



Akreditasi PP IAI-2 SKP

# Selenium: Peranannya dalam Berbagai Penyakit dan Alergi

**Felix Kusmana**Mahasiswa Program Magister Anti-Aging Medicine  
Universitas Udayana, Denpasar, Bali, Indonesia**ABSTRAK**

Selenium adalah zat yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah kecil, namun berperan penting untuk fungsi biologis, terutama sebagai antioksidan. Selenium inorganik dari tanah akan diserap tanaman dan diubah menjadi bentuk organik, lalu masuk pada rantai makanan yang berujung pada diet manusia. Manfaat selenium yang utama adalah menghasilkan selenoprotein, seperti glutathione peroxidase, yang berperan besar pada patogenesis berbagai penyakit, seperti kelainan otot, penyakit kardiovaskular, hepatopati, gagal ginjal, kelainan neurologis, HIV, DM tipe 2, kelainan tiroid, infertilitas laki-laki, kanker, penuaan, dan respons alergi. Dosis asupan selenium yang dianjurkan adalah 55 µg/hari, maksimal 400 µg/hari.

**Kata kunci:** Antioksidan, glutathione peroxidase, selenium, selenoprotein.

**ABSTRACT**

Selenium is needed in small amounts, but has important roles in biological functions, especially as an antioxidant. Inorganic selenium from the soil will be absorbed by plants and converted into organic form, and then enter the food chain that led to human diet. The main benefit of selenium is generating selenoproteins, such as glutathione peroxidase, that have important roles in the pathogenesis of various diseases, such as muscular disorders, cardiovascular disease, hepatopathy, kidney failure, neurological disorders, HIV, type 2 diabetes, thyroid disorders, male infertility, cancer, aging, and allergic response. Recommended dose of selenium intake is 55 µg/day with a maximum limit 400 µg/day. **Felix Kusmana. Selenium: Role in Various Disease and Allergy**

**Keywords:** Antioxidant, glutathione peroxidase, selenium, selenoprotein.

**PENDAHULUAN**

Selenium adalah mineral yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah kecil, namun berperan penting untuk fungsi biologis. Selenium berasal dari tanah yang mengandung selenium inorganik (selenit dan selenat), kemudian diserap oleh tanaman, dan diubah menjadi selenium organik (selenosistein, selenometionin, dan bentuk metilasinya).<sup>1</sup> Keduanya diserap tubuh melalui asupan diet dan suplemen.

Manfaat selenium yang utama adalah menghasilkan selenoprotein yang berfungsi sebagai antioksidan, seperti glutathione peroxidase dan tioredoksin reduktase. Saat ini, telah ditemukan sekitar 25 selenoprotein

pada manusia dengan berbagai sifat, fungsi, dan tempat kerjanya, beberapa di antaranya belum secara jelas dipahami.<sup>2</sup> Dari berbagai hasil penelitian, selenium dan selenoprotein terbukti berperan penting dalam berbagai penyakit<sup>3</sup> dan alergi.<sup>4</sup> Kelebihan selenium dapat menimbulkan keracunan yang disebut selenosis.

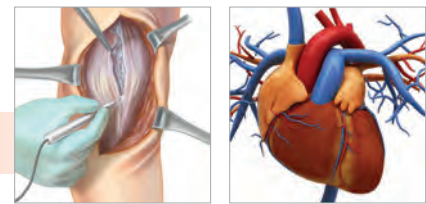
**METABOLISME SELENIUM**

Penyerapan selenium terutama terjadi di bagian bawah usus halus lewat berbagai jalur dan mekanisme (**Gambar**). Kadang, penyerapan terjadi bersamaan dengan sulfur,<sup>3</sup> karena sifat kimia yang mirip.<sup>2</sup> Semua bentuk selenium dari makanan memiliki bioavailabilitas yang sangat

baik. Selenometionin dan selenosistein diserap lebih dari 90% dan selenat hampir 100%. Selenit dapat diserap lebih dari 50%, tergantung interaksi luminal. Bentuk organik lebih dapat bertahan dalam tubuh dibandingkan inorganik.<sup>5</sup>

Setelah diserap, selenium dibawa ke hati untuk dimetabolisme.<sup>6</sup> Dari semua bentuk selenium, selenosistein memiliki keistimewaan, karena selain didapat langsung dari luar tubuh, derivat selenium lain, seperti selenometionin, akan diubah menjadi selenosistein. Selain itu, selenosistein juga disintesis oleh tubuh. Prosesnya terkode secara genetik di sistem ribosom. Karena itu, selenosistein dikenal sebagai asam amino ke-21. Selenosistein akan

**Alamat Korespondensi** email: felix\_fr3eze@hotmail.com



diubah menjadi hidrogen selenida bersama selenium inorganik, dan dengan bantuan ATP menghasilkan selenoprotein. Setelah selenoprotein dikatabolisme, selenium akan dikembalikan menjadi selenosistein.<sup>3</sup> Selenoprotein yang sudah diproduksi di hati akan dilepaskan ke aliran darah dan didistribusikan ke organ targetnya, tempat selenoprotein tersebut bekerja.<sup>3</sup>

Kelebihan selenium akan dikeluarkan dengan mekanisme metilasi menjadi dimetilselenida (DMSe), yang diekskresi lewat napas, kulit,<sup>7</sup> feses, dan gula selenida (*selenosugars*), dan trimetilselenida (TMSe), yang diekskresi lewat urin.<sup>3</sup>

**REKOMENDASI JUMLAH ASUPAN**

Badan Makanan dan Nutrisi di *Institute of Medicine of the National Academies* telah mengembangkan referensi asupan diet untuk merencanakan dan menilai asupan gizi pada orang sehat. Referensi yang paling sering digunakan adalah *recommended dietary allowance* (RDA), yaitu rata-rata asupan per hari yang cukup memenuhi 97%-98% kebutuhan orang sehat.<sup>1</sup> RDA selenium dibedakan untuk beberapa kelompok usia dan jenis kelamin (Tabel 1).

Batas maksimal konsumsi selenium sulit ditentukan karena data toksisitas selenium masih terbatas. Gejala keracunan selenium akut dihubungkan dengan asupan sangat tinggi, antara 3200-6700 µg/hari.<sup>3</sup> Namun, gejala awal keracunan selenium sudah muncul dengan jumlah asupan yang lebih sedikit. Oleh karena itu, ditentukan juga dosis maksimal yang masih dapat ditoleransi sebelum menunjukkan gejala kerontokan dan kerapuhan rambut serta kuku.<sup>8</sup>

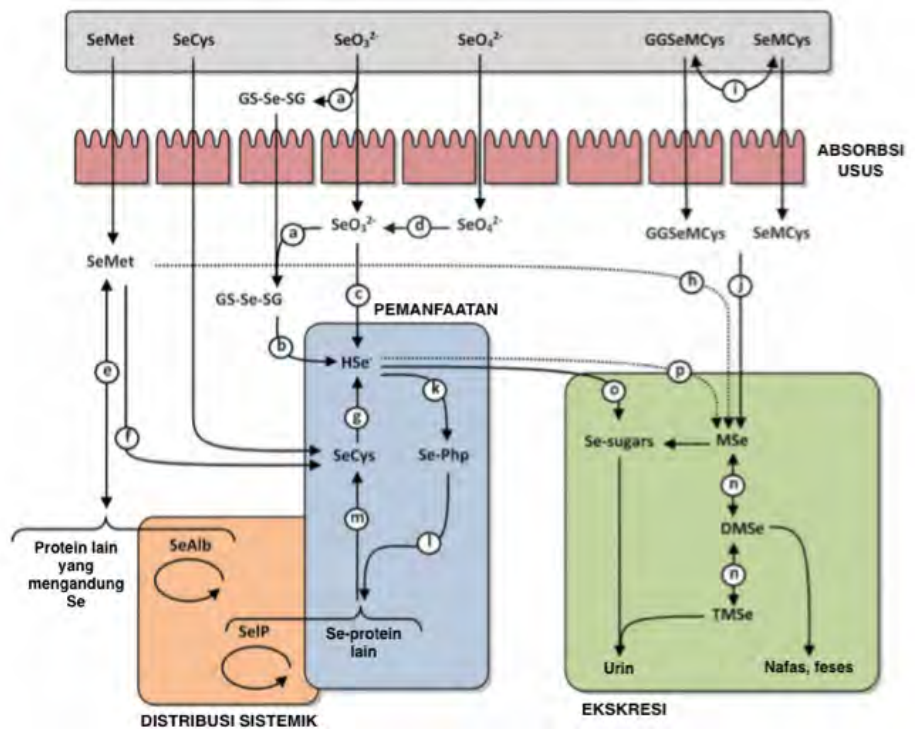
**SUMBER**

**Makanan**

Secara umum, makanan laut dan organ dalam adalah sumber makanan yang kaya akan selenium.<sup>9</sup> Selain itu, daging, biji-bijian, produk olahan susu, dan telur juga merupakan sumber selenium yang baik.<sup>1</sup> Sumber selenium terbanyak adalah kacang Brazil, yang mengandung 544 µg/ons (Tabel 3).<sup>10</sup>

Kandungan selenium pada bahan makanan ditentukan oleh berbagai faktor. Faktor utama adalah konsentrasi selenium tanah (geologi), pH tanah, kondisi reduksi oksidasi, materi organik lain, ion sulfat dan besi, aktivitas

Gambar. Metabolisme selenium.<sup>3</sup>



*SeMet: selenometionin; SeCys: selenosistein; SeO3<sup>2-</sup>: selenit; SeO4<sup>2-</sup>: selenat; GGSeMCys: gamma-glutamil-Se-metil-selenosistein; SeMCys: Se-metil-selenosistein; GS-Se-SG: selenodiglutation; HSe-: Hidrogen selenida; Se-Php: Se-donor-selenofosfat; SeAlb: Se-albumin; SelP: Selenoprotein P; MSe: metilselenida; DMSe: dimetilselenida; TMSe: trimetilselenida*

mikroba, tekstur dan suhu tanah, serta curah hujan dan irigasi juga mempengaruhi penyerapan selenium oleh tanaman. Faktor terakhir adalah kemampuan tanaman untuk menyerap selenium dari tanah.<sup>11</sup>

Selain kandungan alami yang tersedia pada bahan makanan, beberapa negara menggunakan teknologi untuk menghasilkan bahan makanan kaya selenium, contohnya telur kaya selenium yang tiap butirnya dapat mengandung hingga 30-35 µg selenium atau setara dengan 50% kebutuhan sehari.<sup>12</sup>

**Suplemen**

Terdapat dua jenis suplemen yang beredar untuk menambah asupan selenium, yaitu suplemen multivitamin-mineral dan suplemen khusus selenium. Selenium dalam suplemen biasanya berupa *selenomethionine*, *yeast* kaya selenium, *sodium selenite*, atau *sodium selenate*.<sup>1</sup>

**PERAN SELENIUM DALAM BERBAGAI PENYAKIT**

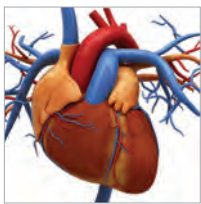
Saat ini telah ditemukan sekitar 25 selenoprotein pada manusia dengan berbagai

sifat, fungsi, dan tempat kerjanya, meskipun beberapa belum secara jelas dipahami<sup>2</sup> (Tabel 4). Berbagai penelitian menunjukkan, selenoprotein berperan penting dalam berbagai penyakit (Tabel 5).<sup>3</sup>

**Kelainan Otot**

Patofisiologi beberapa kelainan otot dipengaruhi kadar selenium dan selenoprotein. Kelainan-kelainan tersebut adalah penyakit Keshan, distrofi mionik nutrisi, distrofi otot spinal rigid, penyakit *multiminicore*, miopati karena desmin seperti badan Mallory, dan sindrom *dropped head*.<sup>14</sup>

Penyakit Keshan adalah kelainan kardiomiopati anak, terutama usia 2-10 tahun,<sup>3</sup> ditandai dengan berkurangnya fungsi otot jantung dan kalsifikasi miokardium. Kelainan ini sering ditemukan di Cina Timur yang kandungan selenium tanahnya sangat rendah. Penyakit ini disebabkan enterovirus *Coxsackie* yang menjadi kardiovirulen pada hospes dengan defisiensi selenium. Penelitian menunjukkan glutation peroksidase adalah selenoprotein yang dapat mencegah mutasi oksidatif enterovirus *Coxsackie*.<sup>14</sup>



Tabel 1. RDA selenium.

Usia	Pria	Wanita	Hamil	Menyusui
0-6 bulan	15 µg *	H 15 µg *		
7-12 bulan	20 µg *	20 µg *		
1-3 tahun	20 µg	20 µg		
4-8 tahun	30 µg	30 µg		
9-13 tahun	40 µg	40 µg		
14-18 tahun	55 µg	55 µg	60 µg	70 µg
19-50 tahun	55 µg	55 µg	60 µg	70 µg
>51 tahun	55 µg	55 µg		

\* Asupan cukup

Catatan: Untuk kelompok usia di bawah 1 tahun, kecukupan dinilai sama dengan bayi sehat yang mengonsumsi ASI.<sup>8</sup>

Tabel 2. Batas maksimal asupan selenium/hari yang masih dapat ditoleransi tubuh.<sup>8</sup>

Usia	Pria	Wanita	Hamil	Menyusui
0-6 bulan	45 µg	45 µg		
7-12 bulan	60 µg	60 µg		
1-3 tahun	90 µg	90 µg		
4-8 tahun	150 µg	150 µg		
9-13 tahun	280 µg	280 µg		
14-18 tahun	400 µg	400 µg	400 µg	400 µg
>19 tahun	400 µg	400 µg	400 µg	400 µg

\*ASI, susu formula, dan makanan harus menjadi satu-satunya sumber selenium bayi

Tabel 3. Bahan makanan dan kandungan seleniumnya.<sup>10</sup>

Bahan Makanan	µg/porsi	% kebutuhan/hari
Kacang Brazil, 1 ons (6-8 kacang)	544	777
Tuna, sirip kuning, matang, dimasak panas kering, 3 ons	92	131
Halibut, matang, dimasak panas kering, 3 ons	47	67
Sarden, dikalengkan dalam minyak, dikeringkan padat dengan tulang, 3 ons	45	64
Ham, dipanggang, 3 ons	42	60
Udang, kaleng, 3 ons	40	57
Steak daging, bagian bawah kaki belakang sapi, dipanggang, 3 ons	33	47
Hati sapi, pan fried, 3 ons	28	40
Ayam, daging berwarna terang (co: paha), dipanggang, 3 ons	22	31
Nasi merah, matang, 1 cangkir	19	27
Daging giling, 25% lemak, dipanggang, 3 ons	18	26
Telur, direbus matang, 1 butir besar	15	21
Roti gandum, 1 lembar	13	19
Oatmeal dimasak dengan air, 1 cangkir	13	19
Bayam, beku, direbus, 1 cangkir	11	16
Susu, 1% lemak, 1 cangkir	8	11
Yogurt, plain, rendah lemak, 1 cangkir	8	11
Roti tawar, 1 lembar	6	9
Pisang, dipotong-potong, 1 cangkir	2	3
Kentang, dipanggang, beserta dengan kulit, 1 buah	1	1
Wortel, mentah, 1 cangkir	0	0

Distrofi miontik nutrisi disebabkan oleh kurangnya asupan selenium. Sedangkan distrofi otot spinal rigid, penyakit *multiminicore*, miopati karena desmin seperti badan Mallory, dan sindrom *dropped head* disebabkan oleh mutasi gen selenoprotein N yang menyebabkan gangguan homeostasis Ca<sup>2+</sup>, sehingga menimbulkan gejala hipotonia, kelemahan otot aksial, skoliosis, dan gejala

lainnya.<sup>14</sup>

**PENYAKIT-PENYAKIT YANG BERHUBUNGAN DENGAN RADIKAL BEBAS**

Asupan selenium diharapkan dapat mencegah dan memperbaiki berbagai penyakit yang dipengaruhi radikal bebas karena mampu menghasilkan berbagai selenoprotein dengan aktivitas antioksidan yang baik.

Penyakit-penyakit tersebut, contohnya penyakit kardiovaskular, hepatopati (terutama alkoholik), gagal ginjal, kelainan neurologis (epilepsi, gangguan *mood*, dan kelainan lainnya).

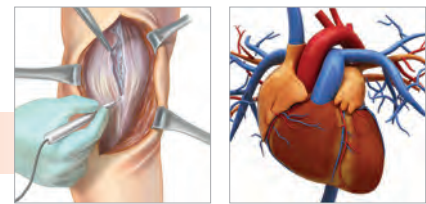
Pada penderita HIV, selenium juga berfungsi sebagai antioksidan yang membantu perbaikan klinis penderita, terlihat pada pencegahan gangguan otot kronis penderita HIV.<sup>14</sup>

**Diabetes Melitus Tipe 2 (DM Tipe 2)**

Peran selenium pada DM tipe 2 masih diperdebatkan. Beberapa penelitian *case-control* dan *randomized trial* untuk mencari hubungan langsung antara status selenium dan angka kejadian DM tipe 2 hasilnya saling berlawanan.<sup>3</sup> Sebuah penelitian *cross-sectional* (2007) yang menilai hubungan antara kadar selenium serum dan diabetes pada 8.876 orang dewasa Amerika, menunjukkan hasil bahwa nilai selenium serum yang tinggi berkorelasi positif dengan angka kejadian DM tipe 2.<sup>15</sup> Penelitian *randomized trial* pada 1.202 orang tanpa DM tipe 2, yang mendapat suplemen selenium 200 µg/hari selama 7,7 tahun, juga menunjukkan hasil yang sama.<sup>16</sup> Namun pada tahun 2009, muncul publikasi yang menyatakan bahwa peningkatan risiko DM tipe 2 pada individu dengan kadar selenium tinggi hanya terbatas pada laki-laki, sehingga muncul pendapat bahwa hubungan selenium dan homeostasis glukosa bersifat dimorfik secara seksual.<sup>17</sup> Pada tahun 2012, muncul publikasi dua penelitian *cohort* terpisah dengan analisis prospektif di Amerika yang diikuti oleh 3.630 wanita dan 3.535 laki-laki. Keduanya memberi simpulan yang sama, yaitu pada asupan sehari-hari, peserta dengan tingkat kadar selenium kuku yang lebih tinggi memiliki risiko DM tipe 2 lebih rendah.<sup>18</sup> Pada tahun 2015, penelitian *cross-sectional* pada 5.423 subjek di Hunan, Cina, dengan asupan selenium 43,51 µg/hari menunjukkan korelasi positif yang signifikan antara asupan selenium dan angka kejadian DM tipe 2.<sup>19</sup> Penelitian lanjut hubungan sebenarnya tingkat selenium dengan DM tipe 2 masih sangat dibutuhkan.

**Kelainan Endokrin**

Tiroid adalah organ dengan kandungan selenium per gram jaringan yang tertinggi, karena tiroid mengekspresikan selenoprotein spesifik.<sup>20</sup>



Banyak studi yang menunjukkan keuntungan suplementasi selenium pada penatalaksanaan kelainan tiroid autoimun. Pada penyakit Hashimoto, selenium tampak meningkatkan potensi aktivitas selenoprotein, sehingga mengurangi reaksi inflamasi lokal dan memperbaiki morfologi tiroid. Selain itu, meskipun perburukan tidak dapat dihindari, selenium tetap dapat meningkatkan kualitas hidup dan memperlambat, bahkan menghentikan penghancuran tiroid.<sup>20</sup> Pada penyakit Graves, selenium juga membantu dalam mencapai eutiroid dan tampaknya menguntungkan perbaikan orbitopati ringan dan sedang. Meski demikian, kadang suplementasi selenium tidak efektif, tidak cukup, dan tidak ditoleransi dengan baik.<sup>20</sup>

**Infertilitas Pria**

Defisiensi selenium sedang sering menyebabkan gangguan motilitas dan kerusakan morfologi bagian tengah sperma, sehingga kepala dan ekor putus. Defisiensi selenium ekstrim dapat menyebabkan spermatogenesis gagal total.<sup>3</sup> Struktur dan mekanisme antioksidan yang penting pada kondisi ini adalah GPx4. GPx4 diduga penyebab oligoastenozoospermia. Sebagai antioksidan, GPx4 menurunkan fosfolipid hidroperoksida dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Hal ini penting, karena peningkatan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> menyebabkan stres oksidatif pada sperma, yang akhirnya menimbulkan infertilitas.<sup>3</sup>

**Kanker**

Peran utama selenium dalam kanker adalah efek antioksidan. Banyak studi yang membuktikan korelasi terbalik antara tingkat selenium dan risiko kanker prostat, buli-buli, dan paru-paru.<sup>3</sup> Sebuah studi memaparkan 12 mekanisme selenium mencegah perkembangan sel berpotensi kanker (Tabel 6).<sup>21</sup>

Pemberian selenium hingga 2000 µg/hari, dengan atau tanpa kombinasi vitamin lain, terbukti memperbaiki kualitas hidup penderita secara umum.<sup>3</sup>

Selenoprotein tioredoksin reduktase telah dijadikan target baru obat antikanker. Tioredoksin reduktase dan tioredoksin diketahui terekspresi berlebihan pada berbagai tumor agresif, dan sel tumor tampak lebih bergantung pada sistem tioredoksin untuk kebutuhan sintesis DNA.<sup>22</sup> Penghancuran tioredoksin reduktase dengan

**Tabel 4.** Daftar gen selenoprotein dan fungsinya yang sudah diketahui.<sup>13</sup>

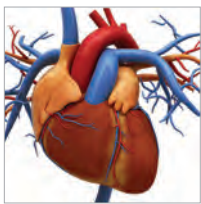
Gen Selenoprotein	Singkatan	Fungsi
Selenoprotein 15 kDa	Sepl5	Pelipatan protein
Iodotrionin Deiodinase 1-3	Diol-3	Regulasi aktivitas hormon tiroid
Glutation Peroksidase 1-4, 6	GPx 1-6	Reduksi hidroperoksida/peroksida fosfolipid
Metionin-R-Sulfoksida Reduktase 1	MsrBl	Mengurangi residu metionin yang teroksidasi
Selenoprotein H	SelH	Mempertahankan genom
Selenoprotein I	SelI	Belum diketahui
Selenoprotein K	SelK	Degradasi yang berhubungan dengan retikulum endoplasma, inflamasi
Selenoprotein M	SelM	Homeostasis Ca <sup>2+</sup>
Selenoprotein N	SelN	Perkembangan otot
Selenoprotein O	SelO	Belum diketahui
Selenoprotein P	Seppl	Transport selenium
Selenoprotein S	SelS	Degradasi yang berhubungan dengan retikulum endoplasma, inflamasi
Selenofosfat Sintase 2	SPS2	Biosintesa selenoprotein
Selenoprotein T	SelT	Homeostasis Ca <sup>2+</sup> , sekresi neuroendokrin
Tioredoksin Reduktase 1-3	TrxRl-3	Reduksi ikatan disulfida
Selenoprotein V	SelV	Belum diketahui
Selenoprotein W	SelW	Belum diketahui

**Tabel 5.** Hipotesis peran selenoprotein pada berbagai penyakit.<sup>3</sup>

Penyakit	Selenoprotein	Peran	Mekanisme
Kelainan otot	SelN, SelW	Pencegah	Sinyal homeostasis Ca <sup>2+</sup>
Penyakit kardiovaskular	GPx, TrxR, SelR	Pencegah/Pengurang	Pertahanan antioksidan
	Diol	Pencegah/Pengurang	Suplai hormon T3 untuk metabolisme lemak
	SelS	Pencegah	Belum diketahui
Hepatopati	GPx	Pengurang	Pertahanan antioksidan
Gagal ginjal	GPx	Pencegah/Pengurang	Pertahanan antioksidan
Epilepsi, kelainan mood	GPx	Pencegah	Pertahanan antioksidan
Kelainan neurologis (lainnya)	SelP, GPx, TrxR, SelW, SelH, SelM	Pengurang	Pertahanan antioksidan
Respon inflamasi	TrxR	Pencetus	Regulasi awal pemberi sinyal sel imun
	GPx	Penghambat	Regulasi lanjutan pemberi sinyal sel imun
	SelS	Penghambat	Pertahanan antioksidan, regulasi sitokin
HIV	GPx, lainnya	Pengurang	Pertahanan antioksidan
Diabetes Melitus Tipe 2	GPx	Pencetus/Pengurang	Menghambat sinyal insulin/pertahanan antioksidan
	SelP	Pencetus	Menghambat sintesis insulin
	TrxR	Pencegah/Pengurang	Stimulasi sinyal insulin/Pertahanan antioksidan
Kelainan endokrin	Dio	Pencegah	Regulasi metabolisme hormon tiroid
Infertilitas pria	GPx4	Pencegah	Pertahanan antioksidan, penopang struktur
Kanker	GPx, SelP, TrxR	Pencegah	Pertahanan antioksidan

proses mengenalkan asam nukleat ke dalam sel secara stabil (mengganggu konstruksi RNA), diketahui mengubah kemampuan pertumbuhan dan morfologi sel kanker paru tikus menjadi sama dengan sel normal;

perkembangan tumor dan metastasis berkurang drastis. Hasil ini memperkuat pendapat, bahwa tioredoksin reduktase sangat penting untuk perkembangan sel tumor *in vivo*.<sup>22</sup>



Tabel 6. Mekanisme selenium mencegah sel kanker.<sup>21</sup>

No	Mekanisme
1.	Regulasi lipoksigenase, enzim penghasil molekul inflamasi yang dapat mencetuskan pertumbuhan kanker.
2.	Reduksi langsung dari stres oksidatif yang menyebabkan kerusakan radikal bebas.
3.	Perlindungan terhadap selenoprotein yang mendaur ulang antioksidan.
4.	Detoksifikasi logam yang menginduksi kanker.
5.	Induksi enzim hati protektif "fase II" yang menetralkan racun karsinogen organik.
6.	Menghambat perusakan DNA, awal dari perubahan menjadi kanker.
7.	Inaktivasi faktor transkripsi molekuler yang dibutuhkan sel kanker untuk membantu pertumbuhan dan perkembangannya.
8.	Mematikan siklus replikasi sel yang dibutuhkan sel kanker untuk menghasilkan pertumbuhan cepat.
9.	Induksi apoptosis, program kematian sel, kemampuan sel tubuh normal yang hilang pada sel kanker, sehingga memungkinkan sel kanker melakukan reproduksi cepat.
10.	Merangsang aktivitas sistem imun untuk deteksi dan menghancurkan sel kanker yang mulai tumbuh.
11.	Melemahkan reseptor hormon seks yang digunakan oleh kanker tertentu untuk menopang pertumbuhannya.
12.	Menghambat invasi tumor dan metastasis.

**Penuaan**

Efek selenium pada penuaan manusia masih kontroversial. Selenium yang bersirkulasi tetap stabil atau sedikit menurun seiring bertambahnya usia, namun distribusi pada jaringan dapat terganggu. Selenium pada rambut ditemukan menurun dari rata-rata 0,76 µg/gram pada usia 11-15 tahun menjadi rata-rata 0,55 µg/gram pada usia 61-70 tahun.

Banyak studi menunjukkan bahwa akumulasi kerusakan oksidatif terjadi pada sel yang menua. Kerusakan oksidatif ini termasuk kerusakan mitokondria dan DNA, menurunnya jumlah limfosit, peroksidasi lemak, dan akumulasi karbonil pada protein.<sup>23</sup> Mitokondria yang rusak akibat penuaan, akan membebaskan lebih banyak spesies oksigen reaktif (*reactive oxygen species/ ROS*). Karena itu, glutathion peroksidase dan selenoprotein lain memiliki peran dalam memperlambat kerusakan seluler dan proses penuaan.<sup>23</sup>

Selain itu, efisiensi sistem imun menurun seiring penuaan, meningkatkan risiko neoplasia. Respons terhadap antigen menurun, sejalan dengan penurunan rasio sel T CD4/CD8 dan sel B CD5/CD5+. Tikus menua memproduksi interferon gamma dan interleukin-2 yang lemah merespons *Trypanosoma muscili*.<sup>23</sup>

Pada manusia, kadar selenium rendah pada orang tua berhubungan dengan penurunan rasio triiodotirinin/tiroksin (T3/T4) akibat

peningkatan konsentrasi tiroksin. Penurunan rasio ini mengganggu metabolisme umum, termasuk imunitas. Suplementasi selenium dapat menurunkan konsentrasi serum tiroksin.<sup>23</sup> Telomer pada leukosit perifer juga memendek seiring penuaan, dan dipercepat stres oksidatif pada fibroblas. Laju pemendekan telomer dan akumulasi karbonil berkorelasi terbalik dengan aktivitas glutathion peroksidase pada fibroblas.<sup>23</sup>

Asupan selenium sangat penting karena dapat meningkatkan aktivitas antioksidan selenoprotein, seperti glutathion peroksidase dan tioredoksin.<sup>23</sup> Selenoprotein memiliki kemampuan radioprotektif dan melindungi kerusakan kulit karena sinar UV pada tikus. Selain itu, juga menghambat fase awal dan fase setelahnya pada karsinogenesis jaringan payudara.<sup>23</sup> Selenoprotein juga meningkatkan fungsi optimal sistem imun, sehingga menghambat ekspresi beberapa jenis virus.<sup>23</sup> Jadi, asupan selenium tidak adekuat harus dipertimbangkan sebagai faktor risiko penyakit penuaan, seperti kanker, penyakit kardiovaskular, dan kelainan sistem imun.<sup>3</sup>

**Alergi**

Anak-anak dengan alergi makanan (*IgE-dependent* dan *IgE-independent*) memiliki kadar selenium dan zink lebih rendah secara signifikan dibanding anak-anak tanpa alergi.<sup>4</sup> Konsentrasi selenium yang rendah juga ditemukan pada anak-anak dengan asma bronkial dan dermatitis atopik. Hal ini

disebabkan karena menurunnya aktivitas glutathion peroksidase dan superoksida dismutase pada defisiensi selenium.<sup>4</sup>

Sebuah studi lain menemukan bahwa pada anak-anak yang mengalami alergi makanan, terjadi penurunan selenium dan zink, disertai penurunan glutathion peroksidase dan superoksida dismutase, yang akan meningkat kembali setelah eliminasi makanan penyebab alergi.<sup>4</sup> Hal ini menimbulkan kemungkinan menghilangkan alergi terhadap suatu bahan makanan dengan meningkatkan kandungan selenium bahan makanan tersebut. Contohnya pemberian telur kaya selenium yang diharapkan dapat menekan respons alergi anak terhadap telur.

**KERACUNAN SELENIUM**

Keracunan selenium kronis (selenosis) pada manusia memunculkan gejala utama berupa rambut rontok dan perubahan bentuk kuku. Pada beberapa kasus, ditemukan lesi kulit (kemerahan, melepuh), dan abnormalitas sistem saraf (parestesia, paralisis, hemiplegi). Mekanisme biokimianya belum diketahui secara jelas.<sup>24</sup>

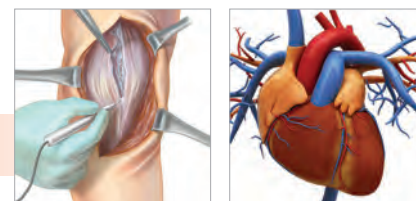
Dari data *outbreak* endemik selenosis di Cina, didapatkan estimasi sementara dosis toksisitas kronis selenium sekitar 900 µg/hari. Kadar tersebut merupakan kadar terendah yang menunjukkan gejala selenosis pada 349 orang di populasi area tinggi selenium.<sup>24</sup> Asupan selenium harian yang aman adalah 750 µg – 850 µg. Karena ketidakpastian dosis yang berbahaya untuk manusia, maka diputuskan dosis maksimal yang aman dikonsumsi dalam sehari adalah 400 µg (800 µg dibagi 2).<sup>24</sup>

**SIMPULAN**

Selenium adalah zat penting yang dibutuhkan manusia dalam jumlah kecil. Selenoprotein, yaitu hasil metabolisme selenium, berperan besar pada patogenesis berbagai penyakit, seperti kelainan otot, penyakit kardiovaskular, hepatopati, gagal ginjal, kelainan neurologis, HIV, DM tipe 2, kelainan tiroid, infertilitas laki-laki, kanker, respons alergi, dan penuaan. Asupan selenium yang dianjurkan adalah 55 µg/hari, dan maksimum 400 µg/hari.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. National Institutes of Health. Dietary supplement fact sheet: Selenium [Internet]. 2015. Available from: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Selenium-HealthProfessional/>
2. Tinggi U. Selenium: Its role as antioxidant in human health. *Environ Health Prev Med.* 2008;13:102–8.



3. Roman M, Jitaru P, Barbante C. Selenium biochemistry and its role for human health. *The Royal Society of Chemistry. Metallomics* 2014;6:25-54.
4. Kamer B, Wasowicz W, Pyziak K, Kamer-Bartosinska A, Gromadzinska J, Pasowska R. Role of selenium and zinc in the pathogenesis of food allergy in infants and young children. *Arch Med Sci.*2012;8(6):1083-8.
5. Fairweather-Tait SJ, Collings R, Hurst R. Selenium bioavailability: Current knowledge and future research requirements. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2010;91:1484-91.
6. Suzuki Y, Hashiura Y, Matsumura K, Matsukawa T, Shinohara A, Furuta N. Dynamic pathways of selenium metabolism and excretion in mice under different selenium nutritional status. *Metallomics* 2010;2:126-32.
7. Suzuki KT, Kurasaki K, Okazaki N, Ogra Y. Selenosugar, trimethylselenonium among urinary Se metabolites: Dose- and age-related changes. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2005;206:1–8.
8. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. *Dietary reference intakes: Vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids.* Washington, DC: National Academy Press; 2000.
9. Sunde RA. Selenium. In: Ross AC, Caballero B, Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler TR, et al, editors. *Modern nutrition in health and disease.* 11<sup>th</sup> edition. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2012. p. 225-37.
10. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. *USDA national nutrient database for standard reference, release 25* [Internet]. 2012. Available from: <https://www.ars.usda.gov/northeast-area/beltsville-md/beltsville-human-nutrition-research-center/nutrient-data-laboratory/docs/sr25-home-page/>
11. Rayman MP. Food-chain selenium and human health: Emphasis on intake. *British Journal of Nutrition* 2008;100:254-68.
12. Yaroshenko FO, Dvorska JE, Surai PF, Sparks NHC. Selenium-enriched eggs as a source of selenium for human consumption. *Applied Biotechnology, Food Science and Policy* 2003;1(1):13-23.
13. Ogawa-Wong AN, Berry MJ, Seale LA. Selenium and metabolic disorders: An emphasis on type 2 diabetes risk. *Nutrients* 2016;8(2):80.
14. Rederstorff M, Krol A, Lescure A. Understanding the importance of selenium and selenoprotein in muscle function. *Cellular and Molecular Life Sciences* 2006;63:52-9.
15. Bleys J, Navas-Acien A, Guallar E. Serum selenium and diabetes in U.S. Adults. *Diabetes Care* 2007;30:829-34.
16. Stranges S, Marshall JR, Natarajan R, Donahue RP, Trevisan M, Cappuccio FP, et al. Effects of long-term selenium supplementation on the incidence of type 2 diabetes. A randomized trial. *Annals of Internal Medicine* 2007;147:217-23.
17. Schomburg L, Schweizer U. Hierarchical regulation of selenoprotein expression and sex-specific effects of selenium. *Biochimica et Biophysica Acta* 2009;1790(11):1453-62.
18. Park K, Rimm EB, Siscovick DS, Spiegelman S, Manson JE, Morris JS, et al. Toenail selenium and incidence of type 2 diabetes in U.S. men and women. *Diabetes Care* 2012;35:1544-51.
19. Wei J, Zeng C, Gong QY, Yang HB, Li XX, Lei GH, et al. The association between dietary selenium intake and diabetes: A cross-sectional study among middle-aged and older adults. *Nutrition Journal* 2015;14:18.
20. Drutel A, Archambeaud F, Caron P. Selenium and the thyroid gland: More good news for clinicians. *Clinical Endocrinology* 2013;78:155-64.
21. Naithani R. Organoselenium compounds in cancer chemoprevention. *Mini Reviews in Medical Chemistry* 2008;8(7):657-68.
22. Lu J, Chew EH, Holmgren A. Targeting thioredoxin reductase is a basis for cancer therapy by arsenic trioxide. *PNAS.* 2007;104(30):12288-93.
23. Tapiero H, Townsend DM, Tew KD. The antioxidant role of selenium and seleno-compounds. *Biomedicine and Pharmacotherapy* 2003;57:134-44.
24. Selenium. *Trace elements in human nutrition and health.* Geneva: World Health Organization;1996. p. 105-22.