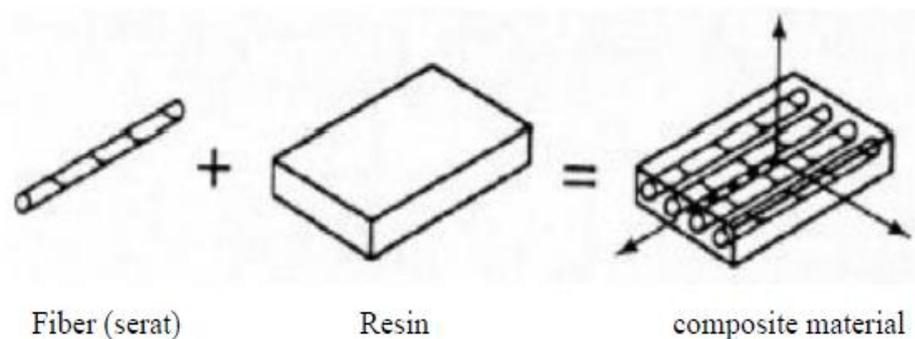


## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Komposit

Komposit merupakan suatu bahan yang terbuat dari dua ataupun lebih komponen-komponen yang mempunyai perbedaan sifat kimia ataupun fisika yang signifikan, kata komposit berasal dari kata “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabung, dalam kata lain komposit adalah campuran makroskopis antara komponen serat dan matrik dalam hal ini makroskopis yang dimaksud menunjukkan bahwa material pembentuk dalam matrik masih terlihat seperti aslinya (Hertanto, 2009).

Pada umumnya komposit tersusun atas dua komponen material yaitu material matrik dan substrat (*reinforcement*) ataupun penguat, kedua bagian material ini saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya berdasarkan atas fungsi masing-masing bagian tersebut. Substrat ataupun bahan pengisi berfungsi memperkuat matrik karena pada umumnya substrat jauh lebih kuat dari pada matrik dan nantinya akan memperkuat pembentukan bahan dengan mempengaruhi sifat fisik dan mekanik bahan yang terbentuk. Sedangkan matrik polimer berfungsi sebagai pelindung substrat dari pada efek lingkungan dan kerusakan akibat adanya benturan (Arif, 2008).



Gambar 1. Komposisi Komposit  
Sumber: K. Van Rijswijk . et. al, 2002

Bahan komposit merupakan bahan gabungan secara makro yang didefinisikan sebagai suatu sistem material yang tersusun dari campuran atau kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara makro berbeda dalam bentuk dan atau komposisi material yang tidak dapat dipisahkan. Material komposit mempunyai beberapa keuntungan diantaranya (Schwartz, 1997):

1. Bobotnya ringan
2. Mempunyai kekuatan dan kekakuan yang baik
3. Biaya produksi murah
4. Tahan korosi

## 2.2 Kitosan

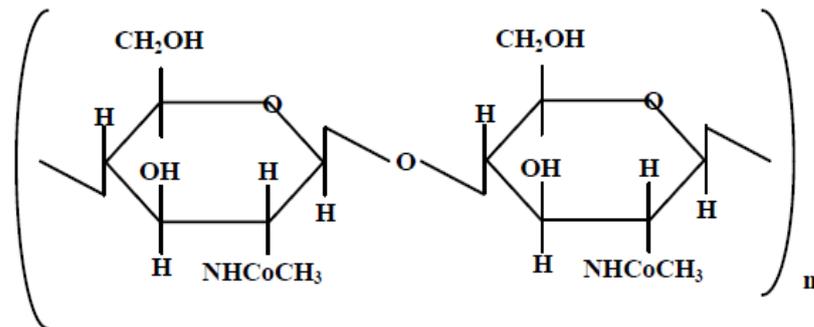
Kitosan merupakan senyawa penting ke-6 dan volume produksinya di alam bebas menempati peringkat ke-2 setelah serat/selulosa, yang banyak terdapat pada *crustacea*, kerang, rajungan dan organisme lainnya (Vipin, 2011). Lebih dari 109 - 1010 ton kitosan diperkirakan diproduksi di alam tiap tahunnya (Irwan dkk., 2004). Hal ini di dukung karena Indonesia yang merupakan negara maritim. Namun demikian, kitosan tersebut kebanyakan masih menjadi limbah yang harus dibuang dan bahkan menjadi masalah lingkungan.



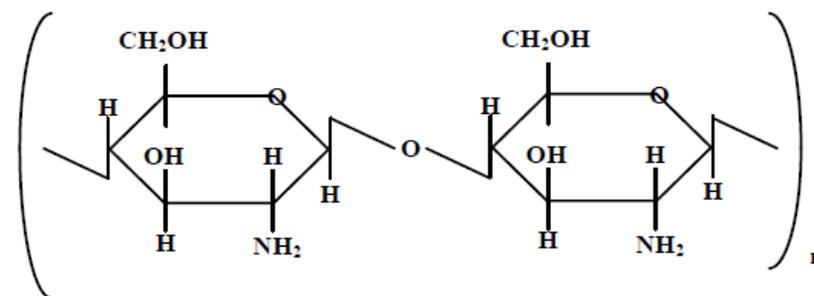
Gambar 2. Kitosan komersil (Trijayanto, 2009)

Tahun 1859 merupakan awal penemuan kitosan oleh C. Rouget dengan cara mereaksikan kitin dengan kalium hidroksida (KOH) pekat (Pradip, 2004). Dalam tahun 1934 selanjutnya, Rigby mendapatkan dua paten, yaitu penemuan mengenai pembuatan kitosan dari kitin dan pembuatan film dari serat kitosan (Devi, 2009). Penggunaan kitin dan kitosan berikutnya meningkat pada tahun 1940-an dan semakin berkembang pada tahun 1970-an seiring dengan

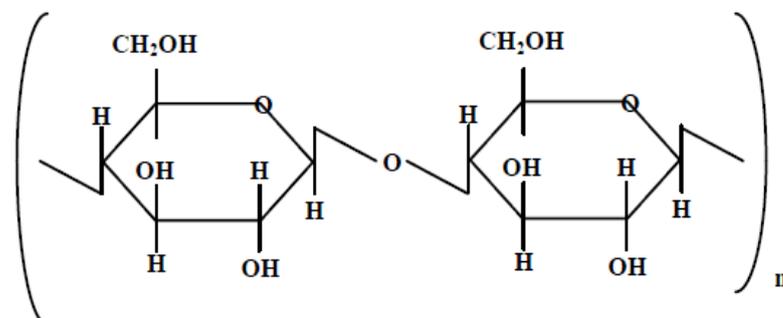
meningkatnya kebutuhan bahan alami dalam berbagai bidang industri (Bhuvaneshwari, 2007). Sejak saat itu juga penelitian terkait kitosan menjadi penghalang terhadap penyusupan jamur (Haryadi, 2006). Semakin berkembang pesat dari tahun ke tahun. Perkembangan ini bukan karena ketersediaan kitosan yang melimpah di alam, melainkan karena sifatnya yang *non-toxic*, *biodegradable*, dan *renewable*.



Gambar 3. Struktur unit berulang Kitin



Gambar 4. Struktur unit berulang Kitosan



Gambar 5. Struktur unit berulang Selulosa

Tang *et al.* (2007) menjelaskan bahwa kitosan merupakan polimer linier yang tersusun oleh 2000 - 3000 monomer N-asetil-D-glukosamin dalam ikatan (1,4)-2-Amino-2-Deoksi- $\beta$ -D-Glukosa dengan rumus molekul  $(C_6H_{11}NO_4)_n$ . Struktur molekul kitosan ini menyerupai struktur molekul pada selulosa (serat pada sayuran atau buah-buahan). Bedanya terletak pada gugus rantai C-2 yang merupakan gugus hidroksil (OH) yang digantikan oleh amino (NH<sub>2</sub>).

### 2.2.1 Sumber Kitosan

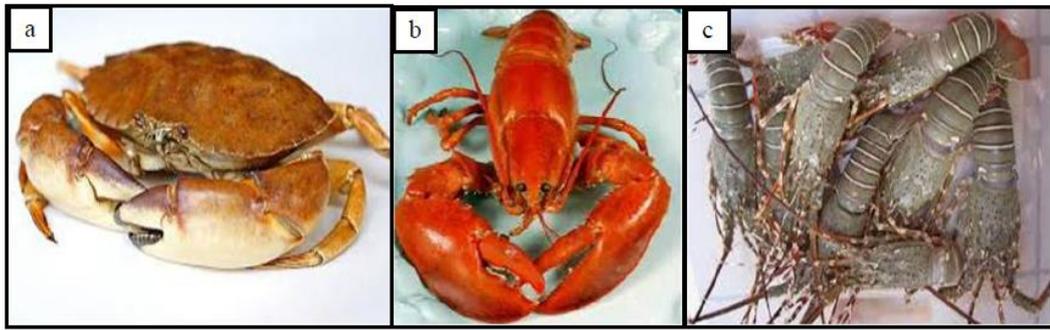
Kitin sebagai sumber awal kitosan merupakan biopolimer yang cukup melimpah di alam. Secara umum kitin ditemukan pada hewan golongan *crustacea mollusca* dan *insecta* yang tidak hanya pada bagian kulit dan kerangkanya tetapi juga terdapat pada insang, dinding usus dan bagian dalam kulit cumi-cumi. Lebih jelasnya, uraian di atas di jelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sumber-sumber kitin/kitosan di alam

Sumber Sumber Kitosan	Komposisi (%)
Rajungan	70%
Kepiting	69%
Ulat Sutera	44%
Udang	40%
Laba-laba	38%
Kumbang Air	37%
Kecoa	35%
Gurita	30%
Jamur	5-20%
Cacing	3-20%

Sumber: Sugita dkk, 2009 (Diolah)

Kulit *crustacea* (kepiting, udang, lobster) sebagai limbah industri pangan merupakan sumber utama yang dapat digunakan untuk memproduksi kitosan dari kitin dalam skala besar. Secara umum proses pembuatan kitosan meliputi tiga tahap, yaitu: (i) deproteinasi, (ii) demineralisasi, dan (iii) deasetilasi.



Gambar 6. Sumber-sumber kitosan di alam (Astuti, 2010; Handoko, 2013).

Secara garis besar Irwan dkk., (2010) menjelaskan pembuatan kitosan meliputi: cangkang udang basah → dicuci dan dikeringkan → digrinding dan diayak sampai lolos ayakan dengan diameter 0,356 mm → penghilangan protein (deproteinasi) → dicuci dengan air → penghilangan mineral (demineralisasi) → dicuci dengan air → penghilangan warna → dicuci dengan air dan dikeringkan (terbentuk kitin) → penghilangan gugus asetil (deasetilasi) → dicuci dengan air dan dikeringkan terbentuk biopolimer kitosan.

### 2.2.2 Sifat - Sifat Kitosan

Sugita dkk. (2009) menyatakan bahwa kitosan adalah salah satu polimer yang bersifat *non-toxic*, *biocompatible*, *biodegradable* dan bersifat polikationik dalam suasana asam. Sifat dan penampilan produk kitosan ini dipengaruhi oleh perbedaan kondisi, seperti jenis pelarut, konsentrasi, waktu dan suhu proses ekstraksi. Kitosan dapat diperoleh dengan berbagai macam bentuk morfologi diantaranya struktur yang tidak teratur. Selain itu dapat juga berbentuk padatan amorf berwarna putih dengan struktur kristal tetap dari kitin murni. Sri (2012) mengelompokkan kitosan kedalam tiga bagian berdasarkan berat molekulnya (BM) dan kelarutannya, yakni:

- a. Kitosan larut asam dengan BM 800.000 - 1.000.000 Dalton
- b. Kitosan mikrokristalin larut air dengan BM sekitar 150.000 Dalton
- c. Kitosan nanopartikel dengan BM 23.000 - 70.000 Dalton

Selain itu, kitosan dapat dikarakterisasi berdasarkan kualitas sifat fisik intrinsik yaitu kejernihan atau kemurnian, berat molekul, viskositas dan DD. Sifat dan karakteristik kitosan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Kitosan

Parameter	Ciri
Ukuran Partikel	Serpihan/Bubuk
Kadar Air (%)	$\leq 10,0$
Titik Transisi (Film)	200
Titik Dekomposisi (Film)	250
Kelarutan	$\text{pH} \leq 6$
Warna Larutan	Tidak Berwarna
N-Deasetilasi (%)	$\geq 70,0$
Kelas Viskositas (cps)	
a. Rendah	<200
b. Medium	200-799
c. Tinggi	800-2000
d. Sangat Tinggi	>2000

Sumber: Sugita dkk, 2009

Kitosan merupakan senyawa kimia yang mudah menyesuaikan diri, hidrofobik, memiliki reaktifitas yang tinggi yang disebabkan oleh kandungan gugus hidroksil (OH) dan gugus amino (NH<sub>2</sub>) yang bebas dan ligan yang bervariasi. Kumpulan gugus hidroksil (hidroksil pertama pada C-6 dan hidroksil kedua pada C-3) serta gugus amino yang sangat reaktif (C-2) atau N-asetil yang seluruhnya terdapat pada kitin. Kitosan berbentuk spesifik dan mengandung gugus amino dalam rantai karbonnya (Riesca dkk., 2013). Kitosan memiliki sifat tidak larut dalam air tetapi larut dalam larutan asam dengan pH kurang dari 6 dan asam organik misalnya asam asetat, asam format dan asam laktat. Pelarut yang umum digunakan untuk melarutkan kitosan adalah asam asetat/asam cuka dengan konsentrasi 1 - 2 % dengan pH sekitar 4. Adanya gugus karboksil dalam asam asetat akan memudahkan pelarutan kitosan karena terjadinya interaksi hidrogen antara gugus karboksil dengan gugus amino dari kitosan (Pradip, 2004). Kitosan juga memiliki gugus polar dan non polar. Karenanya kitosan dapat digunakan sebagai bahan pengental atau pembentuk gel yang sangat baik, sebagai pengikat, penstabil dan pembentuk tekstur.

### 2.2.3 Aplikasi Kitosan

Kitosan telah digunakan secara luas. Kitosan diketahui mempunyai kemampuan untuk membentuk film, gel dan fiber karena berat molekulnya yang tinggi dan solubilitasnya dalam larutan asam encer (Vipin, 2011). Sifatnya yang *biodegradable* dan memiliki aktifitas antibakteri membuat kitosan banyak diaplikasikan dalam bidang industri lainnya seperti, pengembangan biomaterial, industri kertas dan tekstil, bidang obat - obatan serta bidang kecantikan.

Tabel 3. Penggunaan Kitosan

Penggunaan	Fungsi
Penjernihan	
a. Limbah industri pangan	Koagulasi/Flokulan
b. Penjernihan air minum	Koagulasi
c. Penjernihan kolam renang	Flokulan mikroba
d. Penjernihan zat warna	Pembentuk kompleks
e. Industri sari buah	Flokulan protein
Bimedis	Menurunkan kadar kolesterol
Bioteknologi	Mempercepat penyembuhan luka
Industri Tekstil	Meningkatkan ketahanan warna
Kosmetik	Substantive rambut dan kulit
Fotografi	Melindungi film dari kerusakan
Biomaterial	

Sumber: Food applications of chitin and chitosans. *Trends Food Sci Technol* 10:37-51

Gugus amina (-NH<sub>2</sub>) dan hidroksil (-OH) pada rantai kitosan, menyebabkan kitosan bersifat polielektrolit kationik (pK<sub>a</sub> = 6,5), hal yang sangat jarang terjadi secara alami. Sifat - sifat ini kemudian menjadikan kitosan: a. Dapat larut dalam media asam encer membentuk larutan yang kental sehingga dapat digunakan dalam pembuatan gel. Dalam beberapa variasi konfigurasi seperti butiran, membran, pelapis kapsul, serat dan spons. b. Membentuk kompleks yang tidak larut dalam air dengan polianion yang dapat juga digunakan untuk pembuatan butiran gel, kapsul dan membran.

Kitosan dan beberapa tipe modifikasinya dilaporkan penggunaannya untuk aplikasi biomedis, seperti pelembab kulit, penyembuh luka, anti koagulan, jahitan pada luka (suuture), obat-obatan, bahan vaksin, dan dietary fiber. Baru-baru ini,

penggunaan kitosan dan derivatnya mulai dilirik untuk dikembangkan sebagai sensor, bahan bakar sel (membran), model studi interaksi membran biologis, pelapisan untuk anti bakteri, penyusun DNA, pelapisan membran.

### 2.3 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan senyawa *amorf* yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau arang yang diperlakukan secara khusus untuk mendapatkan daya adsorpsi yang tinggi. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap karbon aktif sangat besar, yaitu 25-100% terhadap berat karbon aktif (Darmawan, 2008). Karbon aktif dapat dibagi menjadi dua tipe, yaitu:

#### 1. Karbon Aktif Sebagai Pemucat

Biasanya berbentuk powder yang halus dengan diameter pori 1000 Å, digunakan dalam fase cair dan berfungsi untuk memindahkan zat-zat pengganggu.

#### 2. Karbon Aktif Sebagai Penyerap Uap

Biasanya berbentuk granular atau pelet yang sangat keras, diameter porinya 10-200 Å, umumnya digunakan pada fase gas yang berfungsi untuk pengembalian pelarut, katalis, dan pemurnian gas (Ruthven, 1984).

#### 2.3.1 Bentuk Karbon Aktif

##### 1. Karbon Aktif Bentuk Serbuk

Karbon aktif berbentuk serbuk dengan ukuran lebih kecil dari 0,18 mm. Terutama digunakan dalam aplikasi fasa cair dan gas.



Gambar 7. Karbon aktif bentuk serbuk (Cahyo, 2015)

Biasanya digunakan pada industri pengolahan air minum, industri farmasi, bahan tambahan makanan, penghalus gula, pemurnian glukosa dan pengolahan zat pewarna kadar tinggi.

## 2. Karbon Aktif Bentuk Granular

Karbon aktif bentuk granular/tidak beraturan dengan ukuran 0,2 -5 mm. Jenis ini umumnya digunakan dalam aplikasi fasa cair dan gas. Beberapa aplikasi dari jenis ini digunakan untuk: pemurnian emas, pengolahan air, air limbah dan air tanah, pemurni pelarut dan penghilang bau busuk.



Gambar 8. Karbon aktif bentuk granular (Cahyo, 2015)

## 3. Karbon Aktif Bentuk Pellet

Karbon aktif berbentuk pellet dengan diameter 0,8-5 mm. Kegunaan utamanya adalah untuk aplikasi fasa gas karena mempunyai tekanan rendah, kekuatan mekanik tinggi dan kadar abu rendah.



Gambar 9. Karbon aktif bentuk pellet (Syariahmad, 2012)

Biasanya digunakan untuk pemurnian udara, control emisi, tromol otomotif, penghilangbau kotoran dan pengontrol emisi pada gas buang.

### 2.3.2 Fungsi Karbon Aktif

Pada umumnya karbon/arang aktif digunakan sebagai bahan pembersih, dan penyerap, juga digunakan sebagai bahan pengemban katalisator. Pada industri karet ban arang aktif yang mempunyai sifat radikal dan serbuk sangat halus, digunakan sebagai bahan aditif kopolimer.

- Karbon aktif berfungsi sebagai filter untuk menjernihkan air

- Karbon aktif berfungsi sebagai adsorben pemurnian gas
- Karbon aktif berfungsi sebagai filter industri minuman
- Karbon aktif berfungsi sebagai penyerap hasil tambang dalam industri pertambangan.
- Karbon aktif berfungsi sebagai pemucat atau penghilang warna kuning pada gula pasir.
- Karbon aktif berfungsi untuk mengolah limbah B3 (Bahan Beracun Berbahaya)
- Dapat berfungsi sebagai penyegar/pembersih udara ruangan dari kandungan uap air.

### **2.3.3 Sifat Karbon Aktif**

Sifat adsorpsi karbon aktif sangat tergantung pada porositas permukaannya, namun dibidang industri, karakterisasi karbon aktif lebih difokuskan pada sifat adsorpsi dari pada struktur porinya. Bentuk pori karbon aktif bervariasi yaitu berupa: silinder, persegi panjang, dan bentuk lain yang tidak teratur. Gugus fungsi dapat terbentuk pada karbon aktif ketika dilakukan aktivasi, yang disebabkan terjadinya interaksi radikal bebas pada permukaan karbon dengan atom-atom seperti oksigen dan nitrogen, yang berasal dari proses pengolahan ataupun atmosfer. Gugus fungsi ini menyebabkan permukaan karbon aktif menjadi reaktif secara kimiawi dan mempengaruhi sifat adsorpsinya. Oksidasi permukaan dalam produksi karbon aktif, akan menghasilkan gugus hidroksil, karbonil, dan karboksilat yang memberikan sifat amfoter pada karbon, sehingga karbon aktif dapat bersifat sebagai asam maupun basa (Sudirjo, 2006). Adapun syarat mutu karbon aktif yang dibutuhkan dapat dilihat pada tabel 4.

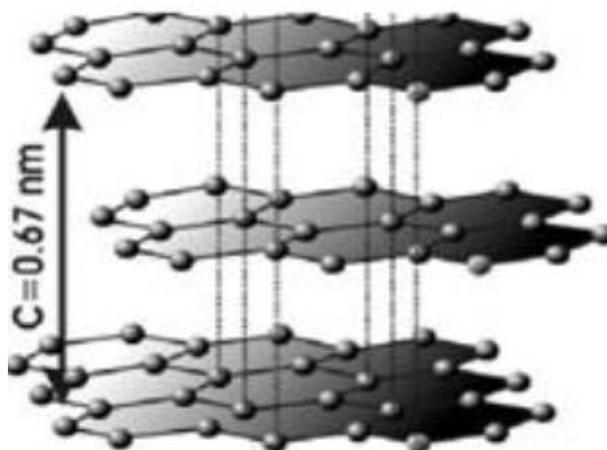
Tabel 4. Syarat Mutu Karbon Aktif (SNI. 06-3730-1995)

No.	Uraian	Satuan	Persyaratan	
			Butiran	Serbuk
1.	Bagian yang hilang ada pemanasan 950°C	%	Max 15	Max 25
2.	Kadar Air	%	Max 4,5	Max 15
3.	Kadar Abu	%	Max 2,5	Max 10
4.	Bagian yang tidak mengarang		Tidak ternyata	Tidak ternyata
5.	Daya Serap terhadap Larutan	mg/gram	Min 750	Min 750
6.	Karbon aktif murni	%	Min 80	Min 65

Sumber: Anonim, 1995

### 2.3.4 Struktur Fisika dan Kimia Karbon Aktif

Karbon aktif mempunyai bentuk yang amorf yang terdiri dari pelat-pelat datar di mana atom-atom karbonnya tersusun dan terikat secara kovalen dalam kisi heksagonal. Hal tersebut telah dibuktikan dengan penelitian menggunakan sinar-X yang menunjukkan adanya bentuk-bentuk kristalin yang sangat kecil dengan struktur grafit.

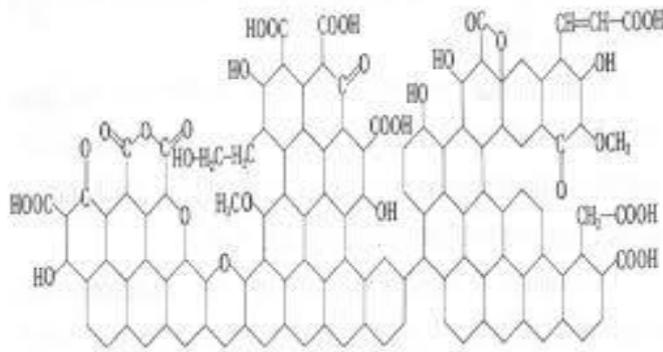


Gambar 10. Struktur fisika karbon aktif (Sontheimer, 1985)

Daerah kristalin memiliki ketebalan 0,7-1,1 nm, jauh lebih kecil dari grafit. Hal ini menunjukkan adanya 3 atau 4 lapisan atom karbon dengan kurang lebih terisi 20-30 heksagon di tiap lapisannya. Rongga antara kristal-kristal karbon diisi oleh karbon-karbon amorf yang berikatan secara tiga dimensi dengan atom-atom lainnya terutama oksigen. Susunan karbon yang tidak teratur ini

diselingi oleh retakan-retakan dan celah yang disebut pori dan kebanyakan berbentuk silindris.

Selain mengandung karbon, karbon aktif juga mengandung sejumlah kecil hidrogen dan oksigen yang secara kimiawi terikat dalam berbagai gugus fungsi seperti karbonil, karboksil, fenol, *lakton*, *quinon*, dan gugus-gugus eter. Gugus fungsional dibentuk selama proses aktivasi oleh interaksi radikal bebas pada permukaan karbon dengan atom-atom seperti oksigen dan nitrogen. Gugus fungsional ini membuat permukaan karbon aktif reaktif secara kimiawi dan mempengaruhi sifat adsorbsinya. Ilustrasi struktur kimia karbon aktif dengan gugus fungsionalnya dapat dilihat pada Gambar 11.



Gaambar 11. Struktur kimia karbon aktif (Sudibandriyo, 2003)

## 2.4 Kulit Durian

Buah durian sudah dikenal di Asia Tenggara sejak abad ke-7 M. Tanaman durian berasal dari hutan Malaysia, Sumatera, dan Kalimantan yang berupa tanaman liar. Kemudian, tanaman ini mulai menyebar ke arah barat, yaitu ke Thailand, Birma, India, dan Pakistan. Buah ini memiliki nama latin *Durio zibethinus* yang berasal dari kata duri dan *zhibet* atau *civet* yang berarti musang, karena memang durian dianggap memiliki bau yang menyerupai musang. Jenis tanaman durian diperkirakan mencapai 30 jenis. Dari 30 jenis tersebut, hanya *Durio zibethinus* yang ditanam untuk dikonsumsi sebagai buah-buahan. Tanaman durian merupakan jenis pohon hutan basah yang memiliki tinggi mencapai 30-40 m dan garis tengah 2-2,5 m. Walaupun umumnya tidak dikenal di negara barat, durian adalah sebuah komoditas berharga di Asia Tenggara yang memberikan

pengaruh pada kultur dan sejarah dunia. Durian merupakan jenis buah yang cukup lama ada di dunia.

Durian merupakan buah asli nusantara, sehingga keragaman genetik buah durian di Indonesia sangat besar. Hal ini menjadikan Indonesia sebagai negara yang memiliki potensi durian unggul paling tinggi di dunia. Hingga tahun 2009 telah ditetapkan sebanyak 71 buah durian dengan varietas unggul. Jumlah ini terbilang sangat tinggi, jika dibandingkan dengan Thailand yang hanya memiliki 4 varietas unggul, yaitu monthong, kra dum thong, chanee, dan puang manee. Indonesia memiliki wilayah andalan sentra produksi durian. Upaya peningkatan produksi durian di dalam negeri sebenarnya masih bisa dilakukan melalui perbaikan sistem produksi sehingga jumlah pasokan durian dengan mutu baik dapat ditingkatkan. Indonesia memiliki potensi produsen durian yang bagus mengingat varietas durian dan agroklimat yang beragam sehingga durian dapat dihasilkan sepanjang tahun.

Selain daging buahnya yang enak untuk dinikmati, kulit durian, dan biji durian juga ternyata memberikan nilai manfaat. Kandungan pati dalam biji durian cukup tinggi, sehingga biji durian berpotensi sebagai alternatif pengganti makanan. Kulit durian bisa dikeringkan dan digunakan sebagai bahan bakar, terutama untuk mengasapi ikan. Selain itu, kulit durian juga dipakai sebagai bahan abu gosok yang bagus. Caranya dengan menjemurnya hingga kering dan membakarnya sampai hancur. Kulit durian juga bisa digunakan untuk menghilangkan bau buah durian yang menyengat. Caranya, berikan air di bagian dalam kulit durian yang bentuknya cekung. Kemudian, air tersebut digunakan untuk cuci tangan sehabis makan durian. Zat-zat dalam kulit durian akan bercampur dengan air yang kemudian akan menetralkan bau durian.



Gambar 12. Limbah Kulit Durian

Pada kulit buah Durian memiliki kandungan selulose yang tinggi yaitu sekitar 50-60%, kandungan lignin (5%) dan kandungan pati (5%). Menurut pada kandungan pada kulit buah durian, kulit tersebut dapat digunakan sebagai campuran dari bahan baku papan olahan. Pada papan partikel yang terbuat dari limbah kulit durian dengan menggunakan semen sebagai perekatnya memiliki nilai *modulus of elasisity* sebesar 360 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai *modulus of rupture* adalah sebesar 543 kg/cm<sup>2</sup>. Selain digunakan dalam campuran bahan bangunan, kulit durian dapat digunakan sebagai pengental makanan karena mengandung senyawa pektin. Senyawa ini dapat dimanfaatkan untuk pengental pada pembuatan cendol dan dapat dijadikan tepung.

Kulit durian memiliki nilai kalori sebanyak 3786.95 kal/gr dengan kadar abu rendah sekitar 4%. Kulit durian dapat digunakan sebagai energi alternatif yang berupa briket yang biasanya berbahan dasar batubara. Dalam kulit terdapat minyak atsiri, falv oniod, lignin, unsur selulosa, saponin yang mudah terbakar.

## **2.5 Komposit Kitosan-Karbon Aktif Kulit Durian**

Komposit pada penelitian ini dibuat dari bahan baku karbon aktif kulit durian yang memenuhi kriteria kadar air, kadar abu, dan daya serap terhadap Fe(II) menurut SII 0258-79. Komposit *beads* dibuat dengan perbandingan rasio antara arang aktif kulit durian dan kitosan yang bervariasi. Penelitian ini ditujukan untuk perbandingan menghasilkan komposit dengan luas permukaan dan efisiensi adsorpsi yang tinggi. Komposit dibuat dengan melarutkan kitosan dalam asam asetat 2%. Karbon aktif dicampurkan ke dalam larutan kitosan sampai homogen membentuk larutan berwarna hitam. Karbon memiliki gugus hidroksil pada permukaannya yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan gugus amino pada kitosan. Dalam pembuatan komposit, karbon aktif berperan sebagai *filler* dan kitosan berperan sebagai matriks. Penambahan karbon aktif ke dalam kitosan akan meningkatkan sifat mekanik matriks pada kitosan (Wang, *et al.*; 2005).

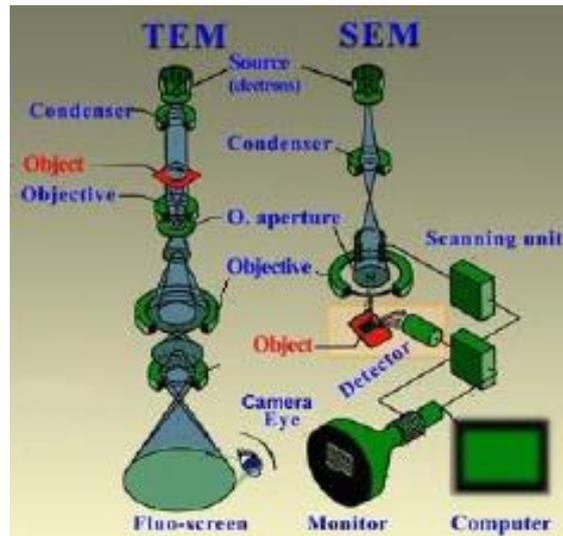
## 2.6 Karakterisasi Komposit

### a. Scanning Electron Microscope (SEM)

SEM merupakan salah satu tipe mikroskop elektron yang mampu menghasilkan resolusi tinggi dari gambaran suatu sampel (Cahyana, 2014). SEM dimanfaatkan untuk melihat topografi permukaan suatu sampel dan ukuran sampel. Hasil yang diperoleh berupa *scanning electron micrograph* yang memiliki bentuk tiga dimensi berupa foto. Biasanya SEM memiliki perbesaran 1.000 – 40.000 kali. Bagian utama dari SEM, yaitu penembak elektron, lensa magnetik dan lensa objektif, fine probe, detektor, spesimen, dan monitor CRT.

Gambar 9 merupakan skema SEM, penembak elektron berfungsi untuk menembakkan elektron ke sampel. Lensa magnetik dan lensa objektif berfungsi membengkokkan dan memfokuskan berkas elektron. *Fine probe* berfungsi membaca permukaan sampel. Detektor berfungsi menangkap hamburan elektron. *Speciment* berfungsi untuk meletakkan sampel yang akan diuji. Monitor *cathode ray tube* (CRT) berfungsi untuk mengamati struktur sampel antara lain berupa topografi, morfologi, dan komposisi unsur atau senyawa yang terkandung di dalam objek.

Berkas elektron yang dihasilkan oleh *electron gun* difokuskan pada ruang vakum sehingga membentuk *fine probe*. Berkas elektron dilewatkan melalui lensa magnetik dan lensa objektif. Lensa objektif berfungsi sebagai pembelok berkas elektron secara horisontal dan vertikal, sehingga berkas dapat membaca seluruh permukaan sampel. Berkas elektron yang sampai ke permukaan sampel mengalami interaksi dengan elektron pada permukaan sampel. Tumbukan elektron dengan permukaan sampel menghasilkan beberapa sinyal. Sinyal tersebut diantaranya *secondary electrons*, *backscattered electrons* (BSE) dan *diffracted backscattered electrons* (EBSD). *Secondary electrons* memberikan informasi morfologi dan topologi pada sampel. *Backscattered electrons* biasanya digunakan untuk memberikan gambaran kontras pada sampel. Selanjutnya, sinyal-sinyal tersebut diperkuat dan besar amplitudonya ditampilkan dalam gradasi gelap-terang pada monitor CRT. Pada layar CRT inilah gambar struktur obyek yang sudah diperbesar dapat diamati (Vita, 2015).



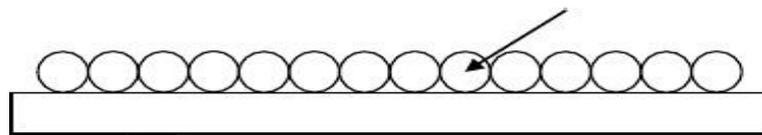
Gambar 14. Prinsip kerja SEM (blognyainsan.wordpress.com)

## 2.7 Model Isoterm Langmuir dan Freundlich

### 2.7.1 Isoterm Adsorpsi Langmuir

Pada tahun 1918, Langmuir menurunkan teori isotherm adsorpsi dengan menggunakan model sederhana berupa padatan yang mengadsorpsi gas pada permukaannya. Pendekatan Langmuir meliputi lima asumsi mutlak, yaitu:

1. Gas yang teradsorpsi berkelakuan ideal dalam fasa uap.
2. Gas yang teradsorpsi dibatasi sampai lapisan monolayer
3. Permukaan adsorbat homogen, artinya afinitas setiap kedudukan ikatan untuk molekul gas sama.
4. Tidak ada antaraksi lateral antar molekul adsorbat.
5. Molekul gas yang teradsorpsi terlokalisasi, artinya mereka tidak bergerak pada permukaan



Gambar 15. Pendekatan isoterm adsorpsi Langmuir

Pada kesetimbangan, laju adsorpsi dan desorpsi gas adalah sama. Bila  $\theta$  menyatakan fraksi yang ditempati oleh adsorbat dan  $P$  menyatakan tekanan gas yang teradsorpsi, maka

$$k_1\theta = k_2P(1-\theta) \quad \dots(1)$$

dengan  $k_1$  dan  $k_2$  masing – masing merupakan tetapan laju adsorpsi dan desorpsi. Jika didefinisikan  $a = k_1 / k_2$ , maka

$$\theta = \frac{P}{(a + P)} \quad \dots(2)$$

Pada adsorpsi *monolayer*, jumlah gas yang teradsorpsi pada tekanan  $P$  ( $y$ ) dan jumlah gas yang diperlukan untuk membentuk lapisan *monolayer* dihubungkan dengan  $\theta$  melalui persamaan

$$\theta = \frac{y}{y_m} \quad \dots(3)$$

$$y = \frac{y_m P}{a + P} \quad \dots(4)$$

Teori *isotherm* adsorpsi Langmuir berlaku untuk adsorpsi kimia, dimana reaksi yang terjadi adalah spesifik dan umumnya membentuk lapisan *monolayer*.

### 2.7.2 Isoterm Adsorpsi Freundlich

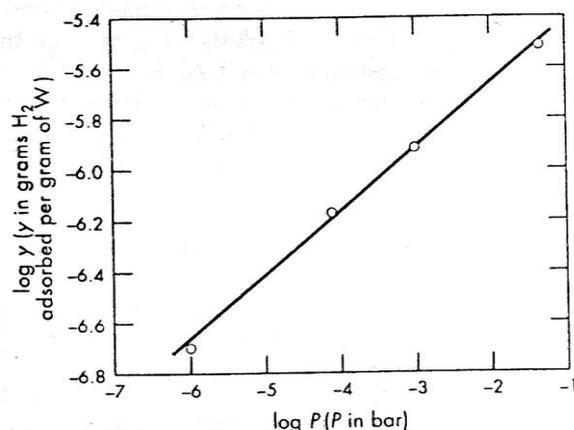
Adsorpsi zat terlarut (dari suatu larutan) pada padatan adsorban merupakan hal yang penting. Aplikasi penggunaan prinsip ini antara lain penghilangan ion logam larutan dengan menggunakan komposit.

Pendekatan *isotherm* adsorpsi yang cukup memuaskan dijelaskan oleh H. Freundlich. Menurut Freundlich, jika  $y$  adalah berat zat terlarut per gram adsorban dan  $c$  adalah konsentrasi zat terlarut dalam larutan, maka

$$y = k c^{1/n} \quad \dots(1.7)$$

$$\log y = \log k + \frac{1}{n} \log c \quad \dots(1.8)$$

dimana  $k$  dan  $n$  adalah konstanta empiris. Plot  $\log y$  terhadap  $\log c$  atau  $\log P$  menghasilkan kurva linier. Dengan menggunakan kurva tersebut, maka nilai  $k$  dan  $n$  dapat ditentukan.



Gambar 16. Plot *isotherm* Freundlich untuk adsorpsi H<sub>2</sub> pada tungsten (400°C)

Dalam kehidupan sehari-hari, kita mengenal dua istilah yang hampir sama, tetapi sebenarnya memiliki pengertian yang sedikit berbeda yaitu absorpsi dan adsorpsi. Absorpsi merupakan proses dimana substansi tidak hanya terikat pada permukaan saja, tetapi menembus lebih dalam dari permukaan dan terdistribusi ke bagian-bagian dalam dari komponen yang mengadsorpsi. Sebagai contoh, uap air terabsorpsi oleh anhidrat CaCl<sub>2</sub>. Sedangkan pengertian adsorpsi adalah peristiwa penyerapan molekul-molekul cairan atau gas pada permukaan adsorban, hingga terjadi perubahan konsentrasi pada cairan atau gas tersebut. Zat yang terserap disebut adsorbat, sedangkan zat yang menyerap disebut adsorban. Contoh dari peristiwa adsorpsi adalah larutan asam asetat diadsorpsi oleh karbon.

Pada peristiwa adsorpsi ini, bila konsentrasi zat pada bidang batas menjadi lebih besar daripada konsentrasi medan salah satu fasa adsorpsi maka disebut adsorpsi positif, demikian juga sebaliknya. Apabila konsentrasi zat pada bidang batas menjadi lebih kecil daripada konsentrasi medan salah satu fasa adsorpsi maka disebut adsorpsi negatif.

Jumlah zat yang teradsorpsi bergantung pada beberapa faktor, yaitu:

1. Jenis adsorban
2. Jenis adsorbat
3. Luas permukaan adsorban
4. Konsentrasi zat terlarut
5. Temperatur