

Penentuan Umur Memar dengan Menggunakan Bilirubinometer

Ari Sri Wulandari

Fakultas Kedokteran IPB *University*

Penentuan waktu terjadinya cedera memiliki peran penting pada ilmu kedokteran forensik karena memiliki efek pada konsekuensi medikolegal terutama pada saat penentuan sebab-akibat dari penyerangan dan dampak dari cedera. Luka memar biasanya merupakan temuan trauma pada trauma tumpul, hasil dari terpukulnya atau terhimpitnya dan rupturnya jaringan dari pembuluh darah, tanpa terlukanya kulit.¹ Analisis mikroskopis dari sampel lebam yang diambil ketika otopsi oleh ahli patologi forensik dapat menjadi evaluasi umur memar, sayangnya hal ini belum dapat diperiksa pada memar di korban hidup. Hingga saat ini, observasi yang dapat dilakukan pada korban hidup berupa observasi langsung secara visual atau observasi dari foto klinis. Buku pegangan forensik juga menyatakan umur memar dari perubahan warna, namun hanya dibahas bahwa warna kuning pada memar akan muncul setelah 18 jam.² Salah satu aspek terpenting dari ilmu forensik, baik klinik maupun patologi adalah penilaian, klasifikasi, dan dokumentasi dari cedera atau luka.³ Oleh karena itu, setiap tenaga medis profesional harus dapat mendokumentasikan luka dengan cukup baik agar dapat dimengerti dan dipahami oleh orang lain, terutama pada penentuan umur luka memar ini.

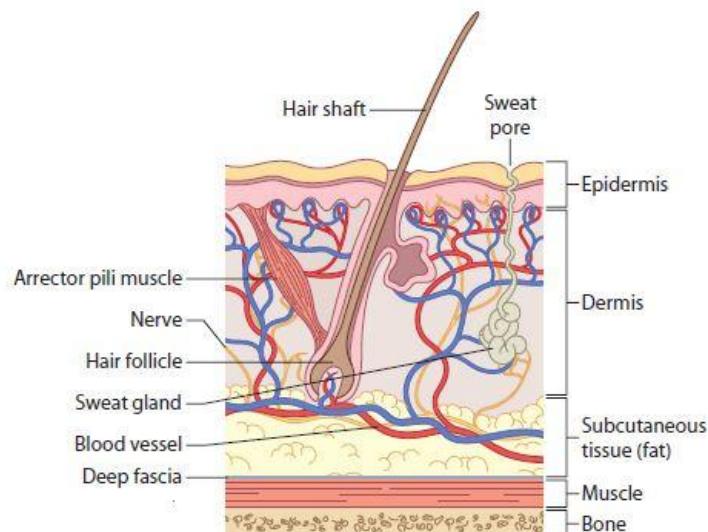
Anatomi Kulit

Anatomi kulit perlu dipahami secara forensik karena adanya relevansi forensik untuk jumlah atau dalam cedera yang diperlukan untuk menembus kulit dan kemungkinan perdarahan. Kulit adalah organ tubuh manusia yang terluas, terbagi menjadi beberapa lapisan:

1. Epidermis merupakan jaringan kulit yang tidak memiliki pembuluh darah, umumnya bergelombang. Jaringan ini di bawah permukaan ada papila yang masuk ke dalam dermis, berfungsi sebagai pelindung dari lingkungan luar dan merupakan tempat aktivasi kekebalan untuk mencegah dan memerangi infeksi. Terdiri dari lima lapisan: (1) stratum corneum merupakan keratinisasi sel mati, tebal bervariasi dengan yang paling tebal terdapat di tumit dan telapak tangan. Lapisan ini berfungsi untuk area dengan fungsi proteksi (contohnya skrotum dan kelopak mata) dengan ukuran sepersekian milimeter; (2) stratum lucidum hanya ada di bibir, tumit, dan telapak tangan; (3) stratum granulosum terdiri dari hanya tiga atau empat lapisan sel gepeng yang sel-sel di dalam lapisannya terlihat granular karena proses keratinisasi; (4) stratum spinosum dengan tampilan berduri yang disebabkan oleh perubahan bentuk keratinosit; (5) stratum basale yang

terdiri dari satu lapisan sel yang bersentuhan dengan dermis yang terdiri empat jenis sel, yaitu keratinosit, melanosit, sel taktil dan dendrosit granular yang tidak berpigmen (sel Langerhans).

2. Dermis atau korium adalah jaringan ikat campuran yang terdiri dari adneksa kulit, seperti folikel rambut, kelenjar keringat, dan kelenjar sebasea; kaya pembuluh darah, saraf, limfatis, dan ujung saraf dari untuk sentuhan, tekanan, dan merasakan panas, terdiri dari struktural utama (kolagen) kulit dengan akses utama ke sistem pembuluh darah dan saraf di kulit, dan secara langsung berinteraksi dengan epidermis untuk mengoordinasikan fungsi kulit.
3. Hipodermis merupakan area di bawah dermis yang kaya kolagen, terdiri dari jaringan adiposa subkutan dengan peran dalam keseimbangan energi, fasia (tergantung lokasi), serta otot.⁴⁻⁶



Gambar 1. Struktur Umum dari Kulit⁴

Luka

Menurut B. Knights dan P. Saukko (2016), luka adalah kerusakan bagian tubuh berupa pemutusan integritas dari jaringan yang dapat terjadi karena kekerasan mekanik. Tubuh memiliki ketahanan serta elastisitas jaringan berdasarkan lunaknya maupun kekuatan dari kerangka-kerangkanya, apabila intensitas kekuatan yang diberikan melebihi kemampuan jaringan; maka jaringan akan beradaptasi dengan tekanan yang ada, apabila tidak terjadi proses adaptasi tersebut akan terjadi cedera atau luka.⁴

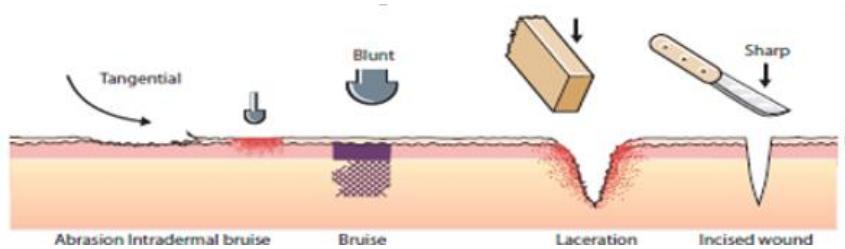
Sementara itu, menurut K. Vij (2011), luka dapat didefinisikan sebagai 'hasil dari kesinambungan alami pada jaringan tubuh yang hidup'. Luka tersebut dapat terlihat secara

eksternal tetapi tidak esensial, karena bisa saja luka terjadi secara internal dan fatal dapat ditimbulkan karena tidak adanya tanda kekerasan eksternal. Definisi tersebut mencakup luka bakar dari api/ panas, listrik, semua laserasi dan memar pada organ/ jaringan tubuh. Karakteristik luka yang disebabkan oleh kekuatan mekanik tergantung pada:

- Sifat dan bentuk senjata,
- Jumlah energi dalam senjata atau instrumen ketika menyerang tubuh,
- Apakah ditimbulkan pada benda yang bergerak atau tetap,
- Sifat jaringan yang terlibat.⁶

Luka secara garis besar diklasifikasikan:⁴

1. Abrasi, dalam bahasa sehari-hari disebut luka lecet atau luka gores.
2. Kontusio, dalam bahasa sehari-hari disebut luka memar, bengkak.
3. Laserasi, dalam bahasa sehari-hari luka potong atau atau luka robek.
4. Luka iris, dalam bahasa sehari-hari disebut luka tebas, luka bacok, atau luka tusuk.



Gambar 2 Jenis luka pada kulit⁴

Luka Benda Tumpul

Secara umum, luka akibat benda tumpul dibagi menjadi tiga luka dasar, yaitu:^{4,6}

1. Abrasi

Abrasi atau luka lecet merupakan luka yang dangkal, terkadang tidak menembus ketebalan epidermis sepenuhnya. Abrasi murni tidak ada perdarahan karena pembuluh darah umumnya terdapat pada dermis, namun sifat dari *dermal papillae* yang bergelombang sehingga masuk ke *stratum corium* dan dapat terjadi perdarahan yang mengakibatkan adanya perubahan warna. Abrasi sendiri terbagi menjadi:

- *Scratches* atau abrasi linier yang diakibatkan oleh gesekan benda yang berujung tajam (seperti duri, kuku, jarum, atau ujung senjata) secara horizontal, vertikal, atau tangensial.
- *Grazes* atau abrasi geser/ tangensial terjadi karena adanya gesekan horizontal atau tangensial antara area kulit yang lebih luas dengan benda, senjata, atau permukaan tanah yang keras dan kasar. Epidermis akan menumpuk di ujung yang berlawanan dengan gesekan dan pola penumpukan akan menunjukkan arah gerakan benda atau senjata terhadap kulit.

- *Crushing Abrasion/ Imprint Abrasion* atau abrasi tekan terjadi ketika ada kontak vertikal ke permukaan kulit, sehingga epidermis akan hancur dan jenis lecet akan mereproduksi hasil tekanan serta jejak dari objek benturan.
 - Abrasi berpola terjadi ketika gaya diterapkan pada sekitar sudut permukaan kulit. Jika senjata dengan permukaan berpola menyerang tubuh atau tubuh jatuh pada permukaan keras kasar yang berpola, lecet biasanya akan mengikuti pola objek.
2. Kontusio (selanjutnya akan dibahas pada poin selanjutnya)
3. Laserasi

Laserasi adalah pecah, sobek, atau terbelahnya kulit, selaput lendir, otot, atau organ internal apa pun, yang melibatkan kedalaman lebih dari epitel selubung kulit atau organ yang diproduksi dengan menggunakan benturan tumpul. Laserasi dapat diproduksi dengan salah satu atau lebih cara di bawah ini:

- Agen pasif seperti permukaan tanah/ lantai (laserasi karena jatuh paling sering), tepi trotoar atau tangga, bagian furnitur atau bangunan, dll.
- Kendaraan — bisa berupa apa saja.
- Senjata tumpul — bisa berupa benda/ instrumen mekanis atau bagian tubuh yang digunakan sebagai senjata; termasuk tinju, tangan yang ditutup dengan sarung tinju, kaki (biasanya sol sepatu boot maupun sepatu lainnya), dan lainnya seperti tongkat, batu, batang, botol, dll.

Laserasi terdiri dari berbagai jenis, yaitu:

- *Stretch lacerations* atau *flapping* terjadi karena benturan dengan gesekan yang kuat oleh benda tumpul yang melakukan 'tekanan dengan tarikan' lokal. Peregangan kulit dan jaringan subkutan yang berlebihan dapat menyebabkan laserasi dengan pengelupasan kulit. Arah penerapan kekuatan dapat dikumpulkan dari *flapping* ini.
- *Grinding compression* atau laserasi avulsi

Kompresi dengan tekanan berat seperti roda kendaraan berat atau beberapa bagian mesin berat yang melewati ekstremitas dapat menghasilkan avulsi kulit dan jaringan subkutan dari struktur di bawahnya (laserasi geser). Umumnya terlihat dalam kecelakaan lalu lintas yaitu kekuatan berputar dari roda kendaraan merobek kulit di area yang relatif besar. Ini kadang-kadang disebut sebagai 'menguliti' dan paling sering terjadi pada kaki yaitu saat sebuah kendaraan berat melewati tubuh yang telah terjatuh ke tanah. Kulit yang sobek mungkin menunjukkan pengikisan dan memar margin yang luas. Secara internal, organ dapat dihilangkan atau dirobek sebagian atau seluruhnya dari keterikatannya.

- *Tears* atau luka sobekan

Robeknya kulit dan jaringan subkutan dapat terjadi akibat benturan yang terlokalisir oleh/ atau terhadap beberapa benda keras yang tidak beraturan, seperti gagang pintu mobil, maskot radiator, hantaman botol kaca yang pecah, jatuh di atas benda yang permukaannya kasar, dan lainnya. Tapi luka yang dihasilkan oleh tepi tidak terlalu tajam dari senjata pemotong berat seperti kapak, helikopter, kapak, gandas, sekop, dan lainnya.

Karakter laserasi karena benda tumpul meliputi: (1) Batas luka tidak beraturan dan tidak rata; (2) Biasanya terdapat abrasi atau memar; (3) Tepi luka dapat memberikan indikasi arah gaya dari pukulan tersebut; (4) Terdapat jembatan jaringan fibrosa yang sobeknya tidak teratur, pembuluh darah dan saraf, dan lainnya melintasi bagian dalam luka; (5) Luka biasanya kotor oleh lumpur, pasir, kaca, partikel batu bata, tumbuh-tumbuhan, minyak mesin, rambut, serat, dan lainnya dapat ditemukan tertanam dalam luka dan memiliki nilai medikolegal yang besar; (6) Luka laserasi tidak berdarah banyak karena pembuluh darah yang hancur dan robek tetapi tidak terpotong secara merata, sehingga memudahkan hemostasis sampai batas tertentu; (7) Laserasi pada area yang berambut akan menunjukkan akar rambut yang hancur dan akar rambut yang dihancurkan dapat masuk ke kedalaman luka; (8) Luka yang dihasilkan oleh tepi pecahan kaca, barang pecah belah atau batu tepian tajam atau benda-benda serupa pada dasarnya adalah luka yang terkoyak yang menunjukkan tepi yang bergerigi dan tidak rata. Potongan benda dapat ditemukan tertanam di luka, menunjukkan benda penyebab luka.^{4,6,7}

Memar (Kontusio)

Memar adalah salah satu cedera yang ditandai dengan adanya ekstravasasi darah ekstravaskular dari pembuluh darah yang rusak secara mekanik, biasanya karena benturan benda tumpul, dan terletak di subkutan dan subepidermis. Memar disebabkan oleh pecahnya pembuluh darah, venula, atau lainnya.^{4,6}

Luas memar, waktu kemunculan memar, dan penonjolan memar dipengaruhi oleh berbagai faktor-faktor berikut:⁶

1. Besarnya kekuatan kekerasan

Semakin besar kekuatan kekerasan, memar akan semakin muncul. Namun ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

- Jika jaringan yang terlibat adalah jaringan longgar (wajah, skrotum, genitalia, kelopak mata, dll.), pukulan dengan kekuatan menengah dapat menyebabkan memar yang relatif besar karena terdapat ruang yang cukup untuk ekstravasasi darah.

- Jika jaringan yang terlibat adalah jaringan berserat kuat dan ditutupi oleh dermis tebal (punggung, kulit kepala, telapak tangan, tumit kaki, dll.), pukulan dengan kekuatan menengah dapat menghasilkan memar yang relatif lebih kecil karena jaringan padat dan lapang fasia akan membatasi sehingga mencegah akumulasi darah.

2. Sifat/ keadaan korban

- Anak-anak mengalami memar lebih cepat daripada orang dewasa karena jaringan yang lembut dan kulitnya lebih halus.
- Orang tua mengalami memar lebih cepat karena kehilangan massa otot disertai adanya perubahan kardiovaskular.
- Pecandu alkohol kronis lebih mudah memar karena kulitnya lebih mudah untuk vasodilatasi.
- Petinju dan atlet memiliki memar yang relatif kurang terlihat karena adanya tonus otot yang baik, sehingga dapat mencegah mudah pecahnya pembuluh darah.
- Wanita lebih mudah memar daripada pria karena kulitnya yang halus dan lemak subkutan yang lebih banyak.
- Orang sehat yang kuat dengan pola hidup aktif dapat menghadapi pukulan besar tanpa menimbulkan memar yang cukup jelas.
- Orang gemuk lebih mudah memar bahkan dengan kekerasan yang relatif lebih lemah.
- Secara alami, memar lebih mudah dilihat pada kaukasian daripada pada orang berpigmen.
- Adanya beberapa penyakit seperti *scurvy*, kekurangan vitamin K dan protrombin, hemofilia, leukemia, aterosklerosis, dan lainnya dapat menyebabkan memar yang berlebihan. Hal yang sama mungkin terjadi jika orang tersebut menderita manifestasi toksik dari obat-obatan tertentu.
- Pola makan individu juga dapat mempengaruhi perkembangan memar karena memiliki efek pada perdarahan, waktu pembekuan, kemampuannya untuk mempengaruhi konsistensi lemak tubuh dalam mendukung jaringan ikat tubuh.

3. Vaskularisasi pada area yang terkena

Kemunculan serta kejelasan memar di bawah kulit jelas dipengaruhi dengan jumlah darah pada proses ekstravasasi. Ukuran dan kepadatan jaringan vaskular bervariasi dari satu regio ke regio lain dan hal ini yang menyebabkan lebih mudah terbentuk memar di regio-regio seperti wajah, genitalia, skrotum, dan lainnya; karena regio tersebut kaya akan vaskularisasi jika dibandingkan dengan regio lain.

4. Elastisitas kulit

Regio yang elastis seperti dinding abdomen, bokong, dan lainnya akan lebih terbentuk memar lebih sedikit dengan kekuatan yang sama dengan yang diberikan pada regio lain yang didasari langsung oleh tulang disertai jumlah jaringan subkutan yang sedikit, seperti kepala, tulang kering, dan regio yang melewati *iliac crest*. Dinding abdomen anterior memiliki kekuatan elastisitas yang besar sehingga menutupi organ-organ internal yang lebih rentan untuk pecah sehingga biasanya ruptur organ terjadi tanpa menunjukkan bukti cedera. Hal ini sering terjadi dalam kecelakaan kendaraan, luka-luka fatal pada organ-organ dapat hadir tanpa tampilan eksternal, terutama ketika korban memakai beberapa lapis pakaian.

Luka memar sendiri harus dibedakan dengan lebam mayat, perbedaannya sendiri sebagai berikut:⁸

1. Lokasi luka memar berada di sembarang tempat, sementara lebam mayat pada bagian tubuh yang terendah.
2. Luka memar disertai dengan pembengkakan dan tanda-tanda intravital.
3. Bila ditekan atau diiris, warna luka memar tidak menghilang; sementara pada lebam mayat, warna menghilang dan jika diiris akan keluar darah.

Umur Memar

Memar dapat terlihat lebih menonjol beberapa jam atau beberapa hari setelah benturan karena sel darah merah atau hemoglobin berdifusi ke epidermis.⁴ Waktu yang dibutuhkan untuk memar hilang akan tergantung pada lokasi, ukuran, dan keadaan korban terhadap proses penyembuhan.^{6,9} Namun, memar superfisial menghilang setelah perubahan warna yang terlihat karena disintegrasi sel darah merah (dari proses ekstravasasi darah) dalam melepaskan hemoglobin, lalu diproses oleh enzim jaringan dan dipecah menjadi haemosiderin, hematoidin, dan selanjutnya bilirubin; sehingga memberikan warna ke jaringan.⁶ Pada korban berpigmen lebih gelap, memar terkadang tidak terdeteksi di permukaan, selain itu bisa karena pembengkakan yang disebabkan oleh hematoma dan edema jaringan.⁴

Meskipun durasi absolut tidak dapat ditentukan pada memar, namun dapat dilihat dari pengamatan berikut ini:⁴

1. Jika memar tampak segar tanpa perubahan warna di seluruh area, kemungkinan memar tidak akan > 2 hari sebelum benturan, kecuali pada orang tua.
2. Warna yang muncul bisa merah, biru, ungu, hitam atau hijau; namun tidak dapat menjadi patokan untuk menentukan usia memar.

3. Jika warna kuning cerah terlihat, kemungkinan besar benturan terjadi lebih dari 18 jam (kebanyakan 24 jam dan lebih dekat ke 48-72 jam).
4. Jika beberapa memar (dengan ukuran dan lokasi yang kira-kira sebanding) dan warna sangat berbeda, maka tidak mungkin terkena pada saat yang sama.

Harus dipertimbangkan bahwa ada juga variasi individu dalam persepsi warna dan misalnya, serta sensitivitas untuk warna kuning berkurang seiring bertambahnya usia. Robert (1983) mengobservasi memar *love-bite* pada kekerasan seksual menjadi kuning dan menghilang dalam dua hari.⁴



Gambar 3. Perubahan warna memar⁹

M. Nigam et all. (2018) telah membuat tabel observasi perubahan warna dari penulis-penulis *textbook forensik* di India sebagai data dasar penelitiannya yang meneliti tentang penilaian umur memar berdasarkan fase penyembuhannya.

Tabel 2.1 Tabel hasil observasi dari para penulis India.⁹

Color change	N.G. Rao ¹⁶	K. Vij ¹⁷	K.S.N Reddy ¹⁸	J.P Modi ¹⁸
Bright red	Freshly produced	Fresh	Fresh	1 st day
Bluish	Few hours- 3 rd day	Few hours	Few hours – 3 rd day	2 nd – 3 rd day
Bluish purple	-	2 nd day	-	-
Bluish black/brown	4 th day	3 rd – 4 th day	4 th day	3 rd – 4 th day
Greenish	4 th – 5 th days	5 th – 6 th day	5 th – 6 th day	5 th – 6 th day
Yellow	7 th – 12 th days	7 th – 10 th days	7 th – 12 th days	7 th – 12 th day
Normal	2 weeks	2 weeks	2 weeks	2 weeks

K. Vij (2017) menambahkan bahwa pada perdarahan subkonjunktiva, semua perubahan warna mungkin tidak terlihat karena difusi dari oksigen atmosfer melalui jaringan konjungtiva, sehingga pigmen terbebas setelah pemecahan perubahan sel darah merah menjadi bilirubin tanpa menunjukkan tahap yang terlihat dari haemosiderin dan haematoidin. Pengamatan yang

kurang lebih serupa terlihat pada perdarahan meningeal karena sebagian oksigen dipasok oleh cairan serebrospinal.⁶

Menurut Hariadi Apuranto (2012), memar biasanya diawali dengan timbulnya pembengkakan, kemudian berwarna merah kebiruan. Pada hari kesatu hingga hari ketiga, warna memar berubah menjadi biru kehijauan, berikutnya cokelat, dan akhirnya menghilang dalam 1 hingga 4 minggu. Walaupun demikian, umur yang pasti dari luka memar sulit ditentukan.⁸

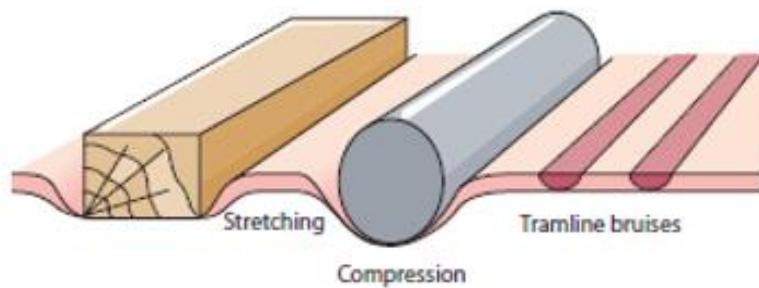
Memar dengan Spesifikasi Khusus

A. *Sixpenny Bruises*

Kluster dari memar diskoid kecil dengan diameter sekitar 1 cm merupakan ciri khas adanya tekanan ujung jari, baik dari genggaman atau dorongan; sering terlihat dalam pelecehan anak, disebut '*sixpenny bruises*' karena menyerupai koin *6 pence sterling* dari ukurannya. Lesi ini umumnya terlihat di lengan bawah atau lengan atas anak, atau kadang-kadang di sekitar pergelangan tangan atau pergelangan kaki, meskipun bisa terjadi di perut. Hal ini dapat terlihat pada leher anak-anak atau orang dewasa dalam pencekikan manual, meskipun sering ada memar difus tambahan yang disebabkan oleh pegangan geser di leher.

B. *Tram-line Bruises*

Tram-line bruises adalah memar yang terdiri dari dua garis paralel memar dengan zona tidak rusak di tengah, hal ini diakibatkan karena permukaan kulit dihantam oleh batang atau benda berpenampang persegi panjang (co/ tongkat); senjata terbentur dalam ke dalam kulit sehingga tepiannya menyeret kulit dan merobek pembuluh darah marginal, bagian tengah menekan kulit sehingga menyebabkan sedikit atau tidak ada kerusakan pada pembuluh darah, sehingga ketika tekanan dilepaskan, darah mengalir kembali ke zona marginal yang terluka dan bocor ke jaringan.



Gambar 4. Bentuk gambaran memar yang dikenal sebagai *tram-line bruise* dari aplikasi objek persegi panjang atau silinder.⁴

C. ***Love-bite***

Seperti halnya lecet, gigitan dapat menyebabkan memar; disebut *love-bite* sering menyebabkan memar, dengan/ tanpa lecet yang terkait, menjadi kumpulan lesi petek kecil yang disebabkan oleh pengisapan mulut pada kulit.

D. ***Black Eye***

Black eye umum dibahas dalam cedera kepala, tetapi tidak semua mata hitam benar memar akibat pukulan di kepala, beberapa berasal dari atap orbital yang retak, dan lainnya adalah hasil gravitasi dari cedera dahi.

E. **Lainnya**

- Memar di bawah telinga dalam kematian akibat perdarahan subaraknoid perlu pemeriksaan hati-hati pada tulang belakang leher bagian atas dan arteri basilovertebral, ditakutkan terjadi retak pada bagian tersebut.
- Memar post-mortem hanya memiliki sedikit arti, yang dalam banyak kasus dapat meyakinkan bahwa memar yang baru akan lebih jelas terlihat ketika autopsi kedua (baru bisa dibedakan ini memar asli atau bukan). Lecet post-mortem adalah umum, terutama setelah autopsi pertama dan tindakan pemulasaran di kamar mayat, tetapi prosedur ini jarang menghasilkan memar artefaktual.

Penggunaan Bilirubinometer dalam Menentukan Umur Memar

Dari beberapa jurnal, telah terdapat pembahasan mengenai penggunaan bilirubinometer dapat membantu dalam menentukan usia memar. Pada jurnal yang ditulis oleh Mesli *et al.*, telah dilakukan penelitian pemeriksaan umur memar dengan *tristimulus colorimetry*^{2,10} ataupun MRI^{2,11}, masing-masing memiliki keunggulan dan kekurangan dalam memperkirakan umur memar.

Prinsip kerja dari *tristimulus colorimetry* sama dengan retina mata manusia mampu mendekripsi warna secara RGB (*Red, Green, Blue*) disertai dengan kemampuan melihat rona, saturasi, dan luminositasnya, sehingga penilaian cukup akurat dibandingkan hanya melihat memar secara visual saja. Penelitian sebelumnya ada yang menggunakan *UV-visible spectrometer* yang dinilai mampu memperlihatkan perubahan nilai antara memar hari pertama dan hari ketiga dengan melihat proses degradasi dari hemoglobin, dan *tristimulus colometry* dinilai dapat mereproduksi hasil lebih baik dibandingkan dengan *UV-visible spectrometer* tanpa melihat jenis warna kulit. Namun kekurangan dari alat ini adanya *confounding factor* untuk mengestimasikan usia memar, seperti perbedaan laju metabolisme dari hemoglobin dari masing-masing individu. Selain itu juga alat ini merupakan alat yang cukup mahal.^{2,10}

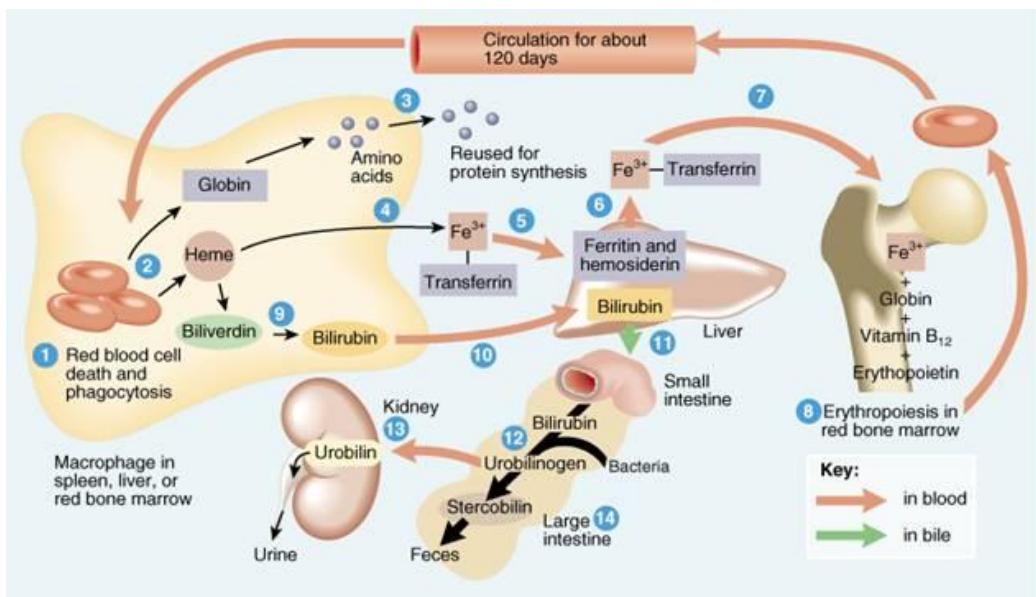
Pada penelitian lainnya, MRI dapat digunakan untuk menentukan umur memar dengan menggunakan kontras yang cukup, sehingga kontras dari memar dapat dinilai tanpa perlu memperhatikan adanya ketebalan kulit. MRI juga mudah dilakukan oleh ahli radiologi ataupun ahli forensik klinik tanpa adanya kalkulasi tambahan. Metode penelitian ini dilakukan dengan 20 relawan subyek penelitian yang sehat tanpa adanya gangguan koagulasi darah diambil darah vena cubital dan sebanyak 4 ml darah diinjeksikan ke jaringan subkutan pada paha subyek sehingga membentuk memar artifisial, lalu memar tersebut dipindai MRI secara oblik. Namun penelitian ini juga menemukan banyak kekurangan, salah satunya penggunaan memar artifisial sehingga disarankan untuk diadakan penelitian selanjutnya dengan menggunakan memar nyata yang diakibatkan oleh benturan benda tumpul.^{2,11}

Bilirubinometer sebagai alat untuk menentukan umur memar dinilai sebagai alat yang mudah didapatkan, bersifat non-invasif, pengaplikasian alat dinilai lebih mudah dibandingkan kedua alat sebelumnya yang hanya diletakkan pada kulit sternum atau wajah saja. Metode penelitian pada jurnal yang dibahas ini menggunakan 20 relawan subyek penelitian yang mendapat memar post-operasi setelah pemasangan implan *total knee prosthesis*. Subyek penelitian juga diambil pada pasien yang dirawat karena trauma dan mendapatkan satu atau lebih memar apabila pasien dapat menjelaskan secara tepat tentang tanggal dan mekanisme kejadian yang menyebabkan memar tersebut. Kriteria eksklusi dari subyek penelitian adalah adanya gangguan koagulasi atau nilai bilirubin yang abnormal. Warna kulit dari subyek penelitian sendiri dikategorikan dengan *Fitzpatrick's skin phototype*.²

Tabel 2.2 *Skin-phototype* berdasarkan *Fitzpatrick*⁵

TABLE 17-3 Skin Phototypes		
SKIN PHOTOTYPE	BURNING AND TANNING REACTIONS UPON SUN EXPOSURE	COLOR OF UNEXPOSED SKIN
I	Always burns, never tans	Pale white
II	Always burns, then tans	White
III	Sometimes burns, can tan without prior burn	White
IV	Usually does not burn, tans easily and deeply	White to light brown
V	Rarely burns, tans easily	Brown; moderately pigmented
VI	Burns only with very high UVR doses, tans	Dark brown to black; darkly pigmented

Proses pengukuran umur memar dengan menggunakan bilirubin ini berdasar pada proses pemecahan hemoglobin menjadi biliverdin, bilirubin, dan hemosiderin.



Gambar 5. Proses pemecahan hemoglobin¹²

Pada Gambar 5, telah dijelaskan bahwa hemoglobin dipecah menjadi heme dan globin. Globin dipecah menjadi asam amino, sedangkan heme dipecah menjadi zat besi, biliverdin, dan bilirubin. Dalam memar, semua ini terjadi di bawah kulit, sehingga yang terlihat adalah hasil perwarnaan dari produk hemoglobin yang terdegradasi. Oleh karena itu, penelitian ini berdasarkan pada nilai bilirubin (yang menimbulkan warna kekuningan) yang terjadi pada daerah *bili-skin*, yaitu daerah sentral pada memar; dan *bili-bruise*, daerah yang berjarak 10 sentimeter dari memar yang diambil penilaianya mulai dari hari pertama memar tersebut muncul sampai subyek diperbolehkan rawat jalan.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa pemantauan nilai bilirubin dengan bilirubinometer memiliki tren naik lalu menurun, dengan puncak kenaikan tidak terjadi sebelum hari ketiga, dan biasanya terlihat pada hari keempat dan kelima pada subyek dengan *skin phototype* 2, 3, dan 4.² Hal ini membuat pandangan baru yang lebih spesifik bila dibandingkan dengan yang tertulis di *textbook* bahwa umur memar hanya bisa ditentukan ketika memar berwarna kekuningan yang dapat dipastikan memar tersebut umurnya melebihi 18 jam, pada beberapa kasus 24 jam, dan mendekati ke 48-72 jam.^{4,6} Untuk penerapan penentuan umur memar di Indonesia yang mayoritas memiliki *skin phototype* 2, 3, 4, dan 5; penelitian yang dilakukan oleh D. Dulabutr (2017) di Thailand menunjukkan bahwa waktu minimum dari munculnya warna kuning adalah 18 jam sesudah terjadinya cedera dan semakin lama akan semakin terlihat pada hari ke-3 hingga ke-5.¹ Warna kuning dari memar ini menjadi kunci dalam hal menentukan perkiraan usia memar, hal ini disebabkan karena warna kuning ini sendiri didapat dari pemecahan bilirubin, sehingga penggunaan bilirubinometer dianggap

dapat diaplikasikan dengan penelitian lanjutan lainnya. Hal ini diharapkan dapat membantu penentuan umur memar lebih spesifik untuk penilaian, klasifikasi, dan pendokumentasian dari cedera atau luka, untuk pengembangan ilmu kedokteran forensik.

Referensi

1. Dulabutr D. The Correlation between the Color Changes of Contusions and the Time Period after Injuries in Thai Populations. *Thammasat Med J.* 2018;18(4):561–70.
2. Mesli V, Le Garff E, Marchand E, Labreuche J, Ramdane N, Maynou C, et al. Determination of the age of bruises using a bilirubinometer. *Forensic Sci Int.* 2019;302:109831.
3. Payne-James J, Jones R, Karch SB, Manlove J. *Simpson's Forensic Medicine*. 14th ed. London: Hodder Arnold; 2020.
4. Knight B, Sauko P. *Knight's Forensic Pathology*. 4th ed. CRC Press. Boca Raton: CRC Press; 2016.
5. Kang S, Amagai M, Bruckner AL, Enk AH, Margolis DJ, McMichael AJ, et al. *Fitzpatrick's Dermatology*. 9th ed. New York: McGraw Hill Education; 2019.
6. Vij K. *Textbook of Forensic Medicine and Toxicology*. 5th ed. Nasim S, Shravan K, editors. Chennai: Elsevier; 2011.
7. Budiyanto A, Widiatmaka W, Sudiono S. *Ilmu Kedokteran Forensik*. 2nd ed. Jakarta: Bagian Kedokteran Forensik Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia; 1997.
8. Hoediyanto, Apuranto H, Hariadi A. *Buku Ajar Ilmu Kedokteran Forensik dan Medikolegal*. 8th ed. Hoediyanto, Apuranto H, editors. Surabaya: Departemen Ilmu Kedokteran Forensik dan Medikolegal Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga; 2012. 312–317 p.
9. Nigam M, Saxena D, Mishra PK, Tomar JS. Assessment of the age of bruise by their healing. *Indian J Forensic Community Med.* 2018;5(2):119–22.
10. Thavarajah D, Vanezis P, Perrett D. Assessment of bruise age on dark-skinned individuals using tristimulus colorimetry. *Med Sci Law.* 2012;52(1):6–11.
11. Neumayer B, Hassler E, Petrovic A, Widek T, Ogris K, Scheurer E. Age determination of soft tissue hematomas. *NMR Biomed.* 2014;27(11):1397–402.
12. Barret KE, Barman SM, Brooks HL, Yuan JXY. Blood as a Circulatory Fluid and the Dynamics of Blood and Lymph Flow. In: *Ganong's Review of Medical Physiology*. 25th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2015.