



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

BAB II

KARAKTERISTIK ASTAXANTHIN

Sumber astaxanthin hampir semuanya terdapat pada hewan akuatik, seperti ikan salmon, ikan air tawar dan air laut yang berwarna merah, udang, kepiting dan lobster, serta mikroalga *Puvialis haematococcus*, yang merupakan mikroalga yang kaya akan astaxanthin. Tabel 1 menunjukkan beberapa jenis organisme akuatik yang mengandung astaxanthin, disajikan beserta jumlahnya.

Tabel 1. Kandungan Astaxanthin pada beberapa organisme akuatik

Sumber alami astaxanthin	Konsentrasi astaxanthin (ppm)
Ikan Salmon	5
Plankton	60
Krill	120
Arctike	1200
Phaffia	8000
<i>Puvialis haematococcus</i>	40.000



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

Berbagai studi telah dilakukan untuk mengetahui tahapan metabolisme karotenoid pada mamalia. Sebuah penelitian dilakukan dengan hewan ujian tikus untuk mengetahui absorpsi elusi astaxanthin dalam minyakzaitun (5, 10, 15, dan 20 $\mu\text{mol/l}$) ditemukan sebanyak 20% berada di dalam kelenjar getah bening (Clark *et al.*, 2000). Dari beberapa studi dengan menggunakan tikus untuk mengetahui efek suplementasi 300 mg/kg karotenoid terhadap hati, ginjal, paru-paru, dan usus halus. Diketahui bahwa astaxanthin merupakan penginduksi enzim yang memetabolisme senyawa xenobiotik pada ginjal dan paru-paru (Gradelet *et al.*, 1996; Jewell dan O'Brien, 1999).

Studi lain yang dilakukan Fuji kimia dengan mendeteksi astaxanthin di dalam darah, dan dapat mencapai konsentrasi maksimum 210-230 mg/ml. Menariknya dia menemukan bahwa satu dosis tunggal 50 mg astaxanthin atau 12 mg per hari, menunjukkan konsentrasi puncak serupa pada darah. Studi yang cukup menarik dilakukan oleh Osterlie *et al.*, (2000). dengan memberikan dosis 100 mg astaxanthin kepada



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak mengizinkan penyalinan Universitas Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

manusia, dan membuktikan bahwa keberadaan astaxanthin di dalam plasma darah yang di bawah oleh lipoprotein. Di dalam plasma, karotenoid non polar seperti β -karoten, α -karoten, atau likopen sebagian besar diangkut oleh lipoprotein densitas rendah (*very low density lipoprotein atau VLDL*) dan lipoprotein densitas rendah (*low density lipoproteins atau LDL*), sedangkan karotenoid polar seperti zeaxanthin, lutein dan astaxanthin dibawah oleh LDL dan lipoprotein densiti tinggi (*high density lipoproteins atau HDL*) (Guerin, *et al.*, 2003).

Proses penyerapan astaxanthin di dalam tubuh terjadi sama dengan pada saat kita mengkonsumsi senyawa lipofilik lainnya, misalnya mekanisme pencernaan dan penyerapan bixin maupun klorofil, setelah melewati proses pencernaan pada mulut, akan diserap oleh usus dan selanjutnya diangkut ke dalam darah melalui sistem limfatik (Lee *et al.*, 2004). Pendistribusian astaxanthin ke dalam jaringan tubuh, terutama melalui LDL.



A. POTENSI ASTAXANTHIN

Teori diperlukan karena dianggap penting dalam menganalisis sebuah fenomena atau kejadian yang terjadi sampai masalah yang dihadapi peneliti bisa diuraikan dan dijelaskan. Teori adalah prinsip-prinsip yang berlaku secara universal atau umum dari bidang keilmuan maupun pengetahuan yang berlainan dengan kondisi praktis. Sehingga teori ialah pendapat atau pernyataan secara empiris dari sebuah fenomena yang disepakati bersama.

Berikut ini adalah potensi astaxanthin dalam mencegah kanker dan berbagai penyakit degeneratif.

o Dalam berbagai penelitian menunjukkan astaxanthin memiliki aktifitas antikanker pada mamalia (Nishino *et al.*, 2002; Hix *et al.*, 2005). Beberapa studi menunjukan efektifitas astaxanthin dalam melindungi tikus dari karsinogenesis kandung kemih dan mengurangi kejadian karsinoma kandung kemih secara kimawi (Tanaka *et al.*, 1994). Tikus yang diberi karsinogen tetapi ditambah dengan astaxanthin memiliki resiko lebih rendah terkena kanker mulut dibandingkan



dengan tikus yang hanya diberikan karsinogen. Efek perlindungan dari astaxanthin bahkan lebih menonjol daripada β -karotene (Tanaka *et al.*, 1995).

o Pada beberapa penelitian dengan menggunakan hewan uji diketahui bahwa astaxanthin memiliki pengaruh secara nyata pada sistem imun. Meskipun tidak memiliki aktifitas pro vitamin A, astaxanthin terbukti meningkatkan respon imun antitumor dengan menghambat peroksidasi lipid yang diinduksi oleh stres oksidatif (Kurihara *et al.*, 2002). Sebuah penelitian baru-baru ini tentang penggunaan darah manusia secara in vitro membuktikan bahwa astaxanthin meningkatkan produksi imunoglobulin sebagai respon terhadap stimulus polikronal (Jyonouchi *et al.*, 1995).

o Astaxanthin mengurangi tingkat LDL teroksidasi (LDLox) secara signifikan dalam studi konsumsi makanan yang mengandung astaxanthin (Iwamoto *et al.*, 2000). LDL teroksidasi memainkan peranan penting dalam patogenesis arteriosklerosis yang merupakan gangguan yang mendasari penyebab serangan jantung dan stroke (Heller *et al.*, 1998). Beberapa penelitian



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak mengizinkan penyalinan Universitas Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

telah membuktikan bahwa astaxanthin mencegah penyakit kardiovaskuler dengan mekanisme antioksidan (Iwamoto *et al.*, 2000).

o Dalam berbagai penelitian, astaxanthin terbukti merupakan antioksidan potensial yang dapat membantu mempertahankan kesehatan tubuh. Astaxanthin melindungi sel dari oksidasi dengan mekanisme meredam singlet oksigen kemudian melepaskan energi dalam bentuk panas, dan menetralkan radikal bebas yang selanjutnya mencegah dan menghentikan reaksi oksidasi (Lorenz, 2000).

o Paparan langsung terhadap jaringan dan lipid, terutama sinar UV dapat menghasilkan singlet oksigen dan radikal bebas yang bersifat fotooksidatif dan berbahaya bagi jaringan dan lipid (Park P.K., 2005 dalam Guerin *et al.*, 2003). Dari hasil analisis beberapa jenis pigmen karotenoid menunjukkan bahwa astaxanthin lebih efektif dalam mencegah fotooksidatif lipid dibandingkan astaxanthin sintetis, β -karoten, dan lutein.

o Studi yang dilakukan dengan menggunakan tikus menunjukkan bahwa astaxanthin dapat melewati sawar



darah (*blood brain barrier*), yaitu suatu lapisan yang menyerupai ubin yang rapat terdiri atas sel yang disebut sel astrosit dan selendotel yang membuat perisai biologis dan dapat menjadi antioksidan yang mencegah oksidasi di daerah tersebut (Tso dan Lam, 1996). Dengan kemampuan tersebut, astaxanthin dapat digunakan untuk menangani berbagai penyakit neurodegeneratif.

B. RADIKAL BEBAS

Radikal bebas adalah molekul yang kehilangan elektron, sehingga molekul tersebut menjadi tidak stabil dan selalu berusaha mengambil elektron dari molekul atau sel lain (Zimmerman, 1978; Droge W., 2005), yang disimbol dengan "●". Beberapa contoh radikal bebas antara lain : Radikal hidroksil OH●, Radikal superoksida $2O_2●$, Radikal nitrat oksida NO●, Radikal lipid peroksil LOO●, dan sebagainya (Tuminah S., 2000; Proctor P.H. *et al.*, 2004; Araujo V. *et al.*, 1999).

Radikal bebas dapat dihasilkan dari hasil metabolisme tubuh dan faktor eksternal seperti asap rokok, hasil penyinaran ultra violet, zat kimiawi dalam makanan, dan polutan lain. Penyakit yang disebabkan



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

oleh radikal bebas bersifat kronis, yaitu penyakit tersebut membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk menjadi nyata (Tuminah, 2000; Anonim, 2001). Reaksi pembentukan radikal bebas merupakan mekanisme biokimia tubuh normal yang terjadi melalui reaksi yang langsung memutuskan ikatan atau melalui tranfer elektron (Halliwell, 1995).

Radikal bebas lazimnya hanya bersifat sebagai perantara yang bisa dengan cepat diubah menjadi substansi yang tidak lagi membahayakan bagi tubuh. Namun, apabila radikal bebas bertemu dengan enzim atau asam lemak tak jenuh ganda, maka merupakan awal dari kerusakan sel.

Reaksi oksidatif lipid berlangsung dalam tiga tahap (Pokorny *et al.*, 2001; Uotila J.T. *et al.*, 1994; Schafer F.Q. *et al.*, 2000), yaitu :

1. Inisiasi

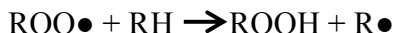
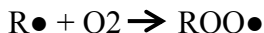
Suatu radikal lipid terbentuk dari molekul lipid menurut reaksi $RH \rightarrow R\bullet + H\bullet$. Pengurangan atom



hidrogen oleh spesies reaktif seperti radikal hidroksil berperan dalam inisiasi oksidasi lipid.

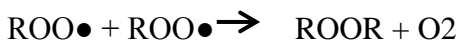
2. Propagasi

Radikal lipid diubah menjadi radikal lipid yang berbeda. Reaksi ini umumnya melibatkan pengurangan atom H dari molekul lipid atau penambahan atom oksigen radikal alkil.



3. Terminasi

Radikal bebas bergabung untuk membentuk molekul dengan elektron berpasangan.



Keterangan :

R = radikal lipid,

H = hidrogen,

O : oksigen



C. AKTIVITAS ASTAXANTHIN

Astaxanthin telah terbukti merupakan antioksidan paling kuat melalui dua eksperimen *in vivo* yang berbeda. Penelitian yang dilakukan oleh Shimadzu *et al.*, (1996) menunjukkan astaxanthin 505 kali lebih kuat daripada vitamin E, 11 kali lebih kuat dari β -karoten, dan hampir 3 kali lebih kuat dibandingkan lutein, dalam meredam singlet oksigen. Pada penelitian ke dua yang dilakukan Borlongan *et al.*, (1996), terbukti bahwa astaxanthin 14 hingga 60 kali lebih kuat dari pada antioksidan yang lain. Berdasarkan kedua metode pengujian tersebut terbukti bahwa astaxanthin merupakan antioksidan yang paling kuat.

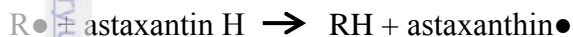
Aktifitas antioksidan astaxanthin diyakini merupakan mekanisme utama dari aktivitas antioksidan lainnya seperti perlindungan terhadap fotooksidasi oleh sinar ultra violet (UV), inflamasi, kanker, penuaan, dan penyakit yang terkait dengan usia. Peningkatan respon sistem imun, fungsi hati dan jantung, kesehatan mata, persendian, dan prostat (Guerin *et al.*, 2003).



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

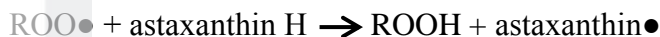
Sebagai antioksidan, astaxanthin mampu meredam spesies oksigen reaktif sehingga mengurangi oksidatif pada lipid (termasuk membran dan lipoprotein), protein dan DNA (Heber dan Lu, 2006). Penambahan astaxanthin pada lipida dapat menghambat atau mencegah reaksi oksidasi. Reaksi tersebut stabil dan tidak mempunyai cukup energi untuk bereaksi dengan molekul lipida lain dalam membentuk radikal lipida baru (Pokorny *et al.*, 2001):

Inisiasi :



Radikal Lipida

Propagasi :



Mekanisme terpenting adalah reaksi antara antioksidan dengan radikal bebas (Gordon, 1990). Astaxanthin bereaksi dengan radikal bebas peroksil atau hidroksil yang terbentuk dari hidroperoksida yang berasal dari lipid, sehingga tidak lagi berbahaya bagi



1. Dengan demikian Kandungan radikal bebas dapat
dikurangi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.