



BUKU AJAR

SITOHISTOTEKNOLOGI

Lendawati, SKM., MM., M.Si

SITOHISTOTEKNOLOGI

Lendawati, SKM., MM., M.Si



Tahta Media Group

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

SITOHISTOTEKNOLOGI

Penulis:
Lendawati, SKM., MM., M.Si

Desain Cover:
Tahta Media

Editor:
Tahta Media

Proofreader:
Tahta Media

Ukuran:
xviii, 348, uk: 15,5 x 23 cm

ISBN: 978-634-262-176-9

Cetakan Pertama:
April 2026

Hak Cipta 2026, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2026 by Tahta Media Group
All Right Reserved

PENERBIT TAHTA MEDIA GROUP

Perumahan Mitra Utama Residence 3 Blok A no 1, Sawahan, Tempel,
Kec. Gatak, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57557

email: tahtaliterasimedia@gmail.com

website: <http://store.tahtamedia.co.id/>

Anggota IKAPI (216/JTE/2021)

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga buku ini dapat diselesaikan dengan baik. Kehadiran buku ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam memperkaya khazanah ilmu pengetahuan serta menjadi salah satu sumber referensi yang bermanfaat bagi para pembaca yang ingin memahami bidang sitohistoteknologi secara lebih komprehensif. Sitohistoteknologi merupakan salah satu cabang ilmu yang memiliki peran penting dalam bidang kesehatan, khususnya dalam proses identifikasi dan analisis perubahan sel serta jaringan tubuh sebagai dasar penegakan diagnosis penyakit. Melalui perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang laboratorium medis, pemahaman mengenai teknik pengolahan spesimen, pembuatan preparat, hingga interpretasi hasil pemeriksaan menjadi semakin penting untuk dipelajari secara sistematis dan mendalam.

Buku ini disusun untuk memberikan gambaran yang utuh mengenai konsep dasar hingga penerapan praktis dalam bidang sitohistoteknologi. Pembahasan dimulai dari pengenalan laboratorium patologi anatomi beserta sistem administrasinya, prinsip keselamatan dan kesehatan kerja di laboratorium, hingga pemahaman mengenai struktur jaringan dan histologi berbagai organ tubuh. Selanjutnya, buku ini juga menguraikan secara rinci tahapan-tahapan penting dalam proses pengolahan jaringan, mulai dari fiksasi, dekalsifikasi, pematangan jaringan, proses embedding, pemotongan jaringan menggunakan mikrotom, hingga teknik pewarnaan dan mounting preparat. Selain itu, pembahasan dalam buku ini juga mencakup teknik pembuatan sediaan sitologik, prosedur pemeriksaan pap smear, serta prinsip dan aplikasi imunohistokimia yang saat ini banyak digunakan dalam mendukung diagnosis berbagai penyakit. Pada bagian akhir, disajikan pula pembahasan mengenai penilaian kualitas sediaan preparat sebagai salah satu tahapan penting dalam memastikan ketepatan dan keakuratan hasil pemeriksaan laboratorium. Materi dalam buku ini disusun secara sistematis dan bertahap agar memudahkan pembaca dalam memahami setiap konsep yang disajikan. Penjelasan yang disertai dengan ilustrasi, rangkuman, serta evaluasi pada setiap bagian diharapkan dapat membantu pembaca dalam memperdalam pemahaman sekaligus mengembangkan kemampuan analisis terhadap berbagai proses yang berlangsung dalam pemeriksaan sitologi dan

histologi.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih memiliki berbagai keterbatasan, baik dari segi penyajian maupun kedalaman pembahasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan sebagai bahan perbaikan dan penyempurnaan pada masa yang akan datang. Akhirnya, penulis berharap semoga buku ini dapat memberikan manfaat yang luas, tidak hanya sebagai sumber pembelajaran, tetapi juga sebagai referensi yang dapat mendukung pengembangan pengetahuan dan keterampilan dalam memahami berbagai proses pemeriksaan sel dan jaringan dalam bidang sitohistoteknologi.

DAFTAR ISI

PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I PENGENALAN LABORATORIUM PATOLOGI ANATOMI DAN SISTEM ADMINISTRASI	1
A. Tujuan Pembelajaran	1
B. Pendahuluan	1
C. Laboratorium Khusus Patologi Anatomi	2
D. Sistem Administrasi Laboratorium Patologi Anatomi	5
E. Troubleshooting	13
F. Rangkuman	15
G. Evaluasi	15
H. Kunci Jawaban.....	18
Daftar Pustaka	19
Glosarium	20
BAB II K3 LABORATORIUM PATOLOGI ANATOMI.....	21
A. Tujuan Pembelajaran.....	21
B. Pendahuluan	21
C. Peran Teknologi Laboratorium Medis	22
D. Tahapan Manajemen Resiko	23
E. Komponen Inventarisasi Bahan Berbahaya	25
F. Peraturan-peraturan Umum Laboratorium Patologi Anatomi	28
G. Limbah Laboratorium Patologi Anatomi	32
H. Troubleshooting	35
I. Rangkuman	35
J. Evaluasi	36
K. Kunci Jawaban	38
Daftar Pustaka	39
Glosarium	40

BAB III JENIS JENIS DAN FUNGSI JARINGAN.....	42
A. Tujuan Pembelajaran.....	42
B. Pendahuluan	42
C. Pengertian Jaringan	43
D. Pengertian Otak dan Fungsi Otak.....	43
E. Jenis Jenis dan Fungsi Jaringan Otak	44
F. Jenis-jenis dan Fungsi Jaringan Epitel	50
G. Jenis-jenis dan Fungsi Jaringan Ikat.....	51
H. Jenis-jenis dan Fungsi Jaringan Otot.....	53
I. Jenis-jenis dan Fungsi Jaringan Syaraf	55
J. Troubleshooting	56
K. Rangkuman	58
L. Evaluasi	58
M. Kunci Jawaban	60
Daftar Pustaka	61
Glosarium	63
BAB IV HISTOLOGI ORGAN JARINGAN DAN SISTEM ORGAN	
JARINGAN (RESPIRASI, DIGESTI, SIRKULASI, DAN	
EKSKRESI)	65
A. Tujuan Pembelajaran.....	65
B. Pendahuluan	65
C. Histologi Organ Jaringan	66
D. Sistem Organ Jaringan	66
E. Troubleshooting	129
F. Rangkuman	130
G. Evaluasi	130
H. Kunci Jawaban	133
Daftar Pustaka	134
Glosarium	136
BAB V FIKSASI JARINGAN	137
A. Tujuan Pembelajaran.....	137
B. Pendahuluan	137
C. Tinjauan Umum Fiksasi	137
D. Tujuan Fiksasi	140
E. Manfaat Fiksasi	141
F. Prinsip-Prinsip Dasar Fiksasi	142

G. Metode Fiksasi	143
H. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Fiksasi	144
I. Prosedur Praktis untuk Mengoptimalkan Kualitas	146
J. Karakteristik Larutan Fiksasi	147
K. Larutan Fiksasi untuk Histopatologi Rutin	147
L. Memilih Larutan Fiksatif	151
M. Troubleshooting	153
N. Rangkuman	154
O. Evaluasi	154
P. Kunci Jawaban	156
Daftar Pustaka	157
Glosarium	158
BAB VI DEKALSIFIKASI.....	159
A. Tujuan Pembelajaran.....	159
B. Pendahuluan	159
C. Prinsip Dasar dan Proses Dekalsifikasi	161
D. Faktor-Faktor Pengaruh Dekalsifikasi.....	162
E. Larutan Dekalsifikasi	163
F. Penentuan Waktu Endpoin Dekalsifikasi	165
G. Tahap Pembersihan	166
H. Troubleshooting	166
I. Rangkuman	167
J. Evaluasi	167
K. Kunci Jawaban	170
Daftar Pustaka	171
Glosarium	172
BAB VII PEMATANGAN JARINGAN.....	174
A. Tujuan Pembelajaran.....	174
B. Pendahuluan	174
C. Prinsip Pematangan Jaringan	175
D. Faktor-faktor yang Memengaruhi Tingkat Pematangan Jaringan	176
E. Langkah-Langkah Pematangan Jaringan.....	178
F. Tahap-Tahap Pematangan Jaringan.....	179
G. Troubleshooting	184
H. Rangkuman	185
I. Evaluasi	185

J. Kunci Jawaban	187
Daftar Pustaka	188
Glosarium	189
BAB VIII TAHAP PEMBUATAN PREPARAT JARINGAN	
(EMBEDDING)	191
A. Tujuan Pembelajaran.....	191
B. Pendahuluan	191
C. Peralatan Pembuatan Preparat Jaringan (Embedding)	193
D. Tahapan Pembuatan Preparat Jaringan Otak (Embedding).....	194
E. Troubleshooting	199
F. Rangkuman	200
G. Evaluasi	200
H. Kunci Jawaban	203
Daftar Pustaka	204
Glosarium	205
BAB IX MIKROTOM (PEMOTONGAN JARINGAN SECARA	
KASAR DAN HALUS)	206
A. Tujuan Pembelajaran.....	206
B. Pendahuluan	206
C. Jenis Mikrotom.....	207
D. Teknik Pemotongan.....	212
E. Penggunaan dan Pemeliharaan Mikrotom.....	214
F. Troubleshooting	217
G. Rangkuman	219
H. Evaluasi	219
I. Kunci Jawaban	222
Daftar Pustaka	223
Glosarium	224
BAB X STAINING JARINGAN DAN MOUNTING.....	225
A. Tujuan Pembelajaran.....	225
B. Pendahuluan	225
C. Macam-macam Pewarnaan Jaringan	226
D. Eosin.....	242
E. Prosedur Pewarnaan	243
F. Troubleshooting	248
G. Rangkuman	250

H. Evaluasi	251
I. Kunci Jawaban	253
Daftar Pustaka	254
Glosarium	255
BAB XI PEMBUATAN SEDIAAN SITOLOGIK.....	256
A. Tujuan Pembelajaran.....	256
B. Pendahuluan	256
C. Pengumpulan Spesimen Sitologik.....	259
D. Pembuatan Sediaan Sitologik.....	270
E. Teknik Sitospin	278
F. Pewarnaan Sitologik.....	280
G. Troubleshooting	284
H. Rangkuman	286
I. Evaluasi	286
J. Kunci Jawaban	288
Daftar Pustaka	289
Glosarium	291
BAB XII PAP SMEAR.....	292
A. Tujuan Pembelajaran.....	292
B. Pendahuluan	292
C. Pengertian Pap Smear.....	293
D. Tujuan Pemeriksaan Pap Smear	294
E. Prosedur Pemeriksaan	294
F. Interpretasi Hasil	300
G. Troubleshooting	302
H. Rangkuman	304
I. Evaluasi	305
J. Kunci Jawaban	307
Daftar Pustaka	308
Glosarium	310
BAB XIII IMUNOHISTOKIMIA (IHC)	312
A. Tujuan Pembelajaran.....	312
B. Pendahuluan	312
C. Prinsip Dasar IHC	313
D. Alat dan Bahan	313
E. Teknik Imunohistokimia	314

F. Prosedur / Cara Kerja	322
G. Interpretasi Hasil	324
H. Troubleshooting	325
I. Rangkuman	327
K. Evaluasi	327
L. Kunci Jawaban	329
DAFTAR PUSTAKA.....	330
Glosarium	332
BAB XIV PENILAIAN SEDIAAN PREPARAT	333
A. Tujuan Pembelajaran.....	333
B. Pendahuluan	333
C. Penilaian Kualitas Sediaan	333
D. CONTOH LEMBAR PENILAIAN SEDIAAN HISPATOLOGI ...	339
E. Troubleshooting	340
F. Rangkuman	342
G. Evaluasi	342
H. Kunci Jawaban	344
Daftar Pustaka	345
Glosarium	346
DAFTAR SINGKATAN	347
PROFIL PENULIS.....	348

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Alur Kerja Laboratorium Sitologi.....	6
Gambar 1.2	Artefak debu pada sediaan sitologik.....	8
Gambar 1.3	Alur Kerja Laboratorium Histologi	8
Gambar 1.4	Contoh Formulir Penerimaan Spesimen Jaringan.	10
Gambar 1.5	Contoh Formulir Penerimaan Spesimen Sitologik Khusus Ginekolog	11
Gambar 1.6	Contoh Formulir Penerimaan Spesimen Non-Ginekolog	12
Gambar 1.7	Alur Kerja laboratorium Patologi Anatomi	13
Gambar 3.1	Gambaran Skematik Sel Neuron.....	44
Gambar 3.2	Bentuk-bentuk Neuron.....	45
Gambar 3.3	Astrosit.....	47
Gambar 3.4	Oligodendrosit	47
Gambar 3.5	Mikroglia	48
Gambar 3.6	Bagan Bentuk Sinaps	49
Gambar 3.7	Jaringan Epitel	51
Gambar 3.8	Jaringan Ikatan.....	52
Gambar 3.9	Jaringan Otot.....	54
Gambar 3.10	Jaringan Syaraf	55
Gambar 4.1	Dinding Lateral Rongga Hidung	67
Gambar 4.2	Laring.....	71
Gambar 4.3	Dinding Trakea	72
Gambar 4.4	Dinding Bronkus.....	73
Gambar 4.5	Bronkiolus Terminal.....	74
Gambar 4.6	Dinding Alveolar	75
Gambar 4.7	Histologi Paru dengan Pewarnaan H&E.....	76
Gambar 4.8	Hasil Mikroskopis Preparat Cairan Pleura.....	77
Gambar 4.9	Mekanisme Pernapasan	78
Gambar 4.10	Sistem Saluran Cerna.....	80
Gambar 4.11	Bibir. OM adalah Mukosa, S adalah folikel rambut, F adalah kelenjar terkait, V adalah vermillion, M adalah otot rangka, G adalah kelenjar liur minor.....	82
Gambar 4.12	Lidah Beserta Macam-Macam Papilanya	84
Gambar 4.13	Histologi Kelenjar Parotis.....	85
Gambar 4.14	Histologi Kelenjar Submandibularis.....	86

Gambar 4.15 Histologi Kelenjar Sublingualis.....	87
Gambar 4.16 Struktur Gigi	88
Gambar 4.17 Esofagus potongan longitudinal, terdapat epitel skuamosa berlapis tanpa keratin (SS), lamina propria (LP), otot polos muscularis mucose (MM), submukosa yang mengandung kelenjar mukosa esofagus (GL), dan duktus (D).....	89
Gambar 4.18 Esofagus Potongan Transversal.....	90
Gambar 4.19 Struktur Lambung.....	91
Gambar 4.20 Struktur Usus Halus.....	93
Gambar 4.21 Kelenjar Brunner Duodenum. Kelenjar duodenum (DG), muscularis mucose (MM), duktus ekskretorius (D), kriptus usus halus (IC).....	93
Gambar 4.22 Lipatan Jejunum. Terdapat submukosa (SM), lipatan menonjol yang disebut plicae (P), vili (V), muscular (M), serosa (S) ...	94
Gambar 4.23 Struktur Usus Besar	96
Gambar 4.24 Mukosa usus Besar (Kolon).....	97
Gambar 4.25 Mukosa Taut Rektal-Anal	98
Gambar 4.26 Apendiks.....	99
Gambar 4.27 Histologis Arteri Elastik	101
Gambar 4.28 Histologis Arteri Muskuler	102
Gambar 4.29 Histologis Mikrovaskulatur	103
Gambar 4.30 Histologis Arteriola	104
Gambar 4.31 Histologis Venula Muskular	105
Gambar 4.32 Histologis Vena Medium.....	105
Gambar 4.33 Histologis Vena Besar	106
Gambar 4.34 Histologis Kapiler.....	106
Gambar 4.35 Histologis Struktur Jantung	107
Gambar 4.36 Pericardium.....	107
Gambar 4.37 Miokardium	108
Gambar 4.38 Mekanisme Sirkulasi Darah.....	109
Gambar 4.39 Histologi korteks ginjal: tubulus berbelit-belit proksimal dan distal serta peralihan epitel pada kutub tubular ginjal	112
Gambar 4.40 Struktur Histologis Nefron dan Lingkungan Meduler dengan Tubulus berbelit-belit, lengkung nefron, dan saluran pengumpul.....	113
Gambar 4.41 Medula ginjal: lengkung nefron dan saluran pengumpul	114

Gambar 4.42	Histologi Saluran Ureter Uretra (Kanan).....	115
Gambar 4.43	Ureter	116
Gambar 4.44	Dinding kandung kemih dan urethelium	117
Gambar 4.45	Uretra	117
Gambar 4.46	Struktur Lapisan Kulit	118
Gambar 4.47	Lapisan Epidermis di Kulit Tipis.....	119
Gambar 4.48	Serat Elastis Dermis.....	120
Gambar 4.49	Struktur Rambut.....	122
Gambar 4.50	Kuku	123
Gambar 4.51	Paru Pandangan Menyeluruh. Pulasan Hematoksilin-Eosin.....	124
Gambar 4.52	Bronkus Intrapulmonal. Pulasan Hematoksilin-Eosin.....	125
Gambar 4.53	Bronkiolus Terminalis. Pulasan Hematoksilin-Eosin.....	126
Gambar 4.54	Bronkiolus Respiratorius. Pulasan Hematoksilin-Eosin.....	127
Gambar 4.55	Dinding Alveolus : Septa Inter-alveolar. Pulasan Hematoksilin-Eosin.....	127
Gambar 4.56	Struktur Lobulus Hati	128
Gambar 5.1	Sediaan Jaringan Mukosa	139
Gambar 5.2	Mukosa Usus	140
Gambar 6.1	Pemberian kassa pada jaringan yang didekalsifikasi	161
Gambar 7.1	Prinsip Pematangan Jaringan	175
Gambar 8.1	Basemold	193
Gambar 8.2	Casette	193
Gambar 8.3	Pinset	193
Gambar 8.4	Embedding.....	194
Gambar 8.5	Cryosectioning.....	194
Gambar 8.6	Pemilihan Base Mould.....	196
Gambar 8.7	Penambahan Paraffin	197
Gambar 8.8	Memasukan Jaringan	197
Gambar 8.9	Penambahan Cassette.....	198
Gambar 8.10	Pendinginan Blok Paraffin.....	198
Gambar 8.11	Pembersihan Blok Paraffin	199
Gambar 9.1	Rotary Microtome.....	208
Gambar 9.2	Rotary Microtome.....	208
Gambar 9.3	Sliding Mikrotom.....	210
Gambar 9.4	RotaryRocking Microtome	211

Gambar 9.5	Sudut Kemiringan Pisau	211
Gambar 9.6	Hasil Pemotongan yang Terlalu Kasar pada Awal Pemotongan Sehingga Menimbulkan Banyak Lubang pada Jaringan	213
Gambar 9.7	Hasil Peotongan.....	213
Gambar 9.8	Hasil Pemotongan dengan Pisau yang Kotor dan Kurang Tajam, Tampak Garis-Garis Hasil Pemotongan pada Apita Jaringan	214
Gambar 9.9	Pita Jaringan yang Pendek dan Tidak Sempurna Karena Sudut Pemotongan Yang Kurang Tepat	215
Gambar 9.10	Contoh Penempatan Jaringan pada Saat Pemotongan	215
Gambar 10.1	Struktur Kimia Hematoxilin	227
Gambar 10.2	Pewarnaan Hematoxylin Eosin.....	228
Gambar 10.3	Hasil Pewarnaan Papanicolaou Sediaan Histologi	234
Gambar 10.4	Hasil Pewarnaan PAS pada Liver	236
Gambar 10.5	Hasil Pewarnaan Reticulin.....	237
Gambar 10.6	Hasil Pewarnaan Pressian Blue Sediaan Histologi	238
Gambar 10.7	Hasil Pewarnaan Giemsa	239
Gambar 10.8	Hasil Pewarnaan Perak Nitrat Sediaan Histologi Hati.....	242
Gambar 10.9	Hasil Pewarnaan Eosin pada Sediaan Histologi	243
Gambar 11.1	Hasil Sediaan Sitologik.....	256
Gambar 11.2	Sikat Servikal dan Spatula Ayre yang digunakan untuk mendapatkan spesimen sel eksfoliatif spontan.....	261
Gambar 11.3	Wadah Specimen Urin Sitologik	263
Gambar 11.4	Gambaran sitologik sel alveolar makrofag (a) dan sel bronkial (b).....	264
Gambar 11.5	Metode biopsi jarum halus (BJAH).....	269
Gambar 11.6	Sediaan sitologik y ang terpapar formalin pada saat persiapan spesimen	271
Gambar 11.7	Teknik penyemprotan tanpa penyebaran. Sediaan menunjukkan kumpulan sel yang padat dalam cairan.....	272
Gambar 11.8	Sediaan sitologik yang dibuat dengan tekanan yang berlebihan. Pada beberapa spesimen seperti cairan kelenjar limfa memiliki sel yang mudah untuk rusak.	272
Gambar 11.9	Artifak yang disebabkan karena fiksasi kering yang terlalu lama. Sediaan sitologik menunjukkan detal inti yang tidak jelas dan sitoplasma yang kurang terwarnai	273

Gambar 11.10 Teknik pembuatan sediaan sitologik metode oles atau smear	275
Gambar 11.11 Metode Sliding Smear	276
Gambar 11.12 Kuret sputum dan tongkat aplikator.....	277
Gambar 11.13 Teknik pembuatan sediaan sputum.....	278
Gambar 11.14 Komponen tabung sitospin yang terdiri dari penjepit (holder), kaca objek, kertas saring dan tabung sitospin. Tahapan pemasangan dari sitospin mulai dari kiri ke kanan. Spesimen dimasukkan ke dalam tabung setelah semua lengkap terpasang.....	279
Gambar 11.15 Alat Sitospin.	280
Gambar 11.16 Hasil Pewarnaan Deep Quick Sediaan Sitologi.	282
Gambar 11.17 Hasil Pewarnaan Papanicolaou Sediaan Sitologik.....	283
Gambar 12.1 Pengambilan Sampel dengan Spatula Ayre	296
Gambar 12.2 Pengambilan Sampel dengan Cytobrush	297
Gambar 12.3 Arah pengolesan Ayre's Spatula pada Objek Glass	298
Gambar 12.4 Pembuatan Sediaan Metode ThinPrep	298
Gambar 12.5 Pembuatan Sediaan Metode SurePath	299
Gambar 12.6 Pembuatan Sediaan Metode MonoPrep	300
Gambar 12.7 Gambaran Hasil Pemeriksaan Pap Smear: (A) Normal Smear, (B) Normal Atropic Smear, (C) NILM.....	301
Gambar 12.8 Gambaran Hasil Pemeriksaan Pap Smear LSIL	302
Gambar 12.9 Gambaran Hasil Pemeriksaan Pap Smear HSIL	302
Gambar 13.1 Prinsip Imunohistokimia.....	313
Gambar 13.2 Metode Imunoperoxidase Langsung dan Tidak Langsung	314
Gambar 13.3 Metode Kompleks Avidin-Biotin (ABC).	317
Gambar 13.4 Metode avidin-biotin berlabel (LAB) atau streptavidin-biotin berlabel (LSAB)	318
Gambar 13.5 Metode PAP.....	319
Gambar 13.6 Imunoperoxidase berbasis polimer dua langkah. Reagen sekunder memiliki banyak molekul label dan antigen sekunder yang melekat pada tulang punggung polimer.....	320
Gambar 13.7 Skema Kerja.....	322

Gambar 13.8	Hasil Pemeriksaan Imunohistokimia MMP-3 di Sendi Pergelangan Kaki Tikus. Pembesaran 400X. Sel positif berwarna coklat (tanda panah biru). K: Kontrol positif ekspresi MMP-3. A: Tikus artritis ajuvan tanpa perlakuan. B: Tikus artritis ajuvan yang terpajan stresor dingin. C: Tikus artritis ajuvan yang terpajan stresor dingin dan diberi ekstrak <i>S. duplicatum</i>	324
Gambar 14.1	Warna biru pada inti sel dan warna merah pada sitoplasma terlihat dengan jelas (perbesaran 40x10).....	335
Gambar 14.2	Inti sel berwarna biru dan sitoplasma berwarna merah terlihat jelas (perbesaran 40x10).....	335
Gambar 14.3	Inti sel berwarna biru terlihat jelas, tetapi warna merah pada sitoplasma tampak kurang jelas (perbesaran 40x10).....	336
Gambar 14.4	Inti sel berwarna biru kurang jelas, tetapi warna merah pada sitoplasma tampak jelas (perbesaran 40x10).....	336
Gambar 14.5	Adanya gelembung udara, Lipatan Jaringan, dan Robekan Jaringan	337
Gambar 14.6	Adanya Robekan Jaringan	337
Gambar 14.7	Adanya Irisan Mata Pisau	338
Gambar 14.8	Adanya Artefak Sisa Cat Eosin dan Gelembung Udara	338
Gambar 14.9	Adanya Sisa Parafin.....	339
Gambar 14.10	Lembar penilaian sediaan preparat histopatologi	339

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Spesimen Umum Laboratorium Sitologi dan Histologi.....	4
Tabel 1.2	Troubleshootinging Laboratorium Patologi Anatomi dan Sistem Administrasi	13
Tabel 2.1	Tips untuk Pengurangan Kimia Berbahaya di Laboratorium	33
Tabel 2.2	Troubleshootinging Laboratorium Patologi Anatomi	35
Tabel 3.1	Troubleshootinging Jenis dan Fungsi Jaringan	56
Tabel 4.1	Gambaran Histologis dan Fungsi Utama Daerah dalam Tubulus Ginjal	110
Tabel 4.2	Jaringan Lapisan Dermis	119
Tabel 4.3	Troubleshooting Histologi Jaringan dan Sistem Organ.....	129
Tabel 5.1	Perbandingan Berbagai Fiksatif	151
Tabel 5.2	Pemilihan Fiksatif Berdasarkan Teknik	152
Tabel 5.3	Fiksatif Berdasarkan Jaringan	152
Tabel 5.4	Fiksatif Pilihan untuk Berbagai Zat.....	153
Tabel 5.5	Troubleshooting Fiksasi Jaringan.....	153
Tabel 6.1	Troubleshooting Dekalsifikasi.....	166
Tabel 7.1	Waktu Pematangan Pada Jaringan Manusia	183
Tabel 7.2	Waktu Pematangan Pada Jaringan Hewan	183
Tabel 7.3	Troubleshooting Pematangan Jaringan.....	184
Tabel 8.1	Peralatan Utama dalam Proses Embedding	193
Tabel 8.2	Troubleshooting Proses Embedding.....	199
Tabel 9.1	Troubleshooting Mikrotom	217
Tabel 10.1	Reagen Mounting	246
Tabel 10.2	Troubleshooting Proses Pewarnaan dan Mounting	248
Tabel 11.1	Troubleshooting Pembuatan Sediaan Sitologik.....	284
Tabel 12.1	Troubleshooting PAP Smear	302
Tabel 13.1	Troubleshooting Imunohistokimia	325
Tabel 14.1	Troubleshooting Pewarnaan Hematoksin eosin	340

BAB I

PENGENALAN

LABORATORIUM PATOLOGI

ANATOMI DAN SISTEM

ADMINISTRASI

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Pembelajaran mata kuliah ini dirancang agar mahasiswa mampu menguasai dan memahami mengenai Laboratorium Patologi Anatomi dan Sistem Administrasi.

B. PENDAHULUAN

Kamus Besar Bahasa Indonesia menyebut laboratorium sebagai ruang khusus yang dilengkapi dengan berbagai alat khusus yang digunakan untuk melakukan percobaan atau penyelidikan. Laboratorium kesehatan dapat didefinisikan sebagai tempat yang digunakan guna mengupayakan penelaahan dan analisis mengenai sampel yang diambil dari seseorang dalam konteks kesehatan. Tujuan dari diagnosis ini adalah untuk membantu orang dan tenaga kesehatan menentukan apa yang harus dilakukan untuk menjaga atau meningkatkan kondisi kesehatan (Erick et al, 2017).

Salah satu jenis laboratorium bidang kesehatan mencakup laboratorium klinik yang melakukan pengujian terhadap spesimen klinis guna memperoleh informasi lebih lanjut tentang kondisi kesehatan seseorang, khususnya untuk membantu proses identifikasi, pengobatan, dan pemulihan pasien. (Wulandari I, P., Jepisah, D., 2024).

Unit pelayanan laboratorium klinis adalah fasilitas unit laboratorium kesehatan yang menangani berbagai topik yang mencakup cabang ilmu seperti hematologi, kimia klinik, mikrobiologi klinik, dan parasitologi,

imunologi klinik, sitohistologi, biomolekuler, beserta bidang terkait yang berfokus pada aspek kesehatan individu. Laboratorium klinik dan kesehatan diklasifikasikan menurut kebutuhan dan fungsi masing-masing, tetapi tujuan utama laboratorium ini adalah untuk membantu proses diagnosis, terapi, penyembuhan penyakit, dan pemulihan kesehatan.(Ismawatie et al., 2023).

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 411/MENKES/PER/III/2010, "Laboratorium Klinik" didefinisikan sebagai laboratorium kesehatan yang menyediakan layanan pemeriksaan spesimen klinis dengan tujuan memperoleh informasi tentang kondisi kesehatan individu, terutama untuk membantu proses diagnosis penyakit, pengobatan, dan upaya rehabilitasi kesehatan individu. Spesimen klinis, di sisi lain, merujuk terhadap sampel yang bersumber atau diambil dari tubuh manusia yang digunakan untuk pemeriksaan (Erick et al, 2017).

Sesuai dengan ketentuan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 411/Menkes/Per/III/2010, laboratorium klinik dibagi menjadi dua kategori: laboratorium klinik umum dan laboratorium klinik khusus. Dalam Layanan laboratorium klinik umum meliputi analisis spesimen klinis di berbagai bidang seperti hematologi, kimia klinik, mikrobiologi klinik, parasitologi klinik, dan imunologi klinik. Sebagai contoh laboratorium jenis ini adalah laboratorium yang ada di rumah sakit. Laboratorium klinik khusus adalah laboratorium yang melakukan pemeriksaan spesimen klinis dengan fokus pada satu topik pemeriksaan dengan kemampuan dan keahlian tertentu (Mardiana, 2017).

C. LABORATORIUM KHUSUS PATOLOGI ANATOMI

Sesuai ketentuan yang tercantum dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 411/MENKES/PER/III/2010, laboratorium patologi anatomi bertanggung jawab untuk membuat sampel histopatologi, sampel sitologi, dan sampel jaringan yang dianalisis menggunakan teknik potong beku. Laboratorium ini menerima spesimen jaringan dan cairan tubuh pasien yang berguna untuk diagnosis penyakit. Sebagai standar utama untuk diagnosis yang didasarkan pada perubahan morfologi sel dan jaringan, pelayanan laboratorium patologi anatomi (baku emas) termasuk pemeriksaan imunologis dan molekuler khusus yang berasal dari sel dan jaringan (Erick et al, 2017).

DAFTAR PUSTAKA

- Erick, Khristian, Dewi Inderiati. 2017. *Bahan Ajar Teknologi Laboratorium Medis (TLM)*. Sitohistoteknologi.
- Ismawatie, E., Muhammad Yashir, Mk., Fathma Syahbanu, M., Aryani Adami, S., Dita Pratiwi Kusuma Wardani, M., Supriyanta, B., apt Tuti Handayani Zainal, Mf., Dessy Arisanty, Ms., Yuliantini, A., Desi Aryani, Ms., & Siti Raudah, M. (2023). *Pengantar Laboratorium Medik* Penerbit Cv. Eureka Media Aksara.
- Wulandari I, P., Jepisah, D., & M. (2024). Dinas Kesehatan Provinsi Riau dikategorikan sebagai Laboratorium Umum. *Jurnal Kesehatan Masyarakat ITEKES Cendekia Utama Kudus*, 172–185.
- Yubarda, E., & Yanti, M. R. (2019). Sistem Informasi Hasil Pemeriksaan Laboratorium Patologi Anatomi Pada Rs. Permata Hati. *JSR : Jaringan Sistem Informasi Robotik*, 3(1), 177–183. <https://doi.org/10.58486/jsr.v3i1.44>
- Mardiana, Gustira Ira. 2017. *Bahan Ajar Teknologi Laboratorium Medis. Pengantar Laboratorium Medik*
- Bancroft, J.D. & Gamble, M. (2019). *Theory and Practice of Histological Techniques, 8th Edition*. Elsevier.

GLOSARIUM

Laboratorium Klinik	: Tempat melakukan pemeriksaan spesimen dari tubuh manusia untuk menunjang diagnosis dan pengobatan.
Laboratorium Patologi Anatomi	: Laboratorium khusus yang menangani pembuatan preparat jaringan (histopatologi) dan sel (sitopatologi).
Histopatologi	: Ilmu yang mempelajari perubahan jaringan akibat penyakit.
Sitopatologi	: Ilmu yang mempelajari perubahan sel akibat penyakit.
Spesimen	: Bahan dari tubuh manusia untuk pemeriksaan diagnostik, penelitian, atau pendidikan.
Pra-analitik	: Tahap sebelum pemeriksaan, meliputi pengambilan, penanganan, dan transportasi spesimen.
Analitik	: Tahap pemeriksaan spesimen di laboratorium untuk mendapatkan hasil.
Post-analitik	: Tahap setelah pemeriksaan, termasuk pelaporan hasil dan penyimpanan data/sediaan.

BAB II

K3 LABORATORIUM PATOLOGI ANATOMI

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa diharapkan mengerti dan memahami apa saja K3 yang ada di laboratorium patologi anatomi, serta mengetahui apa yang boleh dan tidak boleh dilakukan.

B. PENDAHULUAN

Filosofi utama Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah menjaga keamanan serta kesehatan pekerja dalam menjalankan tugasnya, dengan cara mengendalikan berbagai potensi bahaya yang mungkin muncul di lingkungan kerja. Jika seluruh potensi risiko berhasil diminimalkan hingga sesuai dengan standar keamanan, maka lingkungan kerja akan menjadi lebih aman dan sehat, proses produksi berjalan tanpa hambatan, risiko kerugian dapat ditekan, dan pada akhirnya produktivitas akan meningkat. Prinsip penerapan K3 sesungguhnya tidak hanya terbatas di dunia kerja, melainkan juga secara tidak langsung telah menjadi bagian dari kebiasaan kita dalam kehidupan sehari-hari di berbagai situasi. (Saing, 2022)

Laboratorium patologi anatomi merupakan tempat di mana dilakukan proses penerimaan, pengolahan, dan diagnosis spesimen sel atau jaringan yang berasal dari manusia atau hewan uji untuk keperluan medis maupun riset. Karena alat-alat laboratorium digunakan setiap hari, keberadaan berbagai peralatan dan perlengkapannya bisa menimbulkan potensi bahaya bagi para pekerja di laboratorium tersebut. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa kecelakaan kerja di laboratorium patologi anatomi terjadi dengan frekuensi yang tinggi setiap harinya. Oleh karena itu, diperlukan langkah-langkah pencegahan yang terstruktur melalui penerapan Keselamatan dan Kesehatan

Kerja (K3) atau keselamatan laboratorium guna meminimalkan risiko kecelakaan. Hasil penelitian prospektif mengenai kecelakaan di laboratorium Patologi Rumah Sakit menunjukkan bahwa laboratorium histologi memiliki angka kecelakaan tertinggi, yakni 40%, sedangkan laboratorium sitologi sebesar 7%. Jenis kecelakaan yang paling sering terjadi adalah luka akibat benda tajam (47%), disusul percikan cairan seperti darah maupun bahan kimia (27%). Dari keseluruhan insiden, sebagian besar (67%) dialami oleh teknisi laboratorium kesehatan, 20% oleh petugas, dan sisanya oleh tenaga medis serta teknisi junior.

Walaupun kecelakaan yang tercatat tampak ringan, pencatatan insiden sangat penting sebagai upaya pencegahan terjadinya kecelakaan yang lebih besar sekaligus untuk memenuhi aspek hukum kesehatan. Perubahan perilaku pegawai menjadi faktor utama dalam meningkatkan keselamatan kerja, mengingat peran Komite Keselamatan Laboratorium masih terbatas. (Erick et al, 2017)

Pelaksanaan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) di laboratorium umumnya dapat dilakukan melalui beberapa langkah, antara lain:

1. Setiap personil laboratorium memiliki pemahaman yang memadai mengenai K3.
2. Laboratorium berada dalam kondisi yang aman dan memenuhi standar minimum agar kegiatan kerja dapat dilakukan dengan selamat.
3. Pengelolaan bahan kimia yang berpotensi menimbulkan bahaya dilakukan secara teratur dan tertata.
4. Tersedia perlengkapan alat pelindung diri (APD) yang lengkap, disertai jaminan keselamatan dan kesehatan kerja di laboratorium. (Erick et al, 2017)

C. PERAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS

1. Persiapan dan Pemrosesan sampel

Analisis kesehatan memiliki tanggung jawab dalam mengumpulkan, menyiapkan, serta memproses sampel jaringan dan sel sesuai dengan prosedur operasional standar (SOP). Keahlian dan ketelitian analisis sangat berperan penting dalam memastikan sediaan yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Bancroft, J.D. Gamble, M, (2013). *Teory and practice of histological technique*, Philadelphia: Elseiver
- Erick, Khristian, Dewi Inderiati. (2017). *Bahan Ajar Teknologi Laboratorium Medis (TLM)*. Sitohistoteknologi.
- Saing, B. (2022). *Buku Pedoman Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Laboratorium Praktikum dan Penelitian*. In Ubhara Press.
- Kiernan, J. A. (2008). *Histological and Histochemical Methods: Theory and Practice (4th ed.)*. Scion Publishing.
- Kumar, G. L., & Rudbeck, L. (2009). *Biospecimen Research: Methods and Protocols*. Humana Press – membahas grossing dan penanganan spesimen.

GLOSARIUM

- Data Base** : Kumpulan data yang disimpan dalam bentuk digital dan dapat diakses dengan mudah, digunakan untuk menyimpan informasi tentang bahan kimia, prosedur darurat, dan lain-lain
- Fiksatif** : Zat atau bahan yang digunakan untuk mengawetkan atau menstabilkan struktur seluler atau jaringan biologis, sehingga dapat dipertahankan untuk analisis mikroskopis atau penyimpanan jangka panjang.
- Formaldehid** : Senyawa kimia dengan rumus kimia HCHO atau CH_2O . Senyawa ini adalah aldehida yang paling sederhana dan memiliki bau yang khas, menyengat.
- Hipersensitif** : Kondisi di mana seseorang atau sistem biologis memiliki reaksi yang berlebihan atau sangat sensitif terhadap rangsangan tertentu.
- Instansi** : Lembaga atau organisasi yang dibentuk untuk menjalankan fungsi tertentu, seperti pemerintahan, pendidikan, atau kesehatan. Instansi dapat berupa lembaga pemerintah, organisasi non-pemerintah, atau badan usaha. Instansi memiliki tujuan dan fungsi tertentu, seperti pelayanan publik, pengawasan, atau pengembangan.
- Inventaris** : Daftar atau catatan sistematis tentang barang-barang, aset, atau sumber daya yang dimiliki oleh suatu organisasi, perusahaan, atau individu. Inventaris biasanya mencakup informasi tentang jenis, jumlah, nilai, dan kondisi barang-barang yang ada.

- Khloroform** : (CHCl_3) adalah senyawa kimia yang berupa cairan tidak berwarna dengan bau yang khas.
- Perspektif finansial** : Sudut pandang atau cara melihat sesuatu dari sisi keuangan atau ekonomi. Dalam konteks bisnis atau organisasi, perspektif finansial seringkali digunakan untuk menilai kinerja, membuat keputusan, atau merencanakan strategi
- Reversibel** : Suatu proses atau reaksi yang dapat dibalik atau dikembalikan ke keadaan semula. Dapat berlangsung dalam dua arah dan dapat dikontrol untuk mencapai hasil yang diinginkan.

BAB III

JENIS JENIS DAN FUNGSI JARINGAN

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa diharapkan dapat membedakan setiap jenis dan fungsi dari jaringan otak yang dapat dibuatkan sediaan histologi.

B. PENDAHULUAN

Sitohistoteknologi adalah disiplin ilmu yang tergolong baru dan mencakup dua cabang utama, yaitu histologi serta patologi anatomi. Histologi mempelajari jaringan normal beserta sel-selnya (sitologi), sementara patologi anatomi lebih menyoroti perubahan jaringan akibat penyakit, terutama yang berkaitan dengan keganasan (Sumanto, 2014).

Secara bahasa, istilah sitohistoteknologi berasal dari kata *sito* yang berarti sel dan *histo* yang berarti jaringan. Dengan demikian, bidang ini memusatkan perhatian pada kajian sel dan jaringan. Pengamatan dilakukan secara detail menggunakan mikroskop pada preparat jaringan atau sel yang telah dipotong tipis. Sitohistoteknologi juga dipahami sebagai teknik atau prosedur untuk menyiapkan spesimen histologi melalui tahapan tertentu hingga siap diteliti maupun dianalisis.

Beberapa kegunaan sitohistoteknologi antara lain:

1. Membantu menegakkan diagnosa penyakit yang diderita oleh seorang pasien
2. Bahan pengajaran dan praktikum mahasiswa, guna mempelajari bentuk dan struktur jaringan tubuh tertentu yang normal.
3. Riset, guna mempelajari perubahan jaringan dan organ tubuh hewan percobaan yang mendapat perlakuan tertentu atau mempelajari pertumbuhan dan perkembangan jaringan atau organ tubuh tertentu.

Makalah ini membahas mengenai jaringan, ragam jaringan pada otak, serta peran masing-masing jaringan tersebut. Otak manusia merupakan organ yang sangat penting, memiliki struktur yang rumit, dan masih menyimpan banyak misteri. Sebagai bagian dari sistem tubuh, otak tidak dapat bekerja sendiri, melainkan harus berinteraksi serta bekerja sama dengan organ-organ lainnya untuk menjaga keseimbangan tubuh atau kondisi homeostasis (Bernardi J. R. et al., 2016).

C. PENGERTIAN JARINGAN

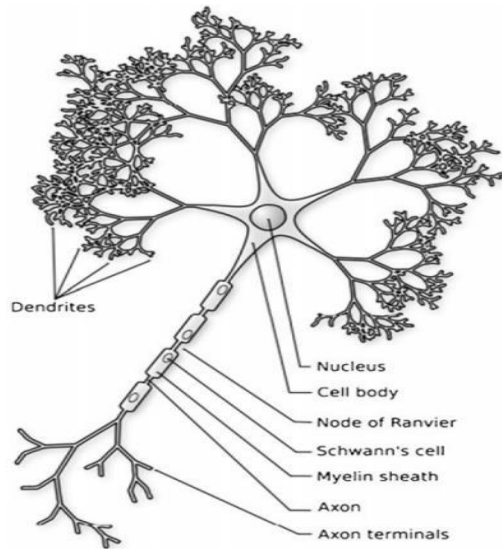
Jaringan adalah kumpulan sel-sel dengan struktur dan fungsi khusus yang sama. Sementara sebetulnya sel-sel yang menyusun tubuh hidup tidaklah selalu sama atau serupa. Setiap sel mempunyai bentuk dan fungsi yang berbeda dengan yang lain (Ramadhani & Widyaningrum, 2022).

D. PENGERTIAN OTAK DAN FUNGSI OTAK

Otak merupakan organ vital dengan struktur kompleks yang bekerja sama dengan organ lain untuk menjaga homeostasis. Sebagai pusat sistem saraf, otak merespons perubahan internal maupun eksternal dan, melalui jaringan saraf serta hormon, mengatur fungsi organ agar tubuh tetap seimbang dengan lingkungannya (Gibb & Kovalchuk, 2018).

Fungsi otak mencakup aktivitas sadar maupun tidak sadar. Organ ini mengendalikan sensasi yang dirasakan, gerakan yang dikehendaki, serta aktivitas otomatis dari organ-organ vital. Selain itu, otak juga berperan penting dalam proses mental seperti memori, emosi, kemampuan intelektual, komunikasi, serta pembentukan karakter dan kepribadian (Gibb & Kovalchuk, 2018).

Struktur otak terdiri atas dua tipe sel utama, yaitu neuron dan neuroglia. Neuron adalah sel khusus penghantar sinyal listrik yang berkomunikasi melalui sinaps. Sel ini memiliki tiga bagian utama: dendrit yang menerima rangsangan, badan sel yang memproses informasi, dan akson yang meneruskan pesan elektrokimia berupa neurotransmitter ke neuron lain (Gibb & Kovalchuk, 2018).



Sumber: Joan & Jernigan, 2010

Gambar 3.1 Gambaran Skematik Sel Neuron

E. JENIS JENIS DAN FUNGSI JARINGAN OTAK

1. Neuron

Neuron adalah sel utama pada sistem saraf yang berfungsi menghantarkan sinyal atau impuls informasi dari luar tubuh. Selain itu, neuron berperan dalam mengatur gerakan otot serta menjaga komunikasi antarneuron. Bentuk dan ukuran neuron dapat bervariasi sesuai tugasnya, namun secara umum neuron memiliki badan sel (soma) yang mengandung inti sel (nukleus) dengan kromosom (DNA), dendrit, akson, serta terminal akson. Akson biasanya berjumlah satu dan berfungsi menyalurkan impuls keluar dari badan sel menuju terminal, sedangkan dendrit yang jumlahnya banyak menerima sinyal dari luar untuk diteruskan ke badan sel (Verkhatsky et al., 2013).

DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, R. (2018). *Histologi Kedokteran: Jaringan Dasar Tubuh Manusia*. Padang: Universitas Baturrahmah
- Barres B.A., Watkins T.A., Emery B., Mulinyawe S. (2008). Distinct Stages of Myelination Regulated by γ -Secretase and Astrocytes in a Rapidly Myelinating CNS Coculture System. *Neuron* 60(4): 555-569. DOI: 10.1016/j.neuron.2008.09.011.
- Dheen, S. T., Kaur, C., & Ling, E. A. (2007). Microglial activation and its implications in the brain diseases. *Current Medicinal Chemistry*, 14(11), 1189–1197. PubMed PMID: 17504139.
- Elsherif M., Pugsley M.K. (2020). *Histology, Epithelial Cell. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL)*. StatPearls Publishing. PubMed PMID: 32644489
- Francis, T., et al. (2025). Insights into human muscle biology from human primary skeletal muscle cell culture. *Journal of Muscle Research and Cell Motility. Springer*.
- Ganz T. (2020). Epithelia: Not just physical barriers. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 99(6):3357–3358. DOI: 10.1073/pnas.072073199
- Gibb R, Kovalchuk A. 2018. *Brain Development. In The Neurobiology of Brain and Behavioral Development*. Academic Press. 2018:3-27.
- Jääskeläinen I, et al. (2023). *Collagens Regulating Adipose Tissue Formation and Functions*. *Biomedicines*, 11(5):1412. MDPI
- Joan S, Jernigan Terry L. 2010. The basics of brain development. *Neuropsychology Review* 20:327-48
- Kamrani P. (2022). *Note on Connective Tissue Structure and Functions*. *J Biomed Eng Med Devices*. Longdom
- Kandel ER, 2012. *The molecular biology of memory: CAMP, PKA, CRE, CREB-1, CREB-2, and CPEB*. *Molecular Brain*, 5(1), 1.

- Kawabata R. (2021). Classification in the four types of tissue in human body and the concepts of connective tissue. *Journal of Physical Fitness, Nutrition and Immunology*. JSTAGE
- Mardiati R. (2010). *Neurologi: Belajar dan Memori*.
- Nicholls JG, Martin R, Fuchs PA, Brown DA, Diamond ME & Weisblat DA, (2011). *From Neuron to Brain, Fifth Edition*, Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, USA.
- Oberheim N.A., Takano T., Han X. et al. (2009). *Uniquely Hominid Features of Adult Human Astrocytes* 29(10):3276-3287.doi:10.1523/JNEUROSCI.4707-08.2009.
- Orthopaedics and Trauma. (2024). Skeletal muscle structure, function and pathology. *Orthopaedics and Trauma*, 38(3), 137-144. Elsevier.
- Ramadhani Khairunisa, Widyaningrum Khairunisa. 2022. *Buku Ajar Dasar-dasar Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia Bagi Mahasiswa Gizi dan Kesehatan*. Yogyakarta. UAD PRESS
- Wojtera, M., Sikorska, B., Sobów, T., & Liberski, P. P. (2005). Microglial cells in neurodegenerative disorders. *Folia Neuropathologica*, 43(4), 311–321.ISSN 1509-572X. PubMed PMID: 16416395.

GLOSARIUM

Akson	: Serabut panjang neuron yang mengirimkan impuls ke sel saraf lain, otot, atau kelenjar.
Astrosit	: Sel glia berbentuk bintang yang membantu melindungi neuron, menjaga keseimbangan kimia, serta membentuk pelindung darah-otak.
Batang Otak	: Bagian otak yang menghubungkan dengan sumsum tulang belakang, berfungsi mengatur napas, denyut jantung, dan fungsi vital lainnya.
Cerebellum (Otak Kecil)	: Bagian otak yang berfungsi menjaga keseimbangan, postur, dan koordinasi gerakan.
Cerebrum (Otak Besar)	: Bagian otak terbesar yang mengatur pikiran, emosi, memori, serta pergerakan tubuh.
Dendrit	: Bagian neuron berbentuk cabang pendek yang berfungsi menerima sinyal dari sel lain.
Homeostasis	: Keadaan seimbang di dalam tubuh agar organ dapat bekerja normal.
Jaringan	: Kumpulan sel yang mirip dalam bentuk maupun fungsinya dan bekerja sama untuk tugas tertentu.
Long Term Potentiation (LTP)	: Penguatan hubungan sinaps yang bertahan lama setelah stimulasi berulang, penting dalam proses belajar dan mengingat.
Mielin	: Lapisan lemak yang menyelimuti akson untuk mempercepat penghantaran impuls saraf.
Mikroglia	: Sel kekebalan di sistem saraf yang berperan membersihkan sisa sel mati dan melawan kuman.
Neurogenesis	: Proses pembentukan neuron baru di otak, khususnya pada area tertentu seperti hippocampus.
Neuroglia (Glia)	: Sel pelengkap saraf yang menjaga, memberi nutrisi, serta mendukung fungsi neuron.

Neuron (Sel Saraf)	: Sel utama penyusun saraf yang menghantarkan rangsangan listrik. Terdiri atas badan sel, dendrit, dan akson.
Neurotransmitter	: Zat kimia yang membawa pesan saraf antar neuron, misalnya dopamin, serotonin, dan asetilkolin.
Oligodendrosit	: Sel glia yang menghasilkan mielin di sistem saraf pusat untuk mempercepat hantaran sinyal.
Otak	: Organ pusat sistem saraf yang mengatur berbagai aktivitas tubuh, menjaga kestabilan internal, serta menjadi pusat ingatan, emosi, dan kesadaran.
Plastisitas Sinapsis	: Kemampuan hubungan antar neuron untuk berubah dan menyesuaikan diri akibat pengalaman atau proses belajar.
Sawar Darah Otak (Blood-Brain Barrier/BBB)	: Sistem pertahanan yang menyaring zat dari darah sebelum masuk ke jaringan otak.
Sel	: Komponen terkecil makhluk hidup yang memiliki peran dan fungsi khusus.
Sinaps	: Titik pertemuan antar neuron atau antara neuron dengan sel target, tempat terjadinya perpindahan sinyal saraf.
Soma	: Bagian tubuh neuron yang menyimpan inti sel dan organel penting.

BAB IV

HISTOLOGI ORGAN JARINGAN DAN SISTEM ORGAN JARINGAN (RESPIRASI, DIGESTI, SIRKULASI, DAN EKSKRESI)

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa diharapkan mampu memahami secara komprehensif struktur histologi organ dan sistem organ pada manusia, khususnya sistem respirasi, digesti, sirkulasi, dan ekskresi, serta hubungannya dengan fungsi fisiologis masing-masing sistem.

B. PENDAHULUAN

Anatomi, adalah cabang ilmu biologi yang berhubungan dengan identifikasi gambaran struktur tubuh dari makhluk hidup. Anatomi melibatkan studi tentang struktur tubuh utama melalui pembedahan dan pengamatan yang berkaitan dengan tubuh manusia. Anatomi berasal dari bahasa Yunani, yaitu *ana* yang berarti "naik" atau "melalui" dan *tome* yang berarti "pemotongan". Anatomi dapat diartikan sebagai "pemotongan" karena struktur tubuh pada awalnya dipelajari melalui pembedahan. (Hakim, 2021)

Berdasarkan aspek yang dipelajari, Anatomi dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu anatomi mikroskopik dan anatomi makroskopik. Anatomi mikroskopik adalah studi tentang struktur-struktur yang tidak dapat dilihat dengan mata manusia biasa. Dalam pemeriksaan mikroskopis ini, kita memeriksa dua aspek, yaitu sitologi dan histologi. Sitologi berfokus pada penyelidikan sel-sel secara individu, sementara histologi berkaitan dengan

penyelidikan jaringan-jaringan tubuh. (Nugrawati & Wijaya, 2023)

C. HISTOLOGI ORGAN JARINGAN

Histologi adalah cabang biologi yang berhubungan dengan studi tentang jaringan dan struktur, terutama struktur mikroskopis dari jaringan organik. Ilmu ini mempelajari tentang bentuk struktur yang terlihat di bawah mikroskop (cahaya, elektron, dan inframerah). Histologi juga disebut sebagai anatomi mikroskopis. Berbeda dengan anatomi kasar yang melibatkan struktur yang dapat diamati dengan mata telanjang, pada histologi diperlukan bantuan alat untuk melakukan pengamatan. Kata histologi berasal dari bahasa Yunani *histo* yang berarti "jaringan" dan *logo* yang memiliki arti "ilmu". (Hakim, 2021)

Sediaan histologi yang paling banyak digunakan adalah sediaan yang disiapkan dengan metode parafin dan diamati dengan mikroskop cahaya. Supaya jaringan dapat diamati di bawah mikroskop cahaya, sampel jaringan harus bisa ditembus oleh cahaya sehingga ketebalan sampel jaringan harus sangat tipis. Supaya tidak mudah rusak, jaringan dilekatkan pada gelas objek. Jaringan pada dasarnya tidak berwarna sehingga sulit diidentifikasi strukturnya. Untuk dapat membedakan satu struktur dengan lainnya, jaringan perlu diwarnai. Supaya awet dan meningkatkan resolusi saat diamati dengan mikroskop, irisan jaringan ditutup dengan gelas penutup. Selanjutnya, jaringan yang sudah siap diamati di bawah mikroskop disebut dengan sediaan histologi. (Yustina et al, 2023)

D. SISTEM ORGAN JARINGAN

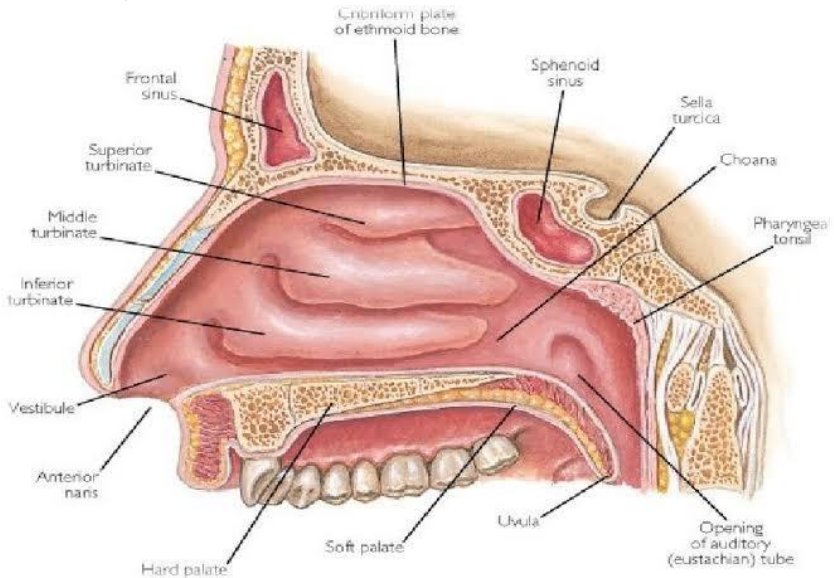
1. Sistem Respirasi

Sistem respirasi, atau sistem pernapasan, merupakan mekanisme vital di mana manusia menghirup udara untuk mengambil oksigen dan mengeluarkan karbon dioksida sebagai limbah. Organ vital dalam sistem ini adalah paru-paru, yang sebagian besar tersusun dari sekitar 700 juta alveoli (gelembung udara) pada kedua sisi (kanan dan kiri). Gelembung-gelembung ini terdiri dari sel-sel epitel dan endotel. Lokasi paru-paru berada di rongga dada tengah, sementara jantung berada di bagian depan rongga dada. (Imron et al, 2021)

a. Saluran Pernapasan Bagian Atas

1) Rongga Hidung

Rongga hidung, baik di sisi kiri maupun kanan, terbagi menjadi ruang depan luar dan rongga dalam. Bagian luar hidung hingga lubang hidung (nares) dan ruang depan dilengkapi dengan kelenjar dan vibrissae (bulu hidung) yang berfungsi menyaring udara. Epitelium pada ruang depan berangsur-angsur berubah menjadi epitel kolumnar bersilia pseudostratifikasi. Rongga hidung terbagi oleh septum dan memiliki tiga conchae (konka). Epitelium pernapasan melapisi concha tengah dan inferior, sedangkan epitel olfaktorius terletak di atap hidung dan concha superior. (Yusfarani et al, 2025).



Sumber: Kartini et al, 2021

Gambar 4.1 Dinding Lateral Rongga Hidung

Dinding lateral di bagian medial rongga hidung memiliki tiga struktur seperti gulungan yang tertutup mukosa, dikenal sebagai konka nasalis superior, media, dan inferior; konka inferior adalah tulang yang terpisah. Mukosa rongga hidung memiliki lamina propria yang kaya akan vaskularisasi (arteri, vena, dan kapiler) yang berfungsi membawa nutrisi dan air ke sel-sel sekretori.

DAFTAR PUSTAKA

- Hakim, R. F. (2021). *Anatomi, Histologi, Fisiologi Sistem Rongga Mulut*. Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Handayani Sri. (2021). *Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia*. Yogyakarta: CV. Media Sains Indonesia.
- Hasan, I. & Nada M.H. (2016). Histological and immunohistochemical (Annexin A1) Analysis of Bisphosphonate (Zoledronate) Effect on Submandibular and Parotid Glands in Neonatal Rats. *Ministry of Higher Education & Scientific Research University of Baghdad College of Dentistry*.
- Hayati., Erikardo, Oktadio. (2023). *Modul Praktikum Histologi*. Jakarta Selatan; Uhamka
- Imron, R., Supriatiningsih, & Firdaus, S. (2021). *Biologi Dasar Manusia*. Jakarta: Trans Info Media.
- Kartini, Febriyanto, T., Sius, U., Suryadi, D., Khudri, G., Novelyn, S., Batubara, F. R., Rita, R. S., Prameswari, N., Parisihni, K., Angreni, F., Sari, W. S., Susanti, F., Ifadah, E. I., Iqbal, M., & Handayani, K. M. (2021). *Dasar-Dasar Ilmu Biomedik Struktur dan Fungsi*. In Eureka Media Aksara.
- Kirnanoro & Maryana. (2019). *Anatomi Fisiologi Dasar-Dasar Anatomi Fisiologi*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Kurniasih, Erwin. Daris, Hamidatus. (2017). *Buku Ajar: Gangguan Sistem Pernafasan*. Samudra Biru.
- Mescher, A. L. (2018). *Junqueira's Basic Histology: Text and Atlas* (15th ed.). McGraw-Hill Education
- Putri, S. & Dale, D. S. (2019). *Anatomi Fisiologi & Biokimia Keperawatan*. Yogyakarta: Pustaka Baru.
- Rahayu, Yani Corvianindya & Atik Kurniawati. (2018). *Cairan Rongga Mulut*. Yogyakarta: Pustaka Panasea.

- Ransun, D., Utari M. D., Jumadewi, A., Ransun, D., Rasyid, R. A., Yuliana, I., dkk. (2024). *Histologi*. Jawa Tengah: Media Pustaka Indo.
- Soesilawati, P. (2020). *Histologi Kedokteran Dasar*. In Airlangga University Press (Issue Oktober).
- Tarigan, E. S. A. (2023). Description Of The Results Of The Cytological Examination Of Pleural Fluid Using Giemsa Staining. *Medistra Medical Journal (Mmj)*, 1(1), 7–12.
- Yusfarani, D., Robiatun, Anita R. P. R., Oktiansyah, R., Saputra, A., (2025). *Buku Ajar Histologi*. Jawa Barat: Media Sains Indonesia.
- Yustina Andwi et al., (2023). *Buku Ajar Histologi*. UGM : Yogyakarta

GLOSARIUM

Alveoli	:	Gelembung udara
Bronkiolus	:	Cabang dari bronkus
Cavum nasi	:	Rongga hidung
Faring	:	Tenggorokan bagian atas yang terletak di belakang mulut dan rongga hidung
Hilus	:	Akar paru-paru
Laring	:	Kotak suara
Nares	:	Lubang hidung
Otot Longitudinal	:	Otot polos
Otot Sirkular	:	Otot rangka
Palatum molle	:	Langit-langit mulut yang lunak
Rigi	:	Tonjolan
Vasa vasorum	:	Pembuluh di dalam pembuluh
Vasodilatasi	:	Pelebaran pembuluh darah
Vasokonstriksi	:	Penyempitan pembuluh darah
Vibrissae	:	Bulu hidung

BAB V

FIKSASI JARINGAN

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa diharapkan mampu melaksanakan pemeriksaan histopatologi untuk menjamin mendapatkan preparat sediaan yang baik dan sesuai.

B. PENDAHULUAN

Preparat atau objek sediaan adalah sesuatu yang sering ditemui dalam kegiatan sehari-hari. Proses pembuatan preparat bisa dianggap sederhana hingga sangat rumit, tergantung pada bagian tubuh yang akan diperiksa secara mikroskopis. Preparat yang ideal adalah yang mampu mencerminkan kondisi sel atau jaringan seolah-olah masih berada di dalam tubuh. Namun, ketika sel atau jaringan terpisah dari tubuh, baik secara sengaja maupun tidak, mereka akan mengalami kematian atau kerusakan. Untuk mencegah atau meminimalkan kerusakan tersebut, diperlukan suatu tindakan yang disebut “fiksasi” untuk menjaga sel dan jaringan tetap utuh (Bruce-gregorios, 2017).

Fiksasi adalah salah satu elemen krusial dalam proses pembuatan sediaan. Ketidaktepatan dalam fiksasi dapat mengakibatkan sia-sianya tahapan berikutnya, karena preparat yang dihasilkan tidak berkualitas. Dalam kasus yang lebih serius, sel atau jaringan yang akan diamati bisa rusak sepenuhnya dan tidak dapat digunakan kembali. Bab ini akan membahas dan mempraktikkan teknik fiksasi untuk sel dan jaringan, dengan fokus pada prinsip dasar fiksasi, langkah-langkah proses, serta formula larutan fiksasi yang dibutuhkan (Dey, 2023).

C. TINJAUAN UMUM FIKSASI

Fiksasi jaringan merupakan proses kimiawi atau fisik yang digunakan untuk mempertahankan struktur jaringan biologis agar tetap mirip dengan

kondisi hidupnya, sehingga dapat diamati di bawah mikroskop. Proses ini sangat penting dalam bidang histologi dan patologi terutama untuk sampel jaringan manusia yang diperoleh dari biopsi, operasi, atau otopsi. Tanpa fiksasi, jaringan akan mengalami degradasi cepat akibat autolisis (pencernaan oleh enzim intraseluler) dan putrefaksi (pembusukan oleh bakteri). (Bussolati, 2022)

Fiksasi tidak hanya menghentikan reaksi biokimia yang sedang berlangsung tetapi juga melindungi jaringan dari kerusakan selama proses selanjutnya seperti pemotongan, pewarnaan, dan analisis imunohistokimia. Dalam konteks manusia, fiksasi sering diterapkan pada jaringan seperti payudara, kolon, paru-paru, endometrium, dan prostat, di mana preservasi struktur sel dan molekul seperti DNA, RNA, dan antigen sangat krusial untuk diagnosis dan perencanaan terapi personal. Secara historis, teknik fiksasi telah berkembang sejak abad ke-19, dengan penemuan seperti parafin embedding oleh Edwin Klebs dan penggunaan formaldehida oleh Ferdinand Bloom (Bussolati, 2022).

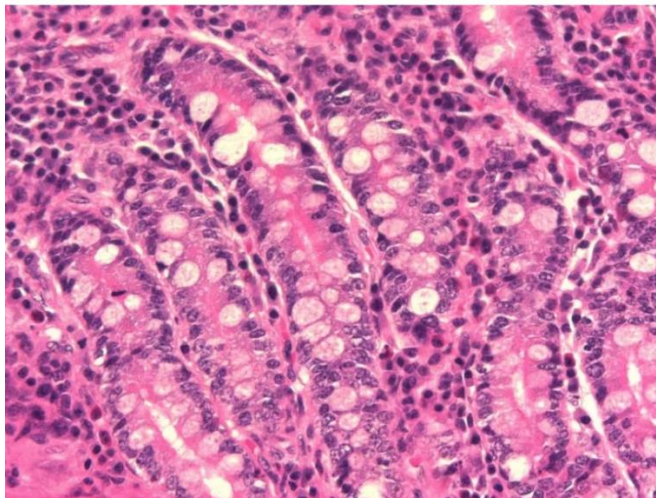
Struktur jaringan dan sel dipengaruhi oleh bentuk serta ukuran makromolekul yang ada di dalam dan di sekitar sel. Makromolekul utama dalam sel adalah protein dan asam nukleat. Pada hewan vertebrata, di permukaan sel dan ruang ekstraselular terdapat glikoprotein dan proteoglikan, di mana karbohidrat terikat secara kovalen dengan protein. Karbohidrat ini bersifat hidrofilik, sehingga mengikat banyak air di ruang ekstraselular melalui ikatan hidrogen. Selain itu, air merupakan komponen utama tubuh manusia, menyumbang sekitar 60% dari total berat tubuh. Adanya protein, karbohidrat, dan air ini dapat menyebabkan kerusakan atau kematian sel, baik akibat pengaruh internal maupun eksternal (Suvarna et al., 2019).

Dalam pembuatan preparat yang baik, sel dan jaringan yang diamati diharapkan memiliki kemiripan yang tinggi dengan kondisi saat masih hidup. Karenanya, elemen utama dari teknik pembuatan sediaan histologi dan sitologi adalah menjaga keadaan alami sel dan jaringan. Untuk mencapai hal ini, jaringan yang diambil dari tubuh atau sel yang dihasilkan melalui teknik apusan harus segera diawetkan dengan larutan fiksasi melalui proses fiksasi. Namun, pada beberapa kasus apusan, fiksasi dapat dilakukan dengan pengeringan di suhu ruang atau melalui pemanasan

Fiksasi jaringan bertujuan untuk mempertahankan komponen sel dan jaringan dalam kondisi yang sedekat mungkin dengan keadaan hidup. Selama

proses fiksasi dan langkah-langkah pembuatan preparat jaringan, komposisi serta tampilan komponen sel dan jaringan dapat mengalami perubahan signifikan. Kadang-kadang, hasilnya tidak sesuai dengan kondisi ideal. Namun, dengan pendekatan yang cermat, diharapkan dapat dihasilkan sediaan yang memiliki sifat kimia dan struktur yang optimal untuk mendukung pengamatan dengan hasil yang maksimal.

Penting untuk menyadari bahwa penggunaan fiksatif pada awalnya akan memicu sejumlah perubahan pada jaringan, seperti penyusutan, pembengkakan, atau pengerasan komponen jaringan. Perubahan ini dapat berulang pada tahapan proses selanjutnya. Sebagai contoh, saat jaringan direndam dalam larutan formalin 10%, penyusutan yang terjadi relatif kecil, tetapi pada tahap pematangan jaringan, spesimen dapat menyusut hingga 20%–30% dari volumenya. Fiksasi pada jaringan tertentu juga dapat memengaruhi komponen yang akan diwarnai dengan reagen histokimia atau imunohistokimia. Karenanya, tujuan akhir dari pengolahan, pemotongan, dan pewarnaan jaringan—apakah untuk struktur atau komponen kimia—harus diperhatikan dengan cermat.



Sumber: <http://www.leicabiosystems.com>

Gambar 5.1 Sediaan Jaringan Mukosa

Pada gambar di atas menunjukkan sediaan mukosa usus halus yang telah difiksasi dalam formalin buffer netral, suatu fiksatif pengikat silang. Preservasi nukleus dan sitoplasma memuaskan, tetapi terdapat sedikit penyusutan sel.

DAFTAR PUSTAKA

- Bruce-gregorios, J. . (2017). *Histopathologic Techniques (U.S Edition)*. Jocelyn H. Bruce-Gregorios, M.D.
- Carson, F.L., Hladik, C. (2009). *Histotechnology: A Self-Instructional Text (Third Edition)*. American Society for Clinical Pathology Press.
- Dey, P. (2023). *Basic and Advanced Laboratory Techniques in Histopathology and Cytology (Second Edition)*. Springer.
- Gunasegaran, J. P. (2017). *Textbook of Histology: A Practical Guide (Second Edition)*. Elsevier.
- Healthskybio. (2025). *Common Problems in Tissue Processing and How to Solve Them*. Retrieved diakses pada 15 september 2025 di <https://www.healthskybio.com/common-problems-in-tissue-processing-and-how-to-solve-them.html>
- Khristian E., Dewi I. (2017). *Bahan Ajar Teknologi Laboratorium Medis (TLM) Sitohistoteknologi*. Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan: Jakarta Selatan
- NDB Bio. (2020). *A Brief Guide to Tissue Fixation for Histology*. Diakses pada https://www.ndbbio.com/post/tissue_fixation
- Rakhmina D. (2024). *Sitohistoteknologi*. PT Media Pustaka Indo: Jawa Tengah
- Suvarna, S.K., Layton, C., Bancroft, J. D. (2019). *Bancroft's Theory and Practice of Histological Techniques (Eight Edition)*. Elsevier.

GLOSARIUM

- Agitasi** : Pengadukan atau penggerakan larutan fiksatif untuk meningkatkan laju penetrasi dan kecepatan fiksasi. tetapi harus optimal agar tidak merusak jaringan halus.
- Autolisis** : Proses penghancuran diri sendiri pada sel atau jaringan akibat pelepasan enzim intraselular dari lisosom yang pecah setelah sel mati.
- Cross-linking** : Mekanisme ikatan silang antara makromolekul seperti protein dengan komponen fiksatif, yang menstabilkan elemen sel dan mencegah difusi zat terlarut.
- Fiksasi** : Proses pengawetan sel dan jaringan untuk menjaga struktur dan komponen kimiawi seperti saat masih hidup, mencegah kerusakan postmortem seperti autolisis dan pembusukan.
- Koagulasi** : Penggumpalan partikel koloid seperti protein di dalam sel melalui penambahan bahan kimia atau perlakuan fisik, yang menstabilkan struktur sel selama fiksasi.
- Osmolaritas** : Konsentrasi osmotik larutan fiksatif yang mempengaruhi penyusutan atau pembengkakan jaringan. larutan sedikit hipertonik (400–450 mOsm) memberikan hasil morfologi terbaik.
- Penetrasi** : Kemampuan larutan fiksatif untuk masuk dan meresap ke dalam jaringan secara merata; dipengaruhi oleh faktor seperti suhu, ukuran spesimen, dan agitasi.
- Presipitasi** : Pengendapan intraseluler, terutama protein, akibat berkurangnya kelarutan yang disebabkan oleh reaksi kimia selama proses fiksasi, mencegah pembusukan.

BAB VI

DEKALSIFIKASI

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa diharapkan mampu melakukan proses dekalsifikasi jaringan keras (tulang dan gigi) secara tepat untuk menjamin kualitas preparat histologi dan ketelitian hasil pemeriksaan mikroskopis.

B. PENDAHULUAN

Dekalsifikasi merupakan salah satu tahapan penting dalam histoteknik, khususnya dalam pengolahan jaringan keras seperti tulang dan gigi sebelum dilakukan pemeriksaan mikroskopis. Proses ini bertujuan untuk menghilangkan mineral, terutama kalsium, dari jaringan agar preparat dapat dipotong dengan mikrotom secara baik dan tidak merusak alat. Tanpa dekalsifikasi yang benar, hasil potongan jaringan akan rapuh, tidak rata, serta menyulitkan interpretasi hasil pemeriksaan histopatologi (Bancroft & Gamble, 2019).

Jaringan tulang dan gigi memiliki struktur mineralisasi tinggi yang membuatnya keras dan tidak mudah dipotong. Oleh karena itu, dekalsifikasi diperlukan agar jaringan tersebut lebih lunak tanpa merusak struktur seluler maupun jaringan lunak di sekitarnya. Proses ini juga memungkinkan penyerapan zat pewarna dengan baik sehingga detail histologi dapat diamati dengan jelas pada mikroskop (Suvarna, Layton, & Bancroft, 2019).

Metode dekalsifikasi dapat dilakukan dengan berbagai cara, di antaranya menggunakan asam kuat, asam lemah, serta agen khelasi. Pemilihan metode sangat menentukan kualitas preparat yang dihasilkan. Penggunaan asam kuat memang cepat, tetapi sering kali merusak detail sel, sedangkan metode khelasi lebih lama namun lebih aman terhadap struktur jaringan (Kiernan, 2015).

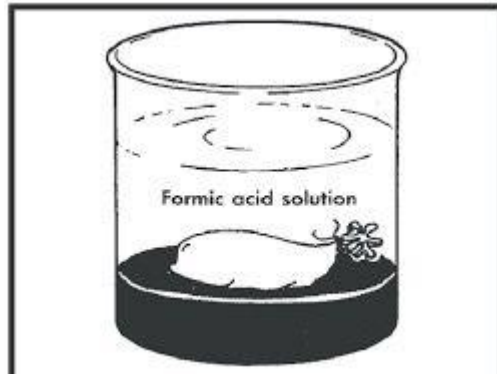
Selain metode, lama waktu dekalsifikasi juga harus diperhatikan. Waktu yang terlalu singkat dapat menyebabkan sisa kalsium masih tertinggal sehingga potongan jaringan sulit dilakukan, sementara waktu yang terlalu lama dapat merusak struktur jaringan. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman mengenai prinsip kerja serta faktor yang memengaruhi keberhasilan proses dekalsifikasi (Fischer, 2018).

Dalam konteks pendidikan histoteknik, pembelajaran tentang dekalsifikasi sangat penting bagi mahasiswa agar mampu memahami prosedur kerja di laboratorium histologi dan patologi anatomi. Mahasiswa perlu menguasai keterampilan teknis ini untuk menjamin kualitas preparat yang baik sehingga diagnosis histopatologi dapat ditegakkan secara akurat (Muliyadi, 2017).

Lebih jauh lagi, perkembangan teknologi laboratorium saat ini juga mendorong peningkatan metode dekalsifikasi yang lebih cepat, efisien, dan aman. Beberapa penelitian terkini mengembangkan bahan kimia alternatif serta metode otomatisasi untuk mempercepat proses dekalsifikasi tanpa menurunkan kualitas preparat. Hal ini menunjukkan bahwa dekalsifikasi tidak hanya sekadar teknik konvensional, tetapi juga bidang kajian yang terus berkembang sesuai kebutuhan dunia medis modern (Hidayat, 2021).

Dengan demikian, dekalsifikasi tidak hanya menjadi teknik rutin laboratorium, tetapi juga bagian integral dari pengembangan ilmu kedokteran dan kesehatan. Pemahaman yang baik mengenai prinsip, metode, serta penerapan dekalsifikasi diharapkan mampu meningkatkan kompetensi mahasiswa dalam bidang histoteknik serta mendukung kualitas pelayanan kesehatan (Supriyadi, 2020).

C. PRINSIP DASAR DAN PROSES DEKALSIFIKASI



Sumber: Nagpal, 2016

Gambar 6.1 Pemberian kassa pada jaringan yang didekalsifikasi

Dalam pelaksanaan dekalsifikasi, terdapat beberapa prinsip utama yang perlu diperhatikan. Prinsip ini sangat menentukan kelancaran proses serta kualitas hasil yang diperoleh. Secara umum, prinsip dasar dekalsifikasi mencakup::

1. Penghilangan garam kalsium menggunakan larutan asam lemah
2. Pengurangan garam kalsium dengan larutan mineral lemah yang disertai pertukaran ion resin untuk menjaga agar larutan dekalsifikan tetap bebas dari kalsium
3. Pemanfaatan agen *chelating* seperti EDTA
4. Penghilangan kalsium melalui konversi menjadi ion elektrolit menggunakan arus listrik.

Secara umum, tahapan dekalsifikasi dilakukan dengan cara berikut: Blok jaringan yang telah difiksasi dan diparafinisasi direndam dalam larutan dekalsifikasi dengan volume sekitar 50–100 kali lebih besar dibandingkan ukuran blok jaringan. Untuk memaksimalkan proses, jaringan biasanya ditempatkan menggunakan kassa sehingga posisinya dapat berada di dasar larutan atau melayang pada bagian tengah cairan. Larutan dekalsifikasi harus diganti satu hingga dua kali sehari sampai proses benar-benar selesai, karena hal ini sangat berpengaruh terhadap efektivitas dan kesempurnaan hasil. Setelah proses dekalsifikasi dinyatakan selesai, jaringan segera dipindahkan ke dalam alkohol 70% selama kurang lebih 10 jam, dengan beberapa kali penggantian larutan alkohol pada konsentrasi yang sama. Tahap selanjutnya adalah pematangan jaringan untuk persiapan proses berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bancroft, J. D., & Gamble, M. (2019). *Theory and Practice of Histological Techniques*. 8th Edition. Elsevier Health Sciences.
- Kiernan, J. A. (2015). *Histological and Histochemical Methods: Theory and Practice*. 5th Edition. Scion Publishing.
- Suvarna, S. K., Layton, C., & Bancroft, J. D. (2018). *Bancroft's Theory and Practice of Histological Techniques*. Elsevier.
- Prophet, E. B., Mills, B., Arrington, J. B., & Sobin, L. H. (1992). *Laboratory Methods in Histotechnology*. American Registry of Pathology.
- Kiernan, J. A. (2000). *Histological and Histochemical Methods*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Khristian, E., & Inderiati, D. (2017). *Sitohistoteknologi*. Jakarta: Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan, Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

GLOSARIUM

Agitasi	: Proses pengadukan larutan untuk mempercepat dekalsifikasi dengan memperbarui kontak antara jaringan dan larutan.
Agen Khelasi <i>(Chelating agent)</i>	: Bahan kimia yang dapat mengikat ion kalsium, seperti EDTA, sehingga kalsium larut dan jaringan menjadi lunak.
Asam Kuat	: Larutan dengan daya ionisasi tinggi, seperti HCl atau HNO ₃ , yang dapat melarutkan kalsium dengan cepat tetapi berisiko merusak jaringan.
Asam Lemah	: Larutan dengan daya ionisasi rendah, seperti asam format, yang bekerja lebih lambat tetapi lebih aman terhadap struktur jaringan.
Dekalsifikasi	: Proses penghilangan mineral (terutama kalsium) dari jaringan keras seperti tulang dan gigi agar dapat dipotong dan diamati dengan mikroskop.
EDTA (Ethylene diamine tetraacetic Acid)	: Agen khelasi yang bekerja lambat namun sangat baik menjaga struktur histologi jaringan.
Fiksasi	: Tahap awal pengawetan jaringan menggunakan bahan kimia agar struktur sel dan jaringan tetap terjaga sebelum diproses lebih lanjut.
Histoteknik	: Cabang ilmu laboratorium yang mempelajari teknik pengolahan jaringan untuk pemeriksaan mikroskopis.
Histopatologi	: Ilmu yang mempelajari perubahan jaringan akibat penyakit dengan bantuan mikroskop.
Ion Kalsium (Ca²⁺)	: Mineral utama dalam tulang dan gigi yang harus dihilangkan dalam proses dekalsifikasi.
Larutan Dekalsifikasi	: Bahan kimia yang digunakan untuk melarutkan kalsium dari jaringan keras, dapat berupa asam kuat, asam lemah, atau agen khelasi.

- Mikrotom** : Alat pemotong jaringan menjadi irisan tipis untuk preparat mikroskopis.
- Parafinisasi** : Proses memasukkan jaringan ke dalam parafin agar keras dan dapat dipotong dengan mikrotom.
- Preparat Histologi** : Sediaan jaringan tipis yang telah melalui proses histoteknik untuk diamati dengan mikroskop.
- Resin Penukar Ion** : Bahan kimia yang digunakan dalam dekalsifikasi untuk menjaga larutan tetap bebas dari ion kalsium.

BAB VII

PEMATANGAN JARINGAN

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa diharapkan mampu memahami proses pematangan jaringan otak untuk menjamin ketepatan dan ketelitian hasil pemeriksaan.

B. PENDAHULUAN

Pematangan jaringan merupakan tahap penting dalam teknik histologi yang bertujuan mengeluarkan air dan zat fiksatif dari jaringan serta menggantikannya dengan media keras agar jaringan dapat dipotong tipis untuk analisis mikroskopis. Media parafin paling umum digunakan, namun air dalam jaringan tidak dapat langsung digantikan oleh parafin sehingga perlu proses perantara melalui dehidrasi dan pembeningan. Proses ini harus dikendalikan secara tepat agar kualitas jaringan tetap terjaga dan terhindar dari artefak yang mengganggu diagnosis.(Rahmawati N, 2025)

Suhu menjadi faktor utama dalam pematangan jaringan. Penelitian menggunakan oven sebagai alternatif pemanasan menunjukkan proses yang lebih cepat (6 jam) dibanding penggunaan automatic tissue processor (16,5 jam), dengan mutu histomorfologi yang setara. Peningkatan suhu memperlebar celah membran sel sehingga mempercepat penetrasi reagen tanpa merusak jaringan jika dikontrol dengan tepat .(Rahmawati N, 2025)

Faktor lain yang mempengaruhi efektifitas pematangan jaringan mencakup agitasi larutan, viskositas media infiltrasi, penggunaan vakum untuk mengeluarkan udara terperangkap, jenis jaringan, serta ukuran potongan jaringan. Penyesuaian tepat setiap faktor diperlukan agar proses pematangan berjalan optimal dan hasil jaringan keras dan transparan (Asrul Y.F.L et al, 2023)

Proses pematangan terdiri atas dehidrasi dengan larutan alkohol secara bertahap, pembeningan menggunakan xilol atau toluena, dan infiltrasi

parafin. Setiap tahap membutuhkan waktu dan kondisi yang sesuai agar hasil akhir sliced jaringan tipis berkualitas tinggi, bebas artefak dan siap untuk pemeriksaan histopatologi yang akurat (Apriani et al., 2023).

Hasil akhir dari proses pematangan jaringan adalah irisan jaringan yang sangat tipis sehingga dapat diperiksa di bawah mikroskop. Jika proses pematangan dilakukan dengan benar, maka akan dihasilkan sediaan jaringan yang berkualitas tinggi tanpa adanya artefak. Sediaan ini sangat penting untuk mendukung ketepatan diagnosis penyakit serta membantu langkah pengobatan selanjutnya pada pasien. (Khristian, 2017)

C. PRINSIP PEMATANGAN JARINGAN

Pematangan jaringan adalah proses krusial dalam teknik histologi yang melibatkan pengeluaran air dan larutan fiksatif dari jaringan, kemudian menggantikannya dengan media yang dapat mengeraskan jaringan tersebut. Media ini membuat jaringan menjadi kaku sehingga memungkinkan pemotongan jaringan dengan ketebalan sangat tipis untuk analisis mikroskopis. Dalam praktik histologi rutin, parafin adalah media penanaman jaringan yang paling umum digunakan. Karena parafin tidak dapat langsung menggantikan air dalam jaringan, maka diperlukan serangkaian tahapan perantara sebelum parafin bisa menembus jaringan. Proses ini meliputi dehidrasi dan pembeningan, yang berfungsi sebagai penghubung antara kondisi jaringan basah dan media parafin yang tidak larut dalam air. (Khristian, 2017).



Sumber: Erick et al, 2017

Gambar 7.1 Prinsip Pematangan Jaringan

DAFTAR PUSTAKA

- Apriani, Andrianus, Marisca, S., & Diana, P. (2023). Ez Prep Concentrate (Ez Prep) Sebagai Alternatif Reagen Deparafinasi Pada Pewarnaan Hematoksilin Eosin. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 7(1), 96–102. <https://doi.org/10.33379/gtech.v7i1.1874>
- Asrul Yudha Fadhiila L, Adang Durachim, Wiwin Wiryanti, A. R. (2023). *Dengan Minyak Daun Kayu Manis Sebagai Agen Clearing With Cinnamon Leaf Oil As a Clearing Agent in Tissue. Jurnal Kesehatan Siliwangi*, 4(1), 419–423.
- Khristian, E. D. I. (2017). *Sitohistoteknologi*.
- Nurhilaliyah. dkk. (2024). *Sitohistoteknologi*.
- Rahmawati N. U. dkk. (2025). *Penggunaan Oven Sebagai Alternatif Pemanasan Pada Proses Pematangan Jaringan Terhadap Kualitas Histomorfologi Appendix Dengan Pewarnaan He (Hematoxylin-Eosin)*. 13(1), 307–314.

GLOSARIUM

- Aseton** : Larutan dehidrasi berwarna bening dan mudah terbakar, digunakan sebagai alternatif dehidrasi namun dapat menyebabkan jaringan rapuh jika terlalu lama digunakan.
- Agitasi** : Gerakan atau dorongan cairan reagen di sekitar jaringan untuk mempercepat penetrasi larutan dalam proses pematangan jaringan.
- Alkohol Terdenaturasi** : Larutan alkohol yang mengandung penambahan metanol, isopropil alkohol, atau kombinasi lain untuk keperluan dehidrasi jaringan.
- Butil Alkohol (Butanol)** : Larutan dehidrasi lambat yang biasanya digunakan dalam histologi tanaman dan hewan, menyebabkan penyusutan jaringan yang sedikit.
- Dehidrasi** : Tahap awal proses pematangan jaringan yang menghilangkan air dan zat fiksatif dengan menggunakan larutan alkohol secara bertahap.
- Fiksasi** : Proses pengawetan jaringan biologis untuk menghindari kerusakan dan degradasi sebelum dilakukan proses pematangan.
- Immunohistokimia** : Teknik pewarnaan pada jaringan yang menggunakan antibodi spesifik untuk mendeteksi antigen tertentu.
- Infiltrasi** : Proses memasukkan media keras, seperti parafin, ke dalam jaringan untuk menggantikan cairan pembening agar jaringan menjadi keras.
- Media Infiltrasi** : Media pengganti cairan dalam jaringan yang mengeras seperti parafin,

	memungkinkan jaringan dipotong tipis untuk pemeriksaan mikroskopis.
Pembeningan	: Tahap penggantian larutan dehidrasi dengan agen pembening yang kompatibel dengan media infiltrasi.
Parafin	: Media infiltrasi paling umum yang digunakan dalam pematangan jaringan, berbentuk lilin yang mengisi ruang jaringan dan mengeraskannya.
Pematangan Jaringan	: Proses penghilangan air dan zat fiksatif dalam jaringan dan penggantian dengan media keras untuk persiapan mikroskopis.
Suhu	: Faktor lingkungan yang memengaruhi kecepatan penetrasi larutan dalam jaringan selama pematangan.
Tekstur Jaringan	: Kondisi fisik jaringan yang dapat dipengaruhi oleh proses dehidrasi dan pembeningan.
Vakum	: Teknik menurunkan tekanan dalam alat pematangan untuk mempercepat penetrasi larutan dan menghilangkan udara terperangkap.
Viskositas	: Tingkat kekentalan larutan infiltrasi dan pembening yang mempengaruhi penetrasi ke jaringan.
Xilol	: Agen pembening yang umum digunakan dalam histologi dengan daya larut baik terhadap parafin dan pelarut organik lain.

BAB VIII

TAHAP PEMBUATAN PREPARAT JARINGAN (EMBEDDING)

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa diharapkan mampu melakukan pembuatan preparate jaringan otak (embedding) untuk menjamin ketepatan dan ketelitian hasil pemeriksaan.

B. PENDAHULUAN

Biologi merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari kehidupan makhluk hidup mulai dari tingkat molekul hingga organisme. Pembelajaran biologi tidak hanya dilakukan secara teoritis di kelas, tetapi juga melalui praktikum di laboratorium, misalnya mempelajari sel dan jaringan pada tumbuhan maupun hewan. Kajian pada tingkat sel (sitologi) dan jaringan (histologi) selalu melibatkan pengamatan mikroskopis. Analisis bentuk, ciri, dan karakteristik sel menjadi fokus kajian ini. (Britannica, 2024)

Beberapa sel atau jaringan hewan dan tumbuhan bersifat tembus cahaya karena minimnya pigmen, sehingga menyulitkan pengamatan di bawah mikroskop. Komponen sel yang transparan tidak mampu menyerap dan membiaskan cahaya dengan baik, sehingga diperlukan proses fiksasi dan pewarnaan untuk mempermudah identifikasi bagian-bagian sel atau jaringan. (Sujo, 2021)

Sitohistoteknologi adalah bidang ilmu yang menggabungkan histologi dan patologi anatomi. Histologi mempelajari jaringan normal, termasuk sel, sedangkan patologi anatomi berfokus pada kelainan jaringan, termasuk

keganasan. Pemrosesan histologis merupakan standar emas dalam penentuan diagnosis, terapi, dan prognosis pasien, karena hasil yang baik mampu memberikan gambaran jelas mengenai struktur sel, susunan inti, sitoplasma, serat jaringan ikat, dan otot. Kualitas hasil sangat dipengaruhi oleh langkah pemrosesan seperti pengaturan suhu, penggunaan reagen, dan durasi kerja. (Bancroft & Gamble, 2019; Rosai, 2020)

Secara etimologis, istilah sitohistoteknologi berasal dari kata cyto (sel), histo (jaringan), teknis (cara), dan logos (ilmu), yang berarti ilmu tentang teknik pembuatan preparat jaringan tubuh manusia. Histologi mempelajari struktur penyusun tubuh, sedangkan kimia jaringan dan sel dipelajari melalui analisis mikroskopis maupun kimia. (Bancroft & Gamble, 2019; Kiernan, 2015) .

Menurut PERMENPAN No. 3 Tahun 2010, patologi adalah cabang kedokteran yang mempelajari organ dan jaringan tubuh. Patologi termasuk cabang diagnostik kedokteran, sejajar dengan radiologi dan cabang patologis lain seperti mikrobiologi dan patologi kimia. Di laboratorium patologi anatomi, terdapat dua subbidang utama: histopatologi dan sitopatologi. Histopatologi berfokus pada pemeriksaan jaringan dari hasil operasi, biopsi, otopsi, maupun hewan percobaan, sedangkan sitopatologi menitikberatkan pada pemeriksaan cairan tubuh, sputum, dan preparat apus. Salah satu peralatan penting dalam histopatologi adalah tissue embedding. (Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara, 2010; Bancroft & Gamble, 2019)

Jaringan didefinisikan sebagai kumpulan sel sejenis atau berbeda yang disertai matriks antar sel dan berperan mendukung fungsi organ atau sistem tertentu. Pada mamalia, tubuh hanya tersusun dari empat jenis jaringan utama, yaitu epitel, penyambung/pengikat, otot, dan saraf. Jaringan-jaringan ini tidak berdiri sendiri, tetapi saling berhubungan dalam berbagai proporsi untuk membentuk organ dan sistem tubuh. (Junqueira & Carneiro, 2015; Ross & Pawlina, 2020)

C. PERALATAN PEMBUATAN PREPARAT JARINGAN (EMBEDDING)

Tabel 8.1 Peralatan Utama dalam Proses Embedding

No.	Gambar	Kelebihan	Kekurangan
1.	Base Mold  Sumber: Ted Pella Inc, 2024 Gambar 8.1 Basemold	Terbuat dari stainless steel → konduktivitas termal tinggi (mudah pendinginan). Awet dan bisa digunakan berulang kali.	Mahal dibanding mold plastik sekali pakai.
2.	Cassette  Sumber: Leica B, 2024 Gambar 8.2 Cassette	Memudahkan identifikasi sampel dengan kode Memfasilitasi orientasi jaringan.	Jika tidak tertutup rapat, bisa menyebabkan kontaminasi atau hilangnya jaringan kecil.
3.	Pinset  Sumber: Leica B, 2024 Gambar 8.3 Pinset	Memberikan presisi untuk orientasi jaringan.	Pinset biasa mudah dingin → menyebabkan parafin cepat membeku.

DAFTAR PUSTAKA

- Bancroft, J. D., & Gamble, M. (2019). *Theory and practice of histological techniques (8th ed.)*. Elsevier.
- Bitesize Bio. (2022). *Tissue embedding: Steps and techniques*. Retrieved from <https://bitesizebio.com>
- Britannica. (2024). *Biology*. Encyclopaedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/biology>
- Kiernan, J. A. (2015). *Histological and histochemical methods: Theory and practice (5th ed.)*. Scion Publishing Ltd.
- Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara. (2010). *Peraturan Menteri Negara Pendayagunaan Aparatur Negara Nomor 3 Tahun 2010 tentang Jabatan Fungsional Pranata Laboratorium Kesehatan dan Angka Kreditnya*. Jakarta: Kemenpan.
- Leica Biosystems. (2024). *Embedding Cassettes*. <https://www.leicabiosystems.com>
- Rosai, J. (2020). *Rosai and Ackerman's surgical pathology (11th ed.)*. Elsevier.
- Sujo, A. (2021). Histological staining techniques: Principles and applications. *Journal of Microscopy Research*, 14(2), 45–53.
- Ted Pella Inc. (2024). *Peel-A-Way® disposable histology molds*.
- Wax-It Histology Services. (2023). *Advantages and drawbacks of frozen sections vs paraffin embedding*.

GLOSARIUM

Artefak	: Gangguan atau perubahan yang tidak diinginkan pada preparat akibat proses persiapan jaringan.
Base Mould	: Cetakan logam yang digunakan untuk membentuk blok parafin berisi jaringan.
Biologi	: Ilmu yang mempelajari kehidupan makhluk hidup, mulai dari tingkat molekul hingga organisme secara keseluruhan.
Cassette	: Wadah untuk menahan jaringan selama proses embedding dan pemotongan.
Embedding	: Tahap penanaman jaringan ke dalam media padat (biasanya parafin) untuk mempermudah pemotongan tipis dengan mikrotom.
Oven Embedding	: Oven khusus yang digunakan untuk menjaga parafin tetap cair selama proses embedding.
Parafin	: Lilin khusus dengan titik lebur tertentu yang digunakan untuk membungkus jaringan pada proses embedding.
Pendinginan	: Tahap setelah embedding yang bertujuan mengeraskan parafin agar membentuk blok yang siap dipotong.
Titik Lebur	: Suhu di mana parafin mulai mencair; untuk keperluan histologi umumnya 56–59°C.

BAB IX

MIKROTOM (PEMOTONGAN JARINGAN SECARA KASAR DAN HALUS)

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa mampu untuk mengetahui apa itu potong kasar dan potong halus, lalu menyebutkan fungsi dan tujuannya. Mahasiswa juga diharapkan untuk dapat melakukan pemotongan jaringan tersebut.

B. PENDAHULUAN

Pemeriksaan potongan jaringan atau organ sangat sering dilakukan dalam praktik diagnostik medis untuk memastikan adanya penyakit. Agar jaringan yang akan diperiksa dapat diamati secara mikroskopis, ia harus melalui berbagai tahapan pengolahan. Teknik pemotongan dengan ketebalan tertentu menggunakan alat khusus diperlukan untuk mendapatkan sediaan jaringan yang sesuai. Mikrotom adalah alat penting dalam proses ini karena mereka menghasilkan potongan jaringan tipis yang memungkinkan pengamatan mikroskopis yang optimal. Namun, proses pemotongan jaringan ini seringkali dilakukan tanpa perhatian yang cukup. Meskipun demikian, kesalahan yang dilakukan pada tahap ini dapat menyebabkan artefak atau tampilan yang tidak biasa pada sediaan yang sebenarnya tidak sesuai dengan kondisi jaringan yang sebenarnya. Ketidaktepatan dalam penggunaan mikrotom dapat mengganggu proses pengamatan dan bahkan dapat menyebabkan kesalahan dalam interpretasi diagnosis. Oleh karena itu, memahami fungsi, prinsip kerja, dan cara penggunaan mikrotom sangat penting untuk mendukung diagnosis histopatologis yang akurat.(Inderati, 2017)

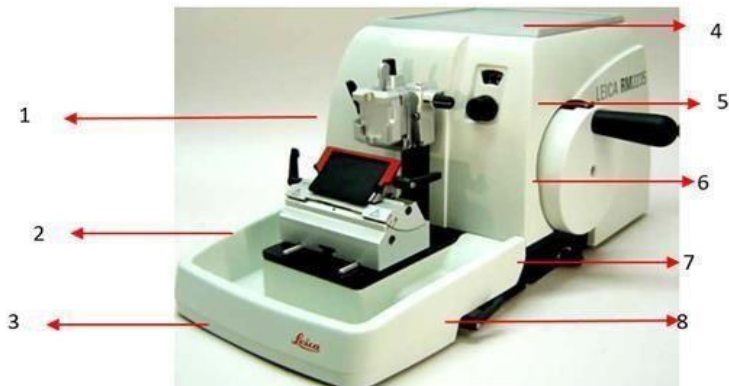
Mikrotom adalah alat yang berfungsi untuk memotong jaringan menjadi irisan yang sangat tipis agar dapat diamati menggunakan Mikroskop Cahaya maupun Mikroskop Elektron. Ketebalan potongan jaringan biasanya berkisar 10–15 μm untuk jaringan tumbuhan dan 1–7 μm untuk jaringan hewan (1 μm = 1 mikrometer = 0,001 milimeter). Sebelum dilakukan pemotongan, jaringan umumnya terlebih dahulu dibentuk menjadi blok parafin yang kemudian dijepit pada mikrotom. Selain itu, mikrotom merupakan instrumen khusus yang dirancang untuk menghasilkan pemotongan jaringan secara presisi, akurat, dan konsisten, memungkinkan pengirisan berulang dari blok parafin jaringan. Terdapat berbagai jenis mikrotom yang digunakan untuk memotong jaringan atau blok parafin, termasuk mikrotom khusus yang dirancang untuk pemotongan jaringan beku. (Microtomes, n.d.)

C. JENIS MIKROTOM

Mikrotomi adalah proses pemotongan jaringan yang kemudian ditempelkan pada slide kaca untuk diproses hingga terbentuk spesimen yang dapat dilihat dengan mikroskop. Jaringan yang digunakan untuk mikrotomi biasanya terlebih dahulu diemban dalam parafin, yang menghasilkan blok jaringan yang padat dan keras. Pemotongan dilakukan secara vertikal menggunakan pisau khusus yang terpasang pada mikrotom, yang menghasilkan irisan jaringan dengan ketebalan tertentu. Salah satu jenis mikrotom adalah mikrotom yang digunakan untuk memotong jaringan, yaitu:

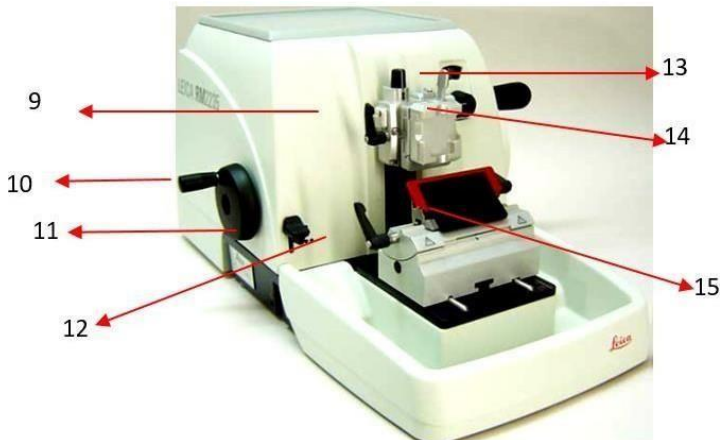
1. Rotary Mikrotom

Mikrotom putar, juga dikenal sebagai mikrotom putar, bekerja dengan rotasi 360° pada bagian pegangan tangan. Ini memungkinkan blok parafin bergerak secara vertikal melewati permukaan pemotongan dan kemudian kembali ke posisi awal. Jenis mikrotom ini melakukan pemotongan jaringan dengan memutar roda penggerak pada bagian tangan. Microtome rotary memiliki pisau yang biasanya berposisi horizontal. Karena bobotnya yang berat, alat ini stabil saat digunakan dan tidak menghasilkan getaran yang signifikan. Mikrotom ini juga dapat digunakan untuk berbagai jenis jaringan, termasuk jaringan keras, rapuh, dan berlemak, karena sudut dan posisi pisau dapat disesuaikan. (Collins et al., 2021)



Sumber: <http://www.leicabiosystems.com>

Gambar 9.1 Rotary Microtome



Sumber: <http://www.leicabiosystems.com>

Gambar 9.2 Rotary Microtome

Keterangan:

1. Penjepit kaset
Digunakan untuk menjepit kaset atau spesimen jaringan pada mikrotom, memastikan bahwa spesimen tetap stabil dan dapat diproses dengan baik.
2. Penjepit pisau
Digunakan untuk menjepit pisau pada mikrotom, memungkinkan pemotongan jaringan yang presisi.
3. Bak limbah potongan jaringan
Digunakan untuk menampung limbah potongan jaringan yang

DAFTAR PUSTAKA

- Bancroft, J.D., & Gamble, M. (2013). *Teory and Practice of Histologic Altechnique*. Philadelphia: Elseiver
- Carson, F.L., Hadik, C., 2009, *Histotechnology : A self-instructional text*. 3rd Edition.
- Hongkong: American Society for Clinical Pathology Press.
- Collins, S. P., Storrow, A., Liu, D., Jenkins, C. A., Miller, K. F., Kampe, C., & Butler, J. (2021). *Bunga Rampai Sitohistoteknologi*.
- Dunk, L. (2007). *Managing the laboratory. In Bancrofts Theory and Practice of Histological Techniques* E-Book. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-4226-3.00001-9>
- Inderati, E. K. (2017). *Sitohistoteknologi*. Cetakan Pertama. Edited by P.P.S.D.M.K.B.P. dan P.S.D.M. Kesehatan. 17, 302.
- Kiernan, J. (2015). *Histological and histochemical methods : theory and practice* / J. A. Kiernan. SERBIULA (Sistema Librum 2.0), 54(1), 58–59.
- Microtomes, P. M. (n.d.). <https://www.ronaldschulte.nl/en/microtomes-general.html> 1/9. 1–9. www.leicabiosystems.com

GLOSARIUM

- Artefak** : Gangguan atau perubahan yang tidak diinginkan pada preparat akibat proses persiapan jaringan.
- Blok Parafin** : Jaringan biologis yang telah ditanam dalam parafin untuk mempermudah proses pemotongan dengan mikrotom.
- Mikrotom** : Alat untuk memotong jaringan yang sudah dibenamkan dalam parafin menjadi irisan tipis untuk preparat mikroskopis.
- Pemotongan Halus** : Tahap lanjutan setelah trimming, dilakukan untuk menghasilkan pita jaringan yang tipis dan seragam.
- Pemotongan Kasar** : Tahap awal pemotongan jaringan dengan ketebalan besar untuk membuka permukaan jaringan dan mempersiapkannya untuk sectioning.
- Trimming** : Proses pemotongan kasar untuk membuka permukaan jaringan dan menghilangkan parafin berlebih dengan ketebalan 15–30 mikrometer.

BAB X

STAINING JARINGAN DAN MOUNTING

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa diharapkan mengerti dan memahami bagaimana cara mewarnai dan melakukan mounting jaringan sediaan histologi.

B. PENDAHULUAN

Pewarnaan jaringan adalah langkah yang sangat penting dalam proses pemeriksaan histopatologi, karena jaringan yang telah menjalani proses pematangan biasanya menjadi transparan dan sulit untuk diamati tanpa adanya pewarnaan. Tujuan utama dari proses pewarnaan ini adalah untuk menonjolkan komponen-komponen jaringan, seperti struktur sel, tata letak morfologis, serta untuk mengenali adanya dan penyebaran tipe sel tertentu dalam jaringan tersebut. Penggunaan pewarnaan hematoxylin dan eosin, juga dikenal sebagai singkatan *hande*, adalah salah satu metode yang paling umum digunakan di laboratorium histopatologi. Ini sangat disukai karena kemampuannya untuk membedakan antara berbagai segmen jaringan, dan juga merupakan tugas sederhana yang dapat diselesaikan dalam sepuluh menit atau kurang.

Sebelum proses pewarnaan dimulai, jaringan yang telah diawetkan dan diproses dalam blok parafin harus menjalani beberapa tahap awal. Pada tahap pasca-pemrosesan, jaringan masih dibungkus dengan parafin. Karena proses pewarnaan memerlukan media yang berbasis air, maka parafin harus dihapus terlebih dahulu agar zat warna dapat terserap dengan baik ke dalam jaringan. Proses untuk menghapus parafin ini disebut *deparafinisasi*. Umumnya, proses ini dilakukan dengan mencelupkan sampel ke dalam pelarut organik seperti xylol atau toluen, yang memiliki kemampuan untuk melarutkan parafin.

Setelah parafin berhasil dihilangkan, jaringan harus menjalani proses rehidrasi, yaitu perlahan-lahan mengembalikan kandungan air dalam jaringan.

Rehidrasi dilaksanakan dengan cara merendam jaringan dalam beberapa larutan alkohol dengan tingkat konsentrasi yang berkurang (contohnya dari alkohol 100%, 95%, 80%, dan akhirnya menggunakan air suling). Tujuan dari proses ini adalah mengembalikan keadaan jaringan agar dapat berfungsi dengan baik dalam berinteraksi dengan zat pewarna berbasis air dan komponen jaringan. Pewarnaan HandE beroperasi berdasarkan prinsip interaksi kimia antara zat pewarna dan struktur jaringan, terutama melalui karakteristik asam dan basa. Hematoksilin, yang memiliki sifat basa, memiliki kecenderungan untuk melekat pada struktur jaringan yang bersifat asam, seperti inti sel yang mengandung DNA dan RNA. Dengan demikian, hematoxylin akan memberikan warna biru keunguan pada inti sel.

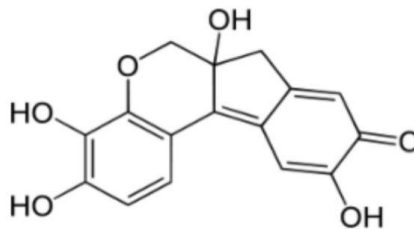
Sebaliknya, Eosin yang bersifat asam akan terikat dengan komponen jaringan yang bersifat basa, seperti sitoplasma dan protein di luar sel. Menghasilkan nuansa merah muda dan merah cerah. Bagian jaringan yang berbeda dapat diidentifikasi secara visual dengan menggunakan pewarnaan hande, yang mengubah warna dan kontras yang dihasilkan. Metode ini sangat penting dalam mengidentifikasi berbagai keadaan patologis, seperti peradangan, tumor, degenerasi sel, serta anomali jaringan lainnya. Oleh karena itu, HandE adalah metode pewarnaan yang standar dan sangat penting dalam bidang hispatologi. (Khristian & inderiati, 1385)

C. MACAM-MACAM PEWARNAAN JARINGAN

1. Hematoxylin

Hematoksilin adalah pewarna yang diperoleh dari kayu *Haematoxylon campechianum*, yaitu tanaman yang juga dikenal dengan sebutan kayu bulat Amerika. Istilah hematoxylin diambil dari bahasa Yunani, yakni dari kata haima yang berarti "darah" dan xylon yang berarti "kayu". Dalam penggunaan hematoksilin, zat ini tidak dapat terikat dengan kuat pada inti sel jika hanya digunakan dalam keadaan murni. Untuk dapat melekat dengan baik, bahan ini membutuhkan tambahan senyawa mordant, misalnya aluminium, besi, krom, atau tembaga.

Bentuk aktif yang digunakan dalam pewarnaan histologi adalah produk dari proses oksidasi hematoksilin, yang dikenal sebagai hematin. Proses transisi dari hematoksilin ke hematin dikenal sebagai pematangan. Sementara proses ini dapat terjadi secara alami, biasanya dipercepat dengan penambahan oksidan lain seperti merkuri oksida, hidrogen peroksida, kalium permanganat, atau natrium iodat. Hematin yang terbentuk memiliki sifat kationik (bermuatan positif), sehingga dapat berikatan dengan komponen seluler yang memiliki muatan negatif. Di dalam inti sel, kromatin memiliki muatan negatif disebabkan oleh adanya DNA dan RNA yang bersifat asam. Oleh karena itu, hematin akan terikat dengan kromatin secara selektif. Dengan demikian, prinsip dari pewarnaan ini bergantung pada karakteristik kimia: kromatin yang bersifat asam akan menarik zat pewarna yang bersifat basa, contohnya hematin. (Khristian & inderiati, 1385)



Sumber: Khristian & inderiati, 2017

Gambar 10.1 Struktur Kimia Hematoxylin

Hematoksilin tipe Alum adalah jenis yang paling sering digunakan dalam teknik pewarnaan histopatologi karena dapat memberikan hasil pewarnaan inti sel (nukleus) yang jelas dan berkualitas. Pada kategori ini, bahan pengikat atau mordant yang digunakan adalah aluminium, yang umumnya tersedia dalam bentuk tawas kalium (kalium aluminium sulfat) atau tawas amonium (ammonium aluminium sulfat). Dalam aktivitas laboratorium histologi rutin, ada beberapa formula hematoksilin alumatal yang berbeda yang biasanya digunakan dalam penggunaan rutin, termasuk Hex10-8 dan ED5. Setiap formula memiliki ciri-ciri tertentu yang memberikan tingkat kekuatan dan mutu pewarnaan pada jaringan. Selain itu, ada juga Hematoxylin Carazzi, yang meskipun kurang sering digunakan dibandingkan jenis lainnya, kadang-kadang

DAFTAR PUSTAKA

- Bahadure, S., Shahare, P. M., & Vagha, S. (2020). *Rehydration of Air-dried Smears for Papanicolaou Staining in Cytopathological Section of Department of Pathology*. 12(22), 133–136.
- Caron, J., & Markusen, J. R. (2023). *Panduan Prosesing Dan Pewarnaan Jaringan Dalam Histopatologi*.
- Khristian, E., & Inderiati, D. (2017). *Sitohistoteknologi*. 17, 302.
- Nurhilaliyah, Fauziah, P. N., & Rakhmina, D. (2021). *Sitohistoteknologi Mahasiswa Teknologi Laboratorium Medik*.
- Rutland, C. S. (2008). Histological and Histochemical Methods 4th Edition. *Journal of Anatomy*, 213(3), 356–356. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2008.00957.x>
- Sumanto, D. (2014). *Belajar Sitohistoteknologi untuk Pemula*. In *Ikatan Analis Kesehatan Indonesia Semarang*.
- Virgiawan, A. R., Tandjungbulu, Y. F., Widarti, Rahman, Armah, Z., & Asmaniar. (2024). Variasi Waktu Fiksasi Netral Buffer Formalin 10% Terhadap Hasil Pewarnaan Hematoxylin Eosin Pada Jaringan Prostat. *Jurnal Media Analis Kesehatan*, 15(2), 211–218. <https://doi.org/10.32382/jmak.v15i2.970>
- Wahyuni, Idris, F., Septiadi, M.G.S., Pitriani, Sutanto, C. (2020). *Verifikasi Metode: Analisa Pewarnaan Umum Histopatologi Hematoxylin dan Eosin Modifikasi untuk Negri Bodies Rabies*. Paramedik Veteriner Balai Besar Veteriner Maros.

GLOSARIUM

Blueing	: Tahap untuk memperkuat dan menstabilkan warna biru hematoxylin pada inti sel menggunakan air basa atau larutan khusus.
Canada Balsam	: Media perekat bening untuk mounting permanen pada preparat mikroskopis.
Clearing	: Tahap penjernihan jaringan dengan mengganti alkohol menggunakan cairan yang lebih transparan (xylol/toluol) agar jaringan siap untuk embedding atau mounting.
Dehidrasi	: Proses penghilangan air dari jaringan secara bertahap dengan alkohol konsentrasi meningkat (70%–100%) sebelum tahap clearing.
Deparafinisasi	: Proses penghilangan parafin dari jaringan dengan pelarut organik (xylol/toluol) sebelum pewarnaan.
Hematin	: Bentuk aktif dari hematoxylin setelah melalui proses oksidasi (ripening), yang berfungsi sebagai pewarna inti sel.
Mordant	: Bahan tambahan (misalnya aluminium, besi) yang membantu hematoxylin menempel kuat pada jaringan.
Mounting	: Proses penutupan preparat jaringan dengan media permanen (misalnya Canada balsam) dan kaca penutup agar awet dan bisa diamati jangka panjang.
Rehidrasi	: Tahap mengembalikan air ke dalam jaringan secara bertahap menggunakan alkohol dengan konsentrasi menurun hingga aquadest, agar jaringan siap diwarnai.
Ripening	: Proses oksidasi hematoxylin menjadi hematin, bisa berlangsung alami atau dipercepat dengan oksidator (misalnya H_2O_2 , Na-iodat, $KMnO_4$)

BAB XI

PEMBUATAN SEDIAAN SITOLOGIK

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa mampu mempelajari dan membedakan jenis-jenis sampel untuk membuat sediaan sitologik dan bagaimana cara untuk membuatnya.

B. PENDAHULUAN



Sumber: Erick et al, 2017

Gambar 11.1 Hasil Sediaan Sitologik

Sitologi merupakan cabang ilmu yang berfokus pada kajian morfologi sel secara individual maupun sel-sel yang berasal dari potongan jaringan melalui pengamatan mikroskopis. Adapun sitopatologi merupakan bagian dari sitologi yang secara khusus menelaah perubahan morfologi sel akibat adanya cedera maupun pengaruh faktor lain, seperti mikroorganisme atau keganasan. Ketepatan suatu diagnosis sangat dipengaruhi oleh kualitas

sediaan sitologik yang diperoleh. Oleh karena itu, untuk menghasilkan sediaan sitologik yang bermutu, diperlukan pemahaman yang tepat mengenai teknik persiapan materi yang akan digunakan sebagai bahan pemeriksaan. (Khristian & Inderiati, 2017).

Diagnostik sitologi, atau sering disebut sitologi klinis, merupakan disiplin ilmu yang mempelajari penilaian sel normal maupun sel abnormal yang diperoleh dari berbagai bagian tubuh. Fokus kajiannya adalah mendeteksi perubahan morfologi sel yang terlepas dari jaringan tubuh manusia. Sediaan sitologik dapat disiapkan dari beragam sumber, antara lain cairan tubuh seperti urin, sekret puting, dahak, atau sekret vagina maupun sinus. Selain itu, bahan pemeriksaan juga dapat diperoleh melalui teknik kerokan pada mukosa bukal, lambung, atau saluran pernapasan, serta dari cairan serosa yang terakumulasi dalam rongga tubuh seperti pleura, peritoneum, dan perikardium. Tidak hanya itu, aspirasi dari benjolan yang tampak maupun teraba juga dapat dijadikan bahan untuk pembuatan sediaan sitologik. (Khristian & Inderiati, 2017),

Seorang sitoteknologis dituntut untuk menguasai teknik pembuatan sediaan sitologik secara baik dan benar. Dalam praktiknya, laboratorium sitologi menjalankan rangkaian kegiatan mulai dari penerimaan spesimen hingga menghasilkan sediaan yang siap digunakan untuk interpretasi diagnostik. Pada tahap pengolahan, tenaga sitologis memiliki tanggung jawab untuk menjaga kondisi sel agar tetap optimal sehingga tidak mengalami kerusakan yang dapat memengaruhi kualitas pemeriksaan. Setelah sediaan diperoleh, sitologis juga dituntut memiliki kemampuan teknis dalam mengidentifikasi dan memastikan bahwa sediaan tersebut layak digunakan sebagai dasar penegakan diagnosis, atau yang dikenal dengan sitologi diagnostik. Keunggulan dari metode sitologi diagnostik antara lain sifatnya yang non-invasif, prosedurnya relatif sederhana, dapat mempercepat proses pelaporan, biaya pemeriksaan lebih rendah, mudah diterima oleh masyarakat, serta sangat bermanfaat dalam program skrining penyakit tertentu, misalnya kanker serviks. (Khristian & Inderiati, 2017).

Akurasi pemeriksaan sitologi dari berbagai organ tubuh sangat dipengaruhi oleh mutu sediaan, mulai dari tahap persiapan, teknik pewarnaan, hingga proses interpretasi. Setiap kekurangan dalam tahapan tersebut dapat menurunkan kualitas sediaan sitologik secara keseluruhan. Oleh karena itu, akurasi dan presisi dalam sitologi diagnostik menjadi aspek krusial dalam

praktik laboratorium sitologi. Selama beberapa dekade terakhir, berbagai upaya pengendalian mutu telah dikembangkan untuk menjaga standar tinggi dalam pembuatan sediaan. Peningkatan kualitas ini didukung oleh pelaksanaan pendidikan berkelanjutan bagi tenaga sitologi, adanya sertifikasi dan akreditasi laboratorium oleh otoritas nasional, penerapan sistem jaminan mutu serta pengendalian kualitas, pemanfaatan komputerisasi, penerapan terminologi yang diakui secara internasional, pengembangan teknik persiapan spesimen yang lebih baik, penerapan metode kuantitatif maupun analitik, hingga pemanfaatan teknologi modern termasuk otomatisasi pembuatan sediaan. Interpretasi yang akurat dari spesimen sitologik tergantung pada faktor-faktor berikut:

1. Metode pengumpulan spesimen.
2. Fiksasi dan fiksatif
3. Teknik Pembuatan Sediaan Sitologik.
4. Pewarnaan dan penutupan sediaan sitologik

Kekuatan utama dari sitologi diagnostik terletak pada prinsip dasar serta pendekatan yang digunakan. Peran esensial seorang sitoteknisi adalah mengidentifikasi dan, sejauh memungkinkan, mengklasifikasikan sel-sel neoplastik dalam suatu spesimen klinis. Namun demikian, pada sebagian besar kasus, spesimen sitologik cenderung mengandung lebih banyak sel normal maupun material non-relevan dibandingkan dengan jumlah sel neoplastik yang dicurigai. Oleh karena itu, sitoteknisi dituntut untuk mampu memusatkan perhatian pada area spesimen yang relatif kecil, di mana kemungkinan terdapat sel neoplastik, sehingga dapat menghasilkan sediaan yang layak untuk evaluasi diagnostik. (Sabban & Wahyuni, 2024).

Pada bab ini akan dibahas mengenai tahapan awal dalam pembuatan sediaan sitologik. Tahapan tersebut mencakup proses pengolahan spesimen di laboratorium sitologi hingga menjadi preparat yang siap dilakukan pewarnaan, dilanjutkan dengan prosedur pewarnaan, serta evaluasi mikroskopis untuk menentukan apakah sediaan tersebut layak dijadikan dasar diagnosis. Selain itu, bab ini juga menguraikan secara rinci berbagai teknik persiapan spesimen yang telah dikembangkan dan diuji oleh sitoteknologis selama beberapa dekade terakhir. Beberapa teknik bersifat sederhana dan mudah diterapkan, sedangkan metode lainnya menuntut keterampilan teknis yang lebih tinggi. Untuk mengatasi kendala dalam menangani beragam jenis spesimen, penggunaan teknologi modern dengan sistem semi-otomatis kini

DAFTAR PUSTAKA

- Akhtar, S., Khan, A. A., Bhuyan, G., & Das, S. (2025). Fine needle aspiration cytology of epithelioid sarcoma: A case series with histopathological correlation and literature review. *Revista Española de Patología*. <https://doi.org/10.1016/j.patol.2025.01.007>
- Balqis, P., Jumadewi, A., & Syarifah Wahyuni Al Syarief, D. (2015). Ekstrak Buah Naga Merah (*Hylocereus Ipolyrhizus*) Sebagai Pengganti Eosin Pada Pewarnaan Sediaan Sitologi Epitel Mukosa Mulut. *Jurnal Ilmu Pengetahuan*, 5(1), 290–296.
- Barkan, G. A. (2017). *Rapid staining techniques in fine needle aspiration cytology*. *Diagnostic Cytopathology*, 45(3), 214–220. PMC5439545
- Cibas, E. S., & Ducatman, B. S. (2022). *Cytology: Diagnostic Principles and Clinical Correlates (5th ed.)*. Elsevier.
- Das, S., Kutum, P., Deka, S., Borah, D., & Das, N. (2025). A Comparative Study of Cell Block versus FNAC in the Diagnosis of Palpable Breast Lesions. *International Journal of Academic Medicine and Pharmacy*, 7(4), 1000–1004.
- Erick Khristian, M. S., & Dewi Inderiati, S.Si., M. B. (2017). *Bahan Ajar Teknologi Laboratorium Medis (Tlm) Sitohistoteknologi (M. P. Dra. Lis Setiawati (Ed.); 1st Ed.)*. Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan Badan Pengembangan Dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan.
- Nayar, R., & Wilbur, D. C. (2021). *The Bethesda System for Reporting Cervical Cytology*. Springer.
- Roșu, S. M., Mitroi, D. M., Catană, O. M., Biciușcă, V., et al. (2025). Flexible Bronchoscopy and Non-Small-Cell Lung Cancer Staging: A Narrative Review of Modern Techniques for Optimized Clinical Decision-Making. *Journal of Clinical Medicine*, 14(16), 5773. <https://doi.org/10.3390/jcm14165773>
- Sabban, I. F., & Wahyuni, I. N. (2024). *Potensi Pewarnaan Alami Ekstrak Buah Naga Merah Hylocereus Polyrhizus Sebagai Alternatif Eosin Potential Natural Coloring Of Red Dragon Fruit Extract Hylocereus Polyrhizus As An Alternative To Eosin* Indra Fauzi Sabban | Potensi Pewarnaan Alami Ekstrak 143–147.

- Sari, Y.E. (2019). *Modul Praktikum Sitohistoteknologi*. Universitas Muhammadiyah Surabaya. Diakses dari http://repository.um-surabaya.ac.id/4857/1/sitohisto_fix.pdf
- Wimpy, S.Pd.Kim, M. P., & Rita Maliza, P. . (2024). *Sitohistoteknologi Advance (P. . Dr. Rauza Sukma Rita & M. B. Andi Noor Kholidha Syarifin, S.Si. (Eds.); 1st Ed.)*. Eureka Media Aksara, Desember 2024 Anggota Ikapi Jawa Tengah No. 225/JTE/2021.

GLOSARIUM

Eksfoliatif:	: Teknik pengumpulan sel yang terlepas secara alami (spontan) atau dengan cara mekanis.
Fiksasi:	: Proses mengawetkan sel agar tidak mengalami perubahan struktur sebelum diperiksa.
FNAB (Fine Needle Aspiration Biopsy):	: Teknik pengambilan sel dengan jarum halus untuk diagnosis.
Pap Smear:	: Pemeriksaan sitologi serviks untuk mendeteksi kanker serviks.
Sitologi:	: Ilmu yang mempelajari sel secara mikroskopis, baik sel normal maupun sel abnormal.
Sitopatologi:	: Cabang sitologi yang fokus pada kelainan sel akibat penyakit.
Sitospin:	: Teknik pembuatan sediaan dengan memusatkan sel menggunakan sentrifugal.
Spesimen:	: Bahan biologis yang diambil dari tubuh untuk diperiksa di laboratorium.
Sputum:	: Dahak atau lendir yang berasal dari saluran pernapasan.
Squash Preparation:	: Metode pembuatan sediaan dengan menekan spesimen agar menyebar di kaca objek.

BAB XII

PAP SMEAR

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa diharapkan mampu memahami dan melakukan pemeriksaan dari sample pap smear dengan baik.

B. PENDAHULUAN

Penyakit kanker serviks dicirikan oleh perkembangan sel abnormal yang tak terkontrol di leher rahim. Di antara kasus kanker di Indonesia, kanker serviks berada di urutan kedua terbanyak setelah kanker payudara (Globocan, 2022). Hampir semua kasus (90%) bermula dari sel skuamosa yang membentuk lapisan dinding serviks, sementara hanya 10% yang berasal dari sel kelenjar endoserviks. Terdapat pergeseran usia penderita: meskipun rata-rata usia dulu adalah 40–50 tahun, belakangan ini peningkatan signifikan terlihat pada wanita berusia 25 hingga 30 tahun. (Kemenkes RI, 2023).

Tahap prakanker serviks dapat berlangsung cukup lama, yaitu antara 5 hingga 10 tahun, sebelum akhirnya berkembang menjadi kanker yang sesungguhnya (keganasan). Untuk mendiagnosis kelainan patologi pada serviks, pemeriksaan Papanicolaou smear (Pap smear) adalah metode sitologi yang paling sering dan paling penting digunakan. Penggunaan pemeriksaan sitologi pada saluran genitalia wanita ini sendiri sudah dimulai sejak pertengahan abad ke-19, ketika gambaran mikroskopis sel vagina dan serviks pertama kali dideskripsikan oleh Donne dan Beale. (Digambiro, 2024)

Sejarah studi mikroskopis sekresi vagina dimulai dengan karya Pouchet dari Prancis, yang dipublikasikan pada tahun 1847. Sementara itu, Dr. George N. Papanicolaou, seorang ahli anatomi Yunani-Amerika yang bekerja di Cornell University, memberikan sumbangsih luar biasa di bidang endokrinologi reproduksi, khususnya mekanisme hormonal ovulasi dan menstruasi. Papanicolaou kemudian memperluas fokusnya dan menginisiasi

penelitian tentang diagnosis kanker. Konsep "Diagnosis Kanker Baru" ini pertama kali ia sampaikan dalam pertemuan di Battle Creek pada Mei 1928. Hasil kerja Papanicolaou yang revolusioner kini diabadikan melalui istilah Pap smear, yang merupakan prosedur standar deteksi kanker serviks, serta nama pewarnaan yang ia kembangkan. (Digambiro, 2024).

C. PENGERTIAN PAP SMEAR

Pap smear serviks adalah pemeriksaan sitologi utama pada saluran reproduksi wanita, yang mencakup cervical smear, vaginal smear, dan endometrium smear. Pemeriksaan ini memegang peran krusial sebagai metode skrining untuk kanker serviks, mengingat tingginya angka kejadian kanker ini pada wanita (National Cancer Institute, 2025). Hampir semua kasus kanker serviks invasif didahului oleh fase pra-invasif. Fase ini dapat terdeteksi secara mikroskopis melalui perubahan sitologis bertahap, mulai dari neoplasia intraepitel serviks (CIN) derajat I sampai III, hingga akhirnya menjadi karsinoma in situ. (Mello & Sundstrom, 2023; Franco et al., 2001)

Keunggulan dari pemeriksaan pap smear antara lain prosedurnya sederhana, tidak menimbulkan rasa sakit maupun perdarahan, tidak memerlukan anestesi, dapat dilakukan tanpa rawat inap, serta mampu mendeteksi kelainan prakanker, kanker, hingga peradangan baik spesifik maupun nonspesifik (World Health Organization, 2017). Hasil pemeriksaan yang optimal sangat dipengaruhi oleh keterampilan tenaga medis dalam mengambil sampel, sebab visualisasi serviks yang jelas, khususnya pada zona transformasi, sangat menentukan kelayakan spesimen yang diperoleh. Selain itu, jenis dan desain alat pengambilan sampel juga memengaruhi kecukupan sediaan, karena bentuk, tekstur, dan materialnya berperan terhadap jumlah sel yang terambil dan dapat diamati di bawah mikroskop (Atla et al., 2021).

Seiring perkembangan, metode pengambilan sampel serviks telah mengalami inovasi, dari penggunaan kapas yang kini ditinggalkan karena sering menimbulkan artefak pengeringan dan kehilangan sel, menuju penggunaan sikat serviks yang lebih efektif. Hingga saat ini, terdapat dua teknik utama yang banyak digunakan, yaitu teknik konvensional dan teknik berbasis cairan, yang keduanya memiliki tujuan untuk meningkatkan kualitas sediaan sitologi serviks dalam mendukung deteksi dini kanker serviks. (AAFP, 2010; Journal of Cytology, 2007)

D. TUJUAN PEMERIKSAAN PAP SMEAR

1. Skrining kanker serviks
Untuk menemukan perubahan sel abnormal pada serviks sejak dini, sebelum berkembang menjadi kanker invasif. (World Health Organization, 2017; National Cancer Institute, 2025).
2. Mendeteksi lesi prakanker
Mengidentifikasi tahap pra-invasif seperti cervical intraepithelial neoplasia (CIN) derajat I–III maupun karsinoma in situ. (Mello & Sundstrom, 2023)
3. Memantau kesehatan serviks
Untuk melihat adanya perubahan sel akibat infeksi, inflamasi, atau gangguan lain pada serviks. (Atla et al., 2021)
4. Mendeteksi adanya infeksi
Pap smear dapat menunjukkan tanda adanya infeksi spesifik (misalnya akibat HPV, trikomonas, atau jamur) maupun nonspesifik. (Singh et al., 2019)
5. Sebagai upaya pencegahan
Dengan deteksi dini, pengobatan dapat dilakukan lebih cepat sehingga menurunkan angka kesakitan dan kematian akibat kanker serviks. (Franco et al., 2001; World Health Organization, 2017)

E. PROSEDUR PEMERIKSAAN

1. Pemeriksaan Ginekolog (Pap Smear)
 - a. Persiapan pasien
 - 1) Waktu terbaik untuk melakukan pemeriksaan adalah dua minggu pasca hari pertama haid terakhir. Pemeriksaan harus dihindari saat menstruasi karena darah dapat mengganggu kejelasan temuan. Jika terjadi pengaburan pada temuan, meskipun hasilnya tidak jelas, kondisi tersebut harus tetap didokumentasikan/dicatat; ini penting untuk menginformasikan teknisi mengenai prosedur penanganan spesimen yang sesuai. (Khristian, E., & Inderiati, D. 2017).
 - 2) Sebelum pengambilan spesimen, Anda dilarang menggunakan obat vagina, kontrasepsi vagina, atau melakukan douching (pencucian vagina dengan alat khusus) selama 48 jam penuh.

BAB XIII

IMUNOHISTOKIMIA (IHC)

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

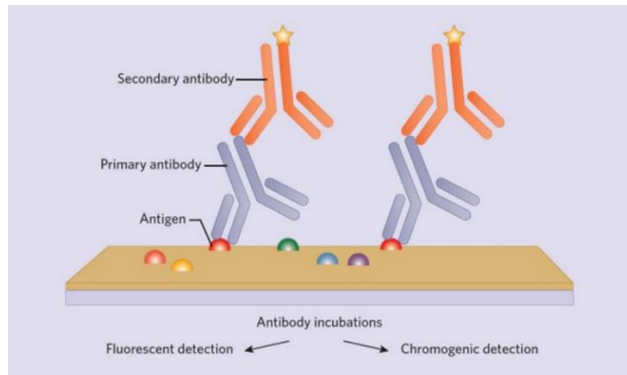
Mahasiswa mampu mengetahui mengenai imunohistokimia, prinsip, serta bagaimana cara melakukan pemeriksaan imunohistokimia.

B. PENDAHULUAN

Imunohistokimia (IHC) adalah teknik deteksi antigen spesifik dalam jaringan dengan memanfaatkan ikatan spesifik antara antigen–antibodi, yang divisualisasi menggunakan sistem deteksi berbasis enzim atau fluorokrom (Ramos-Vara, 2005; BosterBio, 2023). Teknik ini sangat berguna untuk mempelajari lokalisasi protein pada jaringan tertentu, berbeda dengan metode biokimia umum yang hanya memberi informasi kuantitatif (Shi et al., 2011).

Sejarah imunohistokimia dimulai dari pengembangan teknik imunofluoresensi oleh Coons pada 1940-an, lalu berkembang dengan penggunaan enzim seperti peroksidase agar dapat diamati dengan mikroskop cahaya biasa (Coons et al., 1941; Taylor, 1996). Kemajuan lain adalah teknik *antigen retrieval* yang memungkinkan epitop yang rusak akibat fiksasi formalin dapat diperlihatkan kembali (Shi et al., 2011).

C. PRINSIP DASAR IHC



Sumber: <https://cdn.the-scientist.com/>

Gambar 13.1 Prinsip Imunohistokimia

Prinsip dasar IHC terletak pada ikatan spesifik antigen–antibodi. Antibodi primer mengenali epitop tertentu dari antigen target, kemudian sistem deteksi (misalnya antibodi sekunder berlabel enzim HRP atau AP) menghasilkan sinyal visual pada lokasi antigen (Thermo Fisher Scientific, 2022).

Karena fiksasi formalin dapat mengubah struktur antigen, diperlukan langkah *antigen retrieval* menggunakan pemanasan (HIER) atau enzim (PIER) agar epitope dapat diakses kembali (Shi et al., 2011). Blocking juga penting untuk mencegah ikatan non-spesifik yang dapat menghasilkan sinyal latar belakang (Miller & Kubier, 2015).

D. ALAT DAN BAHAN

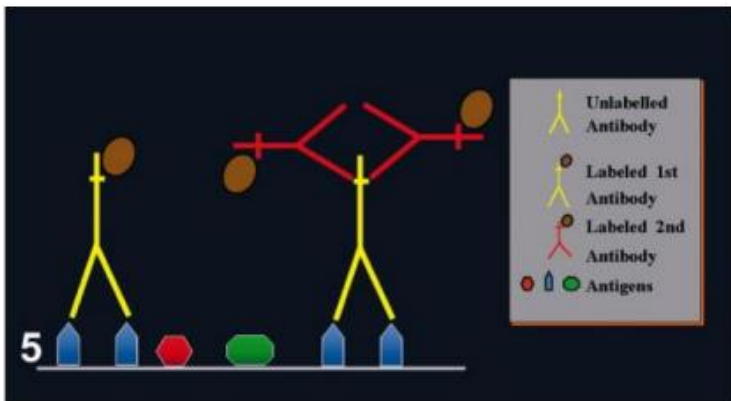
1. Antibodi (primer dan sekunder)
2. *Chromogens* (DAB untuk HRP, Fast Red untuk AP)
3. Buffer (TBS, buffer sitrat)
4. *Antigen retrieval solution*
5. *Blocking solution* (hidrogen peroksida, serum normal)
6. Bahan pewarna kontras (hematoxylin)
7. Media penutup
8. Peralatan
9. Mikrotom

10. Bak air
11. Microwave atau panci tekan (untuk *Antigen retrieval*)
12. Kamar kelembaban
13. Mikroskop
14. Platform imunohistokimia otomatis (opsional)

E. TEKNIK IMUNOHISTOKIMIA

1. Metode Langsung

Dalam teknik Imunohistokimia, metode langsung menggunakan antibodi primer yang telah dikonjugasi atau berikatan dengan sebuah label enzimatis atau fluorescent. Antigen target akan diikat langsung oleh antibodi primer ini ke dalam jaringan. Setelah pengikatan, label yang terikat pada antibodi menghasilkan sinyal yang memungkinkan identifikasi antigen. Metode ini tidak menggunakan antibodi kedua atau yang biasa disebut antibodi sekunder, karena itu prosesnya lebih cepat dan memerlukan lebih sedikit proses dibandingkan dengan metode tidak langsung atau metode amplifikasi lainnya.



Sumber : (Ara JARA 2025)

Gambar 13.2 Metode Imunoperoxidase Langsung dan Tidak Langsung

Alasan mendasar inilah yang menjadikan metode langsung ideal untuk diagnosis klinis atau penelitian yang sensitif waktu, di mana hasil harus muncul dengan cepat. Dengan memotong jumlah langkah dalam prosedur imunohistokimia, metode ini secara otomatis mengurangi

DAFTAR PUSTAKA

- Ara, JARA. (2005). *Technical Aspects of Immunohistochemistry*.
- Bartlett, J. M. S., Brookes, M. G., & Cubilla, E. (2020). HER2 testing in breast cancer: An overview of the past, present, and future. *Journal of Clinical Pathology*, 73(10), 619–624.
- BosterBio. (2023). *Immunohistochemistry (IHC) Principle & Protocol*.
- Coons, A. H., Creech, H. J., & Jones, R. N. (1941). Immunological properties of an antibody containing a fluorescent group. *Proc Soc Exp Biol Med*.
- Dabbs, D. J. (2017). *Diagnostic immunohistochemistry: Theranostic and genomic applications* (5th ed.). Elsevier.
- Ecancer. (2024). *Current advances in cancer immunohistochemistry: A new perspective for Ki-67 biomarker*.
- García-Martín, E., Rueda, A., García-Sáenz, J., & Cortés, J. (2020). HER2-low breast cancer: A new clinical entity. *Clinical Breast Cancer*, 20(4), 285–292.
- Handajani, F., & Prabowo, S. (2019). Peran Ekstrak *Sargassum duplicatum* terhadap Penurunan Edema Sendi Pergelangan Kaki Tikus dengan Artritis Ajuvan yang Terpajan Stresor Dingin. *eJournal Kedokteran Indonesia*, 7. <https://doi.org/10.23886/ejki.7.10733>
- Miller, R. T., & Kubier, P. (2015). Blocking of endogenous peroxidase activity in immunoperoxidase techniques. *J Histotechnol*.
- Nurchayanti, O., & Kusmardi. (2024). *Imunohistokimia pada Kanker Payudara: Teknik, Aplikasi, dan Implikasinya dalam Diagnostik dan Terapi*. Departemen Patologi Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia.
- Pennington, D. E., Rimm, D. L., Haffty, B. G., & Bossuyt, V. (2021). Estrogen and progesterone receptor testing in breast cancer: ASCO/CAP guideline. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 71(1), 18–35.
- Por-Journal. (2024). *Semi-automatic analysis of HER2 immunohistochemistry using AI models*.

- Rakha, E. A., Reis-Filho, J. S., & Ellis, I. O. (2010). Diagnostic utility of immunohistochemistry in breast pathology. *Histopathology*.
- Ramos-Vara, J. A. (2005). Technical aspects of immunohistochemistry. *Vet Pathol*.
- Shi, S. R., Liu, C., & Taylor, C. R. (2011). Antigen retrieval techniques: Current perspectives. *J Histochem Cytochem*.
- Thermo Fisher Scientific. (2022). *Overview of Immunohistochemistry (IHC)*.
- Wolff, A. C., Hammond, M. E. H., Allison, K. H., Harvey, B. E., Kamel-Reid, S., Klimstra, J. D., Puhalla, S. L., Rempfer, C. B., & Somerfield, M. R. (2018). Human Epidermal Growth Factor Receptor 2 testing in breast cancer: American Society of Clinical Oncology/College of American Pathologists Clinical Practice Guideline Update. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 142(11), 1364–1385.
- Yousef, A., et al. (2023). Artificial intelligence in digital pathology: Current applications in IHC. *Front Oncol*.

GLOSARIUM

- Laboratorium Klinik** : Tempat melakukan pemeriksaan spesimen dari tubuh manusia untuk menunjang diagnosis dan pengobatan.
- Laboratorium Patologi Anatomi** : Laboratorium khusus yang menangani pembuatan preparat jaringan (histopatologi) dan sel (sitopatologi).
- Histopatologi** : Ilmu yang mempelajari perubahan jaringan akibat penyakit.
- Sitopatologi** : Ilmu yang mempelajari perubahan sel akibat penyakit.

BAB XIV

PENILAIAN SEDIAAN PREPARAT

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Mahasiswa diharapkan mampu melakukan penilaian sediaan preparat histopatologi untuk menjamin sediaan yang baik dan sesuai dengan mutu Laboratorium.

B. PENDAHULUAN

Proses pengolahan jaringan histologi tetap menjadi standar emas dalam menentukan terapi dan prognosis pasien. Hasil yang optimal dapat menggambarkan bentuk, susunan sel, inti sel, sitoplasma, struktur serat jaringan ikat, otot, dan lainnya, sesuai dengan kondisi jaringan saat masih hidup. Kualitas hasil ini juga dipengaruhi oleh tahapan-tahapan dalam proses pengolahan jaringan (Mescher, 2016).

Penilaian preparat jaringan memainkan peran penting dalam patologi dan neurologi. Sebagai organ utama sistem saraf, jaringan otak sering dianalisis melalui teknik histopatologi untuk mendeteksi kelainan seperti tumor, infeksi, kanker, atau penyakit autoimun. Proses ini membantu dalam diagnosis awal, menentukan stadium penyakit, dan merancang strategi pengobatan (Masayuki et al., 2024)

C. PENILAIAN KUALITAS SEDIAAN

1. Penilaian Kontrol Kualitas

Pembuatan preparat jaringan yang berkualitas tinggi sangat krusial dalam mendapatkan hasil yang akurat dan dapat dipercaya. Tetapi, kerusakan jaringan sering terjadi selama tahap fiksasi, pematangan, pemotongan, atau pewarnaan. Teknisi Laboratorium Patologi Anatomi

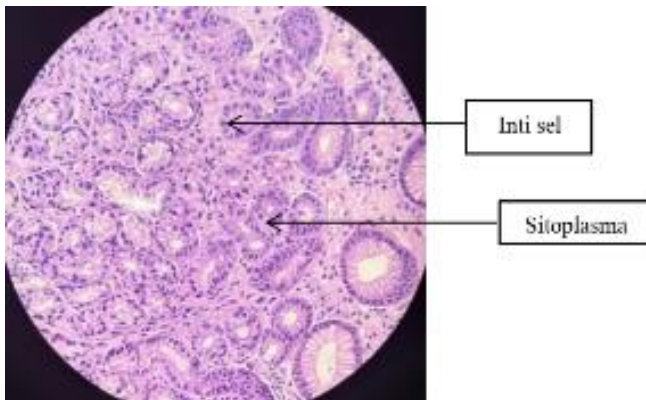
harus mampu mengurangi risiko kerusakan jaringan dan memperbaikinya jika terjadi. Hal ini dapat dicapai dengan menerapkan kontrol kualitas pada setiap langkah pembuatan sediaan jaringan. Berikut adalah beberapa panduan umum untuk mengevaluasi kualitas pewarnaan H&E:

- a. Nukleus: Zat pewarna mampu mewarnai nukleus dengan warna biru, sehingga memperlihatkan struktur membran nukleus, nukleoli, kromatin, serta nukleus yang vakuolar dan hiperkromatis.
 - b. Sitoplasma dan substansi dasar lainnya: Pewarna dapat digunakan untuk mewarnai serta membedakan sitoplasma, kolagen, otot, eritrosit, dan mucin dengan nuansa warna merah yang berbeda-beda.
 - c. Pada potongan usus, usus buntu dan paru-paru: Zat pewarna dapat mewarnai mucin pada sel epitel, dengan warna biru atau terang bergantung pada tingkat pH hematoxylin. Penurunan pH, yang biasanya dicapai dengan menambahkan asam asetat, dapat secara signifikan mereduksi warna mucin.
 - d. Hematoxylin yang mengalami oksidasi berlebihan akan menyebabkan warna cokelat pada beberapa komponen jaringan.
2. Parameter penilaian
- a. Fiksasi
Jaringan telah terfiksasi dengan baik, bebas dari lisis, dan tampak merata dari bagian tepi hingga ke tengah jaringan.
 - b. Proses hingga terbentuk blok parafin
Tak terdapat bercak putih pada blok jaringan, tak ada fragmentasi atau kerapuhan, serta tak ditemukan efek termal atau kekeringan. Dalam proses embedding, orientasi jaringan disusun untuk memastikan semua lapisan, termasuk kulit, dinding kista, usus, dinding organ berongga, dan lain-lain, dapat terlihat secara menyeluruh.
 - c. Pemotongan blok parafin
Jaringan diiris tipis dengan ketebalan 1-5 mm, sel tidak bertumpuk, ketebalan seragam, tidak ada lipatan, dan tidak menunjukkan goresan dari mata pisau yang tidak rata atau kurang tajam.

d. *Staining dan mounting*

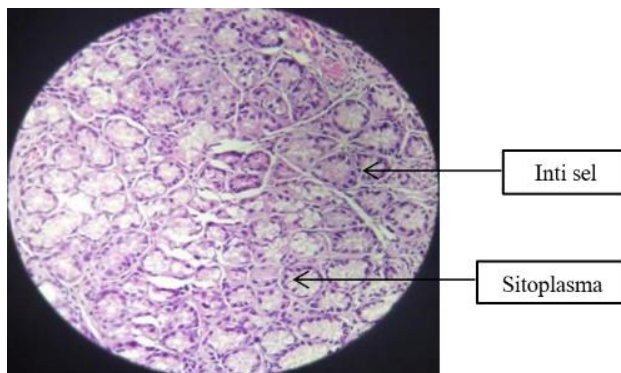
Warna hematoksilin dan eosin memiliki kontras yang tajam, preparat tidak ada kotoran, dehidrasi pasca-pewarnaan eosin dilakukan dengan baik, tak terdapat gelembung udara pada proses mounting, reagen entelan tidak berlebihan, kaca penutup (deckglass) menutup seluruh jaringan, dan tidak terdapat bercak atau sidik jari pada objek glass, khususnya di atas deckglass.

3. Contoh gambaran mikroskopis sediaan histopatologi penderita gastritis kronik



Sumber: Afridiana, 2022

Gambar 14.1 Warna biru pada inti sel dan warna merah pada sitoplasma terlihat dengan jelas (perbesaran 40x10)



Sumber: Afridiana, 2022

Gambar 14.2 Inti sel berwarna biru dan sitoplasma berwarna merah terlihat jelas (perbesaran 40x10)

DAFTAR PUSTAKA

- Afridiana *at al.*, 2022, *Gambaran Kualitas Pewarnaan pada Sediaan Histopatologi Penderita Gastritis Kronik*. Poltekkes Kemenkes Tanjungkarang
- Bancroft J.D, Gamble M. (2008). *Theory and Practice of Histological Techniques*. Philadelphia: Elsevier
- BPMPPPI. (2019). *Buku Panduan Penjaminan Mutu Pelayanan Patologi Indonesia*. Perhimpunan Dokter Spesialis Patologi Indonesia (IAPPI)
- Masayuki *at al.*, 2024, *Histological outcome evaluation of selected brain preparation*, [https:// pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11625853/](https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11625853/) diakses pada 30 Agustus 2025
- Mescher, Anthony L, 2016, *Basic Histology* Indiana University Bloomington. Indiana.

GLOSARIUM

- Laboratorium Klinik** : Tempat melakukan pemeriksaan spesimen dari tubuh manusia untuk menunjang diagnosis dan pengobatan.
- Laboratorium Patologi Anatomi** : Laboratorium khusus yang menangani pembuatan preparat jaringan (histopatologi) dan sel (sitopatologi).
- Histopatologi** : Ilmu yang mempelajari perubahan jaringan akibat penyakit.
- Sitopatologi** : Ilmu yang mempelajari perubahan sel akibat penyakit.

DAFTAR SINGKATAN

No	Singkatan	Kepanjangan
1	HE / H&E	Hematoksilin Eosin
2	IHK	Imunohistokimia
3	IHC	Immunohistochemistry
4	PAP	Papanicolaou
5	FNAB	Fine Needle Aspiration Biopsy
6	FNA	Fine Needle Aspiration
7	FFPE	Formalin Fixed Paraffin Embedded
8	PAS	Periodic Acid Schiff
9	MT	Masson's Trichrome
10	GMS	Gomori Methenamine Silver
11	AFB	Acid Fast Bacilli
12	ZN	Ziehl-Neelsen
13	TBS	Tris Buffered Saline
14	PBS	Phosphate Buffered Saline
15	HRP	Horseradish Peroxidase
16	DAB	Diaminobenzidine
17	EDTA	Ethylenediaminetetraacetic Acid
18	HCl	Hydrochloric Acid
19	NaCl	Natrium Klorida
20	µm	Mikrometer
21	SOP	Standard Operating Procedure
22	QC	Quality Control
23	QA	Quality Assurance
24	AP	Alkaline Phosphatase
25	CD	Cluster of Differentiation
26	DNA	Deoxyribonucleic Acid
27	RNA	Ribonucleic Acid
28	TMA	Tissue Microarray
29	KOH	Kalium Hidroksida
30	K3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja

PROFIL PENULIS



Lendawati, SKM., MM., M.Si

Perempuan kelahiran asal Lampung, 18 Oktober 1980 ini telah menjalani beberapa pendidikan formal yaitu; S1 Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, S2 Manajemen Universitas Bandar Lampung dan S2 Biologi Universitas Lampung. Penulis merupakan Dosen Jurusan/Prodi Teknologi Laboratorium Medis (TLM) Program Sarjana Terapan Poltekkes Kemenkes Tanjung Karang sejak tahun 2021-sekarang. Sebagai seorang yang sepenuhnya mengabdikan dirinya sebagai dosen, selain pendidikan formal yang telah ditempuhnya penulis juga mengikuti berbagai pelatihan dan magang klinik dosen untuk meningkatkan kinerja dosen, khususnya di bidang pengajaran, penelitian dan pengabdian. Sebelumnya penulis telah menghasilkan buku yang disusun bersama tim yaitu; Book Chapter dengan judul Bunga Rampai Sitohistoteknologi. Selain itu, penulis juga aktif melakukan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yang diterbitkan di berbagai jurnal nasional maupun internasional. Penulis juga aktif menjadi workshop/seminar/lokakarya tertentu. Email: lendawati@poltekkes-tjk.ac.id

SITOHISTOTEKNOLOGI

Buku ajar ini disusun pada mata kuliah Sitohistoteknologi, yang merupakan salah satu mata kuliah inti dalam program studi Teknologi Laboratorium Medis, Program Sarjana Terapan, Poltekkes Kemenkes Tanjungkarang. Mata kuliah ini diberikan kepada mahasiswa semester 7 dan dirancang untuk membekali mahasiswa dengan kompetensi teoritis dan praktis dalam memahami serta menerapkan ilmu Sitohistoteknologi, khususnya dalam konteks pengelolaan sediaan sitologi dan histologi.

Penyusunan buku ini berdasarkan pada capaian pembelajaran lulusan (CPL) yang mencakup aspek sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Dalam aspek sikap, mahasiswa diharapkan mampu Bekerja di bidang keahlian pokok untuk jenis pekerjaan spesifik, dengan menerapkan pemikiran logis, kritis, dan inovatif, serta memanfaatkan IPTEK di bidangnya, dengan menunjukkan mutu dan kuantitas kinerja yang terukur sesuai standar kompetensi kerja bidang yang bersangkutan; (CPL S11).

Pada aspek pengetahuan, mahasiswa diharapkan mampu Menguasai teori yang terkait dengan pemeriksaan laboratorium medik mulai tahap pra analitik, analitik sampai pasca analitik bidang Sitohistoteknologi dari sampel cairan dan jaringan menggunakan instrumen sederhana dan otomatis secara terampil sesuai standar pemeriksaan untuk menghasilkan informasi diagnostik yang tepat; (CPL. P2).



IKAPI
IKATAN PENGASAH INDONESIA

CV. Tahta Media Group
Surakarta, Jawa Tengah
Web : www.tahtamedia.com
Ig : tahtamedia group
Telp/WA : +62 896-5427-3996

