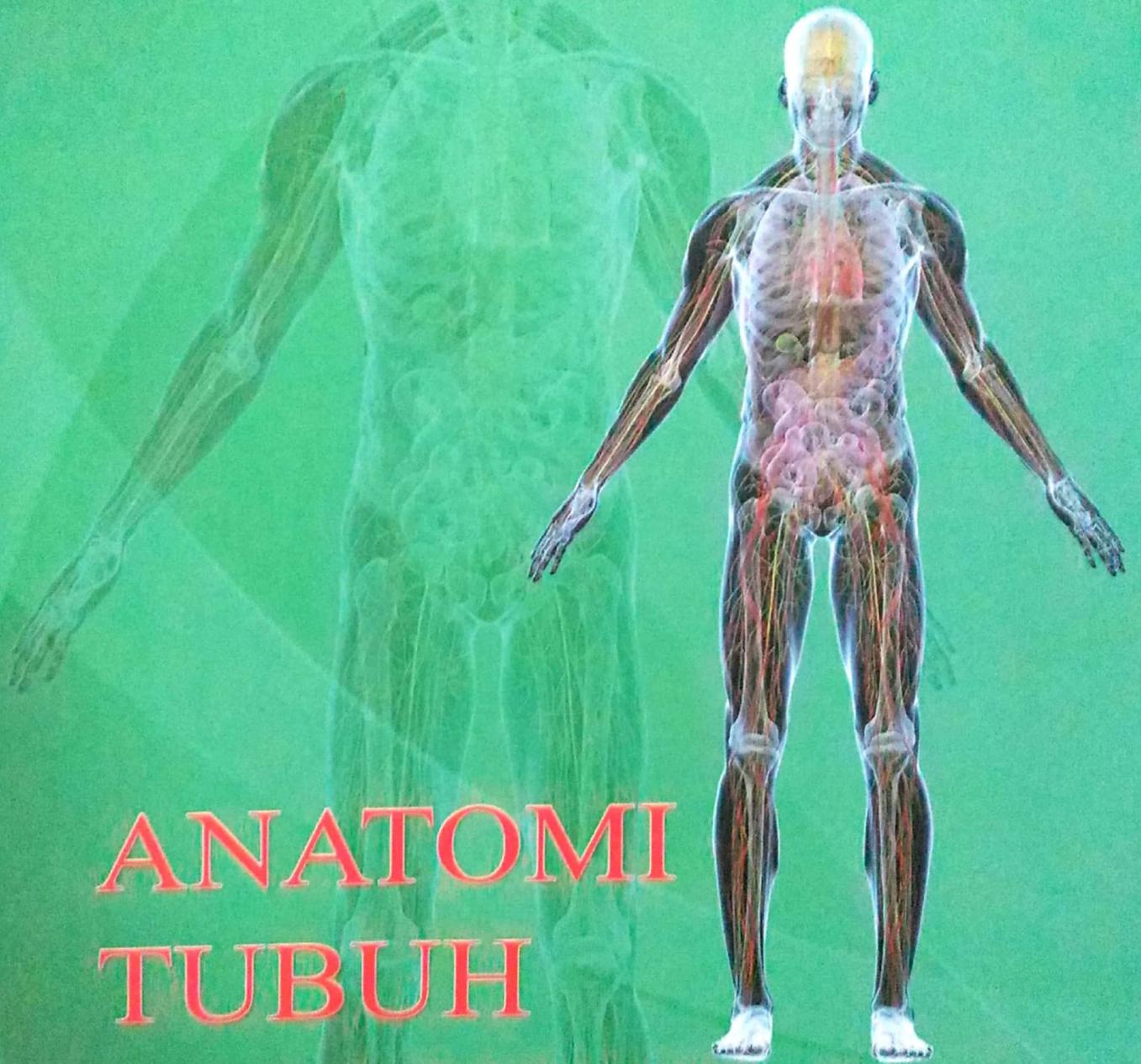


Dr. Nurhastuti, M.Pd
Prof. Dr. Hj. Mega Iswari, M.Pd



ANATOMI
TUBUH
DAN SISTEM
PERSYARAFAN
MANUSIA

ANATOMI TUBUH DAN SISTEM PERSYARAFAN MANUSIA

Dr. Nurhastuti, M.Pd
Prof. Dr. Hj. Mega Iswari, M.Pd



Goresan Pena
Kuningan, 2018

ANATOMI TUBUH DAN SISTEM PERSYARAFAN MANUSIA
Dr. Nurhastuti, M.Pd dan Prof. Dr. Hj. Mega Iswari, M.Pd
Hak Cipta © 2018 oleh Penerbit Goresan Pena

Editor : Tim Pena
Setting : Goresan Pena Publishing
Penata Isi : C. I. Wungkul
Desain Sampul : C. I. Wungkul
Foto Sampul : Dok. Penulis

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ke dalam bentuk apapun, secara elektronik maupun mekanis, termasuk fotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya, tanpa izin tertulis dari Penerbit. Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

Diterbitkan pertama kali oleh :
Goresan Pena
Anggota IKAPI, Jawa Barat, 2016
Jl. Jami no. 230 Sindangjawa – Kadugede – Kuningan
Jawa Barat 45561
Telp./SMS/Whatsapp : 085-221-422-416
BBM : 530CDEF4
Email : goresanpena2012@gmail.com
Website : www.goresanpena2012.blogspot.com

Referensi | Non Fiksi | R/D
xii + 243 hlm. ; 14 x 21 cm
ISBN : 978-602-364-425-4

Cet. I, Maret 2018

Apabila di dalam buku ini terdapat kesalahan cetak/produksi atau kesalahan informasi, mohon hubungi penerbit.

Daftar Isi

Kata Pengantar	v
Daftar isi	vii
BAB I ANATOMI FISILOGI DAN <i>NEUROLOGI</i> PADA MANUSIA	1
A. Anatomi Fisiologi	1
B. Konsep Dasar Ilmu <i>Faal</i>	3
C. Sel dan Jaringan	4
D. Istilah-istilah Anatomi	5
E. Konsep Dasar <i>Neurologi</i>	7
F. Beberapa Istilah dalam Sistem Saraf	8
G. Perkembangan Susunan Saraf	10
H. Mikro Anatomi Sel Saraf (<i>Neuron</i>)	13
BAB II ALAT-ALAT INDRA	15
A. Anatomi Fisiologi Indra Penglihatan	16
1. Alat Tambahan pada Mata	16
2. Bola Mata	17
3. Dinding Bola Mata	21
4. Cairan Bola Mata	23
5. Saraf Penglihatan (<i>Nervus opticus</i>)	24
6. Kelainan Mata yang Bersifat Optis	25
7. Lapisan Pigmen pada Retina	27
8. Pergerakan Bola Mata	29
9. Ketajaman Penglihatan	32

a. Cara Memeriksa Ketajaman Penglihatan Mata	34
b. Hasil Penilaian <i>Visus</i>	36
c. Adaptasi Gelap (<i>Scotopic vision</i>)	38
d. Adaptasi Terang (<i>Photopic vision</i>)	38
e. Proses Akomodasi	39
B. Anatomi Fisiologi Indra Pendengaran	40
1. Anatomi Telinga	40
2. Sifat Suara	47
3. Satuan Intensitas Suara	48
4. Teori Pendengaran	52
5. Proses Pendengaran	53
6. Gangguan-gangguan pada Indra Pendengaran	55
C. Anatomi Fisiologi Penciuman dan Pengecapan	64
1. Indra Penciuman	64
2. Indra Pengecapan	67
 BAB III OTOT	 72
A. Macam-Macam Otot	72
B. <i>Tonus</i> Otot	73
C. Bentuk Otot	75
D. Otot pada Gelang Bahu dan Lengan	77
E. Otot-otot pada Gelang Panggul dan Tungkai ...	78
F. Otot-otot pada Leher dan Badan	79

BAB IV BEBERAPA KELAINAN FUNGSI SISTEM ATAU ORGAN TUBUH SERTA PENYEBABNYA ...	82
A. Kelainan Sistem Saraf	82
B. Kelainan Pertumbuhan dan Perkembangan Organ Tubuh	85
C. Kelainan Indra	85
 BAB V GENETIKA	 93
A. Pengertian Genetika	93
B. Istilah dalam Genetik	94
C. Peranan Genetika	95
D. Kromosom dan Gen	96
E. Hukum-hukum Mendel	99
 BAB VI ANATOMI FISILOGI SUSUNAN SARAF	 106
A. Susunan Saraf Pusat (<i>Central Nervus System</i>)	106
B. Susunan Saraf <i>Perifer</i>	124
C. Susunan Saraf Otonom	136
 BAB VII RADANG SUSUNAN SARAF PUSAT DAN GANGGUANNYA	 138
A. Susunan Saraf Pusat (<i>Central Nervus System</i>)	106
B. Susunan Saraf <i>Perifer</i>	124
C. Susunan Saraf Otonom	136

BAB VIII SISTEM MOTORIK DAN SENSORIK	175
A. Sistem <i>Ekstra Piramidalis</i> dan <i>Piramidalis</i>	176
B. Komponen Sistem Motorik	178
1. Gerakan Otot	178
2. Koordinasi	179
3. Keseimbangan	181
4. Refleks	181
5. <i>Tonus</i> Otot	183
C. Sistem Sensoris	184
 BAB IX FUNGSI LUHUR	 193
A. Pengertian Fungsi Luhur	193
B. Pembagian Fungsi Luhur	194
1. Fungsi Bahasa	195
2. Fungsi Memori	202
3. Fungsi Emosi	204
C. Gangguan Fungsi Luhur	205
1. Sindrom <i>Lobus Frontalis</i>	205
2. Sindrom <i>Lobus Parietalis</i>	206
3. Sindrom <i>Lobus Oksipitalis</i>	206
4. <i>Lobus Temporalis</i>	207
 BAB X PERKEMBANGAN MOTORIK DAN SENSORIK ANAK	 208
A. Perkembangan Anak Normal	209
1. Perkembangan Fisik	209

2. Perkembangan Mental	211
3. Perkembangan Sosial	212
B. <i>Retardasi</i> Mental	215
1. Kelompok <i>Retardasi</i> Mental Genetik	216
2. <i>Retardasi</i> Mental Kerusakan Otak (<i>Brain Damage</i>)	218
3. <i>Retardasi</i> Mental Fungsional	219
C. Gangguan Bicara	220

BAB XI KELAINAN SISTEM SARAF DAN PENYEBABNYA
..... 223

A. Kelainan Sistem Saraf	223
B. Kelainan Pertumbuhan dan Perkembangan Organ Tubuh	226
C. Kelainan Indra	227

Daftar Pustaka	236
Daftar Istilah	238

BAB I

ANATOMI FISILOGI DAN *NEUROLOGI* PADA MANUSIA

Ilmu pengetahuan yang mempelajari kehidupan manusia disebut *Authropobiologi* (ilmu manusia). *Authropobiologi* dapat dibagi menjadi ilmu *Urai* (Anatomi), ilmu *Faal* (Fisiologi), dan ilmu Keturunan (Genetika).

A. Anatomi Fisiologi

Anatomi berasal dari bahasa Latin, kata "*ana*" = ke atas, dan "*tome*" = memotong. Secara umum bila didefinisikan, anatomi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari struktur dan susunan tubuh manusia. Anatomi mempelajari letak geografis bagian tubuh, misalnya lengan, kepala, dada, dan sebagainya. Di dalam tubuh juga didapati struktur lain, yaitu otot, saraf, tulang, dan pembuluh darah yang dipelajari dalam ilmu anatomi.

Disebut ilmu *urai* karena mempelajari letak dan hubungan bagian tubuh tidak dapat dipisahkan dari pengetahuan tentang kegunaan sistem struktur dan sistem jaringannya. Oleh sebab itu, kita sering menggunakan

istilah Anatomi Fungsional yang berkaitan erat dengan fisiologi atau ilmu *faal*. Fisiologi atau ilmu *faal* adalah ilmu yang mempelajari fungsi atau kerja dari alat-alat tubuh manusia dalam keadaan normal, baik dalam keadaan aktif maupun pasif.

Selain hal-hal di atas, diketahui juga bahwa ada struktur tertentu yang dapat dilihat dengan mata telanjang dan ada pula yang hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Oleh sebab itu, diperkenalkanlah Anatomi *Makroskopik* yang artinya melihat dengan mata telanjang dan Anatomi *Microskopik* atau melihat dengan memakai alat.

Ilmu yang berkaitan erat dengan anatomi adalah:

1. *Histologi* ilmu yang mempelajari struktur halus tulang.
2. *Sitologi* ilmu yang mempelajari sel.
3. *Osteologi* ilmu yang mempelajari tulang.
4. *Arthologi* ilmu yang mempelajari sendi.
5. *Miologi* ilmu yang mempelajari otot.
6. *Splanchologi* ilmu yang mempelajari alat *viceral* atau alat-alat dalam.
7. *Aesthosiologi* ilmu yang mempelajari alat panca indra.
8. *Neurologi* ilmu yang mempelajari sistem saraf.

B. Konsep Dasar Ilmu *Faal*

Istilah umum untuk menyebut sel yang hidup adalah protoplasma. Protoplasma merupakan suatu sistem yang kompleks dan terdiri dari beberapa bagian yang heterogen. Di dalam dalam sel-sel itu, unsur-unsur dan molekul berada dalam suatu sistem sehingga mereka selalu berada dalam gerakan-gerakan yang memungkinkan terjadinya reaksi kimia. Ukuran molekul dalam protoplasma adalah 0,001 dan 0,1 mikron. Dalam protoplasma, molekul-molekul ini selalu dalam keadaan bergerak, yang disebut gerak *Brown*.

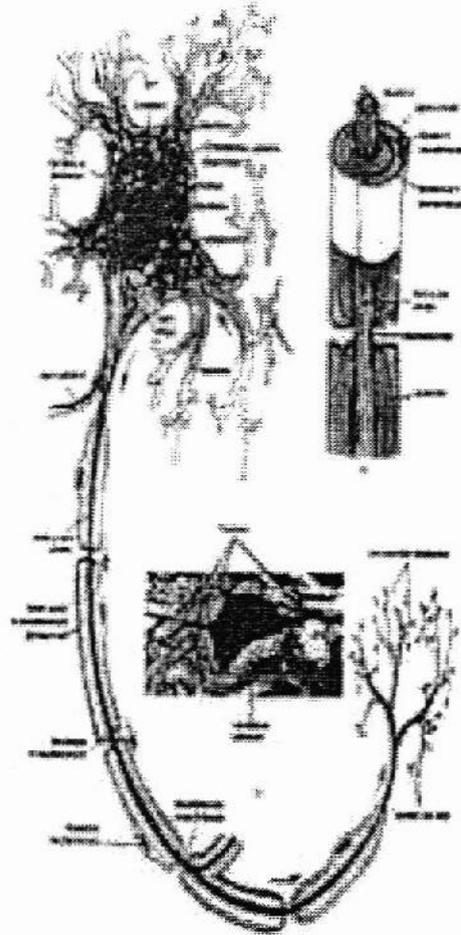
Lapisan luar protoplasma merupakan membran peka rangsang, artinya kemampuan untuk memberikan jawaban atau respons kepada reseptor bila dirangsang.

Macam-macam bentuk rangsangan :

1. Rangsangan mekanis : pijakan, pukulan.
2. Rangsangan kimia.
3. Rangsangan termis : panas, dingin.
4. Rangsangan listrik : *strom*.

C. Sel dan Jaringan

Komponen utama sel adalah membran sel, plasma, dan inti.



Gambar 1: Komponen Utama Sel

Membran merupakan keping-keping halus, gabungan dari protein dan lemak yang merupakan tempat lewatnya berbagai zat yang keluar masuk sel. Membran ini juga bertugas untuk mengatur hidup dari segala rangsang yang datang.

Plasma merupakan cairan sel yang kompleks menyerupai koloid encer dan mengandung berbagai zat terlarut. Di dalam plasma ini, banyak bahan organik dan anorganik yang larut dan tidak larut. Organel-organel lain yang terdapat di dalam plasma ini adalah *mitokondria*, badan *golgi* dan *lisosom*. Di dalam *mitokondria* terjadi respirasi sel. Sedangkan badan *golgi* belum ada fungsinya yang sejalan, tetapi sering dihubungkan dengan fungsi ekskresi dari sel. *Lisosom* banyak terdapat pada sel yang menyelenggarakan imunitas, seperti *leukosit*, *monosit*, dan *limfosit*. Inti atau nukleus disebut juga *kation*, bentuknya bulat terdiri atas selaput (*karyotheca*), plasma (*karyoplasma*), anak inti (*nucleulus*), dan *kromatin*.

D. Istilah-istilah Anatomi

Istilah yang digunakan pada anatomi manusia sebagian besar berasal dari bahasa Latin dan Yunani. Pengenalan istilah anatomi ini sangat penting artinya untuk memahami anatomi manusia secara utuh. Materi anatomi ini telah disesuaikan dengan keperluan yang erat kaitannya dengan anak berkebutuhan khusus.

Adapun istilah-istilah yang digunakan dalam mempelajari anatomi adalah:

1. *Anterior* adalah bagian depan.
2. *Posterior* adalah bagian sebelah belakang.
3. *Superior* adalah bagian sebelah atas.
4. *Inferior* adalah bagian sebelah bawah.
5. *Medial* adalah bagian tengah.
6. *Lateral* adalah bagian ke samping.
7. *Kaudal* adalah bagian ke arah ekor.
8. *Dorsal* adalah bagian punggung.
9. *Ventral* adalah bagian perut.
10. *Kranial* adalah bagian ke arah kepala.
11. *Rostral* adalah bagian moncong.
12. *Fontral* adalah bidang vertikal yang tegak lurus dengan bidang *sagital* (yang membagi tubuh menjadi bagian depan dan belakang).
13. *Transverse* adalah bidang horizontal yang tegak lurus dengan bidang *sagital* (yang membagi tubuh menjadi tubuh bagian atas dan bawah).
14. *Mid Sagital Plane*, adalah yang membagi tubuh untuk menjadi sama dan semetris kiri dan kanan.

E. Konsep Dasar *Neurologi*

Neurologi berasal dari kata *neuro* dan *logos*. *Neuro* berarti saraf dan *logos* berarti ilmu. Jadi *neurologi* merupakan ilmu yang mempelajari tentang syaraf. Di dalam mempelajari pengertian *neurologi* merupakan langkah awal untuk mengkaji dan mempelajari ilmu saraf yang lain. Dalam belajar dasar-dasar *Neurologi* Pendidikan Luar Biasa ini, sangat erat kaitannya dengan makhluk hidup seperti ilmu pengetahuan biologis dan ilmu alam yang mempelajari reaksi alam terhadap fisik dan gerakan-gerakan tubuh. Ruang lingkup dari materi konsep dasar *Neurologi* yaitu: Pengertian *Neurologi*, beberapa istilah dalam sistem saraf, perkembangan sistem saraf, mikro anatomi sel saraf, struktur histologi sistem saraf.

Neurologi bersal dari kata *neuro* dan *logos*. *Neuro* berarti saraf dan *logos* berarti ilmu. Jadi *neurologi* berarti ilmu saraf. Evelyin C. Pearce (1993) mendefenisikan “*Neurologi* berarti ilmu pengetahuan tentang saraf dan struktur saraf”. Tercakup dalam pengertian ini mengenai anatomi atau susunan saraf dan hubungan bagian-bagianny satu sama lain, serta fisiologi atau fungsi kerja saraf manusia dalam keadaan normal.

Mempelajari letak dan hubungan satu sistem saraf tidak dapat terpisahkan dari pengamatan tentang kegunaan setiap struktur dan sistem jaringannya. Hal ini membawa kita pada penggunaan istilah anatomi fungsional yang bertalian erat dengan fisiologi atau ilmu *faal*. Ilmu ini sangat erat hubungannya dengan pengetahuan tentang semua makhluk hidup yang tercakup dalam pelajaran biologi, juga erat kaitannya dengan *sitologi* yang mempelajari detail struktur sel serta bio kimia yang mempelajari perubahan kimiawi dan kegiatan sel serta menyelidiki proses kimia jasad hidup serba kompleks. Juga erat hubungannya dengan ilmu alam yang mempelajari reaksi fisik dan gerakan-gerakan yang terjadi di badan. Sel merupakan unsur terkecil dari tubuh yang memiliki semua bagian, sel disesuaikan dengan fungsi yang harus dilaksanakan atau dengan jaringan di mana sel itu berada.

F. Beberapa Istilah dalam Sistem Saraf

Kita dapat menerima rangsangan dan reaksi terhadapnya. Alat-alat yang menerima rangsangan disebut *reseptor*, dan alat peraksi terhadap rangsangan disebut *efektor*. Di antara *reseptor* dan *efektor* berkembang jaringan

yang menghubungkan keduanya itu. Jaringan penghubung ialah jaringan saraf.

Bagian saraf yang menghantarkan rangsangan yang diterima oleh *reseptor* disebut saraf sensoris, sedangkan bagian saraf yang menghantarkan rangsangan reaksi ke efektor disebut saraf pergerakan atau saraf motoris. Di antara saraf sensoris dan motoris terhadap bagian sel saraf yang disebut *perikarion*. Badan sel ini berfungsi mengolah rangsangan yang diterima.

Bila jumlah *reseptor* bertambah banyak dan berkembang menjadi bermacam-macam indra, maka jaringan saraf menjadi lebih kompleks. Di dalam tubuh timbul daerah-daerah di mana badan-badan sel saraf terkumpul membentuk satu simpul saraf atau *ganglion*. Di dalam sebuah *ganglion* badan-badan sel saraf saling mempengaruhi.

Pada perkembangan lebih lanjutnya, berkembang sel-sel penghubung antara badan-badan sel di dalam simpul saraf itu, sehingga memungkinkan pengolahan semua rangsangan-rangsangan yang diterima. Demikian simpul saraf berkembang menjadi susunan saraf sentral.

Pada manusia *reseptor* indra-indra ialah penglihatan, pendengaran, penghidup, pengecap, dan

peraba atau perasa dalam kulit dan alat-alat lain. Indra-indra ini berfungsi menangkap rangsangan dari luar maupun rangsangan dari dalam tubuh dan mengubahnya menjadi rangsangan-rangsangan saraf. Di dalam indra-indra ini macam-macam rangsangan itu diubah menjadi rangsangan saraf yang disalurkan melalui saraf-saraf *perifer* ke susunan saraf sentral (pusat).

Saraf *perifer* yang menghubungkan *reseptor-reseptor* dengan susunan saraf sentral disebut saraf *eferen* atau saraf *sensoris*. Efektor ialah macam-macam alat dalam tubuh yang bereaksi terhadap rangsangan yang berasal dari susunan saraf sentral, seperti alat-alat penggerakkan (otot, urat, tulang), kelenjar, pembuluh darah, dan alat-alat lain. Saraf yang menghubungkan saraf-saraf sentral dengan *efektor* disebut saraf *eferen* atau saraf *motors*. Saraf *eferen* ini membentuk saraf *perifer*.

G. Perkembangan Susunan Saraf

Pada *emberion* yang berumur 2 (dua) minggu, di bagian medial *ectoderm* terjadi sebuah lekukan yang makin lama makin dalam, sel-sel sekitar lekukan perkembangan biak, batas tepi-tepi lekukan kiri dan kanan menutup. *Ectoderm* permukaan menjadi satu lagi sel-sel yang

berkembang baik sekitar ruangan lekukan terpisah dari permukaan dan bentuk sebuah bumbung. Bumbung ini memanjang ke depan dan ke belakang. Di ujung depan terbentuk otak, di bagian belakangnya terbentuk *medulla spinalis*. Di bagian depan terbentuk tiga benjolan. Benjolan-benjolan ini berturut-turut dari belakang ke depan disebut *rombensefalon*, *mesensefalon*, dan *prosensefalon*. *Rombensefalon* berkembang menjadi *melensefalon* dan *metensefalon*. *Melesensefalon* kemudian membentuk *medulla oblongata* dan *pons*.

Metensefalon di bagian *dorsal* membentuk *serebellum* (otak kecil). *Prosensefalon* berkembang membentuk *diensefalon* dan *telensefalon*. *Tensefalon* kemudian berkembang menjadi *serebelum* (otak besar). Dari *diensefalon* dan *telensefalon*. Tumbuh tonjolan yang disebut tonjolan *optic*, yang kemudian membentuk saraf mata ke-II (*nervus optikus*).

Di sisi kiri dan kanan dari bumbung saraf sebelah belakang ada sel-sel *ektodem* yang memisahkan diri pada tempat-tempat tertentu yang kemudian membentuk *ganglion vertenralis* atau *ganglion spinal*. Di sekitar sumbu *embrion*, *ektoderm*, dan *mesoderm* membentuk segmen-

segmen. Pada bumbung saraf, segmen-segmen ini bergabung menjadi satu membentuk *medulla spinalis*.

Dari *mesoderm* berkembang otot dan tulang. Segmentasi tulang tampak pada vertebra. Otot-otot pada umumnya terbentuk dari persatuan beberapa segmen otot, disebut *miotom segmen* tulang disebut *osteotom*, segmen saraf *medulla spinalis* disebut *mielotom*. Segmen kulit disebut *dermatom* dan segmen saraf disebut *neurotom*. Tiap *neuron mensarafi dermatom, miotom, dan osteotom* yang sesuai. Di bagian *servikal* terdapat 8 segmen, *torakal* 12 segmen, *lumbal* 5 segmen, *sakral* 5 segmen, dan *kogsegela* 2-3 segmen.

Di dalam *medulla spinalis*, sel-sel *neuro* terkumpul di bagian tengah membentuk zat kelabu *substantia nigra*, yang berbentuk seperti kupu-kupu. Di dalam batang otak, zat kelabu juga terdapat di bagian tengah lebih dekat ke *ventrikel-ventrikel*. Di dalam *serebrum* dan sebulum zat kelabu terdapat di permukaan membentuk *korteks*. Zat putih atau *substantia alba* berisi serat-serat saraf, yaitu *akson* (sumbu *prosesus* atau juluran sel saraf yang menghantar rangsangan keluar dari pusat sel) dan *dendrit-dendrit* dalam *substantia alba*, sebelum dan batang otak

juga terdapat kumpulan-kumpulan badan sel *neuron* yang juga disebut *mikleus*.

H. Mikro Anatomi Sel Saraf (*Neuron*)

Pusat sel saraf atau *neuron* terdiri dari sebuah badan sel yang juga disebut *perikarion* yang berisi *nucleus*. Di dalam sitoplasma *perikrion* terdapat badan-badan yang disebut *substansi nissi*. Dari *perikarion* menjulur *prosesus-prosesus* yang menghantar rangsangan yang menuju *perikarion* disebut dengan *dendrite*. Jumlah *dendrite* biasanya banyak, yaitu lebih dari satu. *Prosesus* yang menghantar rangsangan keluar dari *perikarion* disebut *akson*. Jumlah *akson* biasanya hanya satu atau mungkin pula dua. Bagian permulaan dari *akson* tampak lebih besar daripada bagian permulaan yang lebih *perifer*. Di bagian *perifer* bukit ini *akson* terselubung oleh *mielen*. Sampai *mielen* ini berlekuk-lekuk. Lekukan-lekukan ini disebut *nodus ramter*.

Di dalam saraf *perifer*, *akson-akson* dan *dendrite-dendrite* yang tergabung dalam berkas-berkas oleh jaringan ikat. Jaringan ikat ini disebut *endoneurium*. Berkas-berkas ini tergabung lagi menjadi berkas yang lebih besar oleh *perineurium* dan berkas-berkas yang terselubung oleh

perineurium ini bergabung lagi menjadi berkas lebih besar lagi oleh *epineurium*. Bila sebuah *akson* terputus, bagian yang terputus hubungannya dengan *perikarion* akan mengalami degenerasi. Yang berdegenerasi *akson*-nya sendiri dan sampai *mielin*-nya.

Jaringan saraf terdiri dari sel saraf (*neuron*) dan sel penyokong (*neuronglia*). *Neuron* terdiri atas bagian sel yang mempunyai uluran sitoplasma yang panjang dan pendek. Uluran yang panjang disebut *axon* atau *neurit* tempat di mana rangsangan disalurkan dari sel saraf. Uluran yang pendek disebut *dendrite*, di mana rangsangan berjalan menuju sel saraf.

BAB II

ALAT-ALAT INDRA

Perangsangan suatu *reseptor* atau alat indra akan memberikan informasi kepada sistem saraf untuk mengenal keadaan sekeliling, sehingga tubuh dapat segera menyesuaikan dengan keadaan yang baru. Penyesuaian ini diperlukan untuk mempertahankan kelangsungan hidup dari suatu makhluk hidup.

Alat indra adalah alat yang ada pada tubuh manusia dan berfungsi untuk mengenal keadaan dunia luar. “Alat” itu adalah *reseptor* saraf yang sensitif. “Dunia luar” adalah dunia di luar tubuh manusia itu sendiri, yang disebut rangsangan. *Reseptor* yang ada di dalam tubuh sensitif terhadap rangsangan itu disebut dengan indra. Indra ini mampu mengubah rangsangan menjadi impuls. Impuls ini merupakan sinyal listrik yang sampai ke otak untuk membawa berita sehingga orang dapat mengenal dunia luar.

Indra penglihatan terdapat pada organ tubuh mata. Ada beberapa alat yang berhubungan dengan struktur mata dan penglihatan, yaitu:

1. Alat tambahan mata.
2. Bola mata.
3. Dinding bola mata
4. Cairan bola mata.
5. Saraf penglihatan.
6. Kelainan mata yang bersifat optis.
7. Lapisan pigmen pada retina.
8. Pergerakan bola mata
9. Ketajaman penglihatan.

A. Anatomi Fisiologi Indra Penglihatan

1. Alat Tambahan pada Mata

Alat tambahan pada mata terdiri dari alis, *palpebra* atau kelopak mata, bulu mata, dan *aparatus lakrimalis*.

- a. Alis mata, adalah rambut kasar yang terdapat di atas mata secara melintang dan tersusun rapi. Alis mata ini berfungsi untuk memperindah dan melindungi mata dari keringat.
- b. Kelopak mata, adalah bagian mata yang dapat digerakkan untuk membuka dan menutup mata. Kelopak mata ini ada bagian atas dan bagian bawah. Kelopak mata bagian atas mempunyai otot yang disebut *levator palpebrae* yang dapat menarik mata

untuk terbuka, sedangkan kelopak mata bawah mempunyai otot *orbikularis okuli* untuk menutup mata.

- c. Bulu mata, ialah bulu yang terletak pada ujung kelopak mata yang berfungsi untuk memperindah mata.
- d. *Aparatus lakrimalis*, adalah saluran yang mengalirkan air mata menuju *konjuktiva* kelopak mata atas. Air mata ini berfungsi untuk membasahi dan membersihkan bola mata, kedipan mata pun dapat membantu penyebaran air mata. Sebagian air mata akan menguap dan sebagian lagi masuk ke dalam *punkta lakrimalis* di kelopak mata atas dan bawah di sudut dalam mata. Air mata ini mengalir ke *kanalis lakrimalis* dan bermuara di rongga hidung, maka apabila seseorang sedang menangis akan mengeluarkan cairan dari hidung.

2. Bola Mata

Bola mata manusia berbentuk bulat dan agak pipih dari atas ke bawah. Hal ini disebabkan oleh selama berhubungan sejak bayi, bola mata selalu tertekan oleh kelopak mata atas dan bawah. Bola mata mempunyai

diameter 24 – 25 mm, 5/6 bagiannya terbenam dalam rongga mata dan hanya 1/6 bagian yang tampak dari luar.

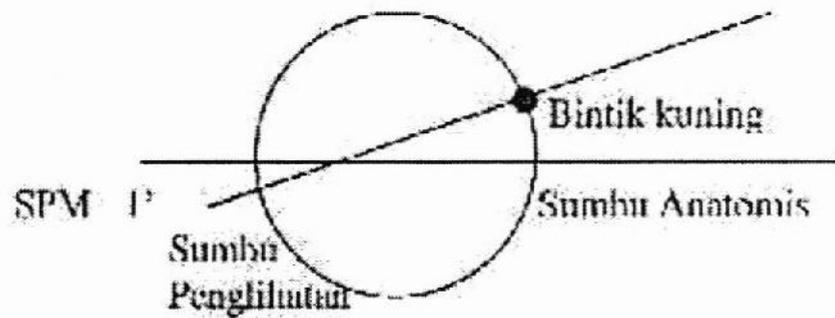
Bola mata dilindungi oleh pelupuk mata atas dan bawah. Untuk melihat mata dapat terbuka dan bila tidur mata akan menutup. Bola mata ini dapat bergerak ke kiri, ke kanan, dan ke bawah. Gerakan ini dilakukan oleh otot mata.

Bola mata ini terdiri dari dua lengkung lingkaran:

- a. Lengkung lingkaran bagian depan yang disebut kornea, bersifat transparan (bening) dan tembus cahaya.
- b. Lengkung lingkaran bagian belakang yang disebut jaringan pengikat atau padat, tidak tembus cahaya dan berfungsi untuk penyokong bola mata yang disebut dengan *sclera*.

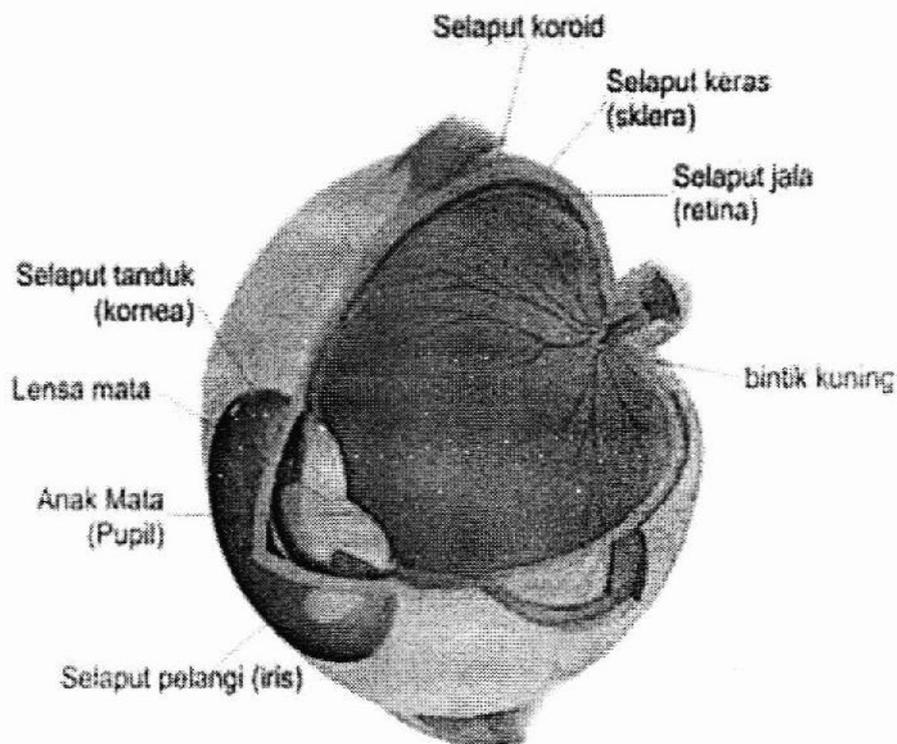
Bola mata dibagi dua oleh suatu sumbu yang disebut sumbu anatomis (*Anatomical Axis*). Bila suatu cahaya masuk ke bola mata, cahaya tersebut tidak mengikuti sumbu anatomis, melainkan mengikuti suatu sumbu yang jatuh tepat pada bintik kuning. Sumbu tersebut dinamakan sumbu penglihatan (*Visual axis*). Sumbu anatomis dengan sumbu penglihatan tidak berhimpitan, tapi keduanya

perpotongan membentuk sudut penglihatan sebesar $1'$ (satu menit) dan disebut sumbu penglihatan Minimal. Pada mata normal dengan sudut $1'$ seseorang mempunyai sudut penglihatan secara jelas.



Sudut Penglihatan Minimal $1'$

Gambar 2: Sudut Penglihatan



Gambar 3: Bagian-bagian Bola Mata

Bola mata itu adalah:

- a. Selaput tanduk (kornea), yaitu selaput bening di bagian depan bola mata yang berguna untuk melewatkan cahaya yang masuk dari luar.
- b. Selaput pelangi (iris) adalah bagian mata yang mengandung zat warna (hitam, coklat, hijau, atau biru).
- c. Anak mata (pupil), yaitu lubang pada bagian tengah iris yang berguna dalam mengatur besar kecilnya cahaya yang masuk.
- d. Lensa mata, dapat menjadi cembung atau pipih berguna dalam mengatur pembentukan bayangan.
- e. Selaput keras (*sklera*), yaitu bagian terluar dari bola mata yang berguna untuk melindungi bagian dalam bola mata.
- f. Selaput koroid yaitu bagian tengah bola mata yang berupa selaput tipis, di dalamnya terdapat banyak saluran darah. Berwarna coklat karena banyak mengandung zat warna (pigmen). Selaput jala (retina) yaitu bagian terdalam dari bola mata, berguna untuk menangkap bayangan.
- g. Bintik kuning yaitu daerah yang sangat mudah menerima cahaya yang masuk.

3. Dinding Bola Mata

Terdiri dari tiga lapisan, yaitu:

- a. *Tunica Fibrosa* (lapisan Bagian luar), adalah merupakan suatu jaringan pengikat, terdiri dari 2 bagian yaitu: 1) bagian depan disebut *cornea* yang tembus cahaya, dan 2) bahagian belakang disebut *sclera* yang tidak tembus cahaya. Keduanya merupakan pelindung bola mata serta membentuk bola mata.

- b. *Tunica Vasculosa* (Lapisan bagian tengah)

Lapisan ini banyak mengandung pembuluh darah. Bahagian belakang disebut koroid yang banyak mengandung pigmen. Ke arah depan koroid melanjutkan diri sebagai iris dan *korpus siliaris* yang mengandung otot polos dinamakan *muskulus siliaris*. Kedua ujung iris membatasi lubang yang dinamakan pupil yang berfungsi sebagai diafragma pada alat kamera untuk mengatur banyaknya cahaya yang masuk ke dalam bola mata.

Dari *korpus siliaris* kita dapatkan batang jaringan ikat yang dinamakan *zonula zoonii* yang berfungsi untuk mengikat lensa mata.

c. *Tunica nervosa* (Lapisan bagian dalam)

Merupakan lapisan yang terpenting terdiri dari jaringan saraf. Di dalamnya ada *reseptor* penglihatan, yaitu: sel batang (*bacili*) yang berfungsi melihat senja/gelap dan sel kerucut (*conii*) berfungsi untuk melihat terang/warna. Kedua ini terletak dalam suatu lapisan yang dinamakan Retina. Lapisan retina terbentang dari bagian depan tepat pada *corpus ciliares* yang dinamakan *ota serata* dan ke arah belakang akan keluar dari bola mata melalui *papila nervopici* sebagai *nervus opticus*.

Pada bagian retina ini ada dua yang terpenting, yaitu:

1) Bintik kuning (*Vovea centralis*)

Bagian ini merupakan yang paling peka terhadap kemampuan melihat atau kemampuan menerima reaksi penglihatan paling cepat.

2) Bintik buta (*Blind spot*)

Disebut demikian karena bagian ini tidak mengandung *reseptor* penglihatan baik sel batang maupun sel kerucut sehingga tidak berfungsi untuk melihat. Nama lain dari bintik buta adalah *papila nervus optice* yaitu tempat keluarnya *nervus opticus*.

4. Cairan Bola Mata

Sebab-sebab bola mata selalu mempunyai bentuk yang bulat karena di dalam bola mata berisi cairan yang selalu konstan atau tetap volumenya (7 cc).

Ada 2 macam cairan, yaitu:

a. Cairan yang terletak di depan lensa

Cairan ini jernih dan encer seperti air disebut juga dengan "*humor aqueus* atau AH" yang selama produksinya selalu konstan. Bila suatu hal produksi dari sekresi ini terganggu, maka HA akan tertimbun dalam bola mata mengakibatkan tekanan *intra okuler* meninggi. Kelainan ini disebut "*Gloucoma*".

b. Cairan yang terletak di belakang lensa

Cairan yang disebut *corpus vitreum* ini jernih tapi konsistensinya atau kepekatannya seperti agar-agar. Agar cahaya atau benda yang dilihat dapat sampai ke retina (bintik kuning), maka cahaya tadi harus melalui: "*Cornea – humor aqueus – lensa – corpus citreum – bintik kuning*".

Instrumen tersebut harus bening dan tembus cahaya. Media yang bening tembus cahaya ini disebut *media refraksi*. *Humor aqueus* atau cairan yang terletak

di depan lensa diproduksi oleh *corvus coliare*, dibuang melalui "*Cannal of schleman*".

5. Saraf Penglihatan (*Nervus opticus*)

Nervus opticus dari mata kanan dan mata kiri setelah keluar dari bola mata akan saling bersilangan pada suatu tempat yang dinamakan "*Chiasma Opticus*". Persilangannya bersifat *parsial Crossing*, hanya *nervus opticus* bagian tengah yang saling menyilang, sedangkan *nervus opticus* bagian tepi tidak menyilang.

Dari *Chiasma Opticus*, saraf *optikus* (saraf penglihatan) melanjutkan diri sebagai *traktus opticus*. Secara anatomi fisiologi, *traktus opticus* berbeda dengan *nervus opticus*.

Kalau *nervus opticus* unsur-unsur sarafnya hanya berasal dari satu bola mata, bila ini mengalami kerusakan, maka hanya satu bola mata yang mengalami kerusakan. Sedangkan *tractus opticus* unsur-unsur sarafnya berasal dari kedua bola mata. Bila ini mengalami gangguan, maka kedua bola mata akan mengalami kerusakan.

Traktus opticus akan berganti saraf pada *cospus geniculatum* (CGL), dari CGL akan keluar suatu saraf yang menyebar berbentuk kipas yang dinamakan "*Radiatio*

Optical Gratiolet (ROG)". ROG akan berakhir di otak pada *cortex cerebri occipitalis area broadman 17, 18, 19* pada *fissura calcarina*. Apabila rangsang penglihatan sampai pada pusat ini, maka kita akan sadar dengan apa yang kita lihat. Nama lain dari jalan tersebut adalah *Tractus Geniculo Calcarina*.

6. Kelainan Mata yang Bersifat Optis

a. Kelainan Fisiologis

Kelainan itu terjadi pada usia 40 tahun ke atas dan dinamakan "*Presbyopia*", yaitu lensa mata mulai kaku tidak bisa berakomodasi sehingga tidak dapat melihat dekat. Hal ini disebabkan oleh lensa kehilangan elastisitasnya karena bertambahnya usia.

b. Kelainan Patologis

Kelainan ini tidak selalu terjadi pada setiap orang. Adapun kelainannya adalah: *Myopia*, *Hipermetropia*, *Astigmatis*.

- 1) *Myopia* (terang dekat), pada kasus ini sinar sejajar yang berasal dari tempat yang tak terhingga, oleh lensa dibiaskan langsung jatuh di depan retina, sehingga bayangan menjadi kabur.

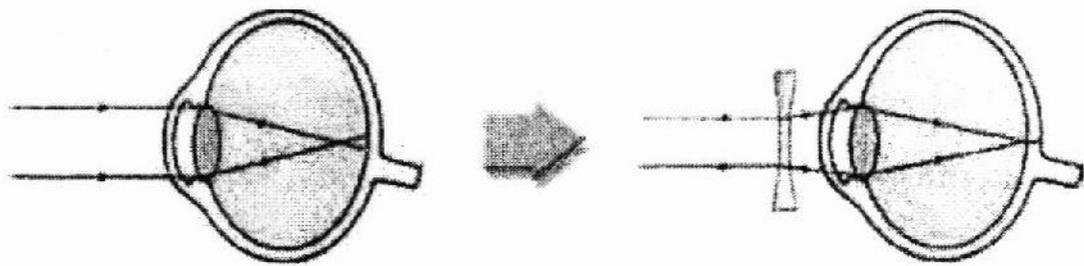
Penyebabnya adalah: sumbu mata lebih panjang dari mata normal, sedangkan indeks bias dari lensa mata normal, sehingga bayangannya jatuh pada retina (*Myopia Axis*/sumbu).

Bila indeks bias dari lensa mata lebih kuat, sedangkan sumbu mata normal, sehingga bayangan benda difokuskan di depan retina (*Myopia indeks bias*). Koreksi untuk *myopia* digunakan lensa negatif (-).

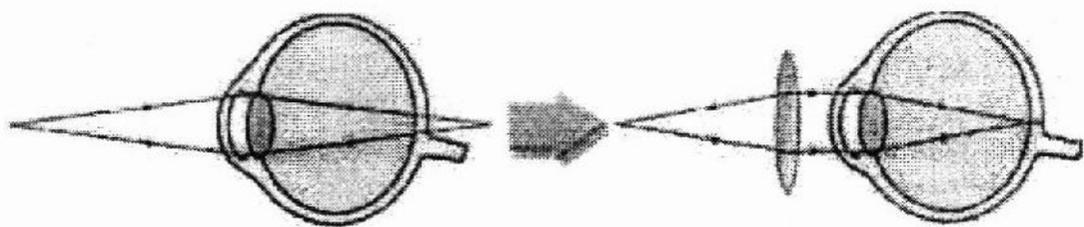
2) *Hypermetropia* (terang jauh)

Pada keadaan ini sinar sejajar yang diterima dibiaskan oleh lensa ke belakang retina, sehingga bayangannya akan kabur. Penyebabnya adalah: sumbu mata lebih pendek dari mata normal padahal indeks bias dari lensa mata normal bayangannya jatuh pada retina (*hipermetropia axis*). Jika indeks bias dari lensa mata terlalu lemah, sedangkan sumbu mata normal, maka bayangan benda jatuh di belakang retina (*hypermetropia indeks bias*). Untuk kelainan ini dikoreksi dengan lensa positif (+).

a.



b.



Gambar 4.

a. Skema Mata *Myopi*

b. Skema Mata *Hipermetropi*

7. Lapisan Pigmen pada Retina

Warna hitam dan coklat di lapisan pigmen pada retina manusia dimiliki oleh orang Asia, sedangkan warna biru terdapat pada orang Amerika. Fungsi pigmen pada retina adalah untuk mengurangi silau karena lapisan pigmen ini bisa menyerap cahaya yang masuk ke mata. Bila cahaya datang pada retina, maka cahaya dirubah menjadi arus listrik yang akan menimbulkan perubahan-perubahan:

a. Reaksi kimia

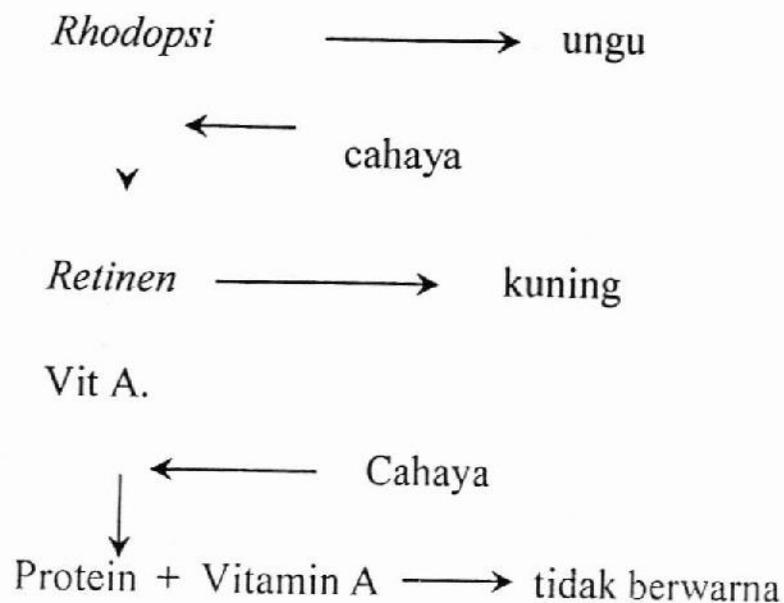
Di dalam retina berlangsung suatu reaksi kimia yang merubah rangsang cahaya impul listrik. Reaksi ini disebut "*Photo Kimia*".

b. Peristiwa retina motorik

Peristiwa Bergeraknya butir-butir pigmen pada lapisan pigmen pada retina karena pengaruh perubahan cahaya di sekeliling mata.

c. Pemecahan dari retina

Ini diakibatkan oleh adanya penguraian *Rhodopsi*, yaitu dalam retina terdapat pigmen *Rhodopsi* yang berwarna ungu, berfungsi untuk melihat gelap, samar-samar. Pigmen ini terdapat pada bagian belakang, bila melihat terang pigmen ini akan merubah menjadi pucat. Hal ini disebabkan *Rhodopsi* terurai menjadi zat yang tidak berwarna.

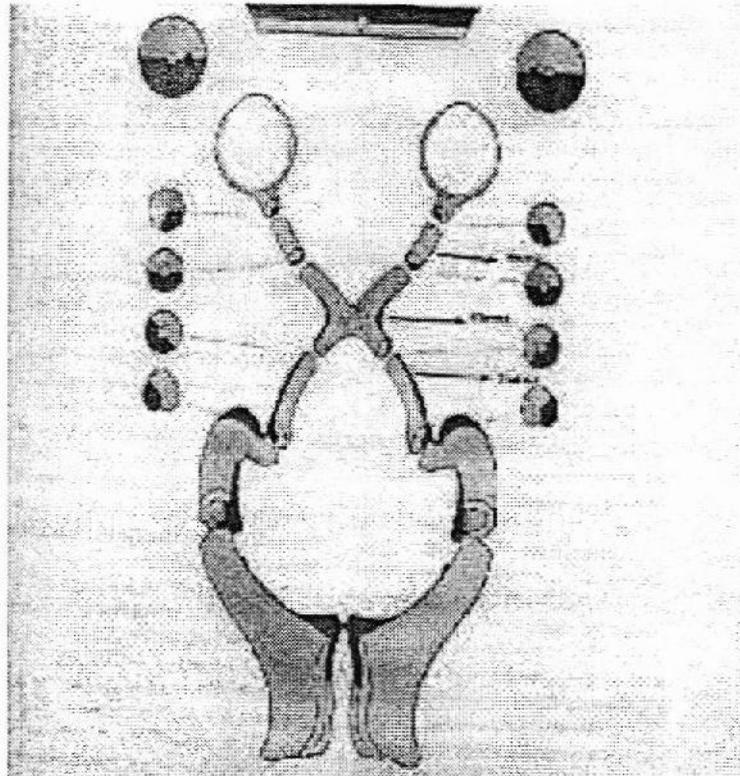


Di tempat yang gelap, retina membutuhkan *Rhodopsi* yang dibentuk dari vitamin A.

Orang yang mengalami *Hypovitaminosis A* (kekurangan vitamin A) maka pembentukan *Rhodopsi* terganggu. Orang itu akan mengalami gangguan melihat gelap/senja yang dinamakan Rabun Senja/Buta Ayam, atau "*Hemeralopia*". Pada kasus ini lama kelamaan air mata orang tersebut berkurang, akibatnya kornea menjadi kering sehingga debu yang menempel pada kornea mata tidak dapat dibersihkan, maka akan menjadi *karaotis*, kornea akan menjadi lembek atau *karatomesia*.

8. Pergerakan Bola Mata

Bola mata dapat digerakkan ke segala arah sesuai dengan keinginan kita, karena pada bola mata terdapat otot-otot pergerakan bola mata seperti pada gambar.



Gambar 5: Pergerakan Bola Mata

Keterangan.

- a. Nervus III : adalah *occulomotorius* yang terdiri dari:
 - 1) MRM (*Musculus Rektus Media*), menggerakkan bola mata ke arah dalam.
 - 2) MRS (*Musculus Rektus Superior*), adalah menggerakkan bola mata ke arah dalam mata.
 - 3) MR I (*Musculus Rektus Inferior*), adalah menggerakkan bola mata ke arah dalam bawah.
 - 4) MR II (*Musculus Oblicus Inferior*), adalah menggerakkan bola mata ke arah luar bawah.

b. *Nervus IV* : adalah *Trokleavis*

MOS (*Muskullus Obliquus Superior*), adalah menggerakkan bola mata ke arah luar atas.

c. *Nervus VI* : adalah *Abducen*

MRL (*Muskullus Rektus Lateral*), adalah menggerakkan bola mata ke arah luar atau samping. Pada mata normal ketiga otot penggerak bola mata ini akan bekerja secara lingkaran, yang dinamakan "*Orthoporia*".

Gangguan gerakan otot bola mata terjadi bila otot tersebut lumpuh yang disebabkan oleh rusaknya saraf, atau kekuatan ototnya berkurang yang dinamakan "*Occulair Masculair Imbalance*". Gangguan dari gerakan otot mata menyebabkan: Gerakan bola mata terbatas, terjadi *strabesinus* (juling), penglihatan kembar (*ptosis*), kelainan dari otot penggerak bola mata: kelainan bersifat manifes, kelainan bersifat laten.

a. Kelainan yang bersifat manifes:

Penyebabnya : Otot lumpuh karena saraf rusak.

Gejalanya : mata pada saat istirahat maupun bergerak bola mata kelihatan juling ke arah dalam

(*strabismus konvergen*) yang rusak adalah *nervus troklearis*.

- b. Kelainan yang bersifat laten adalah disebabkan oleh kekuatan ototnya yang berkurang.

Gejalanya : pada waktu istirahat mata kelihatan normal, gejala juling baru kelihatan bila mata melakukan gerakan.

Kelainannya :

Exophoria : Tendensi juling ke arah luar.

Endophoria : Tendensi juling ke arah dalam.

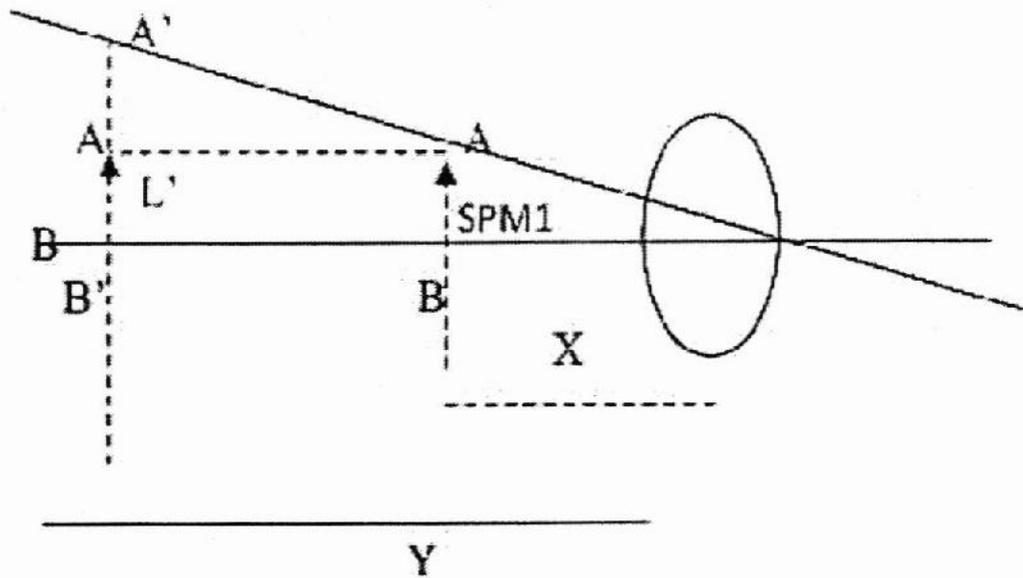
Hyperphoria : Tendensi juling ke arah atas/bawah.

9. Ketajaman Penglihatan

Ketajaman penglihatan atau *visus* adalah kemampuan mata seseorang untuk melihat suatu benda dengan jelas atau detail dari suatu benda yang dilihat. Ketajaman penglihatan ini tergantung pada: kepekaan retina terhadap cahaya, penglihatan minimal dari retina, kemampuan retina untuk melihat dua titik terdekat sebagai dua titik yang terpisah.

$$\text{Nilainya:} \quad \text{1} \\ \text{Visus} = \frac{\quad}{\text{SPM}}$$

SPM : Sudut Penglihatan Minimal
 SPM 1 menit : *visus*-nya mencapai 6/6
 atau optimal, ini berarti ketajaman penglihatannya
 normal.



Gambar 6: Sudut Penglihatan Minimal

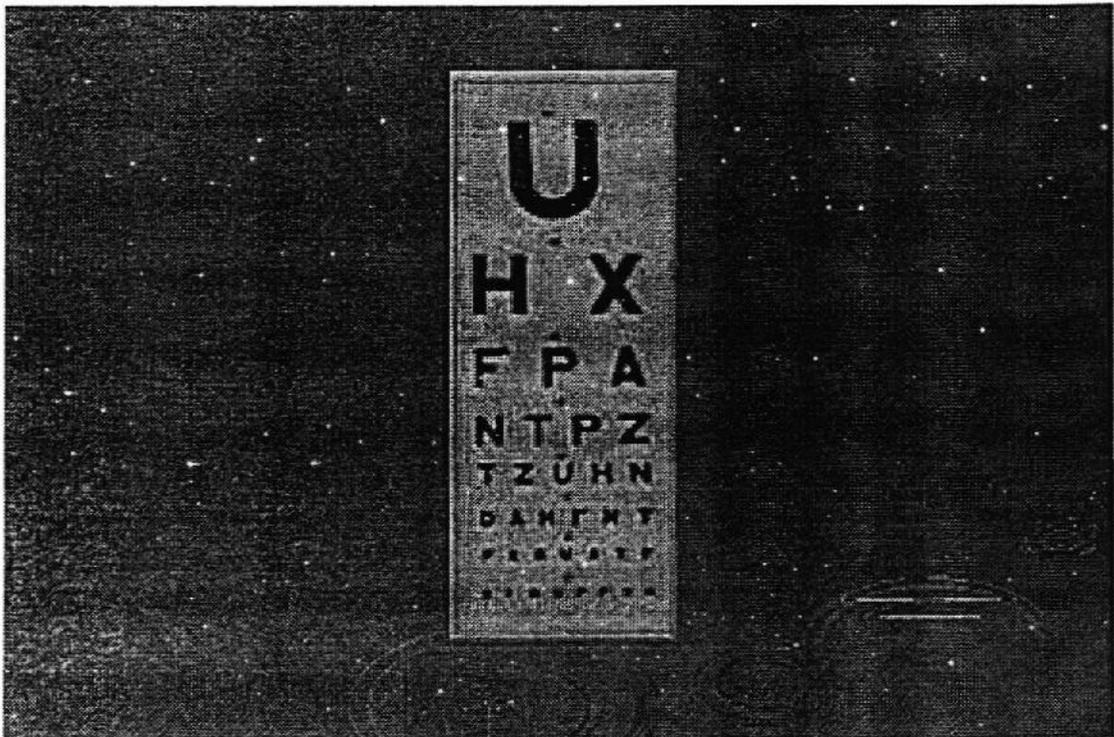
AB akan tampak sebagai dua titik yang terpisah, yaitu A dan B. Pada jarak penglihatan X, agar benda A dan B pada jarak Y akan nampak jelas, maka ukuran bendanya harus diperbesar, yaitu A' dan B', jadi sudut penglihatan minimal yang terbentuk tetap sebesar satu menit.

a. Cara Memeriksa Ketajaman Penglihatan

Di dalam klinik maupun di dalam laboratorium *visus* diperiksa dari *Opto type Snellen (Snellen chart)*. Dasar dari *optotype* ini adalah SPM.

Optotype terdiri dari huruf balok dengan warna hitam di atas dasar putih yang makin ke bawah makin kecil ukurannya.

Huruf dibuat sedemikian rupa sehingga detail huruf pada jarak 6 meter, membentuk SPM satu menit dan secara keseluruhan huruf tadi membentuk SPM 5 menit.



Gambar 7: *Snellent Chart*

Optotype terdiri atas 8 deretan huruf, tiap deretan mempunyai huruf dengan urutan tertentu yang oleh mata normal huruf tadi dapat dilihat dengan jelas pada jarak tertentu pula sehingga membentuk SPM satu menit.

Deretan pertama	60 meter
Deretan kedua	50 meter
Deretan ketiga	20 meter
Deretan keempat	15 meter
Deretan kelima	12 meter
Deretan keenam	9 meter
Deretan ketujuh	6 meter
Deretan kedelapan	5 meter
Deretan kesembilan	3 meter

Cara pemeriksaan: orang percobaan duduk 5 – 6 meter (20 feet) dari *Snellen chart*, digunakan jarak 5 – 6 meter karena jarak tadi dianggap tidak terhingga, jadi sinar yang datang pada mata adalah sinar sejajar. Jarak pemeriksaan 5 – 6 meter disebut “*Distange (d)*”. Orang percobaan harus membawa sebanyak mungkin baris-baris huruf mulai yang pertama atau yang paling atas.

b. Hasil Penilaian *Visus*

Visus dinyatakan sebagai pecahan di mana pembilang adalah jarak pemeriksaan meter atau *feet* dari orang yang diperiksa terhadap *Snellen chart*.

Optal Noscup adalah pengetesan ditempat yang gelap. Penyebut adalah dalam meter atau *feet* dari huruf yang dapat dilihat oleh mata normal.

Rumus :

$$V = \frac{d}{D}$$

Contoh:

$V = 6/6$, artinya orang percobaan dapat membaca huruf pada jarak pemeriksaan 6 meter (dan) yang pada mata normal huruf tadi dapat dibaca pada jarak 6 meter.

$V = 6/60$, artinya orang itu dapat melihat deretan huruf secara jelas pada jarak 6 meter (dan) yang pada mata normal huruf tadi dapat dibaca pada jarak 60 meter (deretan pertama).

Nilai dari *versus* tidak boleh diringkas, seseorang dengan mata normal akan mempunyai *versus* optimal yaitu

6/6. Bila seseorang mempunyai *versus* menurun, misalnya 6/12 atau 6/20, kemungkinan orang ini akan mengalami *myopia*, *hipermetropia*, atau *astigmatisme*.

Apabila hasil pemeriksaan melalui *optotype snellen* ternyata huruf pertama tidak terlihat pada jarak 6 meter, maka pemeriksaan dengan dilakukan dengan cara lain, yaitu:

- 1) Menghitung jumlah jari pada jarak 1 meter.
- 2) Lambaian tangan atau gerakan tangan pada jarak 1 meter.
- 3) Melalui cahaya baterai.

Pemeriksaan untuk orang buta huruf adalah:

- 1) *Cincin lamdalt*

Pasien disuruh menunjukkan arah membuka cincin.

- 2) Garpu dari *fluger*

Pasien disuruh menunjukkan ke arah mana garpu terbuka. Pemeriksaan untuk anak digunakan: a) Gambar buah-buahan, b) Gambar binatang, c) Gambar atau benda-benda yang dilihat sehari-hari. Ini semua pada prinsipnya memakai sudut penglihatan 1 menit.

c. Adaptasi Gelap (*Scotopic vision*)

Apabila kita masuk ke ruangan yang gelap beberapa waktu mata seakan-akan buta, tetapi secara berangsur-angsur kita akan melihat lintasan cahaya lemah dan akhirnya detail dari lingkungan menjadi nyata. Hal ini disebabkan diperlukan waktu untuk pergantian fungsi sel kerucut (melihat terang) ke awal fungsi sel batang (melihat gelap). Adaptasi gelap akan terjadi berubah sebagai berikut.

- 1) Lubang pupil melebar.
 - 2) Retina menjadi lebih peka.
 - 3) Terjadi pembentukan *rhodopsi* di dalam sel batang.
- Adaptasi gelap berlangsung secara sempurna setelah 40 menit. Bagi penderita kekurangan vitamin A akan mengalami proses adaptasi gelapnya akan terganggu karena pembentukan *rhodopsi* yang sangat lambat.

d. Adaptasi Terang (*Photopic vision*)

Apabila kita keluar dari ruangan yang gelap menuju ruangan yang terang, maka mata akan merasa silau, meskipun cahaya yang datang pada kita tidak terlalu kuat. Adaptasi terang akan terjadi perubahan sebagai berikut.

- 1) Lubang pupil mengecil (*myosis*).
- 2) Kepekaan retina akan menurun.

e. Proses Akomodasi

Proses akomodasi adalah kemampuan dari lensa untuk menambah dioptrinya (daya bias suatu lensa yang tergantung dari derajat lengkung permukaan lensa dan indeks bias dari zat yang membutuhkan lensa). Proses akomodasi pada mata normal terjadi dalam keadaan istirahat.

- 1) Sinar sejajar yang berasal dari tempat tidak terhingga oleh mata akan difokuskan tepat pada retina, sehingga bayangan akan jelas terlihat.
- 2) Sinar *divergen* yang berasal dari jarak 6 meter akan dibiaskan oleh mata di belakang retina, sehingga bayangannya oleh mata akan tampak kabur.
- 3) Sinar *konvergen* oleh mata akan dibiaskan di depan retina, sehingga bayangannya juga akan tampak kabur. Pada mata normal untuk melihat jarak kurang dari 5 atau 6 meter, maka mata akan berusaha untuk membiaskan atau memfokuskan bayangan, sehingga tepat jatuh pada retina. Mata harus menyesuaikan daya biasnya dengan jarak benda yang dilihat, penyesuaian ini disebut akomodasi dan merupakan tugas dari lensa yang dapat berlangsung dengan baik karena lensanya bersifat elastis.

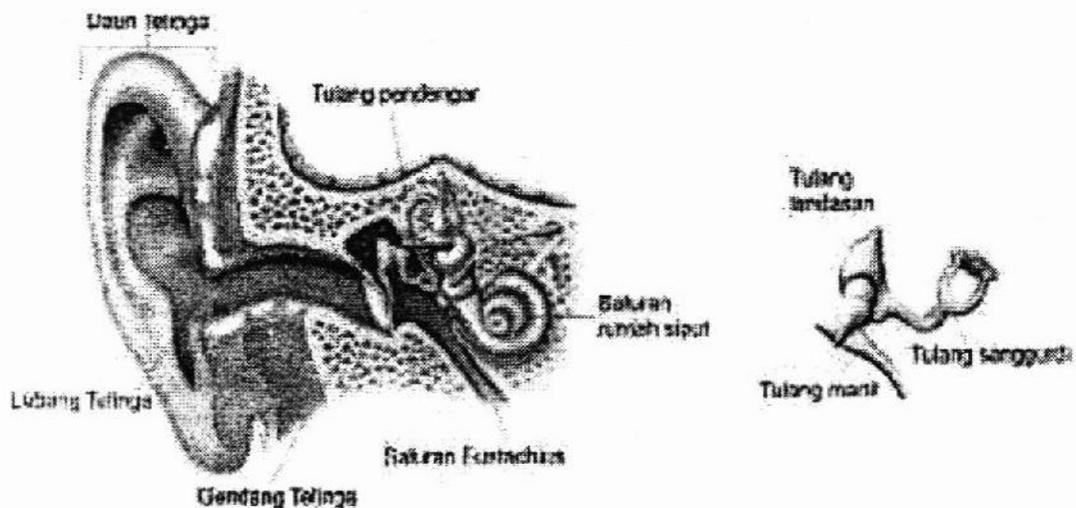
B. Anatomi Fisiologi Indra Pendengaran

Indra pendengaran termasuk indra yang terletak di dalam telinga. Telinga merupakan alat untuk menerima getaran yang berasal dari benda yang bergetar, dan memberikan kesan suara pada kita. Getarannya dapat berasal dari udara dan dapat pula berasal dari benda padat atau benda cair, antara benda yang bergetar dengan telinga harus ada medium, yaitu udara.

1. Anatomi Telinga

Terdiri dari tiga bagian, yaitu:

- a) Telinga bagian luar
- b) Telinga bagian tengah
- c) Telinga bagian dalam

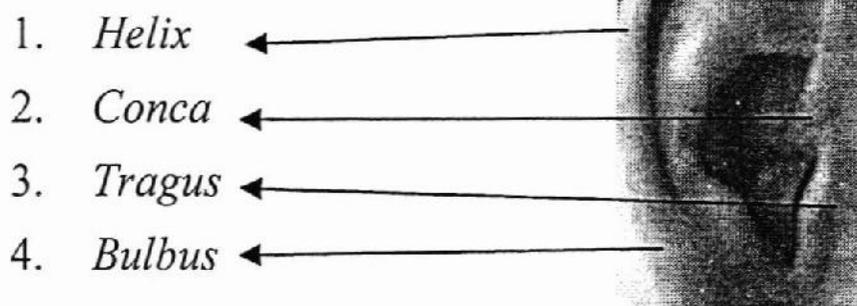


Gambar 8: Telinga dengan Bagian-bagiannya

Sumber: Kamus Visual

1) Telinga bagian luar (*Auris Eksterna*)

Bagian ini terdiri dari daun telinga yang disebut juga dengan "*Auricula*" yang berfungsi menentukan arah bunyi yang didengar, dan memperkuat suara-suara yang diterima. Fungsi ini dilakukan karena daun telinga punya bentuk seperti corong dan terdapat tonjolan-tonjolan yang terdiri dari tulang rawan dilapisi kulit.



Gambar 9: Daun Telinga

Telinga luar ini juga terdiri dari liang telinga luar (*meatus acusticus eksternus*) yang berfungsi menghantarkan getaran suara dan mempertahankan kelembaban suhu dari udara yang masuk. Dalam liang telinga terdapat bulu-bulu dan sejumlah kelenjar yang mengeluarkan kotoran telinga (*cerumen*), berfungsi untuk melindungi telinga supaya tidak kemasukkan barang atau serangga.

Apabila produksi *cerumen* (kotoran telinga) berlebihan, maka *cerumen* akan mengeras dan menyumbat saluran pendengaran yang bersangkutan dan penderita akan mengeluh tuli hambatan. Keadaan ini disebut “*Cerumen Obsturans*”.

2) Telinga bagian tengah (*Auris Media*)

Telinga tengah berupa rongga kecil yang berisi udara, terletak di dalam tulang temporal dan dindingnya dilapisi sel *epitel*. Antara *Auris Eksterna* dan *Auris Media* dibatasi oleh gendang pendengaran dinamakan *membran tympani*. *Membran tympani* ini membatasi suatu ruangan bagian tengah yang disebut *cavum tympani*, dan di dalamnya terdapat tulang pendengaran (*ossicula auditiva*) yang terdiri dari: *Malleus* (tulang martil), *Incus* (tulang landasan), dan *stapes* (tulang sanggurdi). Ketiga tulang pendengaran ini saling berhubungan, sehingga getaran-getaran bunyi dapat dihantarkan dari gendang pendengaran ke telinga bagian dalam. Fungsinya adalah:

- (a) Sebagai penyalur getaran suara.
- (b) Memperkuat suara.
- (c) Melindungi alat pada telinga bagian dalam.

Bila getaran suara diantar melalui A, maka sampai B getaran tersebut diperkuat 1,31 kali. *Membran tympani* mempunyai diameter 20 kali lebih luas dari pada *membran foramen ovale*. Secara teoritis, suara sampai di *foramen ovale* akan diperkuat kurang lebih $20 \times 1,31 = 26,2$ kali, ternyata suara sampai di *foramen ovale* hanya diperkuat 15 kali, karena selama penghantaran tenaga tadi banyak hilang karena tahanan-tahanan.

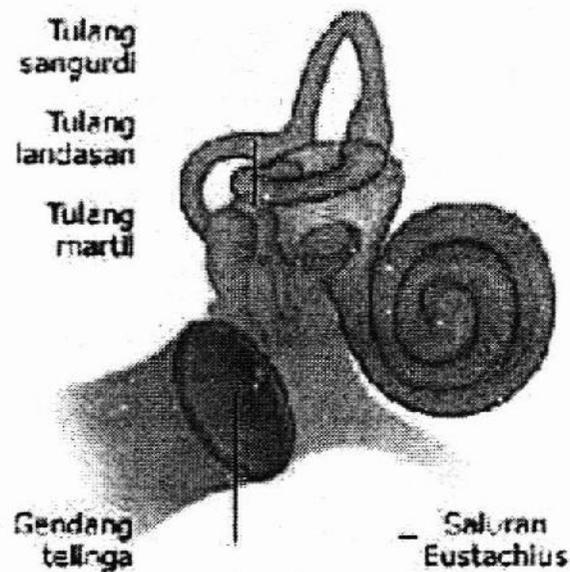
Proteksi adalah tulang pendengaran, hanya berkontraksi untuk nada-nada suara yang tidak merusak otot-otot dalam telinga dalam. Melalui suara dengan nada rendah, telinga akan dinetralisir oleh gerakan-gerakan *stape*. Gerakan-gerakan tadi merupakan suatu refleks, dinamakan *tympani reflex* yang bertujuan untuk melindungi organ-organ telinga dalam.

Tekanan udara dalam *cavum tympani* selalu sama dengan udara luar (1 atmosfer). *Cavum tympani* berhubungan dengan rongga mulut melalui *tuba eustachii*. Setiap menelan, mengunyah atau menguap, muara *tuba eustachii* selalu terbuka sehingga tekanan udaranya seimbang. *Tuba eustachii* berfungsi untuk mempertahankan agar tekanan udara di dalam *cavum tympani* tetap sama dengan tekanan udara luar. *Membran tympani* berfungsi

menangkap getaran suara, memperkuat getaran suara, dan melindungi alat di dalam liang telinga dalam. *Membran tympani* mempunyai sifat spesifik dibandingkan dengan alat musik. Gendang alat musik hanya memberikan nada tertentu dengan frekuensi tertentu, tetapi *membran tympani* dapat bergetar atau beresonansi terhadap berbagai nada yang masih dapat kita dengar. Frekuensi nada 16/detik sampai dengan 2000/detik karena sifat *membran tympani* merupakan alat yang periodik, yaitu alat yang tidak mempunyai frekuensi tersendiri. *Membran tympani* setelah getaran suara hilang, ia akan berhenti bergetar sedangkan pada gendang musik meskipun pukulan telah berhenti ia masih bergetar untuk beberapa saat.

Membran tympani akan terganggu fungsinya bila *membran tympani* mengalami kelainan, yaitu *membran tympani* tertarik ke dalam. Ini terjadi apabila tekanan *cavum tympani* lebih rendah dari udara luar atau bila posisi *membran tympani* menonjol ke luar. Hal ini disebabkan karena dalam *cavum tympani* tertimbun cairan (*otitis serosa*). Di dalam telinga bagian tengah terdapat otot, yaitu otot gendang pendengaran (*tensor tympani*), otot sanggurdi (*stapedius*). *Tensor tympani* berkaitan dengan *martil*, *stapedius* berkaitan dengan kepala sanggurdi. Ujung lain

dari kedua otot itu berkaitan pada dinding rongga telinga bagian tengah. Kedua otot ini berfungsi untuk: Memperkuat rantai tulang pendengaran, Meredam bunyi yang terlalu keras, Melindungi telinga bagian dalam.



Gambar 10: Telinga Bagian Tengah

Sumber: www.softilmu.com

3) Telinga Bagian Dalam

Telinga bagian dalam (*Labyrin*) itu merupakan bagian terpenting dari telinga. *Labyrin* adalah suatu rongga berisi cairan *perilimpe* dan letaknya di tulang pelipis yang berfungsi melindungi bagian dalam. Dilihat dari segi anatomi, telinga bagian dalam terdapat serambi (*vertibule*), saluran-saluran gelung (*canalis semi curcularis*), rumah siput (*cochlea*).

Serambi ini berhubungan dengan saluran-saluran *gelung* dan dengan *cochlea*, saluran-saluran *gelung* ini merupakan alat keseimbangan, sedangkan *cochlea* merupakan bagian dari indra pendengaran.

Dalam dalam telinga bagian dalam yang terpenting adalah organ *corti*. Organ *corti* ini merupakan suatu *reseptor* pendengaran yang terletak di dalam *cochlea* bagian *scala media* tepatnya di atas *membran basilaris*. Organ *corti* berupa suatu deretan sel-sel rambut yang jumlahnya berkisar antara 24.000 – 31.000 ke atas atau lebih. Deretan rambut-rambut tersebut dinamakan tali pendengaran.

Ukuran dari sel rambut organ *corti* dan ujung *apex* tidak sama bagian basis/pangkal *cochlea* tali pendengaran ini pendek dan tebal.

Tali pendengaran ini penting untuk menseleksi berbagai nada suara. Perbedaan ukuran dan bentuk ini berperan untuk menentukan berbagai nada suara.

- (a) Bila suara datang dengan nada tinggi, maka yang bergetar adalah sel rambut bagian basis.
- (b) Bila suara datang dengan nada rendah, maka yang bergetar adalah sel rambut bagian *apex*.

- (c) Bila nada suara datang dengan nada sedang, maka yang bergetar adalah sel rambut bagian tengah, ini merupakan teori *resonansi* dari Helmholtz.

2. Sifat Suara

Suara merupakan hasil getaran suatu benda yang dapat menimbulkan sensasi pendengaran pada telinga normal bila suara yang bergetar dari getaran benda yang teratur, maka hal ini dinamakan nada atau *tone*. Tetapi bila suara berasal dari getaran benda tidak teratur dinamakan bising atau *noist*.

Ada dua sifat suara, yaitu:

a. Frekuensi suara

Frekuensi suara ini diberikan satuan *Hezt* (Hz) atau *Cycle per second* (cps). Frekuensi menunjukkan tinggi rendahnya nada.

b. Intensitas suara

Intensitas suara ini diberi satuan *Desibel*. Intensitas suara menunjukkan kuat lemahnya nada. Telinga normal dan mampu menerima getaran suara mulai dari 15 sampai dengan 20.0000 *Hezt*. Batas ini disebut batas pendengaran.

Dalam kehidupan sehari-hari, frekuensi yang kita temukan adalah antara 250 sampai dengan 4000 Hz, daerah ini dinamakan bicara atau *speech range*. Intensitas suara paling rendah yang masih mampu menggetarkan *membran tympani* dan tulang pendengaran disebut ambang rangsang suara, ternyata untuk tiap frekuensi suara ambang rangsang ini tidak sama, yang paling peka adalah suara dengan frekuensi 2000 sampai 5000 Hz. Maka untuk menimbulkan kesan suara yang dibutuhkan intensitas suara paling rendah, yaitu sekitar 15 *desibel*.

3. Satuan Intensitas Suara

Satuan ini dinamakan *notasi Bell*, karena pertama kali ditemukan oleh Alexander Graham Bell. Oleh karena satuan Bell terlalu besar, maka diambil satuan yang lebih kecil yaitu *desibel*. Satuan Bell bukanlah suatu satuan yang absolut, tetapi merupakan perbandingan dari dua intensitas suara. Intensitas suara yang digunakan sebagai pembanding adalah suara dasar disebut *reference sound* dan diberi *notasi I₀*. Sedangkan intensitas suara yang akan kita periksa diberi *notasi I_x*.

Misal:

I_x mempunyai intensitas 10 kali dari I_o , tetapi karena luasnya daerah pendengaran tadi tidak kita tulis demikian tetapi ditulis:

$$\text{Bell} = \text{Log} \frac{I_x}{I_o}$$

Bila I_x	= 10 x I_o	Maka	I_x =	1 bell
Bila I_x	= 100 x I_o	maka	I_x =	2 bell
Bila I_x	= 1000 x I_o	maka	I_x =	3 bell

Bagi manusia *notasi bell* masih terlalu besar karena itu diambil satuan yang lebih kecil yaitu *desibel*, yaitu 0,1 bell.

Dengan *desibel* ini, daerah pendengaran mencakup daerah dengan perbedaan intensitas kurang lebih 160 db. Pada intensitas 40 db didapatkan kesan bisikkan pada 72 db, ini merupakan intensitas suara untuk pembicaraan sehari-hari.

80 db merupakan intensitas suara yang ramai intensitasnya.

120 db intensitas suara dengan perasaan yang tidak nyaman bagi telinga.

140 db intensitas suara memberi rasa nyeri karena melebihi kekuatan maksimum.

160 db intensitas suara pesawat jet yang kecepatannya lebih besar dari kecepatan suara.

Daerah Pendengaran (*Audible area*)

Audible area, yaitu suatu daerah yang dibatasi oleh intensitas suara minimal sehingga kita mulai mendengar suara sampai intensitas suara maksimum, karena rasa getar atau rasa nyeri mulai terasa. Daerah ini untuk tiap frekuensi tidak sama luasnya, paling luas adalah daerah pembicaraan (2000 sampai dengan 5000 Hz). Dari daerah ini yang paling peka adalah frekuensi 2048 Hz, yaitu intensitas sebesar 15 db.

Intensitas lebih rendah atau lebih tinggi dari 2048 Hz maka diperlukan intensitas suara yang lebih tinggi dari ambang rangsangannya. Bila intensitas suara dinaikkan melebihi nilai maksimum, maka kita tidak mendapatkan lagi kesan suara tetapi kesan getar.

Garis yang menghubungkan titik dari sensasi getaran ini dinamakan ambang getaran, sedangkan garis yang menghubungkan titik dari ambang suara minimal, disebut ambang pendengaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Anne Waugh, Allison Grant. 2011. *Dasar-Dasar Anatomi dan Fisiologi*. Jakarta: Salemba Medika.
- A. Salim. 1996. *Pendidikan bagi Anak Cerebral Palsy*, Jakarta: Dikti.
- Agus Sudomo. 1980. *Osteologi*. Universitas 11 Maret: Surakarta.
- David Bocher, Aji Darma. 1983. *Pengantar Ilmu Urat dan Faal Susunan Saraf*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Ernest Garned. 1980. *Fundamental of Neurologi*. London: W.B. Saunders Company.
- Evelyn C. Pierre. 1993. *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*. Jakarta: Gramedia.
- Gilroy L. Meyer LS. 1981. *Medical Neurology*. New York: Mac Millan Publ. Co.
- Giri Wiarto. 2013. *Anatomi dan Fisiologi Sistem Gerak Manusia*. Jakarta: Gosyen Publishing.
- Mohamad Judha & Rizky Erwanto. 2011. *Anatomi dan Fisiologi Rangkuman sederhana Belajar Anatomi*. Jakarta: Gosyen Publishing.
- Ricard Snell. 1998. *Neurologi Anatomi Klinik untuk Mahasiswa Kedokteran*. Jakarta: EBC.