

# KINETIKA ADSORPSI KOLESTEROL DAGING KAMBING MENGUNAKAN ADSORBEN KITOSAN DAN KARBON AKTIF

Citrasmara Galuh Nuansa (L2C006028) dan Dewi Tri Istyanti (L2C006034)

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

Pembimbing: Ir. Hargono MT.

## Abstrak

*Kandungan kolesterol yang mencapai 3,2 mg/g pada daging kambing dapat meningkatkan risiko terjadinya penyakit jantung dan stroke apabila seseorang mengkonsumsi daging kambing secara berlebihan. Oleh karena itu, perlu adanya suatu metode untuk mengurangi kadar kolesterol. Meskipun adsorpsi kolesterol daging kambing menggunakan kitosan dan karbon aktif bukan hal yang baru, namun kajian tentang kinetika adsorpsinya masih sangat kurang. Penelitian ini dimulai dengan mencairkan lemak kambing. Selanjutnya, lemak kambing yang telah dicairkan dicampur dengan adsorben (kitosan dan karbon aktif). Hasil yang diperoleh diambil dengan interval 30 menit selama 2,5 jam, dan dianalisis kadar kolesterolnya dengan spektrofotometer Uv Vis sebelum dan sesudah adsorpsi, sehingga dapat diketahui jumlah kolesterol yang terjerap sebagai fungsi waktu. Data kinetika adsorpsinya dikaji dan dibandingkan dengan model kinetika orde satu semu dan orde dua semu. Adsorpsi kolesterol menggunakan kitosan dan karbon aktif cenderung mengikuti model orde dua semu. dengan konstanta kecepatan adsorpsi masing-masing sebesar 0,3719 g/mg menit dan 0,14993 g/mg menit.*

**Kata kunci:** adsorpsi; kolesterol; kitosan; karbon aktif

## Abstract

*Goat content 3,2 mg/g of cholesterol which can increase the happening of heart sickness and stroke risk if consumed too much. Therefore, it needs existence of a method to lessen cholesterol grade that more consumed safely. Adsorption of goat cholesterol applies by chitosan and activated carbon is not new thing, but study about adsorption kinetics especially adsorption of goat cholesterol is still limited. This research was started with melted goat fat. Then molten goat fat was mixing with adsorbent (chitosan and activated carbon). Samples were withdrawn at an hour interval during 2.5 hours, and then analysed its cholesterol grade by spectrophotometer Uv Vis, before and after adsorption, so that known number of cholesterol adsorption as function of time. The adsorption kinetics data will be studied and compared to pseudo first order kinetics model and pseudo second order kinetics model. The adsorption of cholesterol onto chitosan and activated carbon was found to follow the pseudo second order model with adsorption rate constant of 0,3719 g/mg min and 0,14993 g/mg min respectively.*

**Key Words:** adsorption; cholesterol; chitosan; activated carbon

## 1. Pendahuluan

Di Indonesia, kambing merupakan salah satu komoditas peternakan yang besar. Di Jawa Tengah sendiri, produksi daging kambing mencapai 9.656.473 pada tahun 2008 (Perkembangan data base Peternakan Provinsi Jawa Tengah tahun 2007, 2008). Dalam hal makanan, olahan daging kambing merupakan hal yang familiar dalam masyarakat, namun konsumsi yang berlebihan dapat meningkatkan risiko terjadinya penyumbatan pembuluh darah yang akan mengakibatkan penyakit jantung dan stroke. Hal ini disebabkan oleh kandungan kolesterol yang tinggi pada lemak kambing, yaitu 3,2 mg/g (Arun dkk, 2009). Untuk menghindari hal tersebut, perlu adanya suatu usaha mengurangi kadar kolesterol pada daging kambing, sehingga aman untuk dikonsumsi.

Asupan kolesterol yang melebihi batas, akan ditimbun dalam tubuh dan diangkut melalui pembuluh darah. Kadar kolesterol dalam tubuh pada dasarnya dapat dikontrol dengan pola makan yang sehat, yaitu dengan mengonsumsi sayur dan buah. Namun, pada umumnya pola hidup masyarakat Indonesia kurang memperhatikan hal tersebut sehingga perlu suatu cara untuk mengurangi kadar kolesterol pada daging kambing.

Kandungan kolesterol pada daging kambing dapat mengakibatkan peningkatan risiko penyumbatan pembuluh darah apabila dikonsumsi secara berlebihan. Perlu dikembangkan suatu metode untuk mereduksi kadar kolesterol

tersebut, sehingga lebih aman untuk dikonsumsi. Adsorpsi kolesterol menggunakan kitosan dan karbon aktif pada dasarnya bukan merupakan hal baru, namun kajian tentang kinetika adsorpsinya masih sangat kurang terutama adsorpsi kolesterol daging kambing. Pada penelitian ini akan dikaji hubungan massa kolesterol daging kambing yang dapat teradsorpsi terhadap sejumlah massa adsorban (kitosan dan karbon aktif) yang ditambahkan pada interval waktu tertentu. Hasil yang diperoleh akan dibandingkan dengan model kinetika yang ada, yaitu persamaan orde satu semu dan orde dua semu, sehingga dapat diketahui kecenderungan model kinetika adsorpsinya.

Tujuan dari penelitian adalah mencari data kinetika adsorpsi, yaitu data tentang massa kolesterol yang terjerap tiap satu satuan massa adsorban (kitosan atau karbon aktif) sebagai fungsi waktu. Mengkaji data yang diperoleh dengan model kinetika orde satu semu dan orde dua semu menggunakan program Matlab 7.1.

### Model kinetika adsorpsi

Persamaan kinetika orde satu semu Lagergren

$$\frac{dq}{dt} = k_{s1}(q_{eq} - q) \quad (1)$$

$$\log(q_{eq} - q) = \log(q_{eq}) - \frac{k_{s1}}{2,303} t \quad (2)$$

Persamaan kecepatan orde dua semu

$$\frac{dq}{dt} = k(q_{eq} - q)^2 \quad (3)$$

$$\frac{t}{q} = \frac{1}{kq_{eq}^2} + \frac{1}{q_{eq}} t \quad (4)$$

(Aktay, Yücel dan Yesim Sag, 2002)

## 2. Bahan dan Metode Penelitian

### Penetapan variabel

Variabel tetap

Suhu	: 60°C
Kecepatan pengadukan	: konstan (skala 8)
pH	: 3
Volume lemak cair	: 250 ml
Massa adsorben	: 25 gram

Variabel berubah

Waktu	: 30, 60, 90, 120, dan 150 menit
-------	----------------------------------

### Bahan

Lemak kambing, kitosan, dan karbon aktif

### Peralatan:

Statif dan klem, gelas ukur, magnetic stirrer, labu ukur, timbangan, kompor/pemanas, termometer, pengaduk, beaker glass, indikator pH, pipet tetes, water bath, heater, thermostat, erlenmeyer, dan kertas saring.

### Gambar alat:



Keterangan:

1. Statif dan klem
2. Termometer
3. Beaker glass
4. Magnetic Stirrer
5. Termostat
6. Heater
7. Water bath

**Gambar 1.** Rangkaian alat proses adsorpsi

### Analisis bahan baku

Parameter yang digunakan untuk analisis bahan baku yang berupa lemak kambing yaitu kadar kolesterol (kadar kolesterol awal) yang diketahui dengan cara analisis kolesterol secara kuantitatif.

### Penjerapan lemak oleh kitosan dan karbon aktif

Lemak kambing dicairkan pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  untuk mendapatkan kurang lebih 250 ml lemak cair. Dalam penjerapan ini dilakukan dengan memasukan masing-masing kitosan dan karbon aktif ke dalam larutan lemak kambing. Dalam penelitian ini waktu penjerapan dan suhu tetap pada harga tertentu. Setelah proses penjerapan lalu disaring, filtratnya diambil untuk dianalisis kandungan kolesterol dengan spektrofotometer UV Vis.

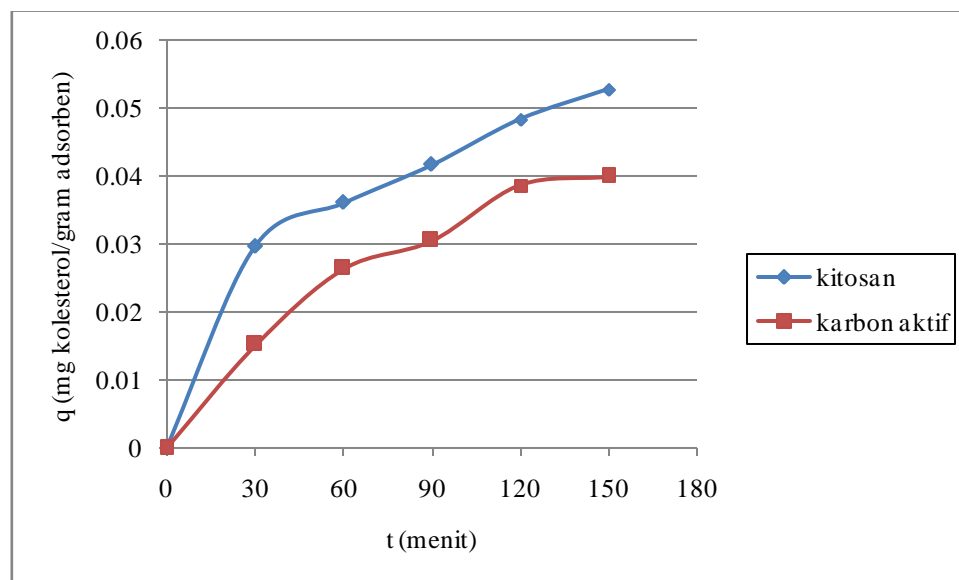
### Analisis hasil

Parameter yang digunakan untuk analisis sampel yang telah diadsorpsi kolesterolnya yaitu kadar kolesterol akhir sampel, sehingga dapat diketahui kadar kolesterol yang diadsorpsi dengan cara mengurangi kadar kolesterol awal dengan kadar kolesterol akhir. Data ini merupakan hubungan waktu adsorpsi ( $t$ ) dengan massa kolesterol yang terjerap tiap satu satuan massa adsorben ( $q$ ) yang disajikan dalam bentuk grafik dan akan dibandingkan dengan model kinetika orde satu semu dan orde dua semu menggunakan program Matlab 7.1.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### Pengaruh adsorben terhadap proses adsorpsi kolesterol kambing

Pengaruh adsorben yang digunakan, yaitu kitosan dan karbon aktif terhadap proses adsorpsi kolesterol kambing dapat disajikan pada Gambar 2 berikut ini:

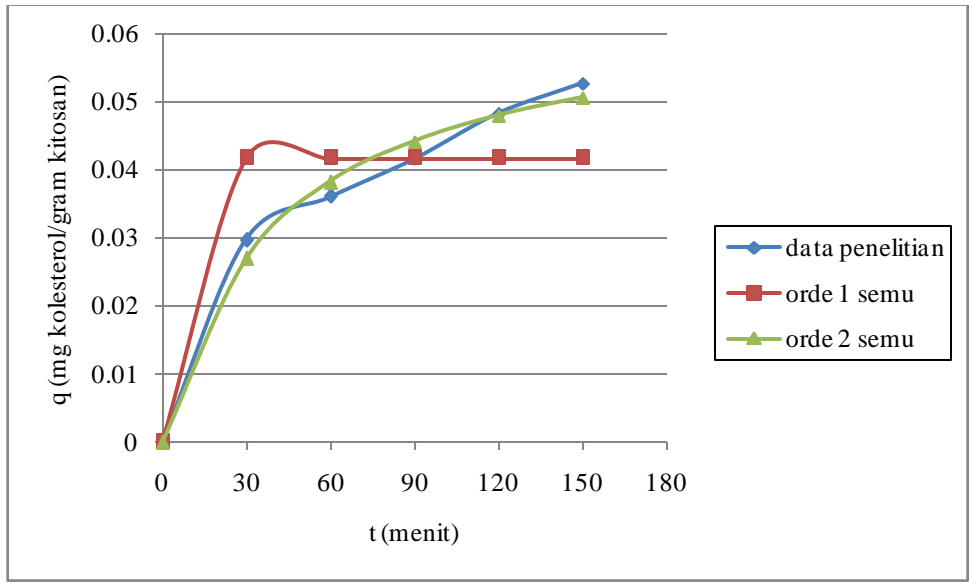


**Gambar 2.** Pengaruh adsorben terhadap proses adsorpsi kolesterol

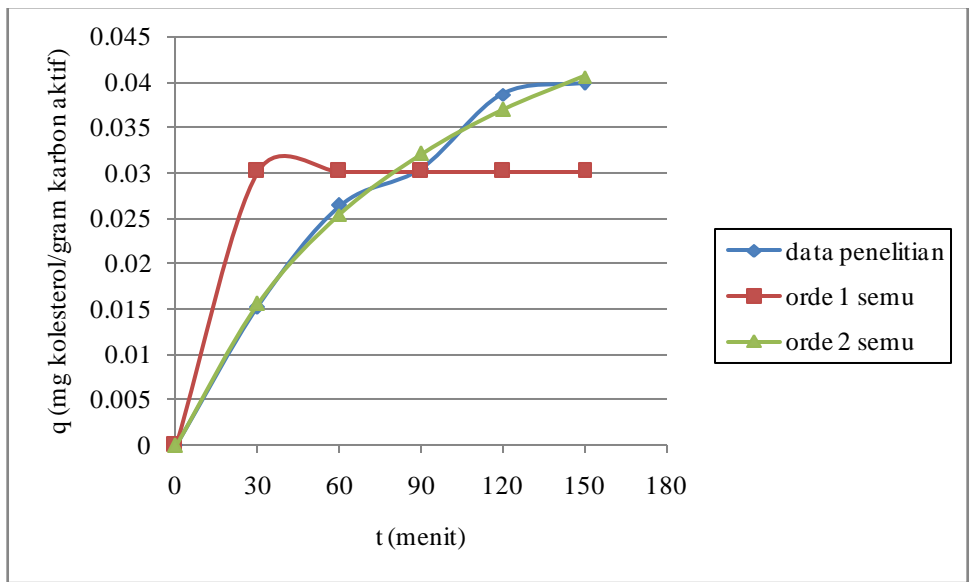
Dari Gambar 2 dapat ditunjukkan bahwa kemampuan kitosan sebagai adsorben kolesterol daging kambing lebih baik dibandingkan dengan karbon aktif. Hal ini dapat diketahui dari massa kolesterol yang terjerap tiap satu satuan massa kitosan ( $q$ ) yang lebih besar bila dibandingkan dengan menggunakan karbon aktif. Peristiwa itu disebabkan oleh kecepatan difusi partikel kolesterol melalui pori kitosan yang lebih cepat. Kitosan merupakan biopolimer dan mudah terdispersi di dalam cairan. Proses dispersi kitosan di dalam lemak ini memberikan luas permukaan yang lebih besar untuk mengadsorpsi kolesterol dibandingkan dengan karbon aktif (Subramaniam Sathivel dan Witoon Prinyawiwatkul, 2004).

### Perbandingan data hasil penelitian dengan modeling

Model yang dipakai dalam mempelajari kinetika adsorpsi adalah model orde satu semu dan model orde dua semu. Untuk mengetahui model kinetika yang sesuai untuk sistem adsorpsi kolesterol daging kambing oleh kitosan dan karbon aktif, perlu dilukiskan hubungan antara massa kolesterol yang terjerap tiap satu satuan massa adsorben ( $q$ ) terhadap waktu yang tertera pada Gambar 3 dan Gambar 4. Dari kedua grafik tersebut dapat dilihat bahwa data hasil penelitian cenderung mengikuti model orde dua semu dibandingkan dengan model orde satu semu.



**Gambar 3.** Perbandingan antara data adsorpsi menggunakan kitosan hasil penelitian dengan modeling



**Gambar 4.** Perbandingan antara data adsorpsi menggunakan karbon aktif hasil penelitian dengan modeling

Hal ini juga ditunjukkan dengan jumlah kesalahan *SSE* dari model orde dua semu yang lebih kecil daripada jumlah kesalahan dari model orde satu semu seperti dituangkan pada Tabel 1 sebagai berikut:

**Tabel 1.** Data kinetika adsorpsi kolesterol daging kambing

Adorben	Orde satu semu			Orde dua semu		
	k (l/menit)	qe (mg/g)	SSE	k (g/mg.menit)	qe (mg/g)	SSE
Kitosan	4,5123	0,041776	0,00034096	0,3719	0,064735	0,000022387
Karbon aktif	4,5285	0,030194	0,00040425	0,14993	0,067484	0,000071128

Pada tabel di atas,  $k$  merupakan tetapan kecepatan adsorpsi,  $q_e$  adalah jumlah kolesterol yang teradsorpsi per unit berat kitosan pada keseimbangan, dan  $SSE$  (*The Sum of The Squares of The Errors*) yaitu jumlah kesalahan yang diperoleh dari persamaan:

$$SSE = \sum (q_c - q_t)^2$$

Di mana  $q_c$  adalah  $q$  yang diperoleh dari modeling, sedangkan  $q_t$  adalah  $q$  yang diperoleh dari penelitian (Haitao Jiang, et al, 2007).

Model orde dua semu merupakan pemodelan yang didasarkan pada kemampuan penjerapan pada fasa solid dengan mekanisme chemisorptions yang menjadi faktor pengontrol kecepatan adsorpsi. Keuntungan dari model orde dua semu yaitu dapat memprediksi 'kelakuan' ke depan yang berada di luar jangkauan dari pembelajaran ini, di mana pada umumnya model orde satu semu hanya sesuai untuk permukaan reaksi (Yesim Sag dan Yücel Aktay, 2002).

#### 4. Kesimpulan

Semakin lama waktu adsorpsi, maka massa kolesterol yang teradsorpsi semakin besar hingga mengalami keseimbangan, dan dari penelitian didapatkan bahwa penjerapan kolesterol oleh kitosan lebih baik dari karbon aktif. Adsorpsi kolesterol daging kambing menggunakan kitosan dan karbon aktif cenderung mengikuti model kinetika orde dua semu. Konstanta kecepatan adsorpsi kolesterol menggunakan kitosan sebesar 0,3719 g/mg menit dengan jumlah kolesterol yang teradsorpsi per unit berat kitosan pada keseimbangan sebesar 0,064735 mg/g dan konstanta kecepatan adsorpsi kolesterol menggunakan karbon aktif sebesar 0,14993 g/mg menit dengan jumlah kolesterol yang teradsorpsi per unit berat karbon aktif pada keseimbangan sebesar 0,067484 mg/g.

#### Ucapan Terima Kasih

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada: Ir. Hargono, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan ini. Ir. Abdullah, M.S. Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro. Ir. Agus Hadiyanto, M.T. selaku Penanggung jawab Laboratorium Penelitian dan Pengolahan Limbah. Bapak Untung, selaku laboran Laboratorium Penelitian dan Pengolahan Limbah. Keluarga, sahabat, dan teman-teman tercinta. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan motivasi.

#### Daftar Notasi

$k$	: konstanta kecepatan adsorpsi orde dua semu (g/ mg min)
$k_{s1}$	: konstanta kecepatan adsorpsi orde satu semu (1/min)
$q$	: jumlah kolesterol yang teradsorpsi per unit berat adsorban pada waktu $t$ (mg/g)
$q_{eq}$	: jumlah kolesterol yang teradsorpsi per unit berat adsorban pada keseimbangan (mg/g)
$t$	: waktu (menit)

#### Daftar Pustaka

- Anonim, "Activated Carbon", <http://www.wikipedia.org>, diakses tanggal 3 Maret 2009.
- Arun K. Das1, A.S.R. Anjaneyulu, Rajendran Thomas and N. Kondaiah, *Effect Of Different Fats On The Quality Of Goat Meat Patties Incorporated With Full-Fat Soy Paste*, Journal of Muscle Foods 20, 2009, pp. 37–53.
- Boy Macklin Pareira, *Limbah Cangkang Udang Menjadi Kitosan*, Onlinebuku.com, 2008.
- Carlita Kurnia Sari dan Mufty Hakim, Laporan Penelitian: *Pembuatan Chitosan dari Cangkang Udang serta Penjerapannya terhadap Lemak Kambing*, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang, 2009.
- Dinas Peternakan Provinsi Jawa Tengah, *Perkembangan Data Base Peternakan Provinsi Jawa Tengah Tahun 2007*, Agustus 2008.
- Eriawan Rismana, *Serat Kitosan Mengikat Lemak*, Harian Kompas, Kamis 9 Januari 2003.
- Haitao Jiang, et al, *Pseudo Second Order Kinetic Model for The Biosorption of Lead onto Waste Yeast: A Comparison of Linear and Nonlinear Methods and Error Analysis*, Life Science Journal, 2007, vol. 4, no. 4, pp. 42-45.

- Hargono and Andri Cahyo Kumoro, *Preliminary Study on Goat Fat Cholesterol Adsorption onto Chitosan*, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering Diponegoro University, Semarang.
- Henny Krissetiana H., *Kitin dan Kitosan dari Limbah Udang*, Harian Suara Merdeka, Senin 31 Mei 2004.
- J. C. Y. Ng, W. H. Cheung, and G. McKay, *Equilibrium Studies of the Sorption of Cu(II) Ions onto Chitosan*, *Journal of Colloid and Interface Science* 255, 2002, pp. 64–74.
- Marganof, *Potensi Limbah Udang sebagai Penyerap Logam Berat*, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2003.
- Lenntech [Water treatment](#) & air purification Holding B.V., *Adsorption/Active Carbon*, Rotterdamseweg, Netherlands, 2008.
- Subramaniam Sathivel and Witoon Prinyawiwatkul, *Adsorption of FFA in Crude Catfish Oil onto Chitosan, Activated Carbon, and Activated Earth: A Kinetics Study*, *JAACS*, 2004, vol. 81, pp. 493–496.
- Yayasan Jantung Indonesia, *Kolesterol*, 2003.
- Yesim Sag, Yücel Aktay, *Kinetic studies on sorption of Cr(VI) and Cu(II) ions by chitin, chitosan and Rhizopus arrhizus*, *Biochemical Engineering Journal*, 2002, vol. 12, pp. 143-153.