

- . 2022. *Trachoma*. Geneva: World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/trachoma> .

Bank Kulit Manusia: Satu Tinjauan, Keperluan Perubatan Dan Hukum Perlaksanaannya

Muhamad Rafiqi Hehsan (Corresponding author)

Fakulti Perubatan & Sains Kesihatan, Universiti Sains Islam Malaysia (USIM), Persiaran Ilmu, Putra Nilai, 71800 Nilai, Negeri Sembilan, Malaysia
Tel: 0102214454 E-Mail: muhamad_rafiqi@usim.edu.my

Zulkifli Dahalan

Akademi Pengajian Islam Kontemporari (ACIS), Universiti Teknologi MARA (UiTM), Cawangan Pulau Pinang Kampus Permatang Pauh, 13500 Permatang Pauh, Pulau Pinang, Malaysia.

Tel: 0194805585 E-Mail: zuldahl@ppinang.uitm.edu.my

Aminudin Hehsan

Centre of Research for Fiqh Science and Technology (CFIRST), Ibnu Sina Institute for Scientific and Industrial Research (ISI-ISIR), Universiti Teknologi Malaysia (UTM), 81310 Johor Bahru, Johor, Malaysia.

Tel: 0197342003 E-Mail: ahehsan@utm.my

Abstrak

Bank kulit manusia merupakan salah satu isu kontemporari yang semakin berkembang di abad ini. Namun perbahasan dan teknologi yang ada khususnya di Malaysia, belum mampu mengorak ke arah yang lebih mendalam akan keperluannya secara lebih meluas. Masih terdapat hukum berkaitan perkara ini yang perlu dirungkai agar kedatangannya secara meluas di negara ini tidak akan dipertikaikan kelak. Oleh yang demikian, tujuan kajian ini adalah untuk membincangkan secara menyeluruh berkaitan bank kulit manusia ini dan keperluannya. Dalam artikel ini juga, kami menggariskan hukum pelaksanaan bank kulit manusia yang mungkin memberi polemik berterusan. Kajian itu menggunakan metodologi berasaskan perpustakaan (*library-based methodology*) dan mengumpulkan data daripada pelbagai sumber, termasuk buku, laman web dan jurnal. Penemuan menunjukkan bahawa bidang bank kulit manusia ini telah digunakan secara meluas di luar negara dengan teknologi yang hebat. Namun, Malaysia agak ketinggalan dalam membina teknologi ini. Keperluan kepada bank kulit manusia ini juga sangat meluas dan banyak digunakan dalam bidang perubatan terapeutik. Kajian ini juga cuba membahaskan perspektif hukum berkaitan pelaksanaan bank kulit manusia yang telah dibahaskan oleh para fuqaha kontemporari. Kesimpulannya, kami melihat akan adanya keperluan kepada bank kulit manusia ini

sekiranya digunakan khususnya dalam bidang perubatan. Bidang teknologi yang semakin meluas harusnya diambil manfaat bagi menjaga maqasid syariah, khususnya menjaga kesemua konsep Daruriyat, Hajiyat mahupun Tahsiniyat.

Kata kunci: bank kulit, keperluan, hukum, kontemporari

Pendahuluan

Bank kulit manusia secara umumnya mempunyai pelbagai fungsi.⁸⁹⁹ Antaranya, sebagai pemrosesan, pemeliharaan, dan pembekalan alograf kulit manusia untuk merawat kes-kes kebakaran melecur, khususnya kes berkaitan kemalangan yang teruk (*polytrauma*). Kulit daripada spesies yang sama (*allograft*) ini bertindak sebagai pembalut biologi sementara untuk menutup luka kulit yang dalam, mahupun luaran. Indikasi klinikal utama bagi penggunaannya adalah untuk kes di mana kawasan permukaan badan yang terjejas teruk, menghalang proses autograf bertindak seperti biasa.⁹⁰⁰

Kulit manusia adalah organ kompleks yang berfungsi sebagai barisan pertahanan pertama terhadap ancaman luar, di samping menyumbang kepada pelbagai fungsi fisiologi seperti mencegah kehilangan cecair, menstabilkan suhu badan dan sebagai input deria.⁹⁰¹ Di samping itu, kulit juga mempunyai sistem imunologi yang sangat penting, khusus untuk penyelenggaraan homeostasis tisu, pertahanan, dan pembaikan tisu.⁹⁰² Walau bagaimanapun, luka kebakaran yang teruk, ulser kronik, dan penyakit kulit boleh mengganggu integriti kulit, yang memerlukan penggantian tisu yang rosak.

Konsep cantuman kulit (*grafting*) mempunyai asal-usul purba, tetapi sains perubatan moden telah memperkenalkan teknik inovatif yang telah merevolusikan pemindahan kulit. Penubuhan bank kulit manusia telah menjadi kemajuan penting, memastikan bekalan kulit bagi tujuan perubatan yang konsisten bagi prosedur pemindahan. Pemindahan kulit manusia adalah suatu pendekatan terapeutik kritikal untuk pesakit yang mengalami luka bakar yang teruk, luka kronik, dan gangguan dermatologi. Penubuhan bank kulit manusia telah memajukan bidang pemindahan kulit dengan ketara dengan menyediakan graf yang tersedia untuk kegunaan klinikal. Oleh yang demikian, artikel ini melihat bank kulit manusia melibatkan tiga tema; satu tinjauan, keperluan perubatan dan hukum berkaitan pelaksanaan bank kulit manusia.

1) TINJAUAN BANK KULIT MANUSIA

1.1. Pengenalan kulit manusia

Struktur kulit tersusun kepada tiga lapisan utama: epidermis, dermis, dan tisu lemak subkutan. Epidermis, lapisan paling luar kulit, dibahagikan kepada stratum korneum, stratum lucidum, stratum granulosum, dan stratum basale. Stratum korneum mengandungi korneosit, yang merupakan keratinosit terminal yang berbeza. Sel-sel ini sentiasa diperbaharui semula oleh keratinosit yang berada di dalam stratum basale. Stratum lucidum pula adalah lapisan nipis dan mempunyai sel keratinosit mati. Daripada keratin, keratinosit dalam stratum lucidum

⁸⁹⁹ Chem, E.M., Preto, L., Souza, A.F.D., Neto, A.S.P. (2018). Human Skin Bank. In: Bonamigo, R., Dornelles, S. (eds) Dermatology in Public Health Environments. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-33919-1_53

⁹⁰⁰ Ibid

⁹⁰¹ Nguyen, A. V., & Soulika, A. M. (2019). The Dynamics of the Skin's Immune System. International journal of molecular sciences, 20(8), 1811. <https://doi.org/10.3390/ijms20081811>

⁹⁰² Ibid

mengandungi eleidin, protein intrasel, yang memberikan lapisan ini bentuk rupa yang jelas. Stratum granulosum ialah lapisan nipis antara stratum lucidum dan stratum basale. Keratinosit dalam stratum granulosum mengandungi granul yang kaya dengan sistein dan histidin, yang mengikat filamen keratin bersama-sama. Stratum basale mengandungi keratinosit basal, sel imun seperti sel Langerhans dan sel T, dan melanosit yang menyebabkan kulit terhasil dengan pigmentasi.^{903, 904}

Di bawah epidermis adalah lapisan dermis, yang dikategorikan kepada sub-lapisan papillari dan retikular. Kulit manusia mengandungi dermis papillari yang membentuk sambungan ke epidermis dan mengandungi kapilari bagi memudahkan pengangkutan nutrien. Dermis retikular pula mengandungi pelengkap kulit seperti folikel rambut, kelenjar sebum, dan kelenjar peluh. Dermis retikular jauh lebih tebal daripada dermis papillari kerana kepekatan padat gentian kolagen dan retikular yang terjalin dalam lapisan ini. Kedua lapisan kulit ini menempatkan fibroblas, myofibroblas, dan sel imun seperti makrofaj, limfosit, dan sel mast. Fibroblas mensintesis matriks ekstraselular yang terdiri daripada kolagen, proteoglikan, dan gentian elastik yang memberikan integriti struktur dermis.^{905, 906}

Di bawah lapisan dermis adalah lapisan lemak subkutan. Lapisan ini terdiri daripada fibrosit, adiposit, dipenuhi dengan proteoglycans dan glycosaminoglycans, yang memberikan sifat seperti mukus kepada lapisan ini. Tisu adiposa kulit menyimpan tenaga dalam bentuk asid lemak dan berfungsi sebagai organ endokrin yang penting untuk homeostasis glukosa dan metabolisma lipid. Lapisan ini juga menghasilkan pelbagai mediator seperti faktor pertumbuhan, adipokin, dan sitokin, dan mengandungi pelbagai sel imun. Selain daripada itu, lemak subkutan berfungsi sebagai lapisan penebat untuk badan, kerana lemak adalah konduktor haba yang lemah. Fungsi ini penting bagi mengelakkan manusia berada dalam kesejukan.⁹⁰⁷

1.2. Konsep penggunaan kulit manusia

Kaedah cantuman kulit (*skin grafting*) merupakan rawatan yang sangat berkesan terhadap kecacatan kulit yang besar. Kecacatan ini merangkumi pelbagai penyebab seperti melecur, kecederaan tisu lembut yang besar, luka berbutir dan luka kronik. Untuk penggantian kulit sementara, cantuman kulit yang digunakan ini kebanyakannya dikenali sebagai alograf. Seperti mana-mana jenis *allograft* tisu lain, keperluan yang paling penting untuk

⁹⁰³ Ovaere, P., Lippens, S., Vandenaabeele, P., & Declercq, W. (2009). The emerging roles of serine protease cascades in the epidermis. *Trends in biochemical sciences*, 34(9), 453–463.

<https://doi.org/10.1016/j.tibs.2009.08.001>

⁹⁰⁴ Hsu, Y. C., Li, L., & Fuchs, E. (2014). Emerging interactions between skin stem cells and their niches. *Nature medicine*, 20(8), 847–856. <https://doi.org/10.1038/nm.3643>

⁹⁰⁵ Shirshin, E. A., Gurfinkel, Y. I., Priezhev, A. V., Fadeev, V. V., Lademann, J., & Darvin, M. E. (2017). Two-photon autofluorescence lifetime imaging of human skin papillary dermis in vivo: assessment of blood capillaries and structural proteins localization. *Scientific reports*, 7(1), 1171. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-01238-w>

⁹⁰⁶ Woodley D. T. (2017). Distinct Fibroblasts in the Papillary and Reticular Dermis: Implications for Wound Healing. *Dermatologic clinics*, 35(1), 95–100. <https://doi.org/10.1016/j.det.2016.07.004>

⁹⁰⁷ Cildir, G., Akincilar, S. C., & Tergaonkar, V. (2013). Chronic adipose tissue inflammation: all immune cells on the stage. *Trends in molecular medicine*, 19(8), 487–500. <https://doi.org/10.1016/j.molmed.2013.05.001>

cantuman adalah kualiti, keselamatan dan keberkesanan. Kulit adalah tisu yang dibezakan dengan baik dengan struktur anatomi yang sangat unik dan fungsi fisiologi yang hebat. Kulit, pada hakikatnya, adalah organ mempunyai banyak fungsi, yang penting untuk integriti dan fungsi organisma. Apabila kulit digunakan sebagai cantuman sementara, ia boleh menggantikan hanya beberapa fungsi asalnya, terutamanya fungsi pelindung dan penghalang.

Kaedah *skin grafting* adalah teknik penutupan kulit yang paling biasa digunakan dalam bidang dermatologi untuk menutup luka, khususnya kanser kulit. Selain daripada itu, kaedah flap juga boleh digunakan, namun ini kurang digemari kerana hasil kosmetik yang kurang baik. Kaedah cantuman kulit, berbeza dengan flap, dikeluarkan sepenuhnya daripada bekalan darahnya, manakala flap kekal melekat pada bekalan darah melalui pedikel. Cantuman kulit secara teknikal kurang sukar tetapi boleh memakan masa yang lebih lama kerana prosedur mewujudkan tapak pembedahan kedua. Cantuman kulit boleh dibahagikan kepada beberapa kategori berdasarkan komposisi cantuman dengan setiap jenis cantuman mempunyai risiko dan indikasi yang pelbagai.⁹⁰⁸

1. *Split-thickness skin grafts* (STSG) yang terdiri daripada epidermis dan bahagian atas dermis.
2. *Full-thickness skin grafts* (FTSG) yang mengandungi kedua-dua epidermis dan dermis secara penuh.
3. *Composite grafts* yang mengandungi kulit dan jenis tisu lain, biasanya rawan.

FTSG adalah cantuman kulit yang paling biasa digunakan dalam bidang dermatologi, kerana boleh memberikan padanan tisu yang sangat baik untuk tapak perumah. Ini akan menyebabkan luka sembuh dengan kesan parut dan kontraktur minimum. Cantuman komposit juga mempunyai permintaan yang tinggi, biasanya hanya digunakan di hidung dan telinga dalam situasi di mana rawan juga perlu diganti. STSG biasanya kurang menarik secara kosmetik kerana kekurangan struktur adnexal dan ketidakpadanan warna. Terdapat juga risiko kontraktur yang ketara dengan STSG. Tapak penderma bagi STSG juga cenderung untuk lebih menyakitkan bagi pesakit, berbanding FTSG.⁹⁰⁹

1.3. Evolusi bank kulit manusia

Amalan cantuman kulit bermula sejak India purba, di mana pakar perubatan menggunakan kulit daripada penderma untuk merawat pesakit yang melecur. Walau bagaimanapun, pengenalan bank kulit yang teratur muncul pada separuh kedua abad ke-20. Kemajuan dalam pemeliharaan tisu, termasuk *cryopreservation* dan gliserolisasi, membolehkan penyimpanan cantuman kulit untuk tempoh yang lebih lama. Bank kulit manusia telah ditubuhkan untuk mengumpul, memproses dan menyimpan kulit penderma untuk pemindahan ketika diperlukan. Bank-bank ini telah mengubah bidang pemindahan kulit, menawarkan bekalan

⁹⁰⁸ Prohaska J, Cook C. Skin Grafting. [Updated 2023 Aug 16]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532874/>

⁹⁰⁹ Ibid

cantuman kulit yang boleh didapati dengan mudah, serta dapat meningkatkan kualiti hidup pesakit.

Autograf kulit pertama kali diterangkan oleh Reverdin pada tahun 1871.⁹¹⁰ Utiliti klinikal kulit alograf sebagai kaedah untuk perlindungan luka mula diikuti tidak lama selepas itu. Girdner adalah orang pertama yang melaporkan penggunaan kulit alogenik manusia untuk menutup luka terbakar pada tahun 1881. Walau bagaimanapun, hanya 5 tahun kemudian Thiersch menerangkan anatomi histologi *engraftment* kulit dan kemudiannya mempopularkan penggunaan klinikal cantuman kulit (*split-thickness skin grafts*). Pada tahun 1874, Thiersch menerbitkan laporan tentang siri pesakit yang kemudiannya menggunakan cantuman ketebalan separa (*partial-thickness grafts*). Berikutan laporan tersebut, ujian yang meluas terus dilakukan dan terhasil pemotongan cantuman sangat nipis untuk meninggalkan beberapa epitelium permukaan untuk menyembuhkan tapak penderma. Kaedah klinikal ini dikenali sebagai "*thiersch grafts*," "*pinch grafts*," "*epidermis grafts*," atau "*razor grafts*".⁹¹¹ Penggunaan klinikal cantuman kulit (*split-thickness skin grafts*) yang mudah menjadikan kaedah ini suatu prosedur secara rutin pada masa kini.

Perbankan kulit manusia tidak bermula sehingga awal 1900-an. Wentscher melaporkan bahawa kulit manusia boleh disejukkembekukan selama tiga sehingga 14 hari.⁹¹² Walau bagaimanapun hanya pada tahun 1930-an, pelaksanaan bank darah dan tisu telah mengambil tempat dalam amalan klinikal perubatan. Utiliti klinikal kulit alograf dalam rawatan luka terbakar tidak berlaku sehingga 1938, apabila Bettman melaporkan kejayaannya dalam rawatan kanak-kanak dengan kecederaan lecuran tebal penuh yang meluas (*extensive full-thickness injuries*). Webster dan Matthews pada tahun 1944-1945, pula menerangkan kejayaan pengambilan autograf kulit yang disimpan selama 3 minggu pada suhu 4 sehingga 7 darjah celsius. Baxter meneroka kesan histologi pembekuan pada kulit manusia dan mengenal pasti kejadian pembentukan kristal ais dan pemusnahan tisu pada tahun 1948.

Namun, hanya pada tahun 1949 Bank Tisu Tentera Laut Amerika Syarikat secara rasminya ditubuhkan oleh Hyatt, menandakan permulaan perbankan kulit zaman moden. Ini diikuti pada tahun 1952 oleh penyelidik perintis Billingham dan Medawar, menunjukkan bahawa kulit boleh dipelihara dengan berkesan menggunakan gliserol. Bank ini bermula dengan penyimpanan lebih tulang daripada pembedahan tulang, ortopedik. Tidak lama kemudian aplikasi itu diperluaskan kepada penyimpanan tisu lain, termasuk kulit. Alograf kulit tersimpan di bank ini dapat menyelamatkan nyawa pesakit sebagai pembalut biologi sementara untuk rawatan pesakit melecur teruk, yang autografnya tidak mencukupi untuk memberikan perlindungan kepada luka yang besar.

Taylor kemudiannya menunjukkan bahawa penggunaan gliserol dikaitkan dengan penurunan pembentukan kristal ais dengan pembekuan. Tidak lama selepas itu, Brown dan Jackson mempopularkan penggunaan cantuman kulit manusia alogenik sebagai pembalut

⁹¹⁰ Kagan, R. J., Robb, E. C., & Plessinger, R. T. (2005). Human skin banking. *Clinics in laboratory medicine*, 25(3), 587–605. <https://doi.org/10.1016/j.cll.2005.06.008>

⁹¹¹ Ibid

⁹¹² Ibid

biologi untuk luka melecure yang besar dan tisu mengelupas. Menjelang tahun 1966, Zaroff melaporkan pengalamannya selama 10 tahun di Pusat Perubatan Tentera Brooke dengan rawatan pesakit dengan menggunakan kulit alograf, bagi pesakit yang mengalami kecederaan haba. Dalam laporan mereka, dijelaskan tentang manfaat mekanikal dan fisiologi kulit alograf sebagai pembalut biologi. Kemudian pada tahun itu, Morris melaporkan kesan berfaedah kulit alogenik dalam rawatan ulser yang dijangkiti dan luka tercemar lain. Pada tahun 1968, Cochrane melaporkan penggunaan klinikal pertama yang berjaya bagi cantuman kulit autologous beku. Kejayaan ini berdasarkan kejayaan pengambilan kulit tikus dengan pembekuan terkawal dalam 15% gliserol dan pemanasan semula yang cepat sebelum implantasi. Shuck melanjutkan lagi potensi penggunaan kulit alogenik untuk menggunakannya pada luka traumatik berdasarkan pengalaman Perang Vietnam.

Penggunaan klinikal kulit alograf yang semakin meningkat ini membawa kepada penyelidikan lanjut mengenai mekanisma, kesan dan manfaatnya bagi penyembuhan luka, termasuk mengurangkan jangkitan bakteria serta rangsangan neovaskularisasi. Bondoc dan Burke telah menubuhkan bank kulit pertama pada tahun 1971. Pengalaman mereka dengan kulit alograf membawa kepada laporan pengasingan luka melecure. Kaedah ini juga dapat mengurangkan tindak balas imun sementara (*immunosuppression*) pada kanak-kanak yang mengalami kecederaan luka besar. Sehingga ke hari ini, kulit alograf kekal sebagai kaedah rawatan kulit sementara yang ideal untuk luka kutaneus atau tisu lembut yang besar atau dipotong, terutamanya apabila penggunaan tisu autologous tidak mencukupi atau tidak tersedia secara meluas.⁹¹³

Selepas Bank Tisu Tentera Laut Amerika Syarikat menghentikan operasi pada tahun 1999, sumbangannya kepada kesihatan awam diteruskan dengan penghasilan banyak bank kulit atau tisu diseluruh dunia. Terdapat juga pelbagai garis panduan yang dihasilkan oleh negara-negara tertentu sebagai piawaian pelaksanaan bank mereka. Piawaian ini meliputi pemeriksaan penderma, pemulihan tisu, prosedur pemprosesan dan konsep imunologi dalam pemindahan di seluruh dunia hari ini. Satu lagi peristiwa penting ialah penubuhan American Association of Tissue Banks (AATB) pada tahun 1975. Kesenambungan ini seterusnya melahirkan bank-bank tisu dan kulit di seantero dunia seperti di Amerika Syarikat, Canada, Australia, negara Eropah dan Asia Pasifik.⁹¹⁴

1.4. Aspek Operasi Bank Kulit Manusia:

Bank kulit manusia beroperasi melalui proses meliputi pelbagai langkah yang melibatkan pengumpulan, penyaringan, pemprosesan, penyimpanan dan penggunaan kulit penderma. Penderma yang meninggal dunia disaring dengan teliti untuk memastikan ketiadaan penyakit berjangkit atau kontraindikasi lain. Setelah diteliti sesuai, kulit penderma akan diproses untuk membuang komponen selular dan tertakluk kepada pelbagai kaedah pemeliharaan, termasuk

⁹¹³ Heng, W. L., Wang, Q. W., Sornarajah, R. et al. (2020). A Review of Skin Banking Guidelines and Standards Worldwide: Towards the Harmonization of Guidelines for Skin Banking in Therapeutic Applications for the Regions under the Asia Pacific Burn Association (APBA). *Burns & trauma*, 8, tkaa019.
<https://doi.org/10.1093/burnst/tkaa019>

⁹¹⁴ Ibid

pengawetan krio dan liofilisasi. Cantuman kulit yang disimpan dengan betul boleh diambil dari bank mengikut keperluan, mengurangkan pergantungan pada autograf dan meningkatkan kecepatan prosedur pemindahan. Terdapat beberapa kriteria bagi pemilihan organ atau tisu atau kulit manusia ini.

1.4.1 Kriteria pemilihan untuk pendermaan organ dan tisu⁹¹⁵

- Kematian otak atau ensefalik disahkan untuk penderma mayat.
- Telah dikeluarkan sijil kematian bagi mengesahkan kematian.
- Serologi negatif untuk penyakit berjangkit: HIV, HBV, HCV, HLV dan VDRL.
- Tiada sejarah penyakit penting yang memberi kesan organ yang akan didermakan.
- Tiada sejarah penyakit utama yang menjejaskan tisu.
- Tiada jangkitan septik yang tidak terkawal. Leukosit di bawah 15,000/dl.
- Tiada sejarah kanser *extra cranial*.
- Tiada sejarah klinikal penyakit autoimun.
- Haemodinamik pesakit relatifnya stabil.

VDRL, serological test for syphilis; HBV, hepatitis B virus; HCV, hepatitis C virus; HIV, human immunodeficiency virus; HLV, human lymphotropic virus.

1.5. Cabaran bank kulit manusia

Walaupun kemajuan yang luar biasa dalam bidang ini, bank kulit manusia menghadapi beberapa cabaran. Satu halangan penting ialah ketersediaan kulit penderma yang sesuai. Kriteria ketat untuk kelayakan penderma, keperluan untuk perolehan pantas, dan kaedah penyimpanan yang kompleks menimbulkan cabaran logistik. Selain itu, kebimbangan etika semasa mendapatkan persetujuan daripada penderma atau keluarga mereka dan memastikan pengagihan sumber kulit secara saksama juga, memerlukan pertimbangan yang teliti.

Secara umumnya terdapat tiga cabaran utama yang di kenal pasti bagi pelaksanaan bank kulit manusia.⁹¹⁶

⁹¹⁵ Martínez-Flores, F., Sandoval-Zamora, H., Machuca-Rodriguez et al. (2016). Banco de piel y tejidos: un modelo operativo para la recuperación y preservación de aloinjertos de piel y tejidos [Skin and tissue bank: Operational model for the recovery and preservation of tissues and skin allografts]. *Cirugia y cirujanos*, 84(1), 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.circir.2015.06.021>

⁹¹⁶ Cai, L., Long, C., Karki, B. et al. (2017). Creation of Nepal's First Skin Bank: Challenges and Outcomes. *Plastic and reconstructive surgery*. *Global open*, 5(11), e1510. <https://doi.org/10.1097/GOX.0000000000001510>

- 1) Mengenal pasti dan memperoleh peralatan serta kakitangan yang diperlukan untuk mengumpul, memproses, menyimpan, dan cantuman atau graf kulit mayat untuk kecederaan melecur terbakar.
- 2) Membangunkan protokol pendermaan yang selamat dan instrumen dokumentasi yang sesuai khususnya untuk negara berpendapatan rendah (*low-resource settings*).
- 3) Mewujudkan program-program kesedaran jangka pendek dan panjang bagi mendidik masyarakat tentang pendermaan kulit, suatu konsep yang tidak diketahui sebelum ini.

1.6. Situasi di Malaysia

Malaysia dikira masih baru daripada aspek bank kulit manusia ini. Menurut kajian, terdapat dua bank tisu telah ditubuhkan di Malaysia pada tahun 1991.⁹¹⁷

1. Bank Tisu Kebangsaan Malaysia (MNTB) oleh Dr Hasim Mohamad, seorang pakar bedah am, di Universiti Sains Malaysia, Kota Bharu, Kelantan.
2. Institut Teknologi Nuklear Malaysia Research (MINT) Tissue Bank oleh Dr. Norimah Yusof di Institut Nuklear Malaysia Teknologi, Bangi, Selangor (kemudian dinamakan semula sebagai Agensi Nuklear Malaysia atau MNA pada tahun 2006).

Seperti negara lain, perbankan tisu di Malaysia mengikut undang-undang “*opting-in*”, Undang-undang Malaysia, Akta 130, 1974.

Pada September 1995, Pusat Islam Malaysia meluluskan “Fatwa Tulang, Kulit, dan Amnion” dengan memberi ketetapan, membenarkan orang Islam menderma. Walau bagaimanapun, tahap kesedaran yang kurang membuatkan kekurangan penderma di Malaysia secara berterusan. Dr Hasim Mohamad merasmikan Bank Tisu Nasional Malaysia di Kota Bharu, Kelantan pada 5 November 1994. Bank tisu ketiga ditubuhkan di Hospital Kuala Lumpur sebagai Bone Bank, telah dirasmikan oleh Dr Ruzlan pada tahun 1998 semasa persidangan saintifik ke-7 Mesyuarat Persatuan Pembedahan Asia Pasifik Bank Tisu (APASTB) yang diadakan di Kuala Lumpur. Selain itu, lebih banyak bank tisu baharu sedang diusahakan di Malaysia seperti di Pusat Perubatan Universiti Malaya, Kuala Lumpur dan di Universiti Islam Antarabangsa Malaysia, Kuantan. Perkembangan diteruskan di Malaysia dengan penubuhan Persatuan Perbankan Sel dan Tisu pada tahun 2005.

2) KEPERLUAN PERUBATAN KEPADA BANK KULIT MANUSIA

2.1. Kelebihan kulit manusia alograf.⁹¹⁸

- Mengurangkan kehilangan air, elektrolit dan protein

⁹¹⁷ Nather, A., Mandy, F. S. Y., Ning, T., & Kaiying, W. (2018). Tissue banking in Asia Pacific region: past, present and future. *Cell and tissue banking*, 19(2), 229–240. <https://doi.org/10.1007/s10561-018-9697-y>

⁹¹⁸ Ibid

- Mencegah kekeringan tisu
- Menyekat pembiakan bakteria
- Mengurangkan kesakitan luka
- Mengurangkan keperluan tenaga
- Menggalakkan epitelialisasi
- Menyediakan luka untuk penutupan muktamad (*definitive closure*)
- Menyediakan kulit untuk cantuman epidermis.

Melalui bank kulit manusia ini, keperluan mendesak bagi kes-kes tertentu yang memerlukan semestinya dapat diberikan dengan lebih cepat. Kelebihan kulit allograf yang diberikan cepat akan menyebabkan kepantasan dan kekuatan melekat pada luka, mengawal pertumbuhan mikrob, mempercepatkan proses revaskularisasi serta menghasilkan keputusan klinikal cepat yang boleh dinilai semula.

2.2. Penggunaan bank kulit manusia

Kaedah *skin grafting* menjadi prosedur yang boleh mengubah kehidupan seorang pesakit, khususnya yang mempunyai luka besar yang tidak dapat sembuh. Proses kesembuhan selalunya ditentukan oleh kaedah pembersihan dan rawatan luka yang tepat pada masanya, selalunya di pusat khusus, jika lukanya cukup besar. Adalah penting untuk semua pasukan bekerjasama, supaya proses rawatan luka dan cantuman kulit tersebut berjaya, dan supaya pesakit mendapat hasil yang optimum. Pesakit yang mengalami kecederaan yang teruk atau melecur sehingga tidak mempunyai kulit yang mencukupi untuk cantuman, mungkin merupakan calon yang sesuai untuk menggunakan bank kulit ini. Kesenambungan kulit secara berterusan adalah sangat penting untuk mencegah jangkitan, mengurangkan kehilangan cecair sehingga dehidrasi, serta dapat memberikan peningkatan kualiti hidup pesakit.⁹¹⁹

2.2.1. Indikasi penggunaan kulit allograft dalam pengurusan luka.

- Lingkungan luka yang luas di mana tisu autologous tiada.
- Lingkungan autograf kulit yang dijaringkan secara meluas.
- Melecur separa ketebalan yang besar.
- Luka epidermis yang besar seperti dalam kes *stevens-johnson syndrome, toxic epidermal necrolysis, staphylococcal scalded skin syndrome*.
- Menguji keupayaan tapak luka untuk menerima autograf.

⁹¹⁹ Ibid

- Tapak untuk aplikasi keratinosit selepas itu.

Secara umumnya, pakar bedah harus memilih penutupan kulit yang paling mudah bagi memberikan hasil kosmetik yang terbaik. Cantuman kulit biasanya dipertimbangkan apabila penutupan kulit primer, atau penutupan flap tidak mencukupi untuk menutup luka.⁹²⁰ Kita juga telah mengetahui bahawa kaedah grafting ini terbahagia kepada tiga: *split-thickness skin grafts* (STSG), *full-thickness skin grafts* (FTSG) dan *composite grafts*.

STSG biasanya digunakan untuk luka besar dan boleh bertahan di tapak yang agak avascular atau sedikit salur darah, di mana FTSG biasanya akan gagal. STSG biasanya dikhaskan untuk tapak yang terlalu besar untuk FTSG atau flap. FTSG pula digunakan pada kawasan avaskular kecil kurang daripada satu sentimeter atau kawasan yang lebih besar dengan bekalan darah yang baik kerana keperluan metabolik yang tinggi. FTSG meningkatkan kemungkinan tisu untuk nekrosis.⁹²¹ Graf besar pada tulang atau rawan tanpa sebarang tisu biasanya terdedah kepada kegagalan skin transplan. Cantuman komposit pada kulit pula digunakan dalam situasi di mana tapak penderma telah kehilangan otot atau tulang asas. Cantuman komposit yang biasa digunakan dalam pembedahan dermatologi adalah cantuman yang mengandungi tulang rawan, dan digunakan untuk menguatkan hidung atau telinga.

Graf kulit terbaik memerlukan bekalan vaskular atau salur darah yang baik, untuk kemandirian tisu. Selain itu, padanan penderma kulit yang baik adalah penting untuk menghasilkan kesan kosmetik yang terbaik. Tapak penderma harus sepadan dengan ketebalan, warna, tekstur dan struktur adnexal. Tapak penderma harus sepadan dengan kerosakan tapak cantuman juga, tetapi lebih penting adalah kawasan itu bebas daripada sel kanser dan prakanser.⁹²² Indikasi kepada skin graf juga dipelbagaikan dengan pelbagai masalah atau penyakit kulit pesakit.⁹²³

- 1) Luka terbakar dengan ketebalan penuh (*deep full thickness burns*).
- 2) Kehilangan kulit selepas trauma (*post traumatic skin loss*).
- 3) Kegunaan semasa pembedahan rekonstruktif.
- 4) Kegunaan selepas pembedahan seperti *post fasciotomy* untuk membina semula vaskular anggota kulit terluka.
- 5) Kehilangan kulit selepas jangkitan seperti selepas jangkitan *necrotizing fasciitis*.

2.2.2. Kontraindikasi

⁹²⁰ Simman R. (2009). Wound closure and the reconstructive ladder in plastic surgery. The journal of the American College of Certified Wound Specialists, 1(1), 6–11. <https://doi.org/10.1016/j.jcws.2008.10.003>

⁹²¹ Gingrass, P., Grabb, W. C., & Gingrass, R. P. (1975). Skin graft survival on avascular defects. Plastic and reconstructive surgery, 55(1), 65–70. <https://doi.org/10.1097/00006534-197501000-00010>

⁹²² Ibid

⁹²³ Darwish, Abdou. 2011. 'Indications of Skin Graft'. Skin Grafts - Indications, Applications and Current Research. InTech. doi:10.5772/21916.

Kontraindikasi mutlak (*absolute*) bagi prosedur graf cantuman merangkumi sel kulit yang mempunyai sisa sel kanser, jangkitan semasa yang aktif, dan pendarahan yang tidak terkawal. Kontraindikasi relatif pula termasuk merokok, ubat antikoagulan, gangguan pendarahan, penggunaan kortikosteroid secara kronik, atau kekurangan zat makanan.⁹²⁴ STSG tidak boleh digunakan berhampiran sudut bebas kerana risiko kontraktur, manakala FTSG tidak boleh digunakan pada tapak avaskular lebih daripada satu sentimeter.⁹²⁵

3. HUKUM BERKAITAN PELAKSANAAN BANK KULIT MANUSIA

Hukum atau fatwa berkaitan isu bank kulit manusia ini termasuk dalam kerangka fiqh perubatan kontemporari. Secara definisi, fiqh perubatan merujuk kepada skop permasalahan dan perbahasan, khususnya hukum-hukum yang berkaitan dengan bidang perubatan, menurut kerangka dalil daripada al-Quran dan as-Sunnah.⁹²⁶ Bank kulit manusia termasuk di dalam bank tisu, yang membekalkan graf tisu manusia atau haiwan untuk kegunaan klinikal bagi pesakit. Sama halnya seperti pemindahan kornea mata dan organ-organ tubuh lain, graf tisu bertujuan mengurangkan penderitaan pesakit.⁹²⁷

Pemindahan graft ini melalui tiga cara seperti berikut:

1. Melegakan sakit dan kesengsaraan seperti pesakit barah, yang mana bahagian yang sakit dapat diselamatkan dengan pemindahan graf tulang. Manakala pesakit yang melecur akibat kebakaran dirawat dengan selaput amnion dan graf kulit untuk penyembuhan segera.
2. Menyembuhkan penyakit yang tiada pilihan lain selain daripada menggunakan graf tisu, seperti menyelamatkan anggota daripada dikerat buang keseluruhannya (amputation), hanya bahagian yang sakit dibuang dan diganti dengan graf tulang untuk penyambungan.
3. Mengekalkan kebolehan berjalan atau bergerak (seperti pesakit sendi dan pesakit yang gantian sambungan sendinya gagal). Sambungan sendi dapat diperbaiki secara berkesan dengan menggunakan graf tulang manusia tanpa masalah “rejection”, malah dapat merangsang tulang pesakit itu sendiri tumbuh dan menggantikan graf tersebut. Sambungan sendi akan sembuh dan pesakit dapat bergerak secara bebas selepas selesai rawatan.

3.1. Hukum pembinaan bank kulit manusia

Setelah melihat kepada keperluan khususnya dalam bidang perubatan kepada bank kulit manusia, terdapat dua pendapat berkaitan isu ini. Pendapat yang terpilih oleh kebanyakan para fuqaha kontemporari adalah diharuskan.⁹²⁸ Walau bagaimanapun terdapat beberapa syarat yang

⁹²⁴ Goldminz, D., & Bennett, R. G. (1991). Cigarette smoking and flap and full-thickness graft necrosis. *Archives of dermatology*, 127(7), 1012–1015.

⁹²⁵ Ibid

⁹²⁶ Muhamad Rafiqi Hehsan. *Q&A Fiqh Perubatan* (2014). PTS Publisher.

⁹²⁷ Ibid

⁹²⁸ Ismail Ghari Marhaba. (2007). *Al-Bunuk Tibbiyyah Wa Ahkamuha Al-Fiqhiyyah*. Dar Ibnu al-Jauzi, Arab Saudi.

perlu dipatuhi sebelum pelaksanaan bank kulit dapat dipertimbangkan.

1. Bank tersebut perlu dimiliki oleh pihak kerajaan atau badan yang berautoriti bagi mewakili serta diawasi oleh pihak kerajaan.
2. Penggunaan kulit manusia adalah mengikut kadar tertentu yang melihat kepada keperluan semasa yang dijangkakan.
3. Penjagaan bahagian tubuh bahagian kulit yang diambil perlu diambil teliti, sama ada perlu untuk dikebumikan dan sebagainya. Tidak boleh membiarkan anggota tersisa sebagai bahan buangan (*waste product*).

3.2. Pertimbangan etika

Dimensi etika perbankan kulit manusia turut merangkumi pelbagai isu, termasuk persetujuan penderma, keadilan pengedaran kulit terlibat dan persepsi masyarakat. Persetujuan yang dimaklumi (*informed consent*) daripada penderma atau keluarga mereka adalah penting untuk menegakkan autonomi dan kehendak atau keperluan penderma serta keluarga mereka. Pengagihan atau pembahagian sumber kulit tersedia dalam kalangan pesakit juga, mesti dibekalkan dengan saksama untuk mengelakkan potensi eksploitasi dan memastikan keadilan. Persepsi dan pemahaman orang ramai tentang pendermaan kulit juga memainkan peranan dalam memupuk persekitaran yang menyokong inisiatif perbankan kulit. Melihat akan aspek ini, kebanyakan penyelidik dan fuqaha Islam meletakkan syarat-syarat lain, yang lebih banyak bagi pelaksanaan bank kulit manusia ini.⁹²⁹

1. Pelaksanaan bank kulit manusia ini tidak boleh melanggar hak asasi manusia dalam menjaga keselamatan diri atau menukar apa yang telah diciptakan Allah.
2. Perlu menjaga kehormatan manusia walaupun kulit tersebut didermakan. Tidak boleh memaksa sesiapa pun apa yang tidak diinginkannya, sebagai menjaga kehormatan dan kehendak diri manusia.
3. Kaedah syariah perlu sentiasa dijaga yang berkaitan dengan bank kulit manusia tersebut. Sebagai contoh, sumber kewangan bank perlulah telus, kulit yang dihukumkan najis perlu di letakkan di tempat sepatutnya, begitu juga kulit yang suci bersih. Sekiranya kulit yang secara jelas najis secara zat, tidak harus menggunakannya sebagai menjaga keperluan kaedah syariah yang digariskan Islam.
4. Tidak boleh disalahguna dengan kehidupan manusia, seperti menyalahguna janin untuk mendapatkan kulitnya dan disimpan di dalam bank.
5. Tidak boleh digunakan bank kulit manusia ini dalam perubatan kosmetik yang bersifat tidak beretika atau melakukan perkara yang melanggar syariat. Sebagai contoh, menggunakan bank ini sebagai sumber pembedahan transgender, perkara jenayah atau untuk mengurangkan hukuman yang dijatuhkan mahkamah.

⁹²⁹ Ibid

6. Proses pembinaan bank ini perlu berlandaskan hukum atau undang-undang kerajaan dan perlu ditetapkan akta berkaitan, sebagai badan yang dikelolakan oleh kerajaan bukan badan persendirian.
7. Sumber kulit yang diambil merupakan lebih daripada sebahagian pembedahan, atau daripada kulit mayat yang telah diberi keizinan daripada pesakit atau keluarga. Mereka perlu dimaklumkan bagi mengambil manfaat daripada kulit yang didermakan.
8. Penggunaan kulit manusia ini bukan bersifat jual beli atau penukaran dengan barang berharga, bagi menjaga kehormatan anak Adam.

Sebahagian fuqaha juga meletakkan syarat tidak boleh didedahkan kulit jasad manusia tersebut untuk peperiksaan atau pemerhatian eksperimen. Ada juga pendapat yang meletakkan syarat atau peraturan yang sama seperti fatwa atau hukum pemindahan organ manusia.

3.3. Dalil kepada keharusan pembinaan bank kulit manusia.⁹³⁰

- 1) Berdasarkan dalil kepada perakuan Nabi Muhammad SAW tentang kelakuan sahabat RA yang menyimpan daging sembelihan.

Hadith berkaitan perkara ini banyak dinukilkan di dalam kitab-kitab hadith muktabar seperti berikut: Sahih Bukhari: 474, Sahih Muslim: 4855, Sunan an-Nasa'i: 4428, Sunan Ibnu Majah: 3159, Musnad Ahmad: 1276, at-Tirmidhi: 1511, Sunan Abi Daud: 3698.

- 2) Keperluan semasa memerlukan kepada pelaksanaan bank kulit manusia ini. Melihat kepada kes-kes perubatan yang sedia ada, keperluan ini telah jatuh ke tahap keperluan darurat.
- 3) Keperluan masa depan kepada bank kulit manusia juga merupakan suatu keperluan realiti. Harus diambil kulit manusia ketika tidak diperlukan bagi penggunaan masa depan semasa keadaan terdesak memerlukan.
- 4) Qiyas kepada keharusan pembinaan bank darah.
- 5) Kewujudan bank ini wasilah kepada pelaksanaan perkara harus bagi memenuhi kehendak manusia. Wasilah ini merupakan gambaran umum kepada maqasid syariah menjaga nyawa manusia.
- 6) Tiada disana dalil yang melarang pembinaan bank seperti ini.
- 7) Harus pembinaan bank kulit manusia melihat kepada keharusan pembedahan graf kulit berserta syarat-syaratnya. Bank kulit manusia ini akan memberikan sumber atau bekalan bagi memenuhi keperluan pembedahan ini. Sekiranya rawatan pembedahan ini boleh merawat penyakit manusia, maka pelaksanaan bank ini juga harus secara syarak sebagai keperluan menjaga kelangsungan hidup manusia.

3.4. Fatwa di Malaysia

Fatwa semasa yang terdapat di Malaysia dikeluarkan oleh Jawatankuasa Fatwa Majlis

⁹³⁰ Ibid

Kebangsaan Bagi Hal Ehwal Ugama Islam Malaysia, pada tahun 1995.⁹³¹ Fatwa lain juga berkisar tentang transplan organ dan tisu, pelupusan anggota, tisu, dan janin orang islam.⁹³² Merujuk kepada isu penggunaan graf tisu dalam amalan perubatan, muzakarah telah memutuskan bahawa:

1. Hukum penggunaan graf tisu dalam amalan perubatan adalah harus.
2. Penggunaan graf tisu adalah semata-mata untuk tujuan perubatan sahaja.
3. Penggunaan tersebut tidak disalahgunakan dengan tujuan untuk diperdagangkan atau lain-lain.

Limitasi kajian

Secara umumnya, pelaksanaan bank kulit manusia merangkumi hukum berkaitan penggunaan graf tisu ini khusus bagi kegunaan amalan klinikal perubatan. Skop kajian ini hanya tertumpu di bidang perubatan klinikal. Ini tidak menafikan bahawa dengan kemajuan teknologi yang ada, yang sentiasa berkembang maju, kegunaan kulit manusia akan lebih meluas melangkaui kegunaannya di bidang perubatan. Kegunaan kulit manusia selain di bidang perubatan mungkin menjadi satu skop kajian di masa akan datang.

Kesimpulan

Kesimpulannya, dapatan kajian ini menunjukkan bahawa bank kulit manusia mempunyai peranan penting dalam perubatan moden, serta dapat menangani keperluan perubatan kritikal seperti kecederaan terbakar, luka kronik, dan keadaan dermatologi. Institusi khusus ini perlu dilaksanakan secara meluas kerana mampu merevolusikan ketersediaan dan kebolehcapaian kaedah graf kulit yang berdaya maju. Selain itu, terdapat cabaran perolehan penderma, teknik pemeliharaan, penjagaan dan pertimbangan etika. Garis panduan etika serta rangka kerja undang-undang menurut kerangka Islam sekitar pendermaan kulit juga perlu diteliti, bagi memastikan integriti proses dan perlindungan hak penderma. Keperluan kepada bank kulit manusia ini secara umumnya memenuhi kehendak dalam bidang perubatan, dan secara tidak langsung turut menjaga maqasid syariah yang utama, iaitu menjaga nyawa manusia.

Rujukan

Al-Quran

Cai, L., Long, C., Karki, B. et al. (2017). Creation of Nepal's First Skin Bank: Challenges and Outcomes. *Plastic and reconstructive surgery. Global open*, 5(11), e1510. <https://doi.org/10.1097/GOX.0000000000001510>

Chem, E.M., Pretto, L., Souza, A.F.D., Neto, A.S.P. (2018). Human Skin Bank. In: Bonamigo, R., Dornelles, S. (eds) *Dermatology in Public Health Environments*.

⁹³¹ <http://e-smaf.islam.gov.my/e-smaf/fatwa/fatwa/find/pr/15241>

⁹³² <http://e-smaf.islam.gov.my/e-smaf/index.php/main/mainv1/fatwa/3>

Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-33919-1_53

Cildir, G., Akıncılar, S. C., & Tergaonkar, V. (2013). Chronic adipose tissue inflammation: all immune cells on the stage. *Trends in molecular medicine*, 19(8), 487–500. <https://doi.org/10.1016/j.molmed.2013.05.001>

Darwish, Abdou. 2011. 'Indications of Skin Graft'. *Skin Grafts - Indications, Applications and Current Research*. InTech. doi:10.5772/21916.

Gingrass, P., Grabb, W. C., & Gingrass, R. P. (1975). Skin graft survival on avascular defects. *Plastic and reconstructive surgery*, 55(1), 65–70. <https://doi.org/10.1097/00006534-197501000-00010>

Goldminz, D., & Bennett, R. G. (1991). Cigarette smoking and flap and full-thickness graft necrosis. *Archives of dermatology*, 127(7), 1012–1015.

Heng, W. L., Wang, Q. W., Sornarajah, R. et al. (2020). A Review of Skin Banking Guidelines and Standards Worldwide: Towards the Harmonization of Guidelines for Skin Banking in Therapeutic Applications for the Regions under the Asia Pacific Burn Association (APBA). *Burns & trauma*, 8, tkaa019. <https://doi.org/10.1093/burnst/tkaa019>

Hsu, Y. C., Li, L., & Fuchs, E. (2014). Emerging interactions between skin stem cells and their niches. *Nature medicine*, 20(8), 847–856. <https://doi.org/10.1038/nm.3643>

<http://e-smaf.islam.gov.my/e-smaf/fatwa/fatwa/find/pr/15241>

<http://e-smaf.islam.gov.my/e-smaf/index.php/main/mainv1/fatwa/3>

Ismail Ghari Marhaba. (2007). *Al-Bunuk Tibbiyyah Wa Ahkamuha Al-Fiqhiyyah*. Dar Ibnu al-Jauzi, Arab Saudi.

Kagan, R. J., Robb, E. C., & Plessinger, R. T. (2005). Human skin banking. *Clinics in laboratory medicine*, 25(3), 587–605. <https://doi.org/10.1016/j.cll.2005.06.008>

MacNeil S. (2007). Progress and opportunities for tissue-engineered skin. *Nature*, 445(7130), 874–880. <https://doi.org/10.1038/nature05664>

Martínez-Flores, F., Sandoval-Zamora, H., Machuca-Rodríguez, C., Barrera-López, A., García-Cavazos, R., & Madinaveitia-Villanueva, J. A. (2016). Banco de piel y tejidos: un modelo operativo para la recuperación y preservación de aloinjertos de piel y tejidos [Skin and tissue bank: Operational model for the recovery and preservation of tissues and skin allografts]. *Cirugia y cirujanos*, 84(1), 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.circir.2015.06.021>

Muhamad Rafiqi Hehsan. *Q&A Fiqh Perubatan* (2014). PTS Publisher.

Nather, A., Mandy, F. S. Y., Ning, T., & Kaiying, W. (2018). *Tissue banking in Asia Pacific*

- region: past, present and future. *Cell and tissue banking*, 19(2), 229–240.
<https://doi.org/10.1007/s10561-018-9697-y>
- Nguyen, A. V., & Soulika, A. M. (2019). The Dynamics of the Skin's Immune System. *International journal of molecular sciences*, 20(8), 1811.
<https://doi.org/10.3390/ijms20081811>
- Ovaere, P., Lippens, S., Vandenaabeele, P., & Declercq, W. (2009). The emerging roles of serine protease cascades in the epidermis. *Trends in biochemical sciences*, 34(9), 453–463. <https://doi.org/10.1016/j.tibs.2009.08.001>
- Prohaska J, Cook C. Skin Grafting. [Updated 2023 Aug 16]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532874/>
- Shirshin, E. A., Gurfinkel, Y. I., Priezhev, A. V., Fadeev, V. V., Lademann, J., & Darvin, M. E. (2017). Two-photon autofluorescence lifetime imaging of human skin papillary dermis in vivo: assessment of blood capillaries and structural proteins localization. *Scientific reports*, 7(1), 1171. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-01238-w>
- Simman R. (2009). Wound closure and the reconstructive ladder in plastic surgery. *The journal of the American College of Certified Wound Specialists*, 1(1), 6–11.
<https://doi.org/10.1016/j.jcws.2008.10.003>
- Woodley D. T. (2017). Distinct Fibroblasts in the Papillary and Reticular Dermis: Implications for Wound Healing. *Dermatologic clinics*, 35(1), 95–100.
<https://doi.org/10.1016/j.det.2016.07.004>