

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Histoteknik

a. Definisi histoteknik

Histopatologi merupakan alat diagnostik penting yang digunakan dalam pemeriksaan berbagai penyakit, termasuk kanker. Histopatologi secara luas diakui sebagai standar emas untuk diagnosis neoplasia karena kemampuannya memberikan gambar mikroskopis yang detail tentang perubahan sel dan jaringan (Tseng dkk., 2023). Histoteknik merupakan prosedur dalam pembuatan preparat histologi dari spesimen tertentu melalui rangkaian proses hingga sediaan siap diamati di bawah mikroskop. Kualitas preparat yang baik sangat mendukung ketepatan diagnosis dan dasar yang valid dalam tindak lanjut pengobatan pasien, khususnya dalam identifikasi dan penentuan karakteristik kanker (Utami dkk., 2025).

b. Tahapan umum histoteknik (Digambiro & Purwanto, 2024).

1) Fiksasi

Fiksasi bertujuan untuk menghentikan degradasi atau kerusakan biologis serta tetap menjaga struktur dan morfologi

jaringan tetap utuh, serta mencegah pembusukan dan autolisis. Pada umumnya, proses fiksasi menggunakan larutan *netral buffered formalin* (NBF) 10%, yang mengikat silang protein dalam sel, sehingga membantu menjaga strukturnya (Digambiro & Purwanto, 2024).

2) Dehidrasi

Dehidrasi merupakan proses untuk mengeluarkan kandungan air dari dalam jaringan, umumnya menggunakan alkohol atau metanol dengan konsentrasi bertingkat. Alkohol dipilih karena kemampuannya untuk menyerap air dari sel dengan cepat, sehingga mencegah pembengkakan sel (Pratiwi & Armalina, 2021). Proses ini sangat penting untuk memastikan parafin akan menembus jaringan dengan baik pada tahap selanjutnya. Konsentrasi yang digunakan dimulai dari konsentrasi rendah 70%, 80%, 90% 95% hingga 100% agar proses terkontrol, sehingga sel tetap mempertahankan strukturnya dengan baik (Digambiro & Purwanto, 2024).

3) Pembeningan (*clearing*)

Clearing adalah proses perendaman jaringan ke dalam larutan xylol selama kurang lebih 15 menit, untuk menjernihkan struktur jaringan dan menghilangkan sisa alkohol agar parafin dapat masuk dengan baik (Iswara dkk., 2017).

4) Infiltrasi

Infiltrasi adalah proses memasukkan jaringan ke dalam parafin yang telah dilelehkan secara bertahap. Pada proses ini parafin akan menembus jaringan dan akan mengeras ketika didinginkan sehingga mempermudah dalam proses pemotongan atau *sectioning*.

5) *Embedding*

Embedding merupakan proses pembenaman jaringan ke dalam cetakan blok yang kemudian akan dipenuhi dengan parafin cair lalu didinginkan agar mengeras dan membentuk blok jaringan.

6) Pemotongan blok (*sectioning*)

Pemotongan jaringan blok parafin agar menjadi tipis dilakukan menggunakan mikrotom dengan ketebalan umumnya 3-6 mikrometer. Selanjutnya potongan yang didapatkan dari blok jaringan akan di tempatkan ke dalam air hangat/*waterbath* untuk mempermudah pengambilan pada slide *object glass*. Proses ini disebut juga dengan pengapungan (*floating*).

7) Pewarnaan sediaan histologi (*staining*)

Tahapan pewarnaan histologi :

a) Deparafinisasi

Deparafinisasi bertujuan untuk menghilangkan parafin agar penyerapan zat warna optimal pada proses pewarnaan. Pada tahap ini pelarut yang umum digunakan adalah xylol karena bersifat

hidrofobik dan nonpolar sehingga dapat melarutkan parafin yang juga bersifat nonpolar (Damayanti dkk., 2021).

b) Pewarnaan

Pewarnaan memiliki peranan penting untuk menginterpretasikan kualitas sel atau jaringan dengan akurat (Tarigan dkk., 2025). Prinsip dasar pewarnaan didasarkan pada interaksi zat kimia yang terkandung dalam pewarna dan komponen tertentu yang ada pada sel atau jaringan (Digambiro & Purwanto, 2024).

8) *Mounting*

Mounting adalah proses perekatan preparat atau spesimen di *object glass* dan kaca penutup (*cover glass*) menggunakan perekat (*mountant*), bertujuan untuk melindungi sediaan sitologi/ histologi yang sudah jadi dari kerusakan (Novita & Yuliana, 2023).

9) Pelabelan (*labelling*)

Setiap sampel perlu dicatat dan diberi label dengan benar untuk menghindari adanya kesalahan identifikasi maupun kehilangan sampel. Data penting yang tertera pada label meliputi identitas pasien, asal sampel, serta tanggal dan waktu pengambilan sampel (Digambiro & Purwanto, 2024).

2. Deparafinisasi

a. Definisi

Deparafinisasi adalah tahap awal dalam proses pewarnaan jaringan. Tujuan utama dari deparafinisasi adalah menghilangkan parafin yang tersisa serta menjernihkan jaringan dari komponen biokimia tertentu yang berpotensi mengganggu proses selanjutnya, sehingga pewarna terserap optimal dan komponen penting jaringan seperti inti sel dan sitoplasma dapat terlihat jelas saat pengamatan (Mahendra & Fitria, 2024). Parafin bersifat hidrofobik (tidak larut dalam air). Oleh karena itu, parafin perlu dilarutkan menggunakan pelarut yang bersifat nonpolar. Larutan yang digunakan untuk deparafinisasi harus mampu bercampur dengan alkohol untuk menggantikan suasana jaringan dan mengeluarkan parafin dari jaringan (Putri & Zalzabillah, 2025).

Ciri pelarut yang efektif sebagai agen deparafinisasi antara lain, bersifat nonpolar, hidrofobik, larut dalam eter, alkohol serta larutan organik lain tetapi tidak larut air. Pelarut yang sering digunakan dalam proses deparafinisasi yaitu xylol. Pelarut ini juga mempunyai kemampuan menghilangkan parafin lebih cepat tanpa merusak jaringan secara signifikan (kerusakan minimal) (Putri & Zalzabillah, 2025).

Keberhasilan deparafinisasi dipengaruhi oleh beberapa faktor menurut (Suvarna, dkk, 2019) di antaranya :

1) Ketebalan potongan jaringan

Tebal irisan jaringan histologi berkisar 3-6 μm . Ketebalan ini optimal ditandai dengan kualitas pewarnaan baik (Rihanesa & Sofiyanita, 2023; Tulus & Suryono, 2017).

2) Jenis larutan yang digunakan

Pemilihan larutan menurut (Suvarna, dkk, 2019):

- a) Memiliki kemampuan penetrasi yang optimal
- b) Bersifat nonpolar sehingga mampu melarutkan parafin
- c) Toksisitas rendah
- d) Kerusakan jaringan minimal
- e) Viskositas memengaruhi kecepatan penetrasi larutan ke dalam jaringan. Semakin kecil viskositas maka semakin cepat larutan tersebut penetrasi.

3) Durasi perendaman dalam larutan

Waktu perendaman dalam larutan harus diperhatikan untuk memantau jaringan sudah bersih dan tidak ada jaringan yang rusak.

4) Suhu yang digunakan

Peningkatan suhu dapat meningkatkan laju penetrasi larutan, tetapi penggunaannya harus dilakukan hati-hati agar mengurangi kemungkinan penyusutan jaringan. Suhu yang optimal untuk

penurunan viskositas pada minyak kelapa murni berkisar 50-60°C (Badjuri dkk., 2023).

b. Laju difusi

Pada tahap deparafinisasi terjadi dua mekanisme utama yaitu difusi dan pelarutan. Proses pelarutan terjadi karena kesamaan sifat kepolaran antara parafin dan zat pelarut, dimana keduanya bersifat nonpolar. Sedangkan proses difusi terjadi akibat perpindahan molekul zat dari tempat yang berkonsentrasi tinggi ke rendah, yang dikenal dengan gradien konsentrasi.

Fenomena difusi dijelaskan oleh Hukum Fick, yang menyatakan bahwa laju difusi berbanding lurus dengan gradien konsentrasi. Besarnya nilai difusi dinyatakan melalui koefisien difusi (D) dan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti ketebalan membran, ukuran partikel, luas permukaan, serta jarak antara dua konsentrasi dan suhu. Semakin besar nilai koefisien difusi, maka semakin cepat pula proses difusi tersebut terjadi (Ewisaharani dkk., 2022).

Koefisien difusi tidak hanya terpengaruh oleh faktor yang dijelaskan dalam hukum fick, tetapi juga dipengaruhi oleh sifat fisik medium dan partikel yang berdifusi. Hal ini dijelaskan oleh Hukum Stokes-Einstein yang menunjukkan bahwa koefisien difusi (D) berbanding lurus dengan suhu dan berbanding terbalik dengan viskositas medium dan ukuran partikel. Dengan demikian, semakin

besar atau tinggi viskositas pelarut maka laju difusi akan semakin lambat (Baer dkk., 2024).

Dalam konteks proses deparafinisasi jaringan, mekanisme perpindahan molekul pelarut seperti xylol atau minyak kelapa ke dalam jaringan dijelaskan melalui kombinasi Hukum Fick dan Stokes-Einstein. Hal ini menjelaskan mengapa xylol dan minyak kelapa yang memiliki viskositas rendah saat dipanaskan, mampu melarutkan parafin dengan efektif dengan prinsip kesamaan kepolaran.

Penelitian (Badjuri dkk., 2023) menyebutkan bahwa deparafinisasi menggunakan minyak kelapa murni pada suhu 50°C selama 10 menit menghasilkan kualitas pewarnaan yang setara dengan deparafinisasi menggunakan xylol. Sedangkan pada suhu 60°C selama 10 menit menghasilkan pewarnaan yang kurang stabil/kurang seragam. Berdasarkan pendekatan Hukum Fick dan asumsi Stokes-Einstein yang digunakan dalam penelitian ini, diperoleh waktu deparafinisasi menggunakan minyak kelapa murni dengan pemanasan 60°C selama 8 menit yang dapat dihitung ekuivalen dengan suhu 50°C selama 10 menit.

3. Parafin

a. Karakteristik Parafin

Parafin merupakan minyak mineral yang terdiri dari hidrokarbon dengan rumus umum C_nH_{2n+2} termasuk golongan alkana yang

bersifat nonpolar. Parafin memiliki karakteristik padat, tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, tidak larut air serta mudah larut pada minyak dan sulit larut pada etanol absolut (Kumar & Kumar, 2013). Karena bersifat nonpolar, parafin memerlukan pelarut yang juga bersifat nonpolar (Damayanti dkk., 2021). Parafin memiliki beberapa kelebihan yang menjadikannya agen dalam proses *embedding*, di antaranya :

- 1) Memiliki titik leleh yang optimal: parafin memiliki titik leleh 47°C-64°C, cukup tinggi untuk memastikan infiltrasi parafin ke dalam jaringan tanpa merusak struktur jaringan yang halus (Dewi dkk., 2021).
- 2) Memiliki stabilitas yang baik: jaringan yang dilapisi parafin dapat bertahan dalam penyimpanan jangka panjang pada suhu sekitar di bawah 27°C atau setidaknya pada suhu ruang. Hal tersebut sejalan dengan penelitian (Nurdianti dkk., 2024) bahwa arsip blok parafin jaringan empedu yang disimpan dalam lemari plastik maupun kayu selama 5-6 tahun masih stabil terhadap kualitas preparat.
- 3) Mudah digunakan: penggunaan parafin dalam histoteknik tergolong prosedur yang relatif sederhana dan mudah distandardisasi di seluruh laboratorium untuk memastikan kualitasnya (Al-Sabawy dkk., 2021).

b. Fungsi parafin dalam embedding jaringan

Parafin berfungsi sebagai media penunjang untuk mempertahankan struktur jaringan. Daya afinitasnya yang rendah memungkinkan parafin untuk berpenetrasi dan melapisi pori-pori jaringan sehingga membantu jaringan mempertahankan strukturnya agar tidak rusak. Parafin membantu memadatkan jaringan yang lunak dan rentan mengalami kerusakan sehingga mempermudah proses pemotongan jaringan dengan mikrotom. Parafin juga membantu proses pengawetan jaringan dalam jangka waktu yang lama tanpa mengurangi karakteristik histologi jaringan tersebut (Patandung dkk., 2018). Berikut adalah sifat fisik parafin:

Tabel 1. Sifat Fisik Parafin

Sifat fisik	Nilai
Temperatur leleh (°C)	59,8
Massa jenis padat (kg/m ³)	910
Massa jenis cair(kg/m ³)	790

Sumber: (Handoko dkk., 2023).

4. Xylol

Pada proses histoteknik, xylol digunakan sebagai agen deparafinisasi yang fungsinya untuk melarutkan parafin.

a. Struktur kimia dan sifat fisik

Xylol merupakan senyawa hidrokarbon aromatik, termasuk golongan dimetil benzena yang mempunyai rumus molekul $C_6H_4(CH_3)_2$ dan bersifat nonpolar (Kandyala dkk., 2010). Larutan ini mudah larut dalam alkohol dan menjadikan jaringan transparan

sehingga efektif dalam proses pewarnaan yang dilakukan selanjutnya (Mahendra & Fitria, 2024).



Gambar 1. Piktogram Bahaya Xylol

Sumber: (Roth GmbH, 2024)

Xylol memiliki karakteristik cair, mudah terbakar (*flammable*) dan tidak berwarna. Bersifat toksik bagi kesehatan dan dapat menyebabkan iritasi kulit, mata, serta pernapasan. Berbahaya jika terhirup atau tertelan dan menyebabkan kerusakan organ seperti sistem saraf pusat, hati, dan ginjal, apabila terpapar dalam jangka waktu lama (Roth GmbH, 2024).

b. Kelebihan xylol dalam histologi

Xylol adalah pelarut yang paling banyak digunakan untuk deparafinisasi. Meskipun bersifat toksik dan relatif mahal xylol tetap direkomendasikan karena kemampuannya untuk melarutkan parafin dengan cepat berkisar 15-30 menit. Selain itu xylol memiliki titik leleh $-47,87^{\circ}\text{C}$ hingga $13,26^{\circ}\text{C}$ yang cenderung rendah sehingga mendukung penggunaannya dalam berbagai kondisi suhu (Bright dkk., 2024).

c. Kelemahan xylol dalam histologi

Penggunaan xylol dalam jangka waktu yang panjang dapat memicu efek toksik terhadap kesehatan. Efek toksisitas yang ditimbulkan dari penggunaan xylol adalah gangguan pada fungsi jantung, ginjal, munculnya neurotoksisitas akut, kerusakan hati (hepatotoksitas), diskrasia darah yang fatal, iritasi kulit kering, eritema kulit, dan sifat karsinogeniknya yang berbahaya bagi tubuh (Mahendra & Fitria, 2024). Xylol juga menyebabkan sakit kepala, gangguan pernapasan, serta kehilangan kesadaran dan keseimbangan (Sermadi dkk., 2014).

Xylol juga berpotensi mencemari lingkungan sekitar meskipun tanpa melalui kontak langsung. Zat ini dapat tersebar melalui kontaminasi udara, air, asap rokok, dan produk konsumen seperti pernis, cat, pencegah karat, pembersih, dan penyegar udara (Kim dkk., 2025). Meskipun senyawa xylol tergolong senyawa yang tidak persisten di lingkungan karena mudah menguap, akan tetapi penelitian ECC di Kanada tahun 2024 menunjukkan bahwa paparan dalam waktu lama dapat terakumulasi kronis khususnya pada organisme akuatik melalui tanah atau sedimen dari pembuangan limbah domestik (Environment and Climate Change Canada, 2024).

5. Minyak Kelapa Murni

Minyak kelapa murni merupakan minyak nabati yang dihasilkan dari pengolahan daging buah kelapa yang sering digunakan dalam konsumsi rumah tangga. Buah kelapa yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan minyak kelapa murni sebaiknya berumur 12 bulan agar kadar minyak yang dihasilkan maksimal (Ngatemin dkk., 2013).

a. Karakteristik Minyak Kelapa Murni

Minyak kelapa murni tersusun dari rantai hidrokarbon dan memiliki asam lemak rantai sedang dan panjang (Ngatemin dkk., 2013). Pada penelitian (Novilla dkk., 2017) menyebutkan kandungan asam minyak kelapa murni, di antaranya asam siklopropanapentanoat (1,12%), asam kaproat (0,187%), asam laurat (32,73%), asam nananoat (0,54%), asam palmitat (17,16%), asma miristat (28,55%), asam oleat (14,09%), dan asam oktadekanoat (5,68%). Kandungan asam lemaknya didominasi oleh kelompok asam lemak rantai sedang/menengah (*Medium Chain Fatty Acid/MCFA*) (Nugrahati & Nugroho, 2024). Rantai hidrokarbon MCFA bersifat hidrofobik sehingga menjadikannya nonpolar (Liu dkk., 2024).

Seperti halnya xylol, minyak kelapa murni juga bersifat nonpolar sehingga dapat digunakan sebagai agen deparafinisasi. Penelitian (Badjuri dkk., 2023) menyebutkan bahwa minyak kelapa murni dapat dijadikan agen deparafinisasi pengganti xylol dengan

hasil pewarnaan preparat yang memiliki kualitas yang baik pada inti sel dan sitoplasma. Berikut adalah sifat fisik dan kimia minyak kelapa murni:

Tabel 2. Sifat Fisik dan Kimia Minyak Kelapa Murni

Karakteristik	Keterangan
Kelarutan	Tidak dapat larut dalam air, namun mudah larut dalam alkohol
Berat jenis	$\pm 0,883$ pada suhu $20\text{ }^{\circ}\text{C}$
pH	Tidak dapat diukur secara langsung karena tidak larut dalam air, tergolong senyawa asam sehingga diperkirakan $\text{pH} < 7$
Titik cair / titik lebur	$20\text{--}25\text{ }^{\circ}\text{C}$
Titik didih	$\approx 225\text{ }^{\circ}\text{C}$
Kepadatan uap	6,91
Tekanan uap	1 mmHg pada $121\text{ }^{\circ}\text{C}$

Sumber : (Rachmawati & Sari, 2023)

b. Kelebihan dan Kekurangan Minyak Kelapa Murni

Minyak kelapa murni memiliki beberapa keunggulan di antaranya mudah diperoleh di pasaran, tidak bersifat toksik atau beracun apabila digunakan dalam jangka panjang, stabil terhadap pemanasan, memiliki proses oksidasi yang lambat dan memiliki resistensi tinggi terhadap ketengikan (Bordoloi dkk., 2022).

Minyak kelapa murni memiliki beberapa keterbatasan, di antaranya mempunyai viskositas yang relatif tinggi yaitu 57-64 cP pada suhu $80\text{--}100^{\circ}\text{C}$, sehingga laju difusi parafin keluar jaringan berlangsung lebih lambat terutama pada suhu rendah (Agustrian & Rahmawati, 2023). Para peneliti menyarankan proses deparafinisasi dengan pemanasan minyak kelapa murni pada suhu tertentu untuk mengatasi hal tersebut untuk mempercepat laju difusi

(Dalayon dkk., 2022). Penyimpanan dalam suhu dingin juga perlu dihindari karena minyak dapat membeku (Bordoloi dkk., 2022)b. Minyak kelapa murni juga mengandung asam lemak tak jenuh seperti asam oleat yang rentan oksidasi dapat menimbulkan bau tengik jika penyimpanan tidak tepat (Husain & Marzuki, 2021).

6. Pewarnaan Hematoksilin Eosin

Pewarnaan merupakan tahapan penting dalam proses histoteknik. Pewarnaan adalah proses masuknya zat warna ke dalam jaringan untuk memperjelas struktur dan morfologi jaringan, termasuk keberadaan sel-sel tertentu di dalamnya.

a. Prinsip Pewarnaan Hematoksilin Eosin

Prinsip pewarnaan histologi didasarkan pada interaksi zat kimia dalam pewarna dengan komponen tertentu pada sel atau jaringan. Sifat kimia asam atau basa serta jenis struktur seperti protein atau lipid, akan memengaruhi kemampuan pewarna untuk menarik dan menolak komponen tersebut.

Salah satu metode pewarnaan yang umum digunakan dalam histoteknik adalah pewarnaan hematoksilin eosin (H&E). Pewarnaan ini memberikan gambaran umum morfologi jaringan sehingga menjadi metode utama dalam evaluasi klinis. Pewarnaan hematoksilin eosin mampu memperlihatkan perubahan seperti fibrosis atau nekrosis, serta untuk melihat kepadatan sel dan

integritas adiposit, terutama pada jaringan seperti payudara yang memiliki komponen adiposa (Schimanski dkk., 2025).

Dalam metode ini, pewarna hematoksilin yang bersifat basa akan berinteraksi dengan komponen yang bersifat asam seperti inti sel yang mengandung DNA dan RNA, sehingga menghasilkan ikatan warna biru-ungu (basofilik). Sedangkan pewarna eosin yang bersifat asam akan berinteraksi dengan struktur yang sifatnya basa seperti protein pada sitoplasma dan komponen di luar sel, sehingga menghasilkan warna merah atau merah muda (eosinofilik) (Digambiro & Purwanto, 2024).

b. Tahapan Pewarnaan Hematoksilin Eosin

Tahapan pewarnaan hematoksilin eosin menurut (Digambiro & Purwanto, 2024):

a) Deparafinisasi

Merupakan tahap awal pewarnaan untuk melarutkan sisa parafin dari jaringan sebelum dilakukan pewarnaan. Slide *object glass* yang berisi pita jaringan dicelupkan pada pelarut nonpolar yang memiliki risiko minimal terhadap kerusakan jaringan seperti xylol dan minyak kelapa murni.

b) Rehidrasi

Proses ini dilakukan untuk menghilangkan xylol dari jaringan sehingga dapat dihidrasi dengan air dan siap untuk diwarnai (Kumara, 2017). Preparat dicelupkan seri alkohol bertingkat dari

konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah (100% - 90% - 80% - 70%) lalu dibilas dengan air atau disebut juga proses rehidrasi.

c) Pewarnaan hematoksilin eosin

Pada tahap pewarnaan hematoksilin slide jaringan direndam untuk mewarnai inti sel menjadi biru keunguan. Selanjutnya slide dibilas dengan air mengalir kemudian direndam pada pewarna eosin untuk memberikan warna merah muda pada komponen ekstraseluler dan juga sitoplasma.

d) Dehidrasi

Tahap ini bertujuan untuk menghilangkan air dari jaringan menggunakan seri alkohol dengan konsentrasi bertingkat dari rendah ke tinggi. Alkohol dimanfaatkan dalam tahap ini karena memiliki sifat diuretik yang dapat menghilangkan kadar air dalam jaringan, selain itu proses dehidrasi dilakukan secara bertahap untuk mencegah jaringan mengerut akibat penyusutan air yang tiba-tiba (Firna, 2025).

e) *Clearing* dan *mounting*

Proses selanjutnya adalah *clearing* menggunakan xylol, yang berfungsi untuk menjernihkan slide jaringan dari komponen biokimia, termasuk residu alkohol. Terakhir, slide ditutup dengan *deck glass* dan direkatkan dengan *mountant* untuk menghindari kontaminasi bakteri dan jamur (Firna, 2025). Selanjutnya

jaringan dapat diberi label dan dilakukan pengamatan mikroskopis.

c. Penilaian pewarnaan hematoksilin eosin

Indikator penilaian untuk menilai pewarnaan hematoksilin eosin pada preparat sediaan adalah sebagai berikut:

a) Kejelasan pewarnaan inti sel (nukleus) dan sitoplasma

Kualitas pewarnaan hematoksilin eosin yang baik menunjukkan kejelasan warna merah pada sitoplasma dan jaringan ikat yang berasal dari pewarna eosin serta warna biru terang pada inti sel (nukleus) (Rihanesa & Sofiyanita, 2023).

b) Kejernihan pewarnaan

Kejernihan hasil pewarnaan dikatakan baik apabila seluruh struktur jaringan terlihat jelas saat diamati dan tidak terdapat bagian yang tampak buram atau kabur (Trianto dkk., 2015).

c) Keseragaman warna

Keseragaman warna dilihat dari konsistensi distribusi pewarnaan jaringan yang merata pada seluruh lapang pandang dan tidak ada variasi intensitas yang signifikan antara satu komponen jaringan dan yang lainnya (Trianto dkk., 2015).

d) Artefak pada preparat

Kualitas preparat yang baik juga dapat dinilai dari ada tidaknya artefak pada preparat. Artefak adalah gambaran jaringan yang asing bukan dari jaringan tersebut yang dapat mengganggu

pembacaan mikroskopis. Kemunculan artefak pada preparat dapat diminimalisir dengan penanganan jaringan yang tepat mulai dari pemotongan yang tepat (pisau dan kemiringannya), lama waktu fiksasi, dan serangkaian proses histoteknik yang dilakukan dengan cermat (Taqi dkk., 2018).

d. Faktor yang memengaruhi pewarnaan

Ada beberapa faktor yang memengaruhi pewarnaan hematoxilin eosin, di antaranya:

1) Ketebalan irisan jaringan

Tebal irisan jaringan histologi yang memberikan hasil pewarnaan optimal berkisar 3-6 μm (Ariyadi & Suryono, 2017; Rihanesa & Sofiyanita, 2023). Potongan jaringan yang terlalu tipis menyebabkan proses penyerapan warna menjadi kurang optimal, sehingga sitoplasma terlihat samar, pucat, dan batas antar sel sulit dibedakan. Sedangkan pada pemotongan jaringan terlalu tebal menyebabkan penyerapan berlebih, hal ini dikarenakan kerapatan optik pewarna eosin yang lebih besar dibandingkan pewarna hematoxilin (Rihanesa & Sofiyanita, 2023).

2) Kualitas reagen yang digunakan

Kualitas reagen memiliki peran penting dalam keberhasilan pewarnaan. Apabila kadar pH yang terlalu tinggi dapat

menyebabkan pewarnaan sitoplasma menjadi tampak pucat dan kabur (Wartini dkk., 2025).

3) Pra-pemrosesan jaringan

Pemrosesan jaringan sebelum tahap pewarnaan seperti, durasi fiksasi, dehidrasi, deparafinisasi, serta waktu pewarnaan yang kurang optimal dapat menurunkan kualitas pewarnaan hematoksilin eosin (Wartini dkk., 2025).

7. Histologi jaringan payudara manusia

a. Anatomi dan fisiologi payudara

Secara anatomi, payudara terletak pada dinding toraks anterior di atas musculus pectoralis, di sisi sternum dan memanjang dari setinggi costa kedua dan keenam. Struktur ini berperan dalam produksi air susu ibu (ASI). Payudara tersusun dari jaringan epitel, jaringan fibrosa, dan jaringan adiposa (Firna, 2025). Jaringan ini akan membentuk struktur lobulus yang kemudian bergabung membentuk lobus. Tiap lobus yang dipisahkan oleh lembaran jaringan fibrosa sebagai pembatas satu sama lain. Lobus pada payudara tersusun dari epitel kuboid atau kolumnar. Berikut struktur utama penyusun payudara (Aryani dkk., 2021):

1) Alveoli

Alveoli merupakan struktur sekretori terkecil pada payudara. Setiap alveoli dilapisi oleh sel sekretorik yang disebut acini, berfungsi mengambil zat penting dari darah untuk produksi ASI.

Di sekitar alveoli terdapat sel-sel mioepitel yang akan berkontraksi ketika dirangsang oleh oksitosin dan mendorong ASI menuju duktus laktiferus.

2) Duktus laktiferus

Duktus laktiferus merupakan saluran pusat dimana beberapa tubulus laktiferus bermuara. Tubulus laktiferus adalah saluran kecil yang terhubung dengan alveoli dimana ASI diproduksi.

3) Ampulla

Ampulla merupakan bagian dari duktus laktiferus yang melebar dan berfungsi sebagai tempat penampungan ASI sementara. Struktur ini terletak di bawah areola *mammae*.

4) Vaskularisasi

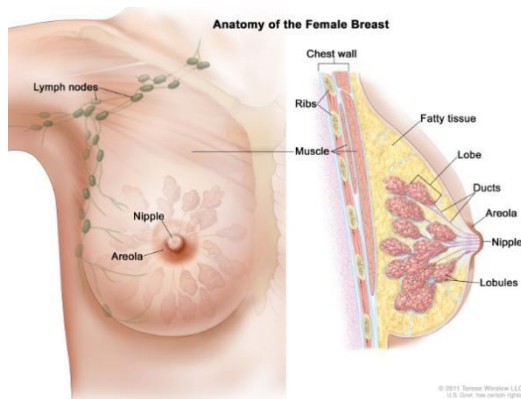
Vaskularisasi payudara disuplai oleh arteria *mammaria interna*, *externa*, dan *intercostalis superior*. Sedangkan drainase venanya melalui vena *mammaria interna* dan *axilaris* lalu bermuara pada pembuluh darah utama.

5) Drainase limfatik

Sistem limfatik ini berperan dalam imunitas jaringan, mencegah penyebaran dan perkembangan sel-sel kanker. (Khadijah dkk., 2020).

6) Susunan saraf payudara

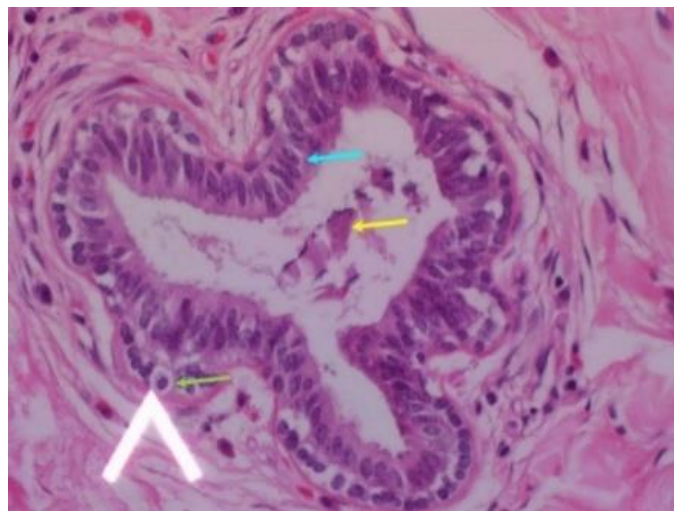
Saraf payudara berasal dari cabang *nervus thoracalis* serta saraf simpatis yang terdapat di sekitar areola dan *papila mammae*.



Gambar 2. Anatomi Payudara

Sumber: *National Cancer Institute, 2022.*

Berikut adalah anatomi mikroskopis komponen epitel TDLU (*terminal ductus lobular unit*) yang merupakan unit fungsional dasar payudara. Berfungsi untuk mengalirkan asi dan memiliki dua lapisan epitel yang terletak pada membran basal.

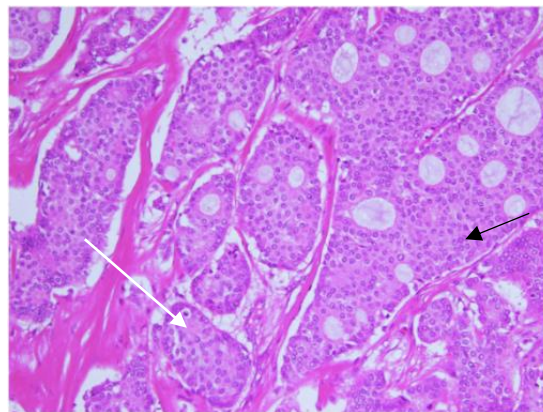


Gambar 3. Mikroskopis Jaringan Payudara (TDLU), Epitel Kolumnar Luminal (Panah Biru), Sekresi Luminal (Panah Kuning), Lapisan Mioepitel Luar (Basal) (Panah Hijau). (H&E; 400×)

Sumber: (Kantharia dkk., 2023)

b. Kanker payudara

Kanker payudara merupakan neoplasma ganas yang berkembang dari sel epitel duktus atau lobulus pada kelenjar *mammæ*. Secara morfologis sel kanker cenderung mempunyai ukuran yang lebih besar dari sel normal atau lesi jinak, ukurannya juga bervariasi dan tidak seragam serta berbentuk nodus atau massa yang bisa diraba (Sari dkk., 2022). Secara mikroskopis jaringan kanker atau *carcinoma mammæ* tampak sebagai tumor yang masih terbatas pada lapisan epitel (karsinoma in situ) atau telah menyebar dan menginvasi stroma (karsinoma invasif). Secara asal jaringan, tumor awal berasal dari lobulus disebut karsinoma lobular dan dari duktus disebut karsinoma duktal (Wahyudin dkk., 2022).



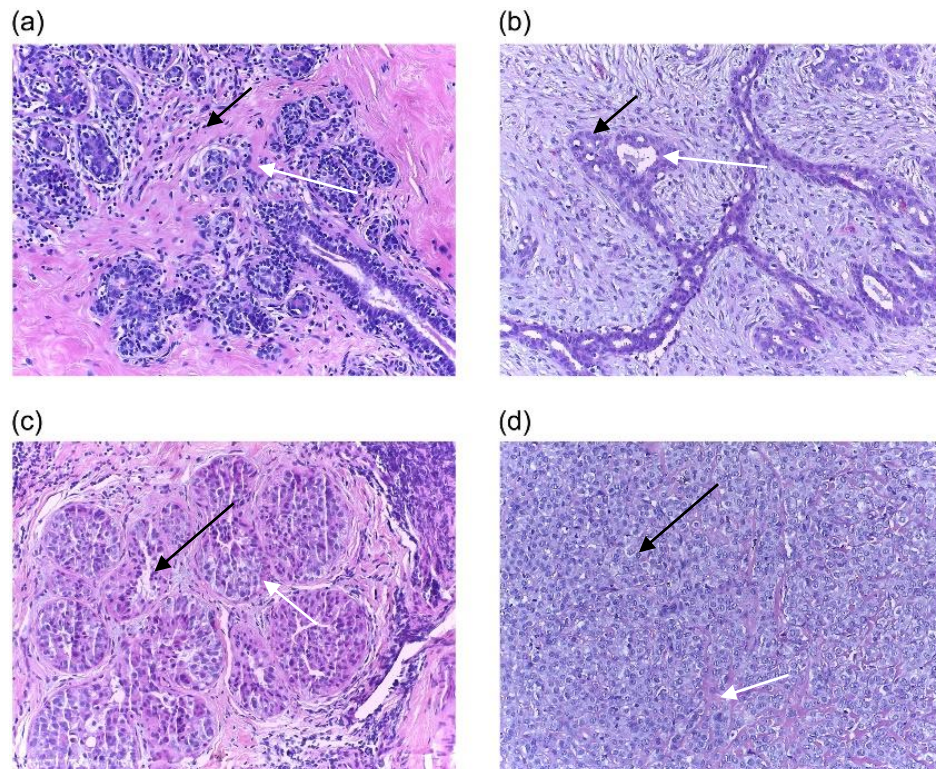
Gambar 4. Mikroskopis jaringan kanker payudara duktus invasif (H&E x 400)

Panah putih (Sitoplasma), Panah Hitam (Inti sel).

Sumber: (Shinzaki dkk., 2024)

Proses karsinogenesis akan menyebabkan perubahan molekul dan hormonal pada jaringan payudara sehingga dapat memicu pertumbuhan sel yang tidak terkendali. Hormon estrogen dan

progesteron yang berperan dalam proliferasi sel epitel payudara, dapat berpotensi terjadinya transformasi sel menjadi kanker. Sel kanker ini dapat bermetastasis kebagian tubuh lain melalui pembuluh vaskular dan limfatik (Sebayang dkk., 2023).



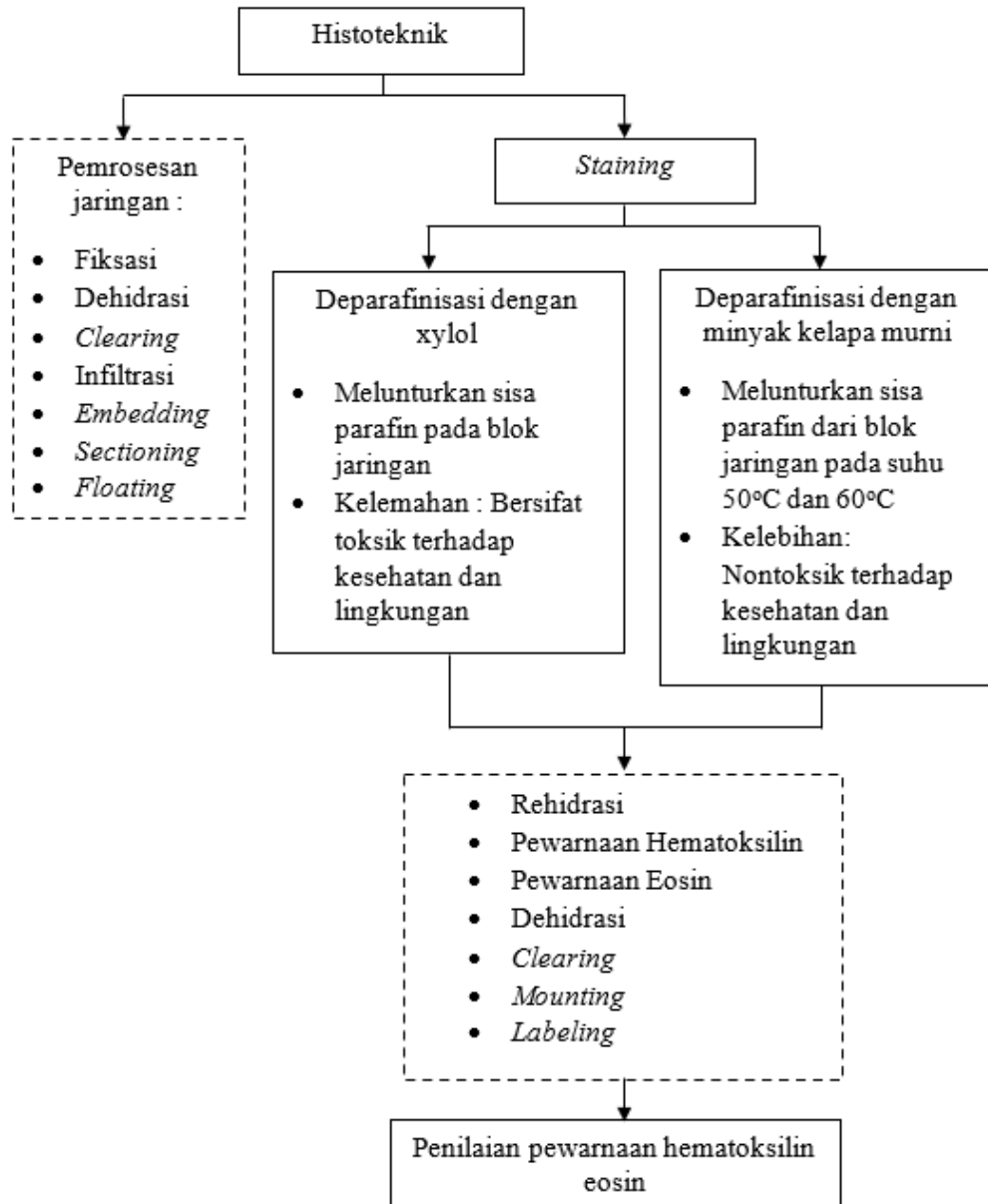
Gambar 5. Mikroskopis Jaringan Kanker Payudara pada Pewarnaan H&E Perbesaran 200x, Nukleus Tampak Ungu dan Sitoplasma Tampak Merah Muda a: jaringan normal; b: kelainan jinak; c: karsinoma ganas in situ ; d: karsinoma ganas invasif.

Panah putih (Sitoplasma), Panah Hitam (Inti sel).

Sumber: (Hu dkk., 2022)

Pemeriksaan histologi dengan pengamatan mikroskopis berupa morfologi serta gambaran patologi anatomi jaringan, dianggap sebagai *gold standard* dalam menegakkan diagnosis kanker serta untuk mengetahui stadium atau tipe kankernya dibanding metode yang lainnya (Sari dkk., 2022).

B. Kerangka Teori



Gambar 6. Kerangka Teori

Keterangan : Diteliti :

Tidak diteliti :

C. Pertanyaan Penelitian

Penggunaan minyak kelapa murni sebagai agen deparafinisasi memberikan hasil yang baik pada pewarnaan hematoksin eosin jaringan kanker payudara.