

# JARINGAN LEMAK PUTIH DAN JARINGAN LEMAK COKLAT

## Aspek histofisiologi

<sup>1</sup>Ronny Karundeng  
<sup>2</sup>Sunny Wangko  
<sup>2</sup>Sonny J. R. Kalangi

<sup>1</sup>Rumah Sakit Umum Gunung Maria Tomohon

<sup>2</sup>Bagian Anatomi-Histologi Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado  
Email: ronny\_karundeng@yahoo.com

**Abstract:** There are two types of adipose tissues, white adipose tissue and brown adipose tissue. White adipose tissue is distributed in subcutaneous tissues meanwhile brown adipose tissue is located in certain parts of the body, neck and interscapular regions, in fetus and infants. Cells of adipose tissue are named adipocytes. The adipocyte of white adipose tissue contains one lipid locus (unilocular), meanwhile the adipocyte of brown adipose tissue contains many small lipid inclusions (multilocular). In adults, all adipose tissues show similar histological features-unilocular. Albeit, in certain conditions, adipocytes of brown adipose tissues can reverse to their former features, multilocular. Each type of these adipose tissue has its own characteristic in histological and functional aspects.

**Keywords:** white adipose tissue, brown adipose tissue, histological characteristics, function

**Abstrak:** Terdapat dua jenis jaringan lemak yaitu jaringan lemak putih dan jaringan lemak coklat. Jaringan lemak putih tersebar pada jaringan subkutan sedangkan jaringan lemak coklat banyak terdapat di daerah leher dan interskapular pada fetus dan bayi. Sel jaringan lemak disebut adiposit. Pada usia dewasa, semua jaringan lemak terlihat sebagai lemak unilokuler tetapi pada kondisi tertentu jaringan lemak coklat dapat kembali ke struktur semula, yaitu multilokuler. Kedua jenis jaringan lemak memiliki kekhususan sendiri baik dari aspek histologik maupun fungsional.

**Kata kunci:** jaringan lemak putih, jaringan lemak coklat, gambaran histologik, fungsi

Jaringan lemak merupakan salah satu organ terbesar dalam tubuh. Pada laki-laki dengan berat badan normal terdapat jaringan lemak sekitar 15-20% dan pada perempuan sekitar 20-25% dari total berat badan. Jaringan lemak merupakan gudang penyimpan tenaga/energi dalam bentuk trigliserida. Pada mamalia umumnya termasuk manusia, di antara waktu makan tetap dapat menghasilkan tenaga secara terus menerus; kebanyakan dari tenaga ini dihasilkan oleh jaringan lemak (setiap gram trigliserida dapat menghasilkan 9,3 kkal dibandingkan karbohidrat yang menghasilkan 4,1 kkal). Cadangan jaringan lemak

dalam tubuh ini dapat berfungsi sebagai cadangan energi selama 2 bulan.

Dalam tubuh terdapat dua jenis jaringan lemak yang berbeda dalam hal: penyebaran/lokalisasi, warna, vaskularisasi, dan aktivitas metabolisme. Kedua jaringan lemak tersebut ialah jaringan lemak putih dan jaringan lemak coklat.

Gambaran histologik jaringan lemak putih yaitu sel-sel lemak hanya mengandung satu vakuola besar dalam sitoplasma sehingga dinamakan juga lemak unilokuler. Jenis ini tersebar di seluruh bagian tubuh. Berbeda halnya dengan jaringan lemak coklat dimana sel-sel lemak

mengandung banyak vakuola dalam sitoplasma sehingga dinamakan juga lemak multilokuler. Jenis ini terutama ditemukan pada bayi yang baru lahir dan jumlahnya lebih sedikit daripada jaringan lemak putih.

Terdapat beberapa fungsi jaringan lemak, yaitu:

- Tempat penyimpan lemak yang sewaktu-waktu dapat diubah menjadi tenaga.
- Turut membentuk lekuk-lekuk anatomis permukaan tubuh.
- Sebagai penyerap tekanan (*shock absorbent*), fungsi ini terutama pada tempat-tempat yang biasanya mendapat tekanan yang besar, seperti: telapak kaki dan telapak tangan. Lemak di daerah ini lebih berfungsi sebagai jaringan penyokong.
- Mengisolasi panas dalam tubuh sebab jaringan lemak bersifat sebagai penghantar panas yang buruk.
- Mengisi rongga-rongga tubuh sehingga organ-organ tubuh dapat terfiksasi dengan baik.

Fungsi-fungsi di atas merupakan fungsi jaringan lemak putih, sedangkan lemak coklat kebanyakan hanya berfungsi pada bayi yang baru lahir untuk menghasilkan panas.

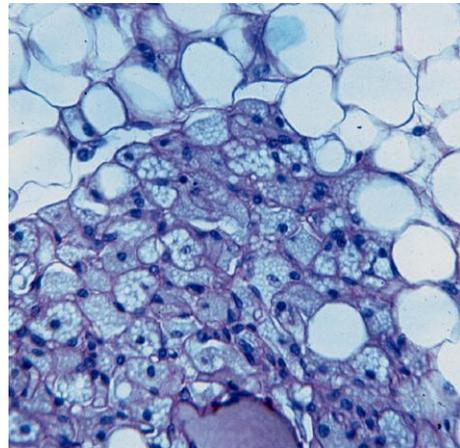
### JARINGAN LEMAK PUTIH (LEMAK UNILOKULER)

Jaringan lemak putih dinamakan demikian karena berwarna putih sampai kekuningan, tergantung dari jumlah bahan karotenoid yang dimakan. Karotenoid merupakan pigmen yang terdapat dalam tumbuhan (wortel, beberapa jenis buah-buahan dan sayur-sayuran terutama yang berwarna merah jingga) yang larut dalam lemak. Pada awal perkembangan sel lemak putih memiliki banyak vakuola tetapi pada perkembangan lebih lanjut vakuola-vakuola tersebut akan bersatu membentuk vakuola tunggal.

Pada sediaan histologik rutin yang terlihat hanya dinding sel lemak yang

terputus-putus dengan lapisan sitoplasma tipis dimana terdapat inti (pada potongan tipis); lemaknya telah terekstraksi pada waktu pembuatan sediaan (Gambar 1).

Pada sediaan yang dipotong agak tebal dinding sel masih bisa terlihat utuh. Untuk memperlihatkan lemak dalam sel dapat digunakan teknik potong beku, di mana jaringan dibekukan dengan pendinginan dan langsung dipotong (lemak tidak terekstraksi) atau dengan menggunakan bahan yang tidak dapat mengekstraksi lemak dari dalam sel, sehingga dapat diperlihatkan dengan pulasan khusus, seperti: Sudan oil red (merah), Sudan oil black (hitam), dan asam osmium (hitam).



**Gambar 1.** Jaringan lemak putih dengan sel-sel yang unilokuler (bagian atas) dan jaringan lemak coklat dengan sel-sel yang multilokuler (bagian bawah). Sumber: Mescher AL, 2010.<sup>8</sup>

Setiap sel lemak dikelilingi oleh jala-jala halus retikuler. Pada jaringan lemak yang lebih besar terutama pada daerah yang berfungsi sebagai penyerap tekanan (telapak kaki dan tangan) terdapat septa-septa jaringan ikat yang cukup tebal sehingga jelas terlihat membentuk lobuli jaringan lemak. Pada daerah lain yang bukan berfungsi penyerap tekanan septa-septa sangat tipis sehingga susunan lobuli kurang jelas.

Jaringan lemak putih kaya vaskularisasi dan persarafan Kapiler banyak terlihat pada daerah sudut-sudut perte-

muan antara sel-sel lemak, sedangkan ujung-ujung saraf simpatis terlihat berakhir pada dinding pembuluh darah tidak pada sel lemak.

### Penyebaran jaringan lemak putih

Jaringan lemak putih tersebar luas di jaringan subkutan. Banyaknya penimbunan lemak putih pada daerah-daerah tertentu akan berbeda tergantung pada umur dan jenis kelamin. Pada anak-anak, terutama yang baru lahir lapisan lemak hampir merata di semua jaringan subkutan, dinamakan panikulus adiposus. Pada usia dewasa lemak ini akan menipis pada daerah tertentu tetapi pada beberapa daerah akan menebal.

Ketebalan lemak pada beberapa daerah berbeda untuk kedua jenis kelamin; hal ini menyebabkan perbedaan bentuk tubuh lelaki dan perempuan yang mungkin dipengaruhi secara hormonal. Pada laki-laki penimbunan lemak terjadi pada: daerah kuduk, jaringan subkutan di atas otot deltoideus dan trisepts, daerah lumbosakral, dan bokong sedangkan pada perempuan penimbunan lemak terjadi pada daerah dada, bokong, epitrohanter, serta permukaan anterior dan lateral paha. Pada lelaki bila terjadi penimbunan lemak berlebihan terutama terjadi pada daerah abdomen, sedangkan pada perempuan terjadi terutama pada daerah bokong. Penimbunan lemak pada daerah omentum, mesenterium, dan retroperitoneal juga berbeda pada kedua jenis kelamin. Lemak di daerah ini dilepaskan paling awal bila tubuh memerlukan energi. Penimbunan yang terjadi pada daerah omentum ini dikenal sebagai obesitas sentral.

Beberapa daerah tertentu dari tubuh tidak akan melepaskan lemaknya walaupun pada keadaan puasa kecuali pada kelaparan yang berkepanjangan, contoh: lemak penopang bola mata, sendi-sendi besar, serta telapak tangan dan kaki.

### Reseptor sel lemak putih

Pada sel lemak putih terdapat beberapa jenis reseptor yang berhubungan dengan

fungsi sel lemak tersebut:

- Reseptor insulin: meningkatkan ambilan glukosa dan di dalam sel lemak akan diubah menjadi trigliserida.
- Reseptor epinefrin: efedrin yang dilepaskan dari ujung saraf simpatis akan terikat pada reseptor di endotel kapiler jaringan lemak kemudian akan mengaktifkan adenilil siklase dalam sel lemak yang menyebabkan meningkatnya lipolisis (hubungan dengan olahraga).
- Reseptor estrogen: memengaruhi penyebaran jaringan lemak pada perempuan.
- Reseptor adrenokortikoid: peningkatan hormon adrenokortikoid akan menyebabkan terjadinya hipertrofi lokal sel-sel lemak di daerah servikal bawah, yang dikenal sebagai *buffalo hump*.

Beberapa hormon lain juga berperan pada berbagai langkah metabolisme lemak, seperti: hormon pertumbuhan, hormon prolaktin, dan hormon tiroid.

### Fungsi endokrin jaringan lemak putih

Mulanya jaringan lemak putih yang juga dikenal sebagai *Cinderella organ* dianggap hanya sekadar tempat cadangan lemak dan tempat penyimpan cadangan energi dalam bentuk trigliserida. Pada tahun 1987 jaringan lemak berhasil diidentifikasi sebagai tempat utama terjadinya metabolisme steroid seks dan produksi adipisin yaitu faktor yang mengalami *down regulation* pada roden yang obes. Pada tahun 1994 berhasil ditemukan bahwa jaringan lemak menghasil sejenis polipeptida leptin, sehingga jaringan lemak digolongkan sebagai jaringan endokrin, malah merupakan organ endokrin yang terbesar dalam tubuh. Penelitian kemudian membuktikan jaringan lemak berperan dalam hal integrasi sinyal-sinyal endokrin, metabolik, dan inflamasi untuk mengatur homeostatis energi.

Sel-sel lemak dan stroma vaskuler jaringan lemak ternyata menyekresi berbagai hormon, faktor pertumbuhan, protein bioaktif, dan molekul-molekul kecil ke dalam sirkulasi. Telah dilaporkan terdapat sekitar 47 jenis bahan yang dihasilkan oleh sel lemak, yang keseluruhannya dikelompokkan sebagai adipositokin/adipokin yang masing-masing dapat bekerja secara otokrin, parakrin maupun endokrin.

### **Adipositokin**

Adipositokin yang telah banyak diteliti antara lain: leptin, *tumor necrosis factor  $\alpha$*  (TNF- $\alpha$ ), inter-leukin-6 (IL-6), komplemen C3, *acylation stimulating protein* (ASP), enzim lipoprotein lipase (LPL), Apo-E, faktor pertumbuhan (TGF, IGF-1), angiotensinogen, *plasminogen-activator inhibitors tipe 1* (PAI-1), adipisin, resistin, *PPAR- $\gamma$ -regulated angiopoietin-related protein* (PGAR), adipisin, resistin dan belakang ini ditemukan adiponektin. Bahan-bahan tersebut di atas dapat berefek pada organ-organ lain, juga dapat saling memengaruhi satu dengan yang lain. Dengan demikian jaringan lemak ini sekaligus berfungsi sebagai organ endokrin, parakrin, dan autokrin.

Dari sekian banyak bahan yang dihasilkan oleh jaringan lemak belakang ini yang menarik banyak perhatian para peneliti ialah adiponektin karena merupakan satu-satunya adipositokin yang mempunyai kadar rendah pada resistensi insulin, toleransi glukosa yang terganggu, diabetes melitus tipe 2, obesitas, dan penyakit kardiovaskuler. Bila adiponektin dapat mengendalikan keadaan/penyakit-penyakit tersebut maka diharapkan dapat berfungsi protektif, bertentangan dengan fungsi adipositokin lainnya.

### **Aspek klinis**

Obesitas telah menjadi masalah kesehatan global bukan saja di negara maju tapi juga di negara-negara berkembang. Jaringan lemak sangat kaya dengan vaskularisasi. Meningkatnya lemak tubuh

akan menambah beban sirkulasi, karena setiap ketambahan jaringan lemak akan diikuti dengan bertambahnya pembuluh darah, yang menyebabkan beban kerja jantung akan bertambah. Obesitas juga dapat meningkatkan kadar lemak darah, sehingga mempercepat proses degenerasi pembuluh darah yang lebih dini (proses aterosklerosis), yang kesemuanya akan meningkatkan risiko penyakit kardio-vaskuler.

Seseorang dalam kehidupannya dapat menjadi gemuk tergantung dari proses terjadinya penimbunan lemak pada sel-sel lemak. Dikenal dua jenis kegemukan:

1. Kegemukan hipertrofi: terjadi oleh penimbunan lemak dalam jumlah besar pada sel-sel lemak unilokuler, sehingga ukuran sel lemak tersebut dapat mencapai empat kali lebih besar, tetapi jumlah sel lemak tidak bertambah banyak. Kegemukan ini terjadi akibat pembelahan sel lemak sudah tidak berlangsung, tetapi mengonsumsi makanan yang berlebihan. Biasanya kegemukan jenis ini terjadi pada usia dewasa.
2. Kegemukan hiperplasia (hiper-seluler): merupakan kegemukan yang berat sebab selain sel bertambah besar juga jumlah sel menjadi lebih banyak. Sel lemak dewasa tidak dapat membelah. Setelah kelahiran sampai dewasa sel prekursor lemak masih mempunyai daya untuk berdiferensiasi membentuk sel lemak dewasa, tergantung dari jumlah dan jenis makanan. Penelitian dan data klinis menunjukkan pemberian ma-kanan berlebihan pada awal kehidupan seorang anak akan dapat menghasilkan sel prekursor lemak yang lebih banyak dari normal dan dapat menyebabkan terjadinya kegemukan hiper-seluler pada saat dewasa. Data klinis juga menunjuk-kan bahwa anak yang lahir dengan berat badan di atas 97 percentil akan menjadi gemuk tiga kali lipat dibandingkan anak lain di usia dewasa. Anak-anak yang lahir pada perang dunia ke II hanya sekitar 1/3 yang

menderita kegemukan dibanding dengan kelompok yang sama dan lahir pada keadaan berkecukupan setelah perang. Jadi terlihat adanya korelasi antara pola makan anak dengan jumlah sel prekursor lemak.

### JARINGAN LEMAK COKLAT (LEMAK MULTILOKULER)

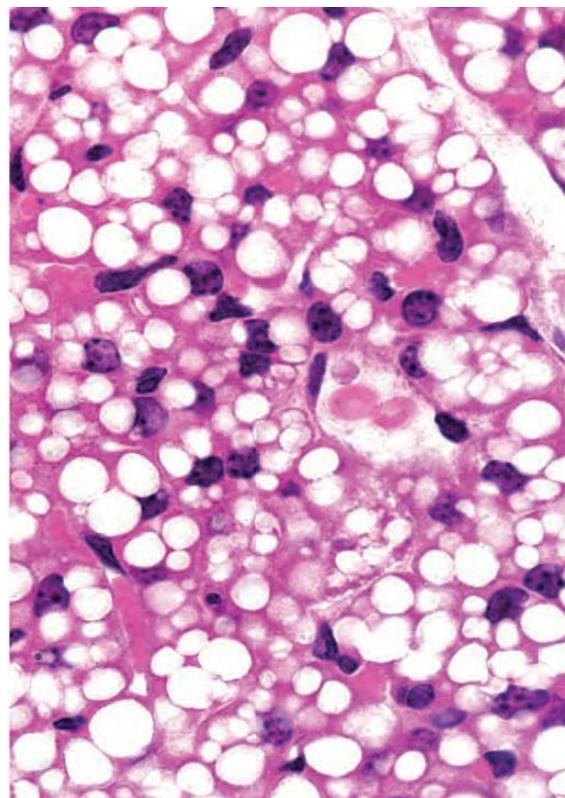
Jaringan lemak coklat bervariasi pada berbagai spesies. Jaringan lemak ini tampak berwarna coklat sampai coklat kemerahan-merahan, oleh karena itu sering dinamakan lemak coklat. Warna ini disebabkan oleh banyaknya pembuluh darah dan sitokrom karena terdapat sejumlah besar mitokondria. Walaupun sel lemak coklat lebih kecil dari pada sel lemak putih, sitoplasmanya relatif lebih banyak dan terdapat sejumlah tetesan lemak dalam berbagai ukuran. Inti bulat letak agak ke tepi, tetapi tidak terdorong seperti pada sel lemak unilokuler (Gambar 1 dan 2). Mikroskop elektron memperlihatkan pada sitoplasma terdapat kompleks juksta nuklear kecil dan sejumlah mitokondria. Mitokondria lebih besar dan bulat dengan sejumlah krista transversal. Juga terdapat sedikit retikulum endoplasma kasar dan halus, ribosom bebas dan glikogen (Gambar 3).

Jaringan lemak coklat tersusun atas lobi dengan sejumlah pembuluh darah tersebar di dalam lobi tersebut, mirip suatu kelenjar. Pada binatang yang dipuaskan lama, lemak coklat akan dilepaskan secara bertahap, sehingga warna jaringan akan makin gelap meninggalkan gambaran mirip kelenjar sel-sel epitelial, dan tidak mirip jaringan ikat. Pada binatang percobaan, pelepasan lemak ini makin dipercepat dalam lingkungan dingin.

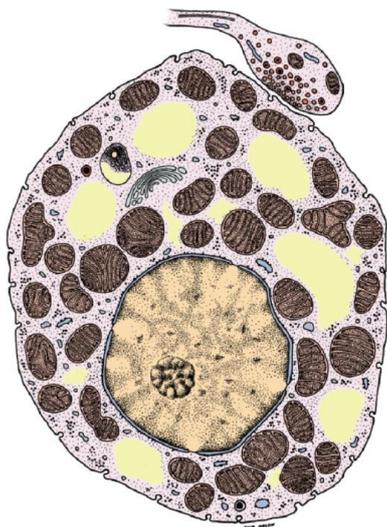
Stroma jaringan lemak coklat sangat longgar dan banyak terdapat pembuluh darah. Hubungan antar sel lemak dan kapiler lebih erat bila dibandingkan dengan lemak putih. Pada pulasan impregnasi perak terlihat sejumlah serabut saraf halus tidak bermielin berupa ujung saraf simpatis

yang berakhir pada sel lemak coklat.

Lemak coklat umumnya terdapat pada mamalia yang baru lahir atau pada hewan yang sedang berhibernasi; oleh karena itu jaringan lemak ini sering dinamakan jaringan hibernasi. Pada individu dewasa tetesan-tetesan lemak akan menyatu membentuk satu tetesan mirip lemak unilokuler. Lemak coklat ini penting terutama pada kehidupan bulan-bulan pertama. Strukturnya secara bertahap akan berubah menjadi lemak unilokuler, sehingga saat dewasa tetap masih terdapat sel lemak coklat dan lemak putih tapi dengan struktur yang telah berubah menjadi lemak unilokuler sehingga sukar dibedakan secara histologik.



**Gambar 2.** Fotomikrograf menggunakan pembesaran tinggi memperlihatkan sel-sel lemak coklat dengan inti bulat yang sering terletak di tengah. Umumnya sel-sel berbentuk poligonal berisi banyak droplet lemak. Pada beberapa sel, droplet lemak besar mendesak inti ke tepi. Terdapat jaring-jaring serat kolagen dan kapiler di sekitar sel-sel lemak. Sumber: Ross MH, Wojciech P, 2011.



**Gambar 3.** Diagram sel lemak multilokuler memperlihatkan hubungan droplet lemak yang banyak dengan mitokondria. Juga memperlihatkan ujung saraf simpatis yang melepaskan norepinefrin untuk menginduksi produksi panas dari mitokondria melalui aktivitas termogenin. Sumber: Mescher AL, 2010.

Jaringan lemak coklat banyak terdapat di daerah leher dan interskapular fetus manusia berusia 28 minggu dan pada waktu lahir sebanyak 2-5% dari berat badan (Gambar 4). Letak jaringan lemak coklat dapat dideteksi dengan cara skening termografi. Pada usia dewasa, semua jaringan lemak terlihat sebagai lemak unilokuler tetapi pada usia lanjut, penyakit kronis, atau kelaparan massa lemak coklat dapat terlihat kembali pada beberapa tempat tertentu, mirip seperti lokasi pada fetus atau bayi yang baru lahir. Hal ini juga ditunjang dengan dikenalnya dua jenis tumor dari jaringan lemak. Tumor yang berasal dari jaringan lemak putih dikenal sebagai lipoma atau liposarkoma sedangkan yang berasal dari lemak coklat dinamakan hibrinoma; keduanya dapat dibedakan secara histologik. Dari bukti-bukti di atas, dewasa ini umumnya telah diterima bahwa sepanjang hidup seseorang di dalam tubuhnya terdapat kedua jenis lemak ini, hanya saja struktur lemak multilokuler akan berubah menjadi lemak unilokuler tetapi masih tetap bersifat reversibel.

### Histofisiologi lemak coklat

Lemak putih banyak terdapat di jaringan subkutan dari kebanyakan mamalia yang berfungsi sebagai isolasi untuk menahan panas, tetapi bila terlibat dalam aktifitas metabolisme juga dapat menghasilkan panas. Berbeda halnya dengan jaringan lemak coklat yang berfungsi khusus untuk menghasilkan panas tubuh. Sitoplasma lemak coklat mengandung banyak mitokondria, berfungsi menghasilkan panas melalui oksidasi asam lemak. *In vitro*, kecepatan oksidasi lemak coklat 20 kali lebih tinggi dari lemak putih. Dalam keadaan dingin lemak coklat dapat menghasilkan panas sampai tiga kali lipat. Hewan dewasa termasuk manusia yang baru lahir atau masih muda tidak dapat menggigil sehingga memerlukan lemak coklat untuk menghasilkan panas

Bila terpapar suhu dingin, reseptor sensoris di kulit akan mengirim impuls ke pengaturan suhu di otak, kemudian melalui jalur simpatis yang ujung-ujungnya berakhir pada membran plasma sel lemak coklat dan beberapa pada pembuluh darah melepaskan neurotransmitter norepinefrin untuk meningkatkan aliran darah. Norepinefrin yang terikat pada reseptor di sel lemak coklat akan mengaktifkan enzim lipase sensitif hormon dalam sel untuk memecahkan molekul trigliserida menjadi asam lemak dan gliserol.

Pelepasan asam lemak akan meningkatkan metabolisme dengan konsekuensi meningkatkan kebutuhan oksigen dan pelepasan panas. Darah yang melewati daerah tersebut akan meningkat suhunya dan disebarkan ke seluruh tubuh. Meningkatnya panas yang dihasilkan berhubungan dengan mitokondria dalam sel-sel lemak coklat yang memiliki protein transmembran yang dinamakan termogenin. Protein transmembran ini berfungsi untuk mengalirkan kembali proton yang sebelumnya ditransfer ke celah intermembran tanpa melewati sistem ATP-sintase dalam unit globular mitokondria. Akibatnya energi yang dibutuhkan untuk

aliran proton tidak digunakan untuk sintesis ATP tapi untuk menghasilkan panas. Pada hewan gemuk jumlah termogenin berkurang tetapi meningkat pada keadaan dingin. Individu-individu yang memiliki jumlah molekul termogenin banyak sukar menjadi gemuk.

Hormon tiroid dapat meningkatkan aktivitas metabolisme di banjak jaringan, tetapi mempunyai efek khusus pada sel-sel lemak. Kerja hormon tiroid akan menyebabkan peningkatan reseptor hormon tersebut dalam inti sel lemak. Hormon utama yang dihasilkan kelenjar tiroid ialah tiroksin ( $T_4$ ), tapi triiodotiroksin ( $T_3$ ) memiliki aktifitas sepuluh kali lebih tinggi daripada tiroksin terhadap reseptor tersebut. Fisiologis  $T_3$  merupakan hormon yang sangat penting dengan  $T_4$  sebagai suatu prohormon. Deiodonase  $T_4$  menjadi  $T_3$  umumnya dengan enzim tiroksin 5-diiodonase yang terjadi di hati dan ginjal, sehingga kedua organ ini penting dalam mengatur cadangan plasma triiodotiroksin. Lemak coklat juga memiliki enzim ini dan akan sangat meningkat bila terpapar keadaan dingin, dapat mencapai 100 kali lebih tinggi bila dibandingkan dalam keadaan panas. Meningkatnya termogenesis merupakan respons terhadap keadaan dingin yang tergantung pada aktivitas enzim ini. Bayi-bayi yang sangat muda menggunakan mekanisme yang sama untuk menghasilkan panas. Pada bayi yang diletakan pada lingkungan  $23^0$  C segera setelah lahir akan terjadi peningkatan kadar gliserol dalam darah akibat lipolisis trigliserida yang akan meningkatkan kecepatan metabolisme untuk mencapai suhu sekitar  $33^0$  C.

### **Histogenesis jaringan lemak**

Pada mulanya para ahli histologi beranggapan jaringan lemak berasal dari fibroblas yang sitoplasmanya kemudian tertimbun tetesan-tetesan lemak sehingga terbentuk sel lemak. Hal ini berdasarkan beberapa kenyataan bahwa jaringan ikat akan berubah menjadi jaringan lemak bila makanan yang dimakan mengandung

banyak lemak. Sanggahan terhadap pandangan ini ialah bahwa walaupun jaringan ikat terdapat di semua bagian tubuh, ternyata jaringan lemak tidak akan berkembang secara merata pada kegemukan, tetapi hanya pada daerah-daerah tertentu saja. Di daerah-daerah lain seperti: kelopak mata, hidung, telinga, skrotum, daerah genital, serta telapak kaki dan tangan tidak akan terjadi penimbunan lemak yang berlebihan pada kegemukan, meskipun daerah-daerah ini memiliki cukup banyak fibroblas.

Penelitian kemudian menunjukkan bahwa sel lemak berdiferensiasi dari sel prekursor khusus yang berasal dari jaringan mesensimal, dinamakan lipoblas atau preadiposit. Telah diketahui dua jenis sel prekursor berdasarkan gambaran sitologik:

1. Preadiposit berbentuk stelata (bintang) yang selanjutnya berkembang menjadi sel-sel lemak multilokuler.
2. Preadiposit berbentuk fusiformis yang selanjutnya berkembang menjadi sel lemak unilokuler.

Preadiposit berbentuk bintang maupun fusiformis keduanya berbeda dengan fibroblas dan keduanya terdapat pada tempat-tempat tertentu di dalam tubuh.

Dewasa ini diterima bahwa terdapat dua proses pembentukan jaringan lemak:

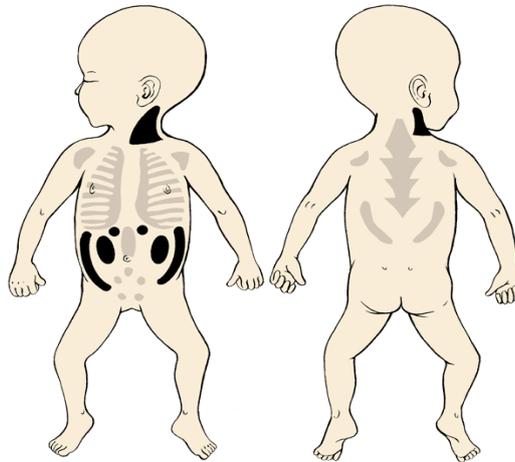
1. Pembentukan lemak primer yang terjadi dalam waktu relatif cepat pada fetus. Jaringan ini mula-mula tampak seperti kelompok mirip kelenjar dari sel-sel epiteloid pada tempat-tempat tertentu, kemudian sitoplasmanya tertimbun tetesan-tetesan lemak multipel dan menjadi jaringan lemak coklat.
2. Pembentukan lemak sekunder yang terjadi pada akhir kehidupan fetal dan neonatus. Sel prekursor berbentuk fusiformis mulai berdiferensiasi pada banyak tempat dari jaringan ikat kemudian tertimbun lemak dalam sitoplasmanya membentuk tetesan lemak tunggal yang besar dalam setiap sel. Pembentukan lemak ini tersebar

luas di seluruh bagian tubuh manusia dewasa.

Manusia merupakan salah satu makhluk yang dilahirkan dengan cadangan lemak. Akumulasi lemak mulai terjadi sejak kehamilan 30 minggu. Setelah lahir perkembangan sel lemak baru umumnya terjadi sekitar pembuluh darah kecil dimana terdapat banyak sel-sel mesensim yang belum berdiferensiasi. Setelah kelahiran, makanan dan rangsangan lainnya dapat menyebabkan sel-sel lemak berproliferasi, tetapi setelah itu tidak lagi terjadi penambahan jumlah sel lemak (hiperplasia)

walaupun proses diferensiasi dapat berlangsung sejak lahir sampai dewasa.

Peningkatan jumlah sel lemak pada masa dini akan mengarah pada terjadinya obesitas hiperplasia. Beberapa ahli berpendapat bahwa pembelahan sel lemak masih dapat terjadi pada usia dewasa. Bila sel lemak terisi sejumlah besar lipid dan mencapai ukuran kritis, sel prekursor akan distimulasi untuk berdiferensiasi yang berakibat penambahan jumlah sel lemak. Hal ini bisa terjadi pada kelebihan makan dalam jangka panjang dan sel lemak baru yang terbentuk ini akan menetap sepanjang hidup.



**Gambar 4.** Penyebaran lemak coklat pada neonatus (sekitar 2-5% dari berat badan). Daerah hitam menunjukkan jaringan lemak multilokuler, daerah abu-abu menunjukkan campuran antara lemak coklat dan lemak putih.

## SIMPULAN

Terdapat dua jenis jaringan lemak yaitu jaringan lemak putih (unilokuler) dan jaringan lemak coklat (multilokuler). Jaringan lemak putih tersebar pada jaringan subkutan sedangkan jaringan lemak coklat banyak terdapat di daerah leher dan interskapular fetus dan bayi. Pada usia dewasa, semua jaringan lemak terlihat sebagai lemak unilokuler tetapi bersifat reversibel. Kedua jenis jaringan lemak memiliki kekhususan sendiri baik dari aspek histologik maupun fungsional.

## DAFTAR PUSTAKA

1. **Fawcett DW.** Connective Tissue. Bloom and Fawcett A Textbook of Histology. (Twelfth Edition). New York: Chapman & Hall, 1994.
2. **Fawcett DW, Jensch RP.** Connective Tissue. Concise Histology (Second Edition). London: Arnold, 2002.
3. **Gartner LP, Hiatt JL.** Color Atlas of Histology (Fourth Edition). Philadelphia: Lipincott Williams & Wilkins, 2006.
4. **Geneser F.** Atlas berwarna Histologi. Tambajong J, alih bahasa. Jakarta: Binarupa Aksara, 2007.

5. **Junquiera LC, Carneiro J.** Connective Tissue. Basic Histology. New York: International Edition, Mac Graw Hill, 2005.
6. **Junquiera LC, Carneiro J, Kelley RO.** Connective Tissue. Basic Histology (Seventh Edition). London: Prentice-Hall International Inc. a Lange medical book, 1992.
7. **Leeson CR, Leeson TS, Paparo AA.** Jaringan ikat sejati. Buku Ajar Histologi (Edisi V). Tambajong J, Wonodirekso S, penyunting. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran ECC, 1995.
8. **Mescher AL.** Adipose tissue. Junqueira's Basic Histology Text & Atlas (Twelfth Edition). New York: Mc GrawHill, 2010.
9. **Ross MH, Wojciech P.** Adipose tissue. Histology A Text and Atlas with Correlated Cell and Molecular Biology (Sixth Edition). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins Wolters Kluwer, 2011.
10. **Tortora GJ, Derrickson B.** The tissue level of organization. Principles of Anatomy & Physiology (Thirteenth Edition). Danvers: John Wiley & Sons Inc, 2012.
11. **Young B, Heath JW.** Supporting/connective tissue. Wheater's Functional Histology a text and colour atlas (Fourth Edition). Churchill Livingstone, 2001.