jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakan ada 3 macam yaitu:

1. *Fibrous Composites* (Komposit Serat) merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat. Serat atau fiber yang biasa digunakan berupa glass fibers, carbon fibers, aramid fibers dan lain sebagainya.
2. *Laminated Composites* (Komposit Laminat) merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapisan atau lebih yang digabung menjadi satu dan tiap lapis memiliki karakteristik sifat sendiri.
3. *Particulate Composites* (Komposit Partikel) merupakan jenis komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguat dan terdistribusi secara merata di dalam matriksnya.

Komposit dapat diartikan sebagai dua macam atau lebih dari suatu material yang digabungkan dalam skala makroskopis atau dapat dilihat langsung secara kasat mata sehingga menjadi suatu material baru yang lebih bermanfaat. Komposit terdiri dari 2 bagian utama yaitu:

- a. Matriks merupakan perekat atau pengikat dan pelindung *filler* (pengisi) dari kerusakan eksternal. Matriks yang sering digunakan yaitu *carbon*, *glass* dan *kevlar*.
- b. *Filler* (pengisi) merupakan penguat dari matriks itu. *Filler* yang sering digunakan yaitu *carbon*, *glass*, *aramid* dan *kevlar*

2.2 Karbon Aktif



Gambar 2.1 Karbon aktif serbuk dan granular Sumber: (Cahyo, 2015)

Karbon aktif atau arang aktif, merupakan suatu jenis padatan yang memiliki pori dan luas permukaan yang cukup besar. Karbon aktif mempunyai kandungan karbon sekitar 85-95%, yang dihasilkan dari pemanasan pada suhu tinggi pada bahan-bahan yang mengandung karbon. Saat pemanasan pada suhu tinggi berlangsung, diusahakan agar kebocoran udara di dalam suatu ruang pemanasan tidak terjadi sehingga bahan yang mengandung karbon dapat terkarbonisasi dengan baik dan tidak akan teroksidasi.

Pada karbon aktif mempunyai pori-pori yang bentuk dan ukurannya bervariasi dan tak teratur. Ukuran pada pori-pori karbon dapat dibagi menjadi tiga kategori yaitu mikropori <2 nm, mesopori 2-50 nm, dan makropori >50 nm (Marsh 2006). Ukuran dari pori-pori karbon aktif ini dapat menentukan bagaimana proses adsorpsi terjadi dan dapat menyerap partikel-partikel yang sangat halus (molekul).

Karbon aktif adalah salah satu bahan yang memiliki sifat penting yaitu daya serap (adsorpsi) (Rijali, 2015). Keunggulan utama dari karbon aktif yaitu memiliki luas permukaan yang besar dan pori permukaan membentuk lapisan ganda sehingga mempunyai kemampuan daya serap yang besar. Karbon aktif juga berasal dari bahan yang ramah lingkungan dan terbarukan (Zhou dkk., 2012).

menyatakan bahwa karbon aktif memiliki luas permukaan yang sangat besar serta memiliki pori sehingga bias digunakan untuk berbagai aplikasi. Karbon aktif dapat digunakan untuk menyerap warna, rasa dan menghilangkan bau sehingga sering dipakai dalam pengolahan makanan. Karbon aktif juga dapat digunakan untuk menyerap berbagai macam logam berat dan gas dalam pengolahan air bersih dan pengolahan air limbah. Wu (2004)

Karbon aktif yang digunakan dalam pengolahan air bersih dan air limbah sebagai adsorben mempunyai banyak kelebihan yaitu efektif, preparasinya mudah dan pembiayaan yang relatif. Indah dan Hendrawani (2015)

Bahan karbon aktif yang paling banyak digunakan adalah yang berbahan dasar fosil dan organik karena relatif murah dan mudah dalam membuatnya (Taer dkk., 2011).

Menurut Badan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 mengenai karakteristik standar dari karbon aktif tercantum pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Spesifikasi Karbon Aktif

Standar Industri Indonesia (SII No.0258-79) syarat mutu arang aktif

Uraian	Satuan	Persyaratan	
		Butiran	Serbuk
Bagian yang hilang pada pemanasan 950	%	Maks 15	Maks 25
Air	%	Maks 4,4	Maks 15
Abu	%	Maks 2,5	Maks 10
Daya serap terhadap I ₂	Mg/g	Min 750	Min 750
Karbon aktif murni	%	Min 80	Min 65
Daya serap terhadap benzene	%	Min 25	-
Daya serap terhadap methylene blue	Mg/g	Min 60	Min 120
Kerapatan jenis curah	-	0,45-0,55	0,30-0,35
Lolos ukuran mesh 325	%	-	Min 90
Jarak mesh	%	90	-
Kekerasan	%	80	-

Sumber: Standar Industri Indonesia, Mutu dan Cara Uji Karbon Aktif.

2.2.1 Kegunaan Karbon Aktif

Umumnya karbon aktif atau arang aktif memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Sebagai filter untuk menjernihkan air.
2. Sebagai adsorben pemurnian gas.
3. Sebagai filter industri minuman.
4. Sebagai pemucat atau penghilang warna kuning pada gula pasir.
5. Untuk mengolah limbah B3 (Bahan Beracun Berbahaya).
6. Sebagai penyegar/ pembersih udara ruangan dari kandungan uap air.

2.2.2 Arang Tempurung Kelapa

Pada umumnya pembuatan arang aktif dari tempurung kelapa dimulai dengan pirolisis tempurung kelapa untuk menghasilkan arang, proses selanjutnya adalah pembuatan arang aktif dapat dilakukan secara kimiawi maupun fisika. Secara kimiawi, aktivasi arang tempurung kelapa dengan perendaman bahan kimia seperti $ZnCl_2$, $CaCl_2$, $MgCl_2$, $NaOH$, H_2SO_4 , KOH dan lain-lainnya (Jamilatun,2015).

Tempurung kelapa yang memiliki kualitas yang baik yaitu tempurung kelapa tua dan kering yang ditunjukkan dengan warna yang gelap kecoklatan. Tempurung kelapa dikategorikan sebagai kayu keras tapi memiliki kadar lignin yang cukup tinggi dan kadar selulosa yang lebih rendah dengan kadar air sekitar 6-9%. Secara kimia tempurung kelapa memiliki komposisi yang tersusun atas lignin 36,51%, selulosa 33,61% dan hemiselulosa 19,27% (Maryono dkk.,2013).

2.2.3 Aktivasi Secara Kimia

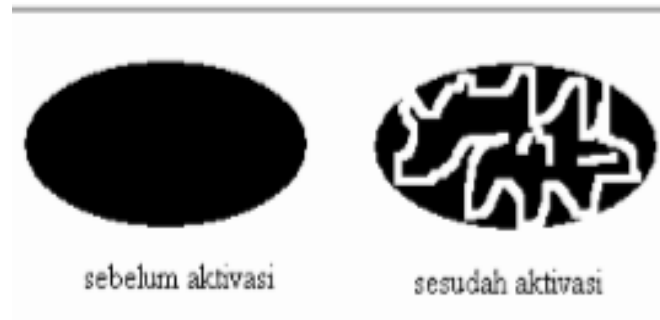
Pada prinsipnya aktivasi secara kimia ialah dengan cara perendaman arang dengan menggunakan senyawa kimia. pada proses pengaktifan arang direndam di dalam larutan pengaktifasi selama 24 jam, lalu di saring dan dilakukan pemanasan menggunakan furnace dengan suhu $600-900^{\circ}C$ selama 2 jam. Penggunaan bahan kimia sebagai larutan aktivasi arang sering mengakibatkan arang aktif terdapat kotoran, karena umumnya aktivator meninggalkan sisa-sisa berupa oksida yang tidak dapat larut didalam air saat proses pencucian. Oleh karena itu, pada proses sering dilakukan dengan larutan HCl untuk mengikat kembali sisa-sisa bahan kimia yang tertempel pada permukaan arang aktif serta kandungan abu dalam arang tersebut.

2.2.4 Aktivasi Secara Fisika

Pada umumnya aktivasi dengan secara fisika menggunakan oksidator lemah, misalnya uap air, gas CO_2 , N_2 , dan O_2 . Pada proses ini tidak terjadi oksidasi terhadap atom-atom karbon yang tersusun pada arang tetapi oksidator tersebut hanya mengoksidasi komponen yang menutupi permukaan dari pori-pori arang. Prinsip pada proses aktivasi ini ialah dengan mengaliri gas ringan seperti uap air, karbon dioksida, atau udara ke dalam silinder tertutup yang berisi arang lalu dipanaskan dengan

menggunakan suhu sekitar 800-1000°C. Akan tetapi pemanasan pada suhu diatas 1000°C dapat menyebabkan kerusakan struktur kisi heksagonal dari arang tersebut (Manocha, 2003 dalam Lempang, 2014).

Berikut merupakan struktur karbon aktif sebelum dan sesudah aktivasi:



Gambar 2.2 Struktur Karbon Aktif Sebelum dan Sesudah Aktivasi
Sumber: (Atmayuda, 2007)

2.3 Zeolit

Zeolit merupakan suatu mineral berupa Kristal silika yang terdiri dari tiga komponen yaitu kation yang dapat dipertukarkan, kerangka alumina silikat dan air serta memiliki sifat tahan terhadap suhu tinggi dan stabilitas tinggi (Hamdan, 1992).

Mineral zeolit dikenal sejak tahun 1756 oleh Cronstedt, saat beliau menentukan Stilbit yang bila dipanaskan seperti batuan mendidih. Hal ini disebabkan oleh dehidrasi molekul air yang terkandung didalamnya. Zeolit (Zeolithos) atau batuan mendidih, di dalam riset kimiawan telah lama menjadi pusat perhatian. Struktur zeolit sejauh ini diketahui bermacam-macam tetapi secara garis besar strukturnya terbentuk dari unit bangun primer, berupa tetrahedral yang akan menjadi unit bangun sekunder polihedral dan membentuk polihendra dan akhirnya menjadi struktur zeolit.

2.3.1 Sifat Fisik dan Kimia Zeolit

Zeolit memiliki sifat fisik dan kimia yaitu:

a. Dehidrasi (melepas molekul H_2O)

Zeolit akan melepas molekul air apabila dipanaskan. Pada umumnya struktur kerangka zeolit akan menyusut, tetapi kerangka dasar tidak mengalami perubahan secara nyata.

b. Adsorben dan penyaring molekular

Hal ini dimungkinkan karena struktur zeolit yang berongga, sehingga zeolit mampu menyerap sejumlah besar molekul yang berukuran lebih kecil atau sesuai dengan ukuran rongganya. Selain itu kristal zeolit yang telah terdehidrasi merupakan adsorben yang selektif dan mempunyai efektivitas adsorpsi yang cukup tinggi.

c. Katalis

Hal ini berkaitan dengan tersedianya pusat-pusat aktif dalam saluran antar zeolit. Pusat aktif tersebut terbentuk karena adanya gugus fungsi asam tipe Bronsted maupun Lewis. Pusat aktif yang bersifat asam ini selanjutnya dapat mengikat molekul-molekul basa secara kimiawi.

Karakteristik zeolit meliputi:

1. Densitas : 1,1 gr/cc
2. Porositas : 0,31
3. Volume berpori : 0,28-3 cc/gr
4. Surface area : 1-20 m^2 /gr
5. Jari-jari mikropori : 0,5 nm
6. Jari-jari makropori : 30-100 nm

2.4 Kitosan



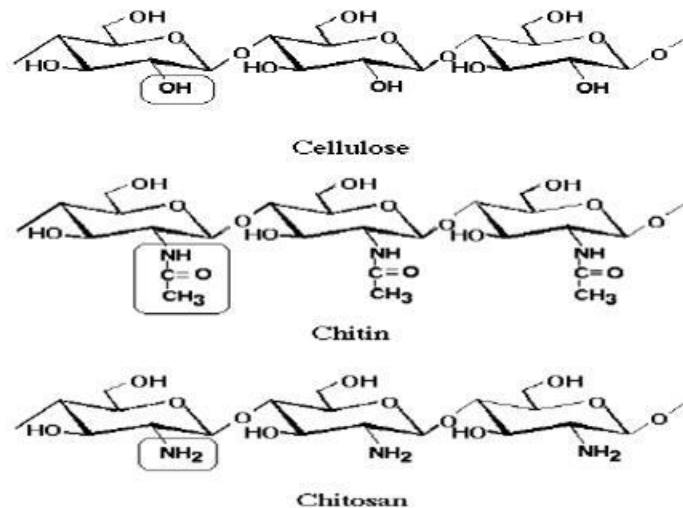
Gambar 2.3 Kitosan

Sumber : (pdfs.semanticscholar.org diakses pada 27 juni 2019

Kitosan adalah polisakarida yang banyak terdapat di alam setelah selulosa dan ditemukan pada hewan *crustacea* termasuk kepiting. Kepiting bakau memiliki banyak fungsi, selain dagingnya yang dapat dimakan, kulit kepiting juga dapat dimanfaatkan karena mengandung kitin yaitu sekitar 18.70-32.20% (Restuati, Martina. 2008.)

Kitosan dihasilkan dari kitin yang mempunyai struktur kimia yang sama pula dengan kitin, terdiri dari rantai molekul yang panjang dan berat molekul yang tinggi. Kitosan dapat dihasilkan dari kitin melalui proses deasetilasi yaitu dengan cara mereaksikan menggunakan alkali berkonsentrasi tinggi dengan waktu yang relatif lama dan suhu yang tinggi. Kitosan merupakan biopolimer yang memiliki keunikan karakteristik kation dan bermuatan positif, sedangkan didalam larutan alkali kitosan akan mengendap (Pratiwi, 2014). Adapun solvent yang digunakan untuk melarutkan kitosan yaitu asam format/air, asam asetat/air, asam laktat/air, asam glutamat/air (Taufan & Zulfahmi, 2010).). Kitin merupakan polisakarida terbesar kedua setelah selulosa yang mempunyai rumus kimia poli(2-asetamido-2-deoksi- β -(1-4)-D-glukopiranososa) dengan ikatan β -glikosidik (1,4) yang menghubungkan antar unit ulangnya. Struktur kimia kitin mirip dengan selulosa, hanya dibedakan oleh gugus yang terikat pada atom C kedua. Jika pada selulosa gugus yang terikat pada atom C kedua adalah OH, maka pada kitin yang terikat adalah gugus asetamida (Muzzarelli, 1985).

Perbedaan struktur kimia dari selulosa, kitin dan kitosan dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Struktur Kimia Selulosa, Kitin dan Kitosan (Toharisman, 2007)

Kitosan merupakan polimer rantai panjang yang disusun oleh monomer-monomer glukosamin (2-amino-2-deoksi-D-glukosa). Biopolimer ini disusun oleh dua jenis amino yaitu glukosamin (2-amino-2-deoksi-D-glukosa, 70-80%) dan N-asetilglukosamin (2-asetamino-2-deoksi-D-glukosa, 20-30%) (Goosen, 1997).

Kitosan telah digunakan secara luas dalam bidang medis terutama sebagai biopolimer yang biasanya digabungkan dengan material pengganti tulang dan gigi karena bersifat *biocompatible*, *biodegradable*, *bioresorbable* dan non-toksik (Nather *et al*, 2005). Kitosan juga bersifat *osteoconduktive*, bioaktif, dapat meningkatkan persembuhan luka dan mempunyai sifat antimikroba yang membuatnya menarik untuk digunakan sebagai pelapis bioaktif dalam meningkatkan *osseointegrasi* dari implan tulang. Kitosan biasanya digabungkan dengan senyawa kalsium fosfat seperti HAp untuk dibentuk menjadi pelet berpori yang menyediakan jaringan untuk migrasi sel sehingga memungkinkan terjadinya pertumbuhan jaringan (Zhao *et al*, 2002).

Pemanfaatan kitosan dalam bidang adsorben banyak diaplikasikan sebagai atom penjerap ion logam berat dalam pengolahan air, pengawet, aditif makanan, pewarna, pigmen dalam rekayasa limbah, imobilisasi enzim, dan anti kolesterol.

Pemanfaatan dari kitosan dalam bidang ilmu pengetahuan sebagai studi kinetika yang terjadi dalam proses pembuatan kitosan melalui reaksi deasetilasi kitin menjadi kitosan.

Mutu kitosan yang diperdagangkan secara komersial tergantung pada penggunaannya, misalnya pada penanganan limbah diperlukan kitosan dengan kemurnian yang rendah, sedangkan jika untuk obat-obatan diperlukan kitosan dengan kemurnian yang tinggi. Mutu kitosan tersebut dipengaruhi oleh beberapa parameter yaitu kadar air, kadar abu, derajat deasetilasi (Bastman 1989 diacu dalam Subtjah *et al*, 1992). Karakteristik kitosan berdasarkan standar mutu yang ditetapkan *Protan Laboratories* dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Spesifikasi Kitosan

Jenis Organisme	Kandungan Kitosan
Ukuran partikel	Serbuk sampai bubuk
Kadar air	$\leq 10\%$
Kadar abu	$\leq 2\%$
Warna larutan	Jernih
Derajat deasetilasi	$\geq 70\%$
Viskositas (cPs)	< 200
Rendah	< 200
Medium	200-799
Tinggi	800-2000
Sangat tinggi	> 2000

(Sumber: *Protan Laboratories*, 1992)

Kitosan berbentuk spesifik dan mengandung gugus amino dalam rantai panjangnya. Kitosan adalah polisakarida yang unik, karena polimer ini mempunyai gugus amin bermuatan positif, sedangkan polisakarida lain umumnya bersifat netral atau bermuatan negatif (Angka dan Suhartono, 2000). Grup amin kitosan dapat berinteraksi dengan muatan negatif suatu molekul seperti protein dan polimer yang lain (Goosen, 1997).

Sifat yang penting dari kitosan adalah *biokompatibel*, *biodegradabel*, *biofungsional* dan tidak toksik. Berdasarkan sifat tersebut kitosan banyak digunakan di bidang kesehatan dan obat seperti untuk bahan pelepas obat dan sebagai *growth factor* pada pelapis obat. Kitosan dapat digabungkan dengan hidroksiapatit sehingga memiliki dual fungsi yaitu kitosan yang bersifat *osteoinduktif* karena mengandung *growth factor* dan hidroksiapatit yang bersifat osteokonduktif yang menyediakan pertumbuhan bagi sel osteoblast sehingga penambahan kitosan dapat memperbaiki sifat mekanik dan kekuatan dari hidroksiapatit (Feng *et al*, 2010). Sebagai *growth factor*, kitosan dapat mempercepat pembentukan tulang baru karena strukturnya sama dengan *glycosamino glycans* dan *hyaluronic acid* yang terdapat pada *kartilago* (Suh *et al* 2000; Seo *et al* 2004; Di *et al* 2005).

Kitosan yang memiliki struktur mirip dengan selulosa merupakan biopolimer yang dapat meningkatkan rasio penyembuhan luka, mendukung pertumbuhan sel dan memberikan hasil yang baik dalam aplikasi pada bidang rekayasa jaringan. Kitosan juga menunjukkan sifat bakterostatik dan fungistatik yang mencegah infeksi (Aprilia, 2008).

Kitosan merupakan biopolymer polikationik yang mempunyai kemampuan mengikat beberapa logam dan merupakan polimer poliamina berbentuk linier (Cahyaningrum dkk., 2008).

Kitosan dapat berfungsi mengikat logam karena memiliki gugus NH dan OH yang bersifat reaktif. Jika situs aktif bertambah, maka diharapkan kemampuan kitosan untuk mengikat ion logam juga semakin besar. Salah satu metode yang digunakan untuk memperbanyak situs aktif kitosan adalah metode impregnasi. Impregnasi merupakan salah satu bentuk dari modifikasi dengan menambahkan gugus fungsional atau situs aktif pada material padat. Kitosan dapat dimodifikasi dengan alumina dan dapat mengadsorpsi ion logam Cd(II) dengan kapasitas adsorpsi sebesar 15.35 ± 0.05 mg/g (Darjito., Danar, P., Siti, N.N. 2006.)

Kitosan mengandung gugus amina bebas yang memberikan karakteristik sebagai penukar ion dan pembentukan ion kompleks. Keberadaan gugus amina tersebut menyebabkan kitosan mudah larut dalam media asam. Kitosan dapat dibuat

komposit dengan material anorganik untuk meningkatkan ketahanan fisiknya yang mudah larut atau membentuk gel pada suasana asam. Komposit kitosan dengan material anorganik diharapkan dapat bekerja dengan baik pada suasana asam dan mempunyai stabilitas yang tinggi. Komposit kitosan dengan bahan anorganik berpori berpotensi memberikan keuntungan dalam mekanisme adsorpsi. Proses adsorpsi dapat terjadi dengan melibatkan gugus fungsi atau melibatkan pori atau keduanya menjadi sama-sama berperan dalam mekanisme adsorpsi. Berbagai modifikasi kimia telah dilakukan untuk menghasilkan turunan kitosan ataupun komposit kitosan yang diharapkan dapat memperbaiki ketahanan, stabilitas dan kemampuan kitosan sebagai adsorben. Cahyaningrum dkk. (2008),

2.4.1 Karakteristik Kitosan

Karakteristik dari kitosan diantaranya struktur yang tidak teratur, bentuknya kristalin atau semikristalin. Selain itu dapat juga berbentuk padatan amorf berwarna putih dengan struktur kristal tetap dari bentuk awal kitin murni. Kitosan mempunyai rantai yang lebih pendek daripada rantai kitin. Kelarutan kitosan dalam larutan asam serta viskositas larutannya tergantung dari derajat deasetilasi dan derajat degradasi polimer.

Kitosan kering tidak mempunyai titik lebur. Bila disimpan dalam jangka waktu yang relatif lama pada suhu sekitar 100°F maka sifat keseluruhannya dan viskositasnya akan berubah. Bila kitosan disimpan lamadalam keadaan terbuka maka akan terjadi dekomposisi warna menjadi kekuningan dan viskositasnya menjadi berkurang.

Kitosan tidak larut dalam air namun larut dalam asam, memiliki viscositas cukup tinggi ketika dilarutkan, sebagian besar reaksi karakteristik kitosan merupakan reaksi karakteristik kitin. Adapun berbagai solvent yang digunakan umumnya tidak beracun untuk aplikasi dalam bidang makanan. Solvent yang digunakan untuk melarutkan kitosan adalah asam format/air, asam asetat/air, asam laktat/air dan asam glutamate/air.

Pada proses deasetilasi kitin akan menghilangkan gugus asetil dan menyisakan gugus amino yang bermuatan positif jika berada pada kondisi asam (bersifat kationik) dan sangat menentukan sifat fungsional dari kitosan (Shahidi *et al*, 1999).

2.4.2 Manfaat Kitosan

Selain pemanfaatan kitosan dalam bidang medis dewasa ini kitosan sudah dapat diaplikasikan dalam bidang lingkungan. Dengan aplikasi terbaru tersebut kitosan telah membawa keuntungan yang sangat signifikan. Salah satu pemanfaatan kitosan dalam bidang lingkungan tersebut adalah sebagai adsorben atau atom penjerap logam berat, seperti timbal (Pb), krom (Cr) dan raksa (Hg) yang terdapat pada air yang tercemar (Sri *et al*, 2013).

Beberapa metode dalam mengelola limbah cair yang mengandung pencemaran logam adalah dengan perlakuan melalui pengendapan, koagulasi atau flokulasi, filtrasi, proses membran, pertukaran ion, proses biologi dan reaksi-reaksi kimia. Dalam penerapannya setiap metode memiliki keunggulan dan keterbatasan masing-masing dari aspek teknis, ekonomis dan dampak ikutannya (Alimuniar, 1998).

Kitosan telah digunakan secara meluas sebagai penukar kation dengan cara pengompleksan pada perawatan air atau limbah. Kitosan dikenal juga sebagai penghelat logam-logam beracun. Serbuk atau larutan kitosan dapat menghilangkan atau mengurangi logam atau ion logam yang terdapat dalam air sungai, air laut dan air limbah (Muzarelli, 1985).

Kitosan merupakan biopolimer alam yang bersifat polielektrolit kationik yang berpotensi tinggi untuk penyerapan logam dengan mudah terbiodegradasi serta tidak beracun. Muzarelli (1977) melaporkan bahwa kitosan sudah pernah digunakan untuk menyerap logam-logam seperti tembaga (Cu), timbal (Pb), besi (Fe), nikel (Ni) dan semua logam tersebut didapati mudah terserap dengan baik.

Menurut beberapa peneliti seperti Hutahean (2001) menggunakan kitosan sebagai adsorben logam seng (Zn) dan krom (Cr) dan didapati telah berhasil menurunkan kadar logam tersebut. Amelia (1991) melaporkan larutan kitosan yang dibuatnya mampu menurunkan kadar logam Cu pada limbah cair industri pelapisan logam sebesar 60%.

2.4.3 Sifat fisik Kitosan

Kitosan merupakan kopolimer D-glucosamine dan N-acetyl-D glucosamine dengan ikatan β -(164), yang diperoleh dari alkali atau deasetilasi enzimatis dari polisakarida kitin. Kitosan kering tidak mempunyai titik lebur. Bila disimpan dalam jangka waktu yang relatif lama pada suhu sekitar 100°F maka sifat keseluruhan dan viskositasnya akan berubah. Bila kitosan disimpan dalam keadaan terbuka maka akan terjadi dekomposisi warna akan menjadi kekuningan dan viskositas akan berkurang.

2.4.4 Sifat Kimia Kitosan

Kitosan digunakan di berbagai aplikasi, hal ini dikarenakan adanya gugus amino pada posisi C2 dan juga karena gugus hidroksil primer dan sekunder pada posisi C3 dan C6. Kitosan merupakan turunan sederhana dari kitin. Kitosan tidak larut dalam air namun larut dalam asam, memiliki viskositas yang tinggi saat dilarutkan.

2.5 Adsorpsi

Adsorpsi adalah peristiwa penyerapan atau pengayaan (enrichment) bahan dari suatu komponen campuran gas/cair di daerah antar fasa dimana bahan yang akan dipisahkan ditarik oleh permukaan zat padat. Bahan penyerap berupa zat padat, penyerap hanya dipermukaan zat penyerap. Berdasarkan penyerapannya adsorpsi terdiri dari 2, yaitu: (Kipling, 1965)

1. Adsorpsi secara fisika

Adsorpsi jenis ini bersifat reversible, berlangsung secara cepat dengan penyerapan kalor kecil, interaksi dianggap hanya menghasilkan gaya van der Waals dan terjadi pada semua proses adsorpsi serta berlangsung pada temperatur rendah. Reaksi kesetimbangan dinamis dapat terjadi bila reaksi yang terjadi merupakan reaksi bolak-balik.

2. Adsorpsi secara kimia

Terjadi dalam bentuk reaksi kimia, membutuhkan energi aktivasi. Kalor penyerapan tinggi karena reaksi-reaksi yang membentuk reaksi kimia. Waktu penyerapan lebih lama dari adsorpsi fisika dan sulit diregenerasi. Pada peristiwa

reaksi satu arah, zat-zat hasil reaksi tidak dapat bereaksi kembali membentuk zat pereaksi.

2.5.1 Mekanisme Adsorpsi

Proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben akibat kimia dan fisika (Reynolds,1982).

Proses adsorpsi tergantung pada sifat zat padat yang mengadsorpsi, sifat atom/molekul yang diserap, konsentrasi, temperatur dan lain-lain. Pada proses adsorpsi terbagi menjadi 4 tahap yaitu :

1. Transfer molekul-molekul zat terlarut yang teradsorpsi menuju lapisan film yang mengelilingi adsorben.
2. Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui lapisan film.
3. Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui kapiler/pori dalam adsorben.
4. Adsorpsi zat terlarut yang teradsorpsi pada dinding pori atau permukaan adsorben.

2.5.2 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

Adapun faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi antara lain:

1. Suhu

Pada umumnya adsorber bekerja secara adiabatik, sedangkan adsorpsi bersifat eksotermis sehingga kenaikan suhu akibat panas adsorpsi yang dihasilkan akan menurunkan kerja adsorpsi.

2. Kecepatan fluida

Kecepatan aliran fluida yang lebih besar memerlukan zona kontak yang lebih panjang supaya menghasilkan waktu kontak yang sama.

3. Konsentrasi zat yang diserap

Driving force yang menyebabkan zat terserap berpindah ke permukaan padatan. Adsorpsi dari sistem yang mengandung zat akan diserap berkonsentrasi tinggi akan lebih cepat dibanding sistem yang sangat encer.

4. Fase

Kecepatan adsorpsi pada fase cair lebih lambat 10 kali atau lebih daripada fase gas. Ini berarti panjang zona perpindahan massa sangat dipengaruhi oleh fase operasinya.

5. Ukuran adsorben

Ukuran adsorben yang lebih kecil akan memperbesar luas permukaan per satuan volum akibatnya zat yang terserap akan semakin banyak.

2.5.3 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Adsorbat yang Diserap

Adapun faktor lain yang mempengaruhi jumlah adsorbat yang diadsorpsi oleh adsorben yaitu :

1. Jenis adsorbat

a. Ukuran adsorbat

Semakin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin cepat proses adsorpsinya.

b. Kepolaran zat

Apabila diameter molekul adsorbat sama dengan diameter pori adsorben maka molekul-molekul non polar yang lebih kuat diadsorpsi oleh adsorben daripada molekul yang polar. Molekul yang non polar dapat menggantikan molekul polar yang lebih dulu diadsorpsi.

2. Karakteristik adsorben

a. Kemurnian adsorben

Adsorben yang memiliki kemurnian lebih tinggi akan memiliki kemampuan adsorpsi yang lebih baik.

b. Luas permukaan dan volume pori adsorben

Jumlah molekul adsorbat yang diserap oleh adsorben akan meningkat dengan bertambahnya luas permukaan dari volume pori dari adsorben. Sehingga seringkali adsorben diberi perlakuan awal seperti karbonisasi dan aktivasi untuk meningkatkan luas permukaan dari volume porinya

3. Temperatur

Proses adsorpsi merupakan proses eksotermis. Dengan demikian peningkatan temperatur pada tekanan yang tetap akan mengurangi jumlah senyawa yang teradsorpsi.

4. Waktu kontak

Waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik.

2.6 Logam Besi (Fe)



Sumber: wordpress.com,2018

Gambar 2.5. Logam Besi (Fe)

Besi adalah logam yang berasal dari bijih besi (tambang) yang banyak sekali digunakan untuk kehidupan sehari-hari. Besi memiliki simbol Fe dan nomor atom 26. Besi juga memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Besi juga merupakan unsur logam yang terpenting di dalam industri. Besi yang murni bersifat agak lunak dan kenyal. Oleh karena itu besi dalam industri sering dipadukan dengan baja. Berikut merupakan sifat fisik dan kimia dari besi (Fe):

Tabel 2.3 Sifat-sifat fisika dan kimia Besi (Fe)

Sifat Fisika Besi	Keterangan
Nomor atom	26
Massa atom (g/mol)	55,854
Titik lebur (°C)	1538
Titik didih (°C)	2861
Kapasitas kalor pada 25 °C (J/mol K)	25,10
Fase	Padat
Massa jenis (g/cm ³)	7,86
Penampilan	Metalik mengkilap abu-abu

sumber: eprints.polsri.ac.id, 2018

2.7 Scanning Electron Microscopy (SEM)



sumber: (Directindustry, 2011 dalam Ayu, 2013)
Gambar 2.6 Alat SEM

SEM (*Scanning Electron Microscope*) adalah salah satu jenis mikroskop electron yang menggunakan berkas electron untuk menggambarkan bentuk permukaan dari material yang dianalisis. Prinsip kerja dari SEM ini adalah dengan menggambarkan permukaan benda atau material dengan berkas electron yang dipantulkan dengan energi tinggi. Permukaan material yang disinari atau terkena berkar electron akan memantulkan kembali berkas electron atau dinamakan berkas electron sekunder ke segala arah. Tetapi dari semua berkas electron yang dipantulkan terdapat satu berkas electron yang dipantulkan dengan intensitas tertinggi. Detektor yang terdapat di dalam SEM akan mendeteksi berkas elektron berintensitas tertinggi yang dipantulkan oleh benda atau material yang dianalisis. Elektron memiliki resolusi yang lebih tinggi daripada cahaya. Cahaya hanya mampu mencapai 200nm sedangkan elektron bisa mencapai resolusi sampai 0,1 – 0,2 nm (Ayu, 2013).

2.8 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometri serapan atom, sering disingkat sebagai AAS atau SSA adalah suatu bentuk spektrofotometri dimana spesies pengabsorbsiannya adalah atom-atom. (Underwood, 1996:430).

Cara kerja SSA berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung didalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut

mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya. Jika radiasi elektromagnetik dikenakan kepada suatu atom maka akan terjadi eksitasi elektron dari tingkat dasar ke tingkat tereksitasi, setiap panjang gelombang memiliki energi yang spesifik untuk dapat tereksitasi ke tingkat yang lebih tinggi.

Spektroskopi serapan atom terdiri dari sumber cahaya, ruang sampel dan detektor. Dalam metode ini, cahaya dari sumber langsung diteruskan dari sampel ke detektor. Semakin besar jumlah sampel, maka semakin besar pula serapan yang dihasilkan sampel. Sumber cahayanya adalah lampu berupa katoda yang terdiri dari bagian-bagian yang teratur. Setiap unsur membutuhkan lampu katoda yang berbeda. Lampu tersebut ditempatkan di dalam ruang khusus lampu.

Ruang sampel adalah pembakar sejak sumber api menyerap radiasi atom. Sinyal dari detektor dipindahkan ke komputer, dan hasilnya dapat dilihat di monitor alat SSA. Untuk sampel yang akan dianalisis di dalam pembakar, dapat dilakukan persiapan larutan sampel di dalam pelarut yang cocok, kebanyakan dalam air.

Gas dari panas mengalir ke dalam pembakar sehingga menarik cairan ke dalam tabung dari ruang sampel. Cairan ini diubah dimana ion mengalami atomisasi. Atom menyerap cahaya dari sumber. Analisis kuantitatif ini bisa dicapai dengan kadar serapan larutan dengan konsentrasi yang diketahui. Kurva kalibrasi dan persamaan garis bisa digunakan untuk menentukan konsentrasi berdasarkan serapannya.