

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Tinjauan Pustaka

##### 1. Anatomi dan Fisiologi Humor Aquosus

###### a. Anatomi Mata

Lapisan terluar yang keras pada bola mata adalah tunika fibrosa. Bagian posterior tunika fibrosa adalah sclera opaque yang berisi jaringan ikat fibrosa putih. Lapisan tengah bola mata disebut tunika vaskuler (uvea), dan tersusun dari koroid, badan siliaris, dan iris. Lensa adalah struktur bikonveks yang bening tepat dibelakang pupil. Rongga mata. Lensa memisah interior mata menjadi dua rongga : rongga anterior dan rongga posterior. Rongga anterior terbagi menjadi 2 ruang, yaitu : a) ruang anterior yang terletak di belakang kornea dan di depan iris; b) ruang posterior yang terletak di depan lensa dan di belakang iris.

Ruang tersebut berisi aqueous humor, suatu cairan bening yang diproduksi proesus siliaris untuk mencukupi kebutuhan nutrisi lensa dan kornea. Aqueous humor mengalir ke saluran Schlemm dan masuk ke sirkulasi darah vena. Tekananan intraokular pada aqueous humor penting untuk mempertahankan bentuk bola mata. Jika aliran aqueous humor terhambat, tekanan akan meningkat dan mengakibatkan kerusakan penglihatan, suatu kondisi yang disebut glaukoma. Ruang posterior

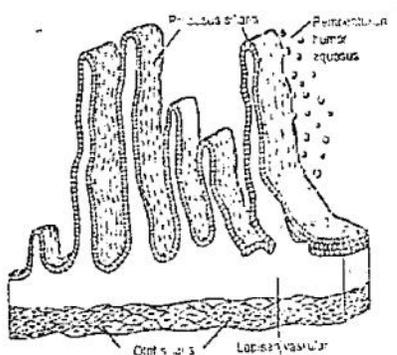
disebut badan vitreus, adalah sebuah massa dari gelatin, dilekatkan oleh sebuah jaringan fibriler halus yang terutama tersusun dari molekul proteoglikan yang sangat panjang. Air dan substansi yang terlarut dapat berdifusi secara perlahan lahan dalam humor vitreus, tetapi hanya ada sedikit aliran cairan.

Humor aquosus secara terus-menerus dibentuk dan direabsorpsi. Keseimbangan antara pembentukan dan reabsorpsi mengatur volume total dan tekanan cairan intraokular.

## (2). Pembentukan Humor Aquosus oleh Badan Siliar

Humor aquosus dibentuk dalam mata dengan rata-rata 2 sampai 3 mikroliter tiap menit. Pada dasarnya, seluruh cairan ini dibentuk oleh prosesus siliaris, yang merupakan sebuah lipatan linier yang menonjol dari badan siliar ke ruang belakang iris tempat ligamen-ligamen lensa dan otot-otot siliaris melekat pada bola mata. Irisan melintang dari prosesus siliaris ini diperlihatkan pada Gambar 2, dan hubungan prosesus ini dengan ruang cairan mata dapat dilihat pada Gambar 1.

**Gambar 2.** Anatomi dari prosesus siliaris



Karena struktur lipatan prosesus tersebut, daerah permukaan prosesus tersebut, daerah permukaan prosesus siliaris mempunyai luas kurang lebih  $6 \text{ cm}^2$  pada setiap mata. Sebuah daerah yang besar bila dibandingkan dengan ukuran badan siliar yang kecil. Permukaan dari prosesus ini ditutupi oleh sel epitel yang bersifat sangat sekretoris, dan tepat dibawahnya, terdapat daerah yang memiliki banyak pembuluh darah.

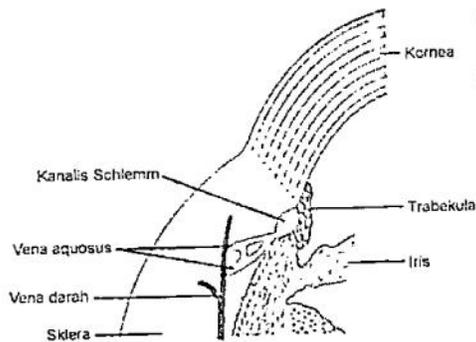
Humor aquosus hampir seluruhnya terbentuk sebagai sekresi aktif dari lapisan epitel prosesus siliaris. Sekresi dimulai dengan transport aktif ion natrium ke dalam ruangan diantara sel sel epitel. Ion natrium kemudian menarik ion klorida dan bikarbonat, dan bersama sama mempertahankan sifat netralitas listrik. Kemudian semua ion ini bersama sama menyebabkan osmosis air dari kapiler darah yang terletak di bawahnya ke dalam ruang interseluler epitel yang sama, dan larutan yang dihasilkan membersihkan ruangan prosesus siliaris sampai ke kamera okuli anterior mata. Selain itu, beberapa nutrien juga dibawa melalui epitel-epitel dengan transport aktif atau difusi terfasilitasi; nutrien ini termasuk asam amino, asam askorbat, dan glukosa.

### (3). Aliran keluar humor aquosus dari mata

Setelah dibentuk oleh prosesus siliaris, humor aquosus mengalir, seperti diperlihatkan pada Gambar 1, melalui pupil ke dalam kamera okuli anterior. Dari sini, cairan mengalir ke bagian depan lensa dan kedalam sudut antara kornea dan iris,

kemudian melalui retikulum trabekula, dan akhirnya masuk kedalam kanalis schlemm, yang kemudian dialirkan kedalam vena ekstraokular.

**Gambar 3. Anatomi sudut iridokornea**



Gambar 3 menggambarkan struktur anatomis pada sudut kornea-iris, memperlihatkan bahwa ruang antara trabekula-trabekula meluas dari kornea okuli anterior ke kanalis schlemm. Kanalis schlemm sebaliknya adalah sebuah vena yang berdinding tipis yang meluas secara sirkumferensial ke seluruh arah pada mata. Membran endotelnya berpori-pori sehingga bahkan molekul protein yang besar, dan juga partikel kecil sampai seukuran sel darah merah, dapat lewat dari ruang anterior ke dalam kanalis Schlemm. Walaupun kanalis Schlemm sebetulnya adalah sebuah pembuluh darah vena, normalnya humor aquosus yang mengalir ke dalamnya sangat banyak sehingga kanalis ini terisi lebih banyak oleh humor aquosus dibanding dengan darah. Vena kecil yang berasal dari kanalis Schlemm ke vena yang lebih besar pada mata biasanya hanya berisi humor aquosus, dan disebut vena aquosus. (Guyton, Hall, 2007).

## 2. Tekanan Intraokular

### a. Pengertian

Tekanan Intraokular adalah suatu tekanan yang ada didalam mata. Dalam keadaan normal, tekanan intraokular rata-rata sekitar 15 mm Hg, dengan kisaran antara 12-20 mm Hg. Tekanan ini dipengaruhi oleh lapisan dinding bola mata dan volume bola mata yang terdiri dari : humor aquosus, korpus vitreus, pembuluh darah intraokular dan isinya.

Tekanan intraokular pada humor aquosus penting untuk mempertahankan bentuk bola mata. Jika aliran humor aquosus terhambat, maka tekanan intraokular akan mengalami peningkatan dan dapat mengalami kerusakan pengelihatannya, suatu kondisi yang disebut dengan glaukoma.

### b. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi tekanan intraokular :

#### (1). Usia

Dilaporkan bahwa adanya korelasi yang positif antara TIO dengan usia. Efek meningkatnya usia terhadap TIO sebagian dapat akibat dari peningkatan tekanan darah, peningkatan nadi, dan obesitas.

## (2). Jenis kelamin

Dilaporkan bahwa wanita memiliki TIO yang lebih tinggi dibandingkan pria, terutama pada usia diatas 40 tahun.

## (3). Ras

Di Amerika kulit hitam memiliki TIO yang lebih tinggi dibandingkan kulit putih. Sebagai perbedaan ini muncul sebagai rasa tau genetik. Dilaporkan bahwa pada suku Indian Zuni di Mexico memiliki TIO yang rendah. Tidak jelas apakah fenomena ini disebabkan oleh faktor genetik atau lingkungan.

## (4).Herediter

Adanya pengaruh herediter pada TIO dimana bersifat *polygenic*. Pada banyak penelitian menunjukkan bahwa turunan pertama dari penderita dengan glaukoma sudut terbuka memiliki herediter yang lebih tinggi dibandingkan dengan populasi umum.

## (5). Variasi diurnal

Pada sepanjang hari, TIO berubah rata-rata 3-6 mmHg pada orang normal. Pada kebanyakan orang variasi diurnal TIO mengikuti pola produksi humor aquosus, dengan tekanan maksimum pada *midmorning* dan tekanan minimum pada tengah malam atau dini hari. Namun, beberapa individu memiliki puncak pada siang atau sore hari, dan lainnya mengikuti pola yang tidak konsisten. Tekanan variasi diurnal

disebabkan oleh fluktuasi pada pembentukan humor aquosus. Pembentukan paling rendah terjadi selama waktu tidur dan meningkat pada siang hari.

(6). Variasi musim

Telah dilaporkan dengan TIO tertinggi pada musim dingin. Fenomena yang dianggap disebabkan oleh perubahan lamanya cahaya yang diterima dan perubahan tekanan atmosfer.

(7). Tekanan darah

Bulpitt, *et al.*, 1975 mengemukakan bahwa adanya korelasi antara TIO dengan tekanan darah. Perubahan tekanan darah yang besar disertai perubahan kecil pada TIO. Bulpitt mengestimasi bahwa tekanan darah sistemik akan meningkat 100 mmHg untuk meningkatkan TIO sebesar 2 mmHg. Pada keadaan normal, TIO berfluktuasi 1-3mmHg sebagaimana tekanan arterial berubah setiap siklus kardiak.

Peneliti lain mengusulkan bahwa bukan tekanan darah juga berhubungan dengan kerusakan syaraf pada pasien glaukoma. Bukan hanya tekanan langsung dari humor aquosus pada saraf optik yang menyebabkan rusaknya. Sebaliknya, mereka berpendapat, tekanan darah juga merupakan masalah terutama karena meremas pembuluh darah dan dengan demikian mengurangi aliran darah ke saraf optik. Dengan darah tidak mencukupi, sel-sel mati, dan ketika sel-sel mati, mereka menghilang, meninggalkan depresi mangkuk-seperti karakteristik atau kop.

(8). Latihan (*exercise*)

Latihan yang memerlukan banyak tenaga menghasilkan penurunan sementara dari TIO. Fenomena ini sebagian disebabkan oleh asidosis dan perubahan dalam serum osmolalitas.

(9). Perubahan badan

Pada orang normal perubahan dari posisi duduk ke posisi tidur, TIO meningkat sebanyak 6 mmHg. Peningkatan TIO terjadi cepat dan kemungkinan akibat perubahan pada tekanan arterial dan vena.

(10). Hormonal

Fluktuasi tekanan intraokular diurnal mengikuti siklus glukokortikoid.

(11). Makanan dan obat-obatan

(12). Pergerakan bola mata

Apabila mata bergerak melawan hambatan mekanis, TIO dapat meningkat dalam jumlah yang besar.

(13). Penutupan kelopak mata

Penutupan kelopak mata yang dipaksakan dapat meningkatkan TIO 10-90 mmHg. Melebarkan fisura kelopak mata akan meningkatkan TIO kira-kira 2 mmHg.

#### (14). Inflamasi

TIO biasanya turun bila mata meradang karena pembentukan humor aquosus turun. Namun, bila *outflow channels* yang terkena dari korpus siliaris, TIO dapat meningkat.

#### (15). Operasi

Pada kebanyakan kasus TIO turun setelah operasi mata. Namun, jika *outflow channels* yang kena oleh operasi itu sendiri maka TIO dapat meningkat (Becker, Shaffer, 1999).

#### c. Pemeriksaan tekanan intraokular

Tonometri adalah suatu tindakan untuk melakukan pemeriksaan tekanan intraokular dengan alat yang disebut tonometer. Pengukuran tekanan bola mata sebaiknya dilakukan pada setiap orang berusia diatas 20 tahun pada setiap pemeriksaan fisik medik secara rutin maupun umum (Ilyas, 2010). Tonometri mengukur TIO dengan merekam ketahanan pelekukan pada kornea.

#### Metode tonometri :

(1). Tonometri Aplanasi (Goldmann) : Jenis tonometri ini menggunakan probe kecil untuk meratakan kornea dengan lembut untuk mengukur tekanan bola mata dan mikroskop disebut celah lampu untuk melihat mata. Tekanan di mata diukur oleh berapa banyaknya daya yang dibutuhkan untuk meratakan

kornea. Jenis tonometri sangat akurat dan sering digunakan untuk mengukur TIO setelah tes skrining sederhana (seperti tonometri non-kontak) apabila menemukan sebuah TIO meningkat.

(2).Tonometri Elektronik : Tonometri elektronik digunakan lebih sering untuk memeriksa peningkatan TIO. Meskipun sangat akurat, hasil tonometri elektronik bisa berbeda dari tonometri aplanasi. Dokter dengan lembut menempatkan ujung bulat dari alat yang terlihat seperti pena langsung pada kornea anda.Pembacaan TIO terlihat pada panel kecil di diastoli.

(3).Tonometri Non-Kontak : tidak menyentuh mata, tetapi menggunakan hembusan udara untuk meratakan kornea. Jenis tonometri ini bukan cara terbaik untuk mengukur tekanan intraokular. Tapi sering digunakan sebagai cara sederhana untuk memeriksa TIO tinggi dan merupakan cara termudah untuk tes pada anak. Hal ini juga dapat digunakan untuk orang yang pernah dilakukan laser in-situ (keratomileusis LASIK) operasi. Non-Kontak tonometri tidak menggunakan obat tetes mata mati rasa.

(4).Tonometri Schiottz : Jenis tonometri ini menggunakan plunger untuk menekan perlahan kornea. Tekanan di mata diukur oleh berapa banyak berat yang dibutuhkan untuk meratakan kornea. Tes ini tidak seakurat tonometri aplanasi dan tidak banyak digunakan oleh dokter mata .Namun, dokter lain,

seperti dokter keluarga atau dokter di UGD, mungkin biasanya masih menggunakan tes ini.

### 3. Tekanan Darah

#### a. Pengertian

Tekanan darah arterial adalah kekuatan tekanan darah ke dinding pembuluh darah yang menampungnya. Tekanan ini berubah-ubah pada setiap tahap siklus jantung. Selama sistolik ventrikuler, pada saat ventrikel kiri memaksa darah masuk ke aorta, tekanan naik sampai puncak, yang disebut tekanan sistolik. Selama diastole tekanan turun. Nilai terendah yang dicapai disebut tekanan diastolik.

Tekanan darah sistolik dihasilkan otot jantung yang mendorong isi ventrikel masuk ke dalam arteri yang telah teregang. Selama diastole arteri masih tetap menggebu karena tahanan perifer arteriol-arteriol menghalangi semua darah mengalir ke dalam jaringan. Demikianlah maka tekanan darah sebagian tergantung pada kekuatan dan volume darah yang dipompa jantung, dan sebagian lagi pada kontraksi otot dalam dinding arteriol. Kontraksi ini dipertahankan saraf vasokonstriktor, dan ini dikendalikan pusat vasomotorik dalam medulla oblongata.

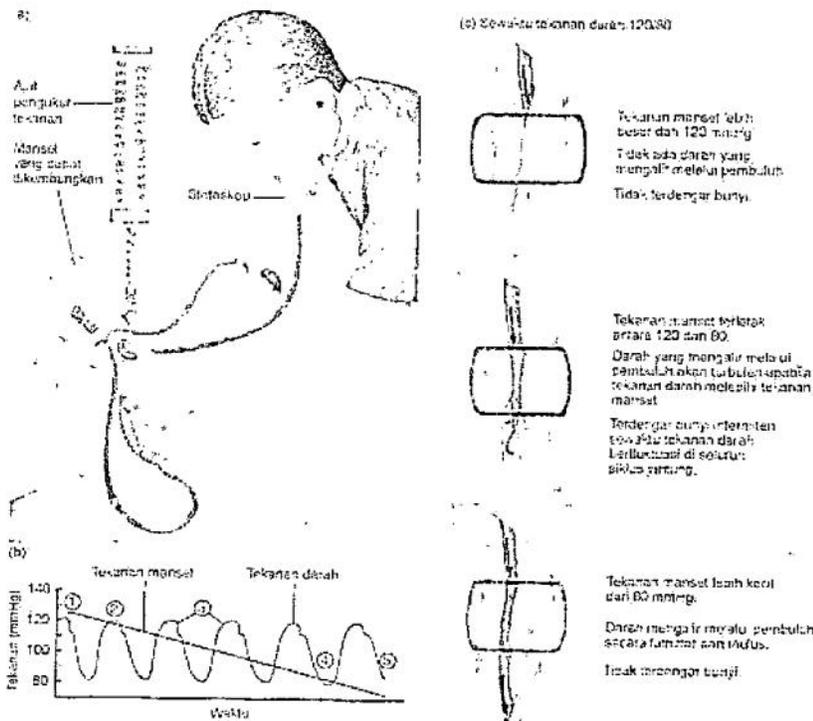
Pusat vasomotorik mengatur tahanan perifer untuk mempertahankan agar tekanan darah relative konstan. Tekanan darah mengalami sedikit perubahan bersamaan dengan perubahan-perubahan gerak fisiologik, seperti sewaktu latihan jasmani, waktu ada perubahan mental karena kecemasan dan emosi, sewaktu tidur,

dan sewaktu makan. Karena itulah sebaiknya tekanan darah diukur selalu sewaktu orangnya tenang, istirahat, dan sebaiknya dalam sikap rebahan.

**b. Cara Pemeriksaan**

Tekanan darah dapat secara tidak langsung diukur dengan menggunakan sfigmomanometer, yaitu suatu manset yang dapat dikembungkan dipakai secara eksternal, dan dihubungkan dengan pengukur tekanan. Apabila manset dilingkarkan mengelilingi lengan atas dan kemudian dikembungkan dengan udara, tekanan manset disalurkan melalui jaringan ke arteri brakialis dibawahnya, yaitu pembuluh mengangkut darah ke lengan bawah, seperti yang terlihat pada Gambar 4.

**Gambar 4. Sfigmomanometri**



Dengan memompa tekanan dalam kantong karet cepat naik sampai 200 mm Hg yang cukup untuk menjepit arteri brakial, sehingga tak ada darah yang dapat lewat, dan denyut nadi pergelangan menghilang. Kemudian tekanan diturunkan sampai suatu titik dimana denyut dapat dirasakan atau, lebih tepat, bila menggunakan stetoskop denyut arteri brakialis pada lekukan siku dengan jelas dapat didengar. Pada titik ini tekanan yang tampak pada kolom raksa dalam manometer dianggap tekanan sistolik. Kemudian tekanan diatas arteri brakialis perlahan-lahan dikurangi sampai bunyi jantung atau pukulan denyut arteri dengan jelas dapat didengar atau dirasakan. Dan titik dimana bunyi mulai menghilang dianggap sebagai tekanan diastolik.

Perbedaan tekanan antara sistolik dan diastolik disebut tekanan-nadi dan normalnya berkisar antara 30 sampai 50 mm Hg. Batas terendah tekanan sistolik pada orang dewasa diperkirakan 105 mm Hg, dan batas teratas ialah 150 mm Hg.

c. Nilai tekanan darah normal (dalam mm Hg) :

**Tabel 1.** Nilai tekanan darah normal (dalam mm Hg)

	Diastolik	Sistolik
Pada masa bayi	50	70 sampai 90
Pada masa anak-anak	60	80 sampai 100
Selama masa remaja	60	90 sampai 110
Dewasa muda	60 sampai 70	110 sampai 125
Umur lebih tua	80 sampai 90	130 sampai 150

d. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi tekanan darah, seperti :

(1). Curah jantung. Tekanan darah berbanding lurus dengan curah jantung (ditentukan berdasarkan isi sekuncup dan frekuensi jantungnya).

(2). Tahanan perifer terhadap aliran darah. Tekanan darah berbanding terbalik dengan tahanan dalam pembuluh. Tahanan perifer memiliki beberapa faktor penentu :

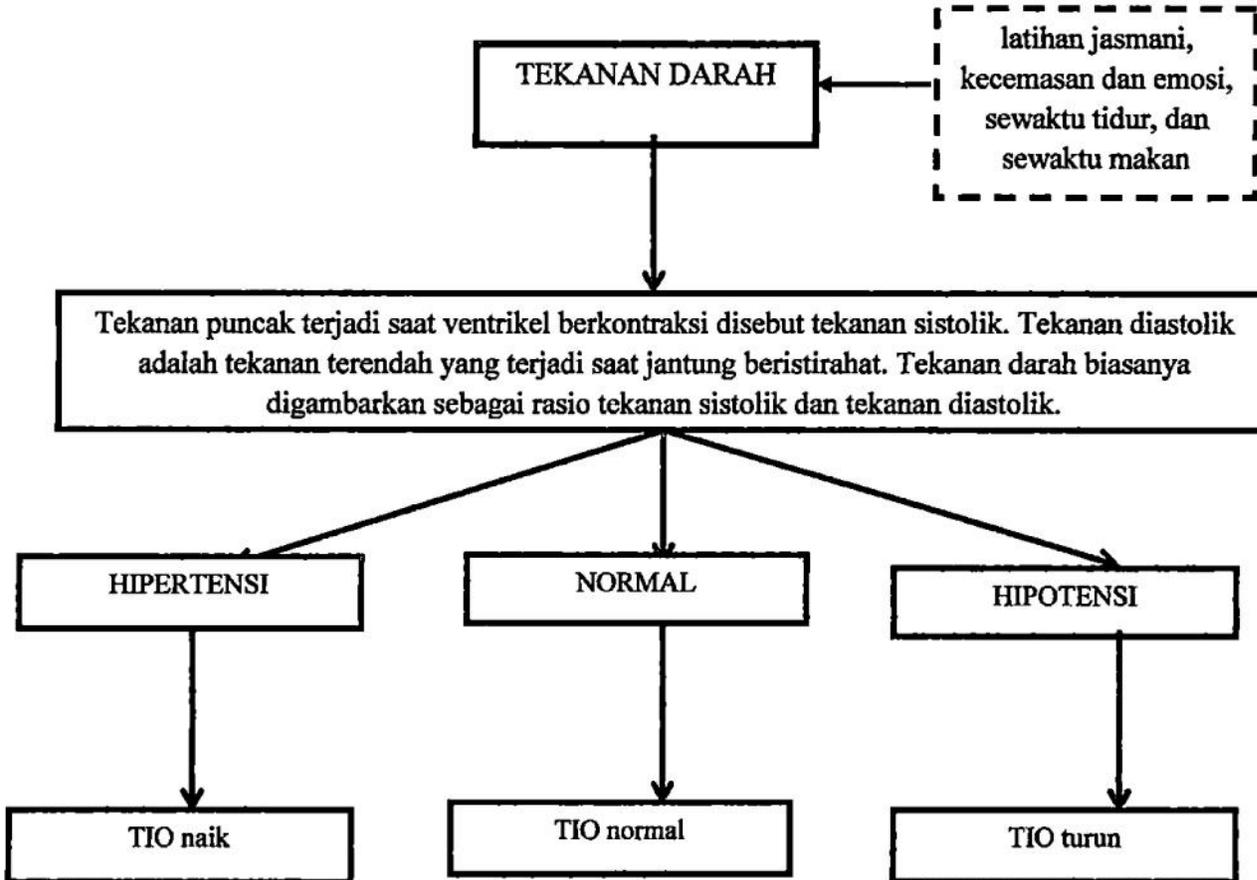
(a) Viskositas darah. Semakin banyak kandungan protein dan sel darah dalam plasma, semakin besar tahanan terhadap aliran darah. Peningkatan hematokrit menyebabkan peningkatan viskositas ; pada anemia, kandungan hematokrit dan viskositas berkurang.

(b) Panjang pembuluh. Semakin panjang pembuluh, semakin besar tahanan terhadap aliran darah.

(c) Radius pembuluh. Tahanan perifer berbanding terbalik dengan radius pembuluh sampai pangkat keempatnya.

(d) Karena panjang pembuluh dan viskositas darah secara normal konstan, maka perubahan dalam tekanan darah didapat dari perubahan radius pembuluh darah.

## B. Kerangka Konsep



## C. Hipotesis

Terdapat hubungan berbanding lurus antara tekanan darah dengan tekanan intraokular, dan ada perbedaan tekanan intraokular antara individu yang memiliki tekanan darah tinggi, normal, dan rendah.