

**PENGARUH WAKTU PERENDAMAN DENGAN  
PENYERAP KARBON AKTIF TERHADAP KADAR  
SULFAT SEBAGAI KARAGINAN DENGAN METODE  
SPEKTROFOTOMETRI UV**

**THE EFFECT OF SOAKING TIME WITH ACTIVE  
CARBON ABSORPTION ON SULPHATE CONTENT  
AS CARAGINAN WITH UV SPECTROPHOTOMETRY  
METHOD**

**PERAYANTI  
N011 17 1328**



**PROGRAM STUDI FARMASI  
FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

**PENGARUH WAKTU PERENDAMAN DENGAN PENYERAP KARBON  
AKTIF TERHADAP KADAR SULFAT SEBAGAI KARAGINAN DENGAN  
METODE SPEKTROFOTOMETRI UV**

**THE EFFECT OF SOAKING TIME WITH ACTIVE CARBON  
ABSORPTION ON SULPHATE CONTENT AS CARAGINAN WITH UV  
SPECTROPHOTOMETRY METHOD**

**SKRIPSI**

untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi  
syarat-syarat untuk mencapai gelar sarjana

**PERAYANTI  
N011 17 1328**

**PROGRAM STUDI FARMASI  
FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

**PENGARUH WAKTU PERENDAMAN DENGAN PENYERAP KARBON  
AKTIF TERHADAP KADAR SULFAT SEBAGAI KARAGINAN DENGAN  
METODE SPEKTROFOTOMETRI UV**

**PERAYANTI**

**N01117-1328**



Disetujui oleh :

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Drs. Syaharuddin Kasim, M.Si., Apt

NIP. 19630801 199003 1 001

Ismail, S.Si., M.Si., Apt

NIP. 19850805 201404 1 001

Pada Tanggal, 07 Juli 2022

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### PENGARUH WAKTU PERENDAMAN DENGAN PENYERAP KARBON AKTIF TERHADAP KADAR SULFAT SEBAGAI KARAGINAN DENGAN METODE SPEKTRIFOTOMETRI UV

Disusun dan diajukan oleh :

**PERAYANTI**  
**N011 17 1328**


Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana-Program Studi Farmasi  
Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin  
pada tanggal 07 Juli 2022  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

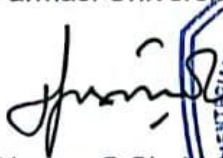
Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

  
Drs. Syaharuddin Kasim, M.Si, Apt  
NIP. 19630801 199003 1 001

  
Ismail, S.Si, M.Si., Apt  
NIP. 19850805 201404 1 001

Ketua Program Studi S1 Farmasi  
Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin

  
Nurhasni Hasan, S.Si., M.Si., M.Pharm.Sc., Ph.D., Apt  
NIP. 19860116 201012 2 009



## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Perayanti  
NIM : N011171328  
Program Studi : Farmasi  
Jenjang : S1  
Judul Skripsi : "Pengaruh Waktu Perendaman dengan Penyerap Karbon Aktif Terhadap Kadar Sulfat Sebagai Karaginan dengan Metode Spektrofotometri UV"

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini adalah karya saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan sebelumnya untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 07 Juli 2022

Yang menyatakan



  
Perayanti

## UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas perkenaanNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Pengaruh Waktu Rendaman dengan Karbon Aktif Terhadap Kadar Sulfat Sebagai Karaginan dengan Metode Spektrofotometri UV” ini sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi program S1 pada program studi S1 Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin.

Penulis juga mengucapkan syukur atas kehadiran setiap orang yang Tuhan izinkan hadir untuk membantu dan mendampingi mulai dari awal masuknya kuliah hingga sampai ke tahap akhir. Penulis juga mengucapkan dengan tulus rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dosen Pembimbing penulis, Bapak Drs. Syaharuddin Kasim, M.Si., Apt. sebagai Pembimbing Utama dan Bapak Ismail, S.Si., M.Si., Apt. sebagai Pembimbing Pendamping yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, perhatian, arahan, saran-saran, motivasi dan ilmunya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Dekan, Wakil Dekan I, Wakil Dekan II dan Wakil Dekan III Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin.
3. Tim Penguji, Ibu Yusnita Rifai, M.Pharm., Ph.D., Apt. dan Ibu Dra. Aliyah, M.S., Apt. yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyusunan skripsi ini.

4. Penasehat Akademik penulis, Dr. Risfah Yulianty, S.Si., M.Si.,Apt. yang senantiasa memberikan bimbingan dan nasihat dari awal perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir.
5. Kedua orang tua terkasih dan saudara yang Tuhan hadirkan dalam hidup penulis, Ayahanda Stefanus Pite dan Ibunda Martina serta saudara Kakak Panu, Dison, Kaddi, Khong, Elsa dan Adek Seven yang selalu memohonkan kelancaran dan memberi semangat dan senantiasa mendukung, mendoakan dan, menyemangati penulis selama perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir.
6. Seluruh Laboran Laboratorium yang membantu penulis dalam proses penelitian.
7. Kepada orang yang selalu mendukung penulis, Fredrich Ryan Manguma, S.Tr.Pel. Terima kasih atas doa, semangat, dan sebagai tempat berkeluh kesah penulis.
8. Sahabat, Yulita dan Riska yang terus memberi semangat dan dukungan kepada penulis.
9. Teman seperjuangan, teman sekaligus saudara yang selalu menjadi tempat untuk bercanda, menangis, susah, senang El-shaddai, Dukubai, Gasbun, CLOSTRIDIUM (Angkatan 2017), teman-teman PMKO FILADELFIA MIPA\_Farmasi UNHAS, yang telah mendoakan, menyemangati, dan mendorong penulis untuk menyelesaikan tugas akhir.

10. Serta rekan-rekan penelitian, Karaginan squad yang saling memberi support satu sama lain untuk menyelesaikan tugas akhir.

Penulis menyadari akan segala keterbatasan yang penulis miliki sehingga skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan dalam penyusunannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Dengan demikian penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Makassar, 07 Juli 2022



Perayanti



## ABSTRAK

**Perayanti.** Pengaruh Waktu Perendaman dengan Penyerap Karbon Aktif Terhadap Kadar Sulfat Sebagai Karaginan dengan Metode Spektrofotometri UV (dibimbing oleh Syaharuddin Kasim dan Ismail).

Rumput laut jenis *Euchema cottonii* atau *Kappaphycus alvarezii* merupakan penghasil karaginan jenis kappa. Karaginan memiliki peran penting sebagai *stabilizer* (penstabil), *thickener* (bahan pengental), pembentuk gel, dan pengemulsi. Berdasarkan sifat tersebut karaginan banyak dimanfaatkan dalam industri makanan, farmasi, kosmetik, tekstil, cat, pasta gigi dan industri. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh waktu perendaman dengan penyerap karbon aktif terhadap kadar karaginan sebagai sulfat menggunakan metode spektrofotometri UV pada panjang gelombang maksimum 236 nm. Sebelum dilakukan pengukuran kadar sulfat, terlebih dahulu karaginan direndam dengan karbon aktif pada variasi waktu yang berbeda yakni 0 jam (kontrol), 8 jam, 12 jam, 16 jam, 20 jam, dan 24 jam. Hasil pengukuran kadar sulfat karaginan yang diperoleh pada variasi waktu tersebut secara berturut-turut yakni 0,02218 µg/mL, 0,346406 µg/mL, 0,344886 µg/mL, 0,260873 µg/mL, 0,18806 µg/mL, 0,021806 µg/mL. Kemudian penetapan kadar sulfat sebagai karaginan menggunakan kurva baku. Persamaan regresi linear yang diperoleh adalah  $y = 0,0015 x - 0,0327$  dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) = 0,9751. Nilai absorbansi sulfat tertinggi pada perendaman 8 jam yaitu 0,48017 ppm sehingga diperoleh hasil kadar sulfat karaginan yaitu 0,34191 µg/mL. Pada penelitian ini didapatkan lama waktu perendaman yang efektif adalah 8-20 jam perendaman namun kadar sulfat karaginan yang tertinggi yaitu pada waktu perendaman 8 jam.

Kata kunci: *Kappaphycus alvarezii*, Karaginan, Sulfat, Karbon Aktif

## ABSTRACT

**Perayanti.** Effect of Soaking Time with Activated Carbon Absorbent on Sulfate Content as Carrageenan with UV Spectrophotometric Method (supervised by Syaharuddin Kasim and Ismail).

*Euchema cottonii* or *Kappaphycus alvarezii* type seaweed is a producer of kappa carrageenan. Carrageenan has an important role as a stabilizer (stabilizer), thickener (thickening agent), gelling, and emulsifier. Based on these properties, carrageenan is widely used in the food, pharmaceutical, cosmetic, textile, paint, toothpaste and industrial industries. This research was conducted with the aim of knowing the effect of soaking time with activated carbon absorbent on the levels of carrageenan as sulfate using UV spectrophotometry at a maximum wavelength of 236 nm. Before measuring the sulfate level, the carrageenan was first soaked with activated carbon at different time variations, namely 0 hours (control), 8 hours, 12 hours, 16 hours, 20 hours, and 24 hours. The results of the measurement of carrageenan sulfate levels obtained at these time variations are 0.02218 µg/mL, 0.346406 µg/mL, 0.344886 µg/mL, 0.260873 µg/mL, 0.18806 µg/mL , 0.021806 µg/mL. Then the determination of the sulfate content as carrageenan using a standard curve. The linear regression equation obtained is  $y = 0.0015 x - 0.0327$  with the correlation coefficient ( $r$ ) = 0.9751. The highest sulfate absorbance value at 8 hours immersion was 0.48017 ppm so that the results of carrageenan sulfate levels were 0.34191 µg/mL. In this study, it was found that the effective soaking time was 8-20 hours of immersion, but the highest levels of carrageenan sulfate were 8 hours of immersion.

Keywords : *Kappaphycus alvarezii*, Carrageenan, Sulfate, Activated Carbon

## DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMAKASIH	vi
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Tujuan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Alga Merah <i>Kappaphycus alvarezii</i>	4
II.1.1 Klasifikasi <i>Kappaphycus alvarezii</i>	4
II.1.2 Morfologi <i>Kappaphycus alvarezii</i>	5
II.1.3 Kandungan Kimia <i>Kappaphycus alvarezii</i>	6
II.2 Karaginan	7
II.2.1 Jenis-jenis Karaginan	7
II.2.2 Manfaat Karaginan	10
II.2.3 Standar Mutu Karaginan	11
II.3 Karbon Aktif	11
II.3.1 Bentuk Karbon Aktif	12
II.3.2 Fungsi Karbon Aktif	14
II.3.3 Sifat Karbon Aktif	14
II.3.4 Faktor yang Mempengaruhi Daya Serap Karbon Aktif	15

II.3.5 Proses Pembuatan Karbon Aktif	17
II.3.6 Aplikasi Karbon	23
II.3.7 Penggunaan Karbon	23
II.4 Adsorpsi	26
II.4.1 Pengertian Adsorpsi	26
II.4.2 Mekanisme Adsorpsi	28
II.4.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi	30
II.4.4 Aplikasi Adsorpsi	32
II.4.5 Adsorben	33
II.5 Metode Analisis	34
II.5.1 Spektrofotometer	34
BAB III METODE PENELITIAN	37
III.1 Alat dan Bahan	37
III.2 Cara Kerja	37
III.2.1 Penyiapan Sampel Karaginan	37
III.2.2 Preparasi sampel Karaginan	37
III.2.3 Penyiapan Larutan BaCl <sub>2</sub> – Gelatin	38
III.2.4 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	38
III.2.5 Penentuan Larutan Standar	39
III.2.6 Pengukuran Sampel Preparat	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
BAB V PENUTUP	45
V.1 Kesimpulan	45
V.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	49

## DAFTAR TABEL

1. Standar Mutu Karaginan	11
2. Syarat Mutu Karbon Aktif	15
3. Aplikasi Penggunaan Karbon Aktif dalam Industri	23
4. Data Penentuan Panjang Gelombang	42
5. Data Kurva Baku	42
6. Hasil Pengukuran Absorpsi Sulfat Secara Spektrofotometri	43

## DAFTAR GAMBAR

1. Alga Merah <i>Kappaphycus alvarezii</i>	4
2. Rumus struktur Kappa karaginan	8
3. Rumus struktur Iota karaginan	9
4. Rumus struktur Lamda karaginan	9
5. Karbon aktif bentuk serbuk	12
6. Karbon aktif bentuk granular	13
7. Karbon aktif bentuk pellet	13
8. Mekanisme adsorpsi	29
9. Diagram umum spektrofotometri UV-Vis	35
10. Data Hasil Kurva Baku Sulfa	43
11. Penimbangan Gelatin	53
12. Pemanasan Aquades 60-70°C	53
13. Hasil Pengukuran Spektrofotometri UV	53
14. Penyaringan Larutan Karaginan dan Karbon Aktif	53
15. Perendaman Larutan karaginan dan Karbon Aktif	54
16. Hasil Penyaringan	54
17. Hasil Sentrifugasi	54
18. Sampel Polisakarida Sulfat	54
19. Data kurva rendemen karaginan	55

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Skema Kerja Penelitian	49
2. Gambar Penelitian	53
3. Profil Spektrofotometri UV Kadar Sulfat	55
4. Perhitungan Nilai Kadar Sulfat	56
5. Ujin Statistik	58

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Rumput laut dikenal sebagai bahan alam yang aman untuk di manfaatkan oleh manusia dan juga banyak dipergunakan untuk keperluan pangan dan farmasis (Firdaus dkk, 2019). Menurut data Kementerian Kelautan dan Perikanan (2014), produksi rumput laut di Indonesia mencapai 2.963.556 ton pada tahun 2010 dan meningkat menjadi 10.234.357 ton pada tahun 2014. Menurut statistik FAO pada tahun 2014, produksi *Kappaphycus alvarezii* sekitar 9.053.044 ton. Dengan bertambahnya jumlah penduduk dunia khususnya Indonesia, maka kebutuhan dunia akan karaginan terus meningkat, oleh karena itu diperlukan upaya yang serius untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas rumput laut merah *Kappaphycus alvarezii* yang merupakan sumber karaginan. Permintaan akan ketersediaan *Kappaphycus alvarezii* yang sangat tinggi, disebabkan oleh karena rumput laut jenis ini dapat dimanfaatkan sebagai penghasil kappa karaginan, suatu senyawa polisakarida yang merupakan kelompok polisakarida galaktosa yang diekstraksi dari rumput laut. Sebagian besar karaginan mengandung natrium, magnesium, dan kalsium yang dapat terikat pada gugus ester sulfat dari galaktosa dan kopolimer 3,6- anhydro-galaktosa yang biasa digunakan pada industri makanan, farmasi, kosmetik, tekstil dan percetakan sebagai pengental, penstabil dan pembentuk gel karena



kapasitas retensi airnya yang tinggi (Campo *et al.*, 2009). Sejauh ini, kappa karagenan yang diproduksi secara komersial masih memiliki warna kecoklatan pada karaginan yang disebabkan masih adanya selulosa, pigmen fikoeritin, dan fikosianin (Imeson, 2000). Yang menyebabkan produk dari karaginan kurang menarik. Oleh karena itu, sangat diperlukan adanya upaya serius untuk menghilangkan warna pada karaginan dengan menggunakan penyerap karbon aktif.

Menurut Lempang (2014), karbon aktif merupakan suatu padatan atau bubuk berpori yang mengandung 85-95% senyawa karbon. Selain untuk bahan bakar, karbon dapat digunakan sebagai penyerap yang memiliki kapasitas adsorpsi yang baik. Diketahui bahwa karbon aktif digunakan sebagai penyerap untuk menghilangkan zat warna, penyerap gas, penyerap logam, dan lain-lain (Asbahani, 2013) dengan demikian pengotor yang terkandung dalam karaginan dapat terserap. Aktivasi meningkatkan ukuran pori-pori karbon aktif dan membentuk pori-pori yang saling berikatan, dengan adanya peningkatan volume pori mikro dan luas permukaan internal, maka penyerapannya lebih cepat (Zaid, 2013).

Sejauh ini belum ditemukan penelitian mengenai pengaruh perendaman dengan penyerap karbon aktif terhadap kadar sulfat dalam karagenan dari rumput laut. Berdasarkan uraian di atas maka telah dilakukan dalam karaginan yang diperoleh dari rumput laut jenis *Kappaphycus alvarezii*.

## **I.2 Rumusan masalah**

Apakah waktu perendaman dengan penyerap karbon aktif berpengaruh terhadap kadar sulfat sebagai karaginan dari alga merah (*Kappaphycus alvarezii*) yang ditentukan dengan metode spektrofotometri-UV?

## **I.3 Tujuan penelitian**

Untuk mengetahui pengaruh waktu perendaman dengan penyerap karbon aktif terhadap kadar sulfat sebagai karaginan dengan metode spektrofotometri UV.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1 Alga Merah *Kappaphycus alvarezii*

Rumput laut atau alga adalah tumbuhan laut yang berbentuk *thallus* atau struktur yang tidak memiliki daun dan berasal dari divisi *Thallophyta*. Karena rumput laut memiliki pigmen yang berbeda, maka dapat dikelompokkan menjadi 4 bagian, yaitu alga hijau (*Chlorophyceae*), alga merah (*Rhodophyceae*), alga biru-hijau (*Cyanophyceae*), dan alga coklat (*Phaeophyceae*) (Wibowo, *et al.* 2014).

*Euchema cottoni* atau *Kappaphycus alvarezii* adalah ganggang merah yang banyak dibudidayakan saat ini di Indonesia dengan nama *E.cottoni*. *E.cottoni* memiliki bentuk silinder dengan *thallus* yang halus dan berduri. Di Indonesia, *Kappaphycus alvarezii* tersebar luas dan produksinya sangat besar.



Gambar 1. Alga Merah *Kappaphycus alvarezii* (sumber : Junaidi, 2018)

##### II.1.1 Klasifikasi *Kappaphycus alvarezii*

Kerajaan : Plantae

Divisi : Rhodophyta

Kelas	: Rhodophyceae
Bangsa	: Gigartinales
Suku	: Solieracea
Marga	: Kappaphycus
Jenis	: <i>Kappaphycus alvarezii</i> Doty
Sinonim	: <i>Eucheuma cottonii</i> Doty (Doty, 1985)

### II.1.2 Morfologi *Kappaphycus alvarezii*

Rumput laut *Kappaphycus alvarezii* memiliki bentuk *thallus* silindris yang lebar dengan panjang 20-30 cm dan bisa mencapai 1 meter. Bentuk *thallus* sangat bervariasi mulai dari yang sederhana sampai bentuk kompleks dan juga memiliki duri pada *thallus* sama seperti *E. denticulatum* tetapi tidak mendukung *thallus*. Alga merah ini dapat menyerupai batang, buah, akar, daun dan bunga yang memiliki permukaan yang licin, tulang rawan, berwarna hijau, abu-abu, coklat atau merah. Warna yang bervariasi dikarenakan faktor tempat tumbuh yang berbeda-beda (Parenrengi dan Sulaiman, 2007).

Rumput laut *Kappaphycus alvarezii* memiliki cabang ke berbagai arah dengan batang utama keluar dan berdekatan dengan daerah basal. Tumbuhan lampiran dengan alat perekat seperti cakram. Cabang pertama dan kedua tumbuh membentuk rumpun dan semak belukar dengan ciri khusus yang mengarah pada datangnya sinar matahari. Dari cabang-cabang tersebut tampak ada yang memanjang dan melengkung

seperti tanduk. Perbanyakkan *Kappaphycus alvarezii* secara vegetatif dan generatif (Parenrengi dan Sulaiman, 2007).

Secara umum *Kappaphycus alvarezii* memiliki tempat tumbuh yang baik pada daerah dengan kondisi perairan 7,65-9,72 m, salinitas optimum 29-34 ppt, suhu udara 25-30<sup>0</sup>C, pH 6-5.7, kecerahan 2.5-5, 25 dan kecepatan arus 22-48 cm/detik (Parenrengi dan Sulaiman, 2007) (Wiratmaja, dkk., 2011).

### **II.1.3 Kandungan Kimia *Kappaphycus alvarezii***

Alga merah *Kappaphycus alvarezii* mengandung metabolit sekunder antara lain flavonoid, triterpenoid, fenol hidrokuinon dan alkaloid (Maharany, 2017). Alga merah *Kappaphycus alvarezii* diketahui mengandung senyawa fenolik yang berfungsi sebagai antioksidan. Alga merah *Kappaphycus alvarezii* memiliki senyawa flavonoid seperti *catechin* (*gallo catechin*, *epicatechin*, *catechin gallate*). *Flavanol*, *flavonol glikosida*, *asam caffeic*, *hesperidin*, *myricetin* yang berfungsi sebagai antioksidan. Senyawa polifenol yang berasal dari biosintesis alga merah dan memiliki mekanisme antioksidan karena adanya gugus hidroksil yang mengikat radikal bebas (Sari, 2018).

*Kappaphycus alvarezii* memiliki komposisi makro protein 5,12%, lemak 0,13%, karagenan 13,38%, serat 1,39%, abu 14,21%, air 12,9%, dan karagenan 65,7%. Kandungan mikro rumput laut merah adalah mineral esensial (besi, yodium, aluminium, mangan, kalsium, nitrogen, fosfor, belerang, klorin, silikon, rubidium, strontium, barium, titanium,

kobalt, boron, tembaga, kalium, dan elemen pelacak. lainnya). unsur lain), asam nukleat, asam amino, protein, mineral, tepung, gula, dan vitamin A, D, C, DE, dan K (Sari, 2013).

## **II.2 Karaginan**

Karagenan dapat diperoleh pada dinding sel rumput laut atau matriks intraselulernya. Karagenan merupakan campuran dari beberapa polisakarida kompleks dengan rantai linier atau lurus dan molekul galaktan dengan unit utama adalah galaktosa (Nikmah, 2019 dan Ghufuran, 2011). Polisakarida ini tersusun berdasarkan jumlah unit galaktosa dengan (1,4) 3,6 anhydro-D-galaktosa dan (1,3)-D-galaktosa-4-sulfat yang mengandung ester sulfat atau tanpa sulfat (nggadiredja, 2009). Karagenan juga merupakan getah rumput yang diperoleh dari ganggang merah yang diekstraksi dengan menggunakan pelarut air atau basa.

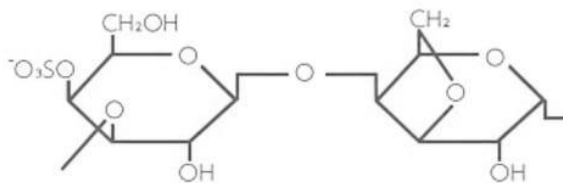
Senyawa hidrokolid dari karagenan terdiri atas natrium, magnesium, kalsium sulfat dan kalium ester. Beberapa atom hidroksil mengandung gugus sulfat dan ester. Karagenan dapat diperoleh dari proses ekstraksi ekstraksi alga merah menggunakan pelarut etanol, isopropil, dan metanol.

### **II.2.1 Jenis-jenis Karaginan**

#### **1. Kappa Karaginan**

Kappa karagenan merupakan karagenan yang terbentuk dari kerja enzim dekinase yang mengkatalis karagenan menjadi kappa karaginan dengan menghilangkan sulfat pada C-6 dari residu -1,4 D-

galaktosa-6-sulfat pada saat penutupan cincin menjadi bentuk 3,6 anhidro-D-galaktosa. Struktur D-Galaktosa dan beberapa gugus ester 2-sulfat pada 3,6 anhidro-D-galaktosa merupakan penyusun kappa karagenan. Kappa karagenan larut dalam air panas dan pelarut basa yang dapat meningkatkan kekuatan gel karena adanya pelarut basa menyebabkan transeliminasi gugus 6-sulfat menghasilkan 3,6 anhidro-D-galaktosa. Kappa karagenan memiliki kandungan 3,6-anhidro-D-galaktosa sebanyak 34% dan ester sulfat sebanyak 25% (Santoso, *et al.*, 2018). Berikut adalah gambar struktur kimia kappa-karagenan:



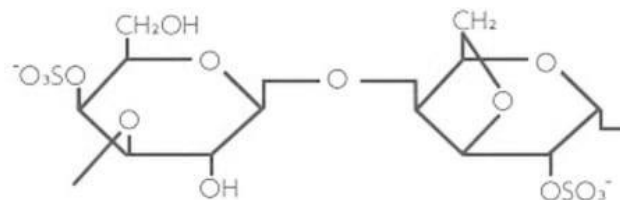
**Gambar 2. Rumus Struktur Kappa Karagenin (Rowe, 2009)**

### 1. Iota Karagenin

Iota carrageenan merupakan hasil eliminasi  $\nu$ -carrageenan yang menghasilkan iota carrageenan akibat proses basa. Struktur iota karagenan terdiri atas gugus 4-sulfat pada gugus D-galaktosa dan gugus 2-sulfat pada 3,6 anhidro-D-galaktosa. Kandungan carrageenan iota adalah 28-30% sulfat ester dan 25-30% 3,6 anhydro-D-galactose (Necas dan Bortasikova, 2013).

Karagenan sedikit stabil terhadap perubahan pH dan terhidrolisis dalam larutan yang memiliki pH netral dan basa. Iota karagenan memiliki efek kation yang kuat dengan ion kalium dan dapat larut

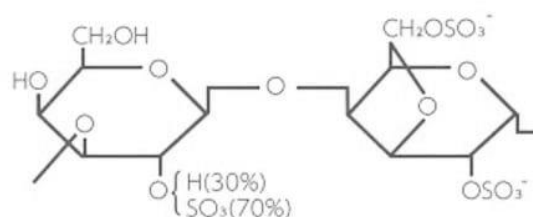
dalam udara panas bila dalam bentuk natrium. Konsentrasi yang umum digunakan adalah 0,02%-2,0% (Santoso, *et al.*, 2018). Berikut ini adalah gambar struktur kimia iota-karagenan:



**Gambar 3. Rumus Struktur Iota Karagenan (Rowe, 2009)**

## 2. Lamda Karagenan

Lambda carrageenan terdiri atas 1,3-D-galaktosa-2-sulfat dan 1,4-D-galaktosa-2,6-disulfat. Ikatan 1,3-D-galaktosa pada lambda carrageenan tidak memiliki gugus sulfat pada atom C<sub>4</sub>, tetapi gugus sulfat pada atom C<sub>2</sub>. Lambda carrageenan terbentuk dari konversi theta-carrageenan dengan pelarut basa karena larut sebagian dalam air panas, bersifat pseudo-plastic non-gel dalam air, tidak dapat membentuk gel dan stabil pada berbagai temperatur. kandungan ester sulfat adalah 32-39% dan tidak mengandung 3,6-anhidrogalaktosa. Karagenan jenis ini digunakan sebanyak 0,01-1,0% (Necas dan Bortasikova, 2013). Berikut adalah gambar struktur kimia lambda-karagenan:



**Gambar 4. Rumus Struktur Lamda Karagenan (Rowe, 2009)**



## II.2.2 Manfaat Karagenan

### 1. Bidang Industri Farmasi dan Kosmetik

Pada bidang industri farmasi, K-karagenan digunakan sebagai immobilizer dalam upaya meningkatkan produksi tetrasiklin dan klorotetrasiklin pada *Streptomyces aureofaciens* dan produksi antibiotik semi sintetik dengan metode konvensional. Karagenan juga digunakan dalam produksi asam D-aspartat dan L-alanin menggunakan sel *P. dactyloides* yang dimobilisasi oleh K-karagenan (Asanza-Teruel *et al.*, 1997).

Berbagai bentuk sediaan non parenteral yang berasal dari karagenan adalah suspensi, emulsi, kapsul, suppositoria, tablet, tetes mata, gel, krim, lotion. Karagenan dapat menghambat infeksi hepes simplex, human cytomegalovirus, virus syndbis, human papilloma virus, HIV dan virus stomatitis vesikular yang telah diteliti (Rowe *et al.*, 2009).

Karagenan dapat digunakan dalam pembalut luka dengan kombinasi kitosan, agar dan polivinil pirolidin yang membentuk kompleks yang tidak larut di udara dan menyerap cairan tubuh dalam jumlah besar. Masih dalam pencarian formulasi kombinasi K dan I-carrageenan untuk mencegah penularan HIV. Karagenan juga dapat digunakan dalam pembuatan cangkang kapsul keras dan lunak serta dapat digunakan dalam pembuatan pasta gigi, sabun krim, sabun cair, sampo, lotion, pasta gigi, pewarna bibir, conditioner, lotion mulut dan rambut. (Rowe *et al.*, 2009).

### II.2.3 Standar Mutu Karaginan

Berdasarkan data standar kualitas yang disetujui oleh *Food Chemicals Codex* (FCC), *Food Agriculture Organization* (FAO) dan *European Economic Community* (ECC) (Bixler, Jhondro. 2006) sebagai berikut:

Tabel 1. Standar Mutu Karaginan

Kriteria	Semi Refined Carrageenan			Refined Carrageenan	
	EC*	CA*	FCC*	FAO**	FAO**
Ph	-	8-11	8-11	8-11	8-11
Viskositas, 1,5% pada 75 <sup>o</sup> C	>5mPa/S	>5mPa/S	>5mPa/S	>5mPa/S	>5mPa/S
Kadar Air	Max 12%	Max 12%	Max 12%	Max 12%	Max 12%
Rendemen	>25%	>25%	>25%	>25%	>25%
Sulfat	15%-40,5	15%-40%	15%-40%	15%-40%	15%-40%
Kadar Abu	1%-40%	15%-30%	>35%	15%-30%	15%-40%
Abu Tidak Larut	<1%	<1%	<1%	<1%	<1%
Asam					

### II.3 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan senyawa amorf yang dapat dihasilkan dari bahan yang mengandung karbon atau arang yang diperlakukan secara khusus untuk memperoleh daya adsorpsi yang tinggi. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsi selektifnya, tergantung pada ukuran atau volume pori dan luas permukaan. Daya serap karbon aktif sangat besar, yaitu 25-100% dari

berat karbon aktif (Darmawan, 2008). Karbon aktif dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

#### 1. Karbon Aktif sebagai pemutih

Biasanya berbentuk serbuk halus dengan diameter pori 1000 Å, digunakan dalam fase cair dan berfungsi untuk menghilangkan zat pengganggu.

#### 2. Karbon Aktif Sebagai Penyerap Uap

Biasanya dalam bentuk butiran atau pelet yang sangat keras, diameter pori 10-200 Å, biasanya digunakan dalam fase pemulihan gas untuk pelarutan, katalis dan pemurnian gas (Ruthven, 1984).

### **II.3.1 Bentuk Karbon Aktif**

#### 1. Bentuk Karbon Aktif

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



**Gambar 5. Karbon Aktif Bentuk Serbuk (Ruthven, 1984)**

Biasanya digunakan dalam industri pengolahan air minum, industri farmasi, aditif makanan, penyulingan gula, pemurnian glukosa dan pengolahan pewarna bermutu tinggi.

## 2. Karbon Aktif Bentuk Granular

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



**Gambar 6. Karbon Aktif Bentuk Granular (Ruthven, 1984)**

## 3. Karbon Aktif Bentuk Pelet

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



**Gambar 7. Karbon Aktif Bentuk Pellet (Ruthven, 1984)**

Biasanya digunakan untuk pemurnian udara, control emisi, tromol  
Biasanya digunakan untuk pemurnian udara, control emisi, tromol.

### **II.3.2 Fungsi Karbon Aktif**

Pada umumnya karbon aktif/arang digunakan sebagai bahan pembersih, dan penyerap, juga digunakan sebagai katalis pembawa. Dalam industri ban karet, arang aktif yang memiliki sifat radikal dan serbuk yang sangat halus digunakan sebagai aditif kopolimer.

1. Karbon aktif berfungsi sebagai filter untuk menjernihkan air
2. Karbon aktif berfungsi sebagai adsorben pemurnian gas
3. Karbon aktif berfungsi sebagai filter untuk industri minuman
4. Karbon aktif berfungsi sebagai penyerap produk pertambangan di industri pertambangan.
5. Karbon aktif berfungsi sebagai pemutih atau krim kuning pada gula pasir.
6. Karbon aktif berfungsi untuk mengolah limbah B3 (Bahan Beracun Berbahaya)
7. Dapat berfungsi sebagai pengharum/pembersih udara ruangan dari kandungan uap air.

### **II.3.3 Sifat Karbon Aktif**

Sifat adsorpsi karbon aktif sangat bergantung pada porositas permukaan, namun di bidang industri karakterisasi karbon aktif lebih pada sifat adsorpsi struktur porinya. Bentuk pori-pori karbon aktif bervariasi dalam bentuk: silinder, persegi panjang, dan bentuk tidak beraturan lainnya. Fungsi dapat terbentuk pada karbon aktif ketika aktivasi dilakukan, karena adanya interaksi radikal bebas pada permukaan karbon

dengan atom-atom seperti oksigen dan nitrogen, yang berasal dari proses pengolahan atau atmosfer. Fungsi ini menyebabkan permukaan karbon aktif menjadi aktif secara kimia dan mempengaruhi sifat adsorpsinya. Oksidasi permukaan dalam produksi karbon akan menghasilkan gugus hidroksil, karbonil, dan karboksilat yang memberikan sifat amfoter karbon, sehingga karbon aktif dapat bertindak sebagai asam maupun basa (Sudirjo, 2006). Persyaratan mutu yang dipersyaratkan untuk karbon aktif dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2. Syarat Mutu Karbon Aktif (SNI. 06-3730-1995)**

No.	Uraian	Satuan	Persyaratan	
			Butiran	Serbuk
1	Bagian yang hilang pada pemanasan 950 <sup>0</sup> 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 I2	mg/gram	Min 750	Min 750
6	Karbon aktif murni	%	Min 80	Min 65

(Sumber : Anonim, 1995)

### II.3.4 Faktor yang Mempengaruhi Daya Serap Karbon Aktif

#### 1. Sifat Penyerapan

Banyak senyawa yang dapat diadsorbsi oleh berbagai senyawa, namun kemampuan mengadsorbsinya berbeda-beda untuk setiap senyawa. Adsorpsi akan meningkat sesuai dengan peningkatan ukuran

molekul adsorpsi dari struktur yang sama. Adsorpsi juga dipengaruhi oleh gugus fungsi, hubungan gugus fungsi, rangkap, rantai senyawa adsorpsi.

## 2. Suhu

Dalam penggunaan, diperbolehkan untuk mengamati suhu selama proses. Faktor yang mempengaruhi suhu proses adsorpsi adalah viskositas dan kekuatan senyawa adsorpsi termal. Jika pemanasan tidak mempengaruhi sifat-sifat senyawa yang teradsorpsi, seperti perubahan warna atau dekomposisi, maka perlakuan dilakukan pada titik didih.

### 1. pH (Derajat Keasaman)

Untuk asam organik, adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan, yaitu dengan penambahan asam mineral. Hal ini disebabkan kemampuan asam mineral untuk mereduksi ionisasi asam organik tersebut. Sebaliknya, jika pH asam organik ditambahkan dengan menambahkan alkali, adsorpsi akan berkurang sebagai akibat dari pembentukan garam.

## 2. Waktu Kontak

Ketika arang aktif ditambahkan ke dalam cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapainya. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah arang yang digunakan. Pengadukan juga mempengaruhi waktu kontak. Pengadukan memberikan kesempatan partikel arang aktif untuk bersentuhan dengan senyawa adsorpsi. Untuk larutan yang memiliki viskositas tinggi, waktu kontak yang lebih lama diperlukan.

### II.3.5 Proses Pembuatan Karbon Aktif

Secara umum proses pembuatan karbon aktif terdiri atas tiga tahap, yaitu:

#### 1. Dehidrasi

Dehidrasi adalah proses penghilangan kandungan udara pada bahan baku dengan cara dipanaskan dalam oven pada suhu  $170^{\circ}\text{C}$ . Pada suhu sekitar  $275^{\circ}\text{C}$  terjadi dekomposisi karbon dan membentuk produk seperti tar, methanol, phenol dan lain-lain. Hampir 80% unsur karbon diperoleh pada suhu  $400\text{-}600^{\circ}\text{C}$  (Cerny, 1970).

#### 2. Karbonisasi

Karbonisasi adalah proses di mana unsur oksigen dan hidrogen dikeluarkan dari karbon dan akan menghasilkan kerangka karbon yang memiliki struktur tertentu. Hesseler berpendapat bahwa untuk menghasilkan arang yang cocok untuk karbon aktif, karbonisasi dilakukan pada suhu lebih dari  $400^{\circ}\text{C}$  tetapi juga tergantung pada bahan dasar dan metode yang digunakan untuk aktivasi. Smisek dan Cerny menjelaskan bahwa selama beberapa tahapan karbonisasi antara lain reduksi udara atau dehidrasi, bahan organik berubah menjadi unsur karbon dan dekomposisi tar sehingga pori-pori karbon menjadi lebih besar.

Produk dari proses karbonisasi memiliki kapasitas adsorpsi yang rendah. Hal ini disebabkan suhu proses karbonisasi yang rendah, sebagian tar yang dihasilkan berada di pori-pori dan permukaan, sehingga adsorpsi terhambat. Karbonisasi produk dapat diaktifkan dengan



menghilangkan produk dengan pemanasan dalam aliran gas inert, atau dengan ekstraksi menggunakan pelarut yang sesuai seperti selenium oksida, atau dengan reaksi kimia. Karbon aktif dengan daya adsorpsi tinggi dapat dihasilkan dengan proses aktivasi bahan baku yang telah dikarbonisasi pada suhu tinggi (Hassler, 1951).

### 1. Aktivasi

Aktivasi adalah arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara mengolah atau mengoksidasi molekul permukaan permukaan sehingga arang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu luas permukaan bertambah dan mempengaruhi daya adsorpsi (Sembiring, 2003). Produk karbonisasi tidak dapat diterapkan sebagai adsorben (karena struktur berpori tidak berkembang) tanpa aktivasi tambahan. Dasar dari metode aktivasi terdiri atas perlakuan dengan gas pengoksidasi pada suhu tinggi. Proses aktivasi menghasilkan oksida karbon yang tersebar pada permukaan karbon akibat reaksi antara karbon dan oksidator (Kinoshita, 1988). Tujuan utama dari proses aktivasi adalah untuk memperbesar atau memperluas volume dan memperbesar diameter pori-pori yang telah terbentuk pada proses karbonisasi dan untuk membuat beberapa pori-pori baru. Interaksi antara activating agent dengan struktur atom karbon hasil karbonisasi merupakan mekanisme dari proses aktivasi. Selama aktivasi, karbon dibakar dalam suasana pengoksidasi yang akan meningkatkan jumlah atau volume pori-pori dan luas permukaan produk melalui proses eliminasi atau creaming produk

pirolisis yang mudah menguap. Aktivator dapat meningkatkan aktivitas adsorben melalui mekanisme sebagai berikut

1. Aktivator menembus celah atau pori-pori antara pelat kristal karbon berbentuk heksagonal dan menyebar di celah atau pori-pori tersebut, sehingga terjadi erosi pada permukaan kristal karbon.
2. Aktivator mencegah senyawa organik bereaksi dengan oksigen yang akan bereaksi dengan kristalit oksigen.
3. Menurut teori interkalasi, suatu struktur komposisi senyawa akan termodifikasi jika ion atau atom lain dimasukkan ke dalam struktur tersebut. Dalam aktivasi, ion atau atom yang dimasukkan adalah aktivator.
4. Aktivasi dapat berupa aktivasi fisik dimana digunakan gas-gas inert seperti steam, CO<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub>. Sedangkan dalam aktivasi kimia digunakan aktivator yang berperan penting dalam meningkatkan luas permukaan adsorben dengan cara mengeluarkan senyawa non karbon dari pori-pori. (Hassler, 1951).

Karbon aktif dapat diaktifkan dengan 2 cara, yaitu aktivasi kimia dan aktivasi fisik (Kinoshita, 1988).

#### 1. Aktivasi Secara Kimia

Aktivasi kimia merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia (Sembiring, 2003). Aktivasi secara kimia biasanya menggunakan bahan-bahan pengaktif seperti garam kalsium klorida (CaCl<sub>2</sub>), magnesium klorida (MgCl<sub>2</sub>), seng

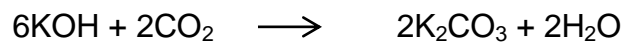
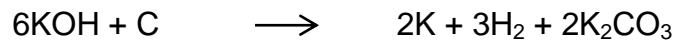
klorida ( $ZnCl_2$ ), natrium hidroksida ( $NaOH$ ), natrium karbonat ( $Na_2CO_3$ ) dan natrium klorida ( $NaCl$ ). Selain garam mineral biasanya digunakan ialah berbagai asam dan basa organik seperti asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), asam klorida ( $HCl$ ), asam hipoklorit ( $H_3PO_4$ ), kalium hidroksida ( $KOH$ ), dan natrium hidroksida ( $NaOH$ ).

Kerugian penggunaan bahan-bahan mineral sebagai pengaktif terletak pada proses pencucian bahan-bahan mineral tersebut kadang-kadang sulit dihilangkan lagi dengan pencucian (Jankowska, 1991). Sedangkan keuntungan penggunaan bahan-bahan mineral sebagai pengaktif adalah waktu aktivasi yang relatif pendek, karbon aktif yang dihasilkan lebih banyak dan daya adsorpsi terhadap suatu adsorbat akan lebih baik (Jankowska, 1991).

Bahan-bahan pengaktif tersebut berfungsi untuk mendegradasi atau penghidrasi molekul organik selama proses karbonisasi, membatasi pembentukan tar, membantu dekomposisi senyawa organik pada aktivasi berikutnya, dehidrasi air yang terjebak dalam rongga-rongga karbon, membantu menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan saat proses karbonisasi dan melindungi permukaan karbon sehingga kemungkinan terjadinya oksidasi dapat dikurangi (Manocha, 2003).

Aktivasi secara kimia dengan menggunakan aktivator  $KOH$  tanpa kehadiran oksigen akan mengontrol reaksi pembakaran karbon melalui mekanisme sebagai berikut:





Pada proses tersebut, karbon bereaksi dengan oxidizing agent dan menghasilkan karbon dioksida yang berdifusi pada permukaan karbon. Amorphous carbon yang menghalangi pori bereaksi pada tahap oksidasi awal dan sebagai hasilnya closed pore akan terbuka. Selanjutnya reaksi akan berlanjut dengan mengikis dinding karbon untuk membentuk pori-pori baru.

## 2. Aktivasi Secara Fisika

Aktivasi fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan  $\text{CO}_2$  (Sembiring, 2003). Metode aktivasi secara fisika antara lain dengan menggunakan uap air, gas karbon dioksida, oksigen, dan nitrogen. Gas-gas tersebut berfungsi untuk mengembangkan struktur rongga yang ada pada arang sehingga memperluas permukaannya, menghilangkan onstituen yang mudah menguap dan membuang produksi tar atau hidrokarbonhidrokarbon pengotor pada arang.

Aktivasi fisika dapat mengubah material yang telah dikarbonisasi dalam sebuah produk yang memiliki luas permukaan yang luar biasa dan struktur pori. Tujuan dari proses ini adalah mempertinggi volume, memperluas diameter pori yang terbentuk selama karbonisasi dan dapat menimbulkan beberapa pori yang baru. Fluidized bed reactor dapat

digunakan untuk proses aktivasi fisika. Tipe reaktor ini telah digunakan untuk pembuatan karbon aktif dari batu (Swiatkowski, 1998).

Penggunaan gas nitrogen selama proses aktivasi karena nitrogen merupakan gas yang inert sehingga pembakaran karbon menjadi abu dan oksidasi oleh pemanasan lebih lanjut dapat dikurangi, selain itu dengan aktivasi gas akan mengembangkan struktur rongga yang ada pada arang sehingga memperluas permukaannya (Sugiharto, 1978). Kenaikan temperatur aktivasi pada kisaran  $450^{\circ}\text{C}$  -  $700^{\circ}\text{C}$  dapat meningkatkan luas permukaan spesifik dari karbon aktif (Raharjo, 1997).

Berdasarkan proses oksidasinya, karbon aktif yang dihasilkan terdiri dari dua jenis, yaitu:

#### 1. L-Karbon (L-AC)

Karbon aktif yang dibuat dengan oksidasi pada suhu  $300-400^{\circ}\text{C}$  menggunakan oksidasi udara atau kimia L-AC sangat cocok untuk menyerap ion-ion terlarut dari logam berat alkali seperti  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ , sifat permukaannya yang asam akan berinteraksi dengan logam alkali. Regenerasi L-AC dapat dilakukan dengan menggunakan asam atau garam seperti NaCl yang hampir sama dalam perlakuan pertukaran ion.

#### 2. H-Karbon (H-AC)

Karbon aktif yang dihasilkan dari proses pemasakan pada suhu  $800-1000^{\circ}\text{C}$  kemudian didinginkan dalam atmosfer inersia. H-AC memiliki permukaan basa sehingga tidak efektif dalam menyerap logam berat alkali

dalam larutan berair tetapi sangat efisien dalam menyerap bahan kimia organik, partikulat hidrolit dan senyawa kimia yang memiliki kelarutan rendah dalam air, tetapi H-AC dapat dimodifikasi oleh peningkatan keasaman. Permukaan yang netral akan mengakibatkan ketidakefektifan dalam mereduksi dan mengadsorpsi bahan kimia.

### II.3.6 Aplikasi Karbon

Aktif Proses penyerapan menggunakan karbon aktif telah berkembang sangat luas, termasuk dalam proses pengolahan dalam skala industri.

**Tabel 3. Aplikasi Penggunaan Karbon Aktif dalam Industri**

NO	Industri	Kegunaan	Ukuran Mesh
1	Industri obat dan makanan	Menyaring, menghilangkan bau dan rasa	240
2	Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah	240
3	Pembersih air	Penghilangan warna, dan bau	48
4	Industri gula	Penghilangan zat-zat warna, proses penyaringan menjadi lebih sempurna	32, 48
5	Pelarut yang digunakan kembali	Penarikan kembali berbagai pelarut	32, 48, 240
6	Pemurnian gas	Menghilangkan sulfur, gas beracun, bau busuk asap	32,48
7	Katalisator	Reaksi katalisator pengangkut vinil klorida, vinil asetat	32, 120
8	Pengolahan pupuk	Pemurnian, penghilangan bau	240

(Sumber : Heri, 2013)

### II.3.7 Penggunaan 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.

Pemakaian arang aktif pada berbagai industri diantaranya adalah:

1. Industri makanan

Untuk menyaring dan menghilangkan warna, bau, dan rasa tidak enak pada makanan.

2. Industri Pengolahan Air Minum

Untuk menghilangkan bau, warna, rasa yang tidak enak, gas-gas beracun, zat pencemar air dan sebagai pelindung resin pada pembuatan demineralis water.

3. Industri minuman

Menghilangkan warna, bau dan rasa yang tidak enak.

4. Industri obat

Menyaring dan menghilangkan warna dan senyawa senyawa yang tidak diinginkan.

5. Industri Pengolahan Limbah Cair

Membersihkan air buangan dari pencemar warna, bau, zat beracun, dan logam berat. Mengambil Gas Polutan (pollutant remover): Menghilangkan gas beracun, bau busuk, asap, uap air raksa, uap benzen dan lain-lain.

6. Industri Plastik

Sebagai katalisator, pengangkut vinil klorida dan vinil asetat.

7. Industri Gas Alam Cair (LNG)

Desulfurisasi, penyaringan berbagai bahan mentah dan reaksi gas.

#### 8. Industri Refinery

Zat perantara dan penyaringan bahan mentah.

#### 9. Industri Pengolahan Emas dan Mineral

Pemurnian, uap merkuri dan menyerap pulutan.

#### 10. Mendaur Ulang Pelarut

Mengambil kembali berbagai pelarut, sisa methanol, ethanol, Etil asetat dan lain-lain.

#### 11. Industri Perikanan

Pemurnian, menghilangkan bau dan warna.

#### 12. Industri Gula dan Glukosa

Selain menghilangkan warna, bau, dan rasa yang tidak enak, juga mempunyai kemampuan yang sangat baik untuk menyerap senyawa nitrogen dan lyophilic koloids yang akan membantu menyempurnakan proses penyaringan dan akan mengurangi busa yang timbul pada proses penguapan, sehingga akan mempercepat proses kristalisasi gula.

#### 13. Industri Minyak Goreng

Karbon aktif dicampur dengan bleaching earth sangat efektif dan ekonomis untuk menghilangkan peroksida, zat warna, rasa, dan bau yang tidak enak akibat proses sponifikasi.

#### 14. Industri Karet



Karbon aktif yang diproduksi secara khusus dari bahan minyak bumi fraksi minyak bakar akan dihasilkan karbon aktif yang mempunyai mesh halus dan memiliki komponen karbon bebas radikal sehingga dapat dipakai sebagai bahan pembuat polimer karet alam menjadi karet yang kuat dan ulet, seperti karet ban mobil, karet untuk seal dan lain-lain.

## **II.4 Adsorpsi**

### **II.4.1 Pengertian Adsorpsi**

Adsorpsi merupakan peristiwa penyerapan suatu zat pada permukaan zat lain. Zat yang diserap disebut fase terserap (adsorbat), sedangkan zat yang menyerap disebut adsorben. Kecuali zat padat, adsorben dapat pula zat cair. Karena itu adsorpsi dapat terjadi antara : zat padat dan zat cair, zat padat dan gas, zat cair dan zat cair atau gas dan zat cair.

Adsorpsi secara umum adalah proses penggumpalan substansi terlarut yang ada dalam larutan oleh permukaan benda atau zat penyerap. Adsorpsi adalah masuknya bahan yang mengumpul dalam suatu zat padat. Keduanya sering muncul bersamaan dengan suatu proses maka ada yang menyebutnya sorpsi. Baik adsorpsi maupun absorpsi sebagai sorpsi terjadi pada tanah liat maupun padatan lainnya, namun unit operasinya dikenal sebagai adsorpsi (Giyatmi, 2008: 101). Menurut Sukardjo bahwa molekul-molekul pada permukaan zat padat atau zat cair, mempunyai gaya tarik ke arah dalam, karena tidak ada gaya-gaya yang

mengimbangi. Adanya gaya-gaya ini menyebabkan zat padat dan zat cair, mempunyai gaya adsorpsi. Adsorpsi berbeda dengan absorpsi. Pada absorpsi zat yang diserap masuk ke dalam adsorben sedang pada adsorpsi, zat yang diserap hanya pada permukaan (Sukardjo, 2002).

Kebanyakan zat adsorben adalah bahan-bahan yang sangat berpori, dan adsorpsi berlangsung pada dinding pori-pori yang sangat kecil, luas permukaan dalam menjadi beberapa orde besaran lebih besar dari permukaan luar. Pemisahan terjadi karena perbedaan molekul atau karena perbedaan polaritas yang menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan yang lebih erat dari pada molekul-molekul lainnya. Dalam kebanyakan hal, komponen yang diadsorpsi atau adsorbat melekat sedemikian kuat sehingga memungkinkan pemisahan komponen itu secara menyeluruh dari fluida tanpa terlalu banyak adsorpsi terhadap komponen yang lain. Regenerasi adsorben dapat dilaksanakan untuk mendapatkan adsorbat dalam bentuk terkonsentrasi atau hampir murni (Mc. Cabe, 1999).

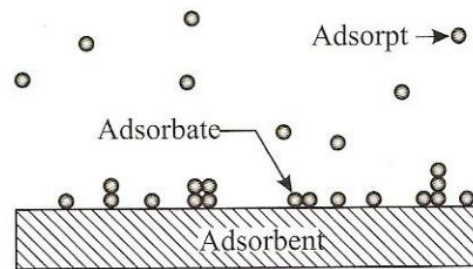
Karbon aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri atas unsur karbon bebas dan masing-masing diberikatan secara kovalen, dengan demikian permukaan yang mana semakin kecil pori-pori karbon aktif mengakibatkan luas permukaan yang semakin besar sehingga kecepatan adsorpsi bertambah. Untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi dianjurkan agar menggunakan karbon aktif yang telah dihaluskan.

#### II.4.2 Mekanisme Adsorpsi

Mekanisme yang terjadi pada proses adsorpsi yaitu :

1. Molekul-molekul adsorben berpindah dari fase bagian terbesar ke permukaan antara adsorben yaitu lapisan film yang melapisi permukaan adsorben.
2. Molekul-molekul adsorben berpindah dari permukaan antara adsorben ke permukaan luar.
3. Molekul-molekul adsorbat berpindah dari permukaan luar adsorben, dimana molekul tersebut menyebar menuju pori-pori adsorben.
4. Molekul-molekul adsorbat menempel pada permukaan pori-pori adsorben.

Sifat yang paling utama dari karbon aktif adalah kemampuannya untuk menyerap. Sifat ini didasari pada padatan sifat karbon aktif yang memiliki luas permukaan atau pori-pori yang besar. Daya serap karbon aktif erat hubungannya dengan sifat keaktifan karbon tersebut. Apabila suatu larutan terkontak dengan butiran karbon aktif yang berpori, maka molekul-molekul zat terlarut tertarik pada permukaan pori dan tertahan ditempat tersebut melalui gaya-gaya yang lemah



**Gambar 8. Mekanisme Adsorpsi (Sumber : addy rachmat, 2011)**

Proses adsorpsi dibedakan menjadi 3 tahap :

#### 1. Tahap Adsorpsi

Tahap dimana terjadi proses adsorpsi. Adsorbate tertahan pada permukaan adsorbent (tertahannya gas atau uap atau molekul pada permukaan padatan). Pada proses adsorpsi umumnya dilakukan untuk senyawa organik dengan berat molekul (BM) lebih besar dari 46 dan dengan konsentrasi yang kecil.. Semakin besar BM maka proses adsorpsi akan semakin baik.

#### 2. Tahap Desorpsi

Tahap ini merupakan kebalikan pada tahap adsorpsi, dimana adsorbate dilepaskan dari adsorbent (lepasnya gas atau uap atau molekul pada permukaan padatan). Desorpsi dapat dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya adalah :

- Meningkatkan temperature adsorbent di atas temperature didih adsorbent, dengan cara mengalirkan uap panas/ udara panas atau dengan pemansan.
- Menambahkan bahan kimia atau secara kimia
- Menurunkan tekanan

### 3. Tahap Recovery

Tahap ini merupakan tahap pengolahan dari gas, uap atau molekul yang telah di desorpsi, dimana recovery dapat di lakukan dengan :

- Kondensasi
- Dibakar
- Solidifikasi

#### **II.4.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi**

Beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi yaitu:

##### 1. Waktu Kontak

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

##### 2. Karakteristik Adsorben

Ukuran partikel merupakan syarat yang penting dari suatu arang aktif untuk digunakan sebagai adsorben. Ukuran partikel arang mempengaruhi kecepatan dimana adsorpsi terjadi. Kecepatan adsorpsi meningkat dengan menurunnya ukuran partikel.

##### 3. Luas Permukaan

Semakin luas permukaan adsorben, semakin banyak adsorbat yang diserap, sehingga proses adsorpsi dapat semakin efektif. Semakin kecil ukuran diameter adsorben maka semakin luas permukaannya.

Kapasitas adsorpsi total dari suatu adsorbat tergantung pada luas permukaan total adsorbennya.

#### 4. Kelarutan Adsorbat

Agar adsorpsi dapat terjadi, suatu molekul harus terpisah dari larutan. Senyawa yang mudah larut mempunyai afinitas yang kuat untuk larutannya dan karenanya lebih sukar untuk teradsorpsi dibandingkan senyawa yang sukar larut. Akan tetapi ada perkecualian karena banyak senyawa yang dengan kelarutan rendah sukar diadsorpsi, sedangkan beberapa senyawa yang sangat mudah larut diadsorpsi dengan mudah. Usaha-usaha untuk menemukan hubungan kuantitatif antara kemampuan adsorpsi dengan kelarutan hanya sedikit yang berhasil.

#### 5. Ukuran Molekul

Adsorbat Ukuran molekul adsorbat benar-benar penting dalam proses adsorpsi ketika molekul masuk ke dalam mikropori suatu partikel arang untuk diserap. Adsorpsi paling kuat ketika ukuran pori-pori adsorben cukup besar sehingga memungkinkan molekul adsorbat untuk masuk.

#### 6. pH

pH di mana proses adsorpsi terjadi menunjukkan pengaruh yang besar terhadap adsorpsi itu sendiri. Hal ini dikarenakan ion hidrogen sendiri diadsorpsi dengan kuat, sebagian karena pH mempengaruhi ionisasi dan karenanya juga mempengaruhi adsorpsi dari beberapa senyawa. Asam organik lebih mudah diadsorpsi pada pH rendah, sedangkan adsorpsi basa organik terjadi dengan mudah pada pH tinggi.

pH optimum untuk kebanyakan proses adsorpsi harus ditentukan dengan uji laboratorium.

#### 7. Temperatur

Temperatur di mana proses adsorpsi terjadi akan mempengaruhi kecepatan dan jumlah adsorpsi yang terjadi. Kecepatan adsorpsi meningkat dengan meningkatnya temperatur, dan menurun dengan menurunnya temperatur. Namun demikian, ketika adsorpsi merupakan proses eksoterm, derajat adsorpsi meningkat pada suhu rendah dan akan menurun pada suhu yang lebih tinggi .

### **II.4.4 Aplikasi Adsorpsi**

#### 1. Pemutihan gula tebu

Gula yg masih berwarna dilarutkan dalam air kemudian dialirkan melalui tanah diatomae dan arang tulang. Zat-zat warna dalam gula akan diadsorpsi sehingga diperoleh gula yang putih bersih.

#### 2. Norit

Tablet yg terbuat dari karbon aktif norit. Di dalam usus norit membentuk sistem kolid yg dapat mengadsorpsi gas/zat racun.

#### 3. Penjernihan air

Dengan menambahkan tawas/ Aluminium sulfat (akan terhidrolisis membentuk  $\text{Al}(\text{OH})_3$  yang berupa koloid). Koloid ini dapat mengadsorpsi zat-zat warna / zat pencemar dalam air.

#### II.4.5 Adsorben

Berdasarkan strukturnya, adsorben dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu adsorben tidak berpori dan adsorben berpori.

##### Adsorben tidak berpori

Adsorben tidak berpori dapat diperoleh dengan cara pengendapan kristal seperti  $\text{BaSO}_4$  atau pemurnian padatan kristal. Luas permukaan spesifiknya kecil, tidak lebih dari  $10\text{m}^2/\text{g}$ . Umumnya luas permukaan spesifik antara  $0,1-1\text{ m}^2/\text{g}$ , bahan tidak berpori seperti filter karet dan grafit karbon hitam merupakan adsorben tidak berpori yang telah mengalami perlakuan khusus, sehingga luas permukaannya dapat mencapai ratusan  $\text{m}^2/\text{g}$ .

##### Adsorben berpori

Luas permukaan spesifik adsorben berpori berkisar antara  $10-100\text{ m}^2/\text{g}$ . Biasanya digunakan sebagai pendukung katalis, dehidrator dan pemilih komponen, umumnya dalam bentuk granular. Beberapa jenis penyerap berpori yang terkenal adalah: silika gel, alumina, karbon aktif, zeolit, dan gelas berpori. Kebanyakan adsorben industri termasuk salah satu dari tiga kelas di bawah ini:

- a. Senyawa yang mengandung oksigen, bersifat hidrofilik dan polar, termasuk material seperti silika gel dan zeolit.
- b. Senyawa berbasis karbon, bersifat hidrofolik dan non polar, termasuk material seperti karbon teraktivasi dan grafit.



- c. Senyawa berbasis polimer, merupakan gugus fungsi polar dan non polar didalam matriks polimer.

Kriteria kinerja adsorben dapat dilihat dari parametir berikut:

- a. Selektivitas tinggi
- b. Kapasitas adsorpsi besar
- c. Kinetika adsorpsi cepat
- d. Mudah diregenerasi
- e. Kekuatan mekanik tinggi
- f. Murah

Untuk mencapai kinerja diatas, adsorben harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

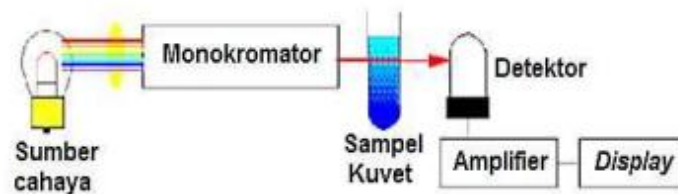
- a. Volume pori internal besar
- b. Luas permukaan besar
- c. Ikatan adsorbat dan adsorben lemah (Adsorpsi fisika)
- d. Distribusi pori dan stabil secara mekanik.

## **II.5 Metode Analisis**

### **II.5.1 Spektrofotometri**

Spektrofotometri merupakan suatu metode analisa yang didasarkan pada pengukuran serapan sinar monokromatis oleh suatu larutan berwarna pada panjang gelombang spesifik, spektrofotometri didasarkan pada absorpsi radiasi elektromagnetik. Prinsip metode spektrofotometri UV-Vis adalah pengukuran suatu interaksi antara radiasi elektromagnetik

dan molekul atau atom dari suatu zat kimia (Depkes RI, 1995). Secara sederhana, spektrofotometri UV-Vis bekerja berdasarkan gambar 11.



**Gambar 9. Diagram Umum Spektrofotometri UV-Vis (Jones, 2016)**

Pengukuran spektrofotometri menggunakan alat spektrofotometer yang mengukur transmittan atau absorban suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrofotometri yang sesuai untuk pengukuran di daerah spektrum ultraviolet (UV) dan sinar tampak (Vis) terdiri atas suatu sistem optik dengan kemampuan menghasilkan sinar monokromatis pada panjang gelombang 200-400 nm (UV) dan 400-750 nm (Vis).

Secara garis besar, spektrofotometer memiliki komponen-komponen penting yaitu (Gandjar dan Rahman, 2007):

a. Sumber lampu

Lampu deuterium digunakan untuk daerah UV pada panjang gelombang 190-350 nm, sedangkan lampu halogen, kuarsa atau lampu tungsten digunakan untuk daerah visibel pada panjang gelombang antara 350-900 nm.

b. Monokromator,

Digunakan untuk mendispersikan sinar ke dalam komponen-komponen panjang gelombang yang akan dipilih oleh celah (slit). Monokromator berputar sedemikian rupa sehingga kisaran panjang

gelombang dilewatkan pada sampel sebagai scan instrument melewati spektrum.

c. Optik

Merupakan bagian spektrofotometer yang didesain untuk memecah sumber sinar sehingga sumber sinar melewati dua kompartemen. Suatu larutan blanko dapat digunakan dalam satu kompartemen untuk mengoreksi pembacaan atau spektrum sampel.