

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tekanan intraokuler

2.1.1. Definisi

TIO merupakan salah satu faktor risiko terjadinya penyakit glaukoma saat ini dan merupakan satu-satunya faktor risiko yang dapat diterapi. TIO ditentukan oleh kecepatan produksi humor aqueous, tahanan terhadap aliran keluarnya humor aqueous dari mata dan tekanan pada vena-vena episklera.⁸

1) Pembentukan humor aqueous

Humor aqueous diproduksi oleh prosesus siliaris di corpus siliaris. Cairan ini dikeluarkan melalui epitel ke dalam kamera okuli posterior. Selanjutnya akan mengalir dari kamera okuli posterior ke kamera okuli anterior melalui pupil. Hal ini dimungkinkan karena adanya perbedaan tekanan dari kedua ruangan tersebut.⁸

Produksi humor aqueous dapat menurun oleh karena umur, variasi diurnal, dan olahraga. Faktor sistemik seperti hipotensi, menurunnya aliran darah ke badan siliaris, hipothermia, dan asidosis juga dapat menyebabkan penurunan produksi humor aqueous.¹²

2) Aliran humor aqueous

Humor aqueous keluar dari mata melalui dua jalur. Jalur yang pertama yaitu melalui anyaman trabekula. Sekitar 80% humor aqueous keluar dari mata lewat

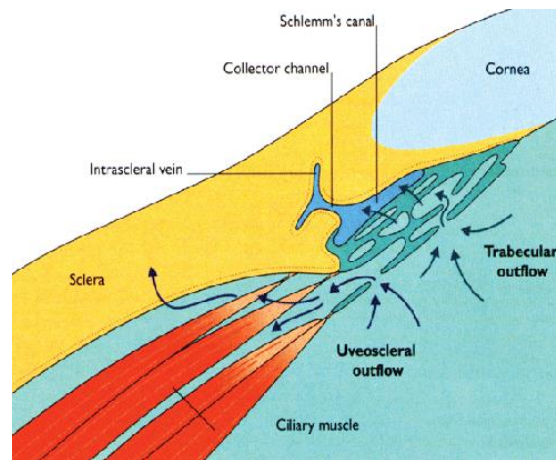
anyaman trabekula ke dalam kanalis Schlemm dan akhirnya menuju ke sirkulasi vena.¹³

Anyaman trabekular terdiri atas berkas-berkas jaringan kolagen dan elastik yang dibungkus oleh sel-sel trabekular, membentuk suatu saringan dengan ukuran pori-pori yang semakin mengecil sewaktu mendekati kanalis Schlemm. Kontraksi otot siliaris melalui insersinya ke dalam anyaman trabekular memperbesar ukuran pori-pori di anyaman tersebut sehingga kecepatan drainase humor aqueous juga meningkat. Aliran humor aqueous ke dalam kanalis Schlemm bergantung pada pembentukan saluran-saluran transelular siklik di lapisan endotel. Saluran eferen dari kanalis Schlemm (sekitar 30 saluran pengumpul dan 12 vena aqueous) menyalurkan cairan ke dalam sistem vena.⁸

Sekitar 20% humor aqueous keluar lewat jalur yang kedua yaitu jalur uveosklera. Humor aqueous mengalir melewati korpus siliaris menuju ke ruang suprachoroid untuk kemudian akan ditarik keluar oleh sirkulasi vena yang ada di korpus siliaris, khoroid dan sklera.¹³

Tahanan utama aliran keluar humor aqueous dari bilik mata depan adalah jaringan jukstakanalisikular yang berbatasan dengan lapisan endotel kanalis Schlemm, dan bukan sistem vena. Tekanan di jaringan vena episklera menentukan nilai minimum tekanan intraokuler yang dapat dicapai oleh terapi medis.⁸

Faktor yang mempengaruhi aliran humor aquous adalah usia, hormon kortikosteroid, faktor genetik, miopia, diabetes mellitus, otot siliaris, dan obat-obatan.¹²



Gambar 1. Aliran keluar humor aquous¹⁴

3) Tekanan vena episklera

Tekanan vena episklera merupakan tekanan dari vena-vena yang mengalirkan humor aquous melewati anyaman trabekula. Tekanan vena episklera merupakan salah satu faktor yang juga mempengaruhi TIO. Tekanan vena episklera normal berkisar antara 8-11,5 mmHg. Perubahan posisi tubuh (duduk, berdiri, atau berbaring), kehamilan, terpapar air dingin, inhalasi oksigen, hipotermi, dan *α-adrenergic agonis* merupakan faktor-faktor yang menaikkan atau menurunkan TIO.¹⁵

Tekanan vena episklera relatif stabil, hal yang mempengaruhi tekanan vena episklera adalah posisi tubuh dan penyakit bola mata. Kenaikan yang abnormal

dari tekanan vena episklera dapat menyebabkan kanalisasi Schlemm kolaps dan meningkatnya hambatan aliran humor aquous.¹⁰

2.1.2. Faktor yang mempengaruhi

Beberapa faktor yang mempengaruhi TIO antara lain:

1) Usia

Masih banyak pertentangan mengenai pengaruh usia terhadap perubahan TIO. Umumnya usia muda mempunyai tekanan yang lebih rendah dibanding populasi umum, sedangkan pada orang tua peningkatan TIO mempunyai hubungan dengan tekanan darah yang tinggi, frekuensi nadi dan obesitas.¹⁶

Aliran keluar humor aquous menurun seiring dengan bertambahnya usia, hal tersebut dipengaruhi oleh operasi, trauma, pengobatan, dan faktor hormonal.¹⁰ Studi histologi menghubungkannya dengan perubahan pada jaringan trabekula, termasuk penebalan dan penggabungan lapisan trabekula, degenerasi kolagen dan elastisitas fibril, hilangnya sel-sel endotel, hiperpigmentasi sel-sel endotel, akumulasi organel intraseluler, perubahan matriks ekstraseluler dan berkurangnya jumlah vakuola raksasa.¹⁶

2) Jenis kelamin

Tidak banyak ditemui perbedaan TIO antara pria dan wanita. Umumnya wanita usia menopause mempunyai TIO yang relatif lebih tinggi dibandingkan pria dengan umur yang sama, dalam hal ini mungkin disebabkan oleh faktor-faktor hormonal.¹⁶ Wanita dilaporkan sebagai faktor risiko independen dari glaukoma sudut tertutup oleh beberapa penelitian. Hal tersebut dikarenakan

perbedaan biometri antara wanita dan pria. Wanita memiliki mata yg lebih pendek dan kamera okuli anterior dangkal dibanding pria.¹²

3) Variasi diurnal

Pada individu normal, TIO bervariasi antara 2-6 mmHg selama 24 jam sebagai hasil dari produksi humor aquous dan pergantian alirannya. Tekanan intraokuler yang tinggi berkaitan dengan fluktuasi yang tinggi dan fluktuasi variasi diurnal yang lebih besar dari 10 mmHg dapat menimbulkan glaukoma. Puncak TIO tertinggi pada masing-masing individu sangat beragam, namun sebagian besar individu mengalami puncak TIO tertinggi pada saat pagi hari.¹⁰

Hubungan antara tekanan darah dan TIO sangat penting pada terjadinya kerusakan saraf mata. Hipotensi sistemik, terutama selama tidur dapat menyebabkan penurunan perfusi saraf mata yang dapat menyebabkan kerusakan saraf mata.¹⁰

4) Ras

Keterkaitan antara ras tertentu dengan TIO telah diperkuat dengan adanya laporan yang menyatakan bahwa orang kulit hitam mempunyai TIO lebih tinggi dibandingkan kulit putih.¹⁶

5) Genetik

TIO pada populasi umum ada kaitannya dengan keturunan, keadaan ini dibuktikan dengan terdapatnya kecenderungan TIO yang lebih tinggi pada sejumlah keluarga penderita glaukoma.¹⁶

6) Penyakit Sistemik

Penyakit yang terkait dengan glaukoma adalah miopia, diabetes mellitus, hipertensi sistemik, dan oklusi vena retina sentral. *Beaver Dam Eye Study* dan *Rotterdam follow up study* mengatakan bahwa miopia merupakan faktor risiko signifikan untuk glaukoma.¹⁰

Diabetes mellitus hingga saat ini masih diperdebatkan sebagai faktor risiko glaukoma sudut terbuka primer. *Beaver Dam Eye Study*, *Blue Mountains Eye Study*, *Los Angeles Latino Eye Study* mengatakan bahwa terdapat hubungan antara diabetes mellitus dan glaukoma sudut terbuka primer. Akan tetapi, *Framingham Study*, *Baltimore Eye Survey*, *Barbados Eye Study*, dan *Rotterdam Study* mengatakan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara diabetes mellitus dan glaukoma sudut terbuka primer.¹⁰

Baltimore Eye Study mengatakan bahwa hipertensi sistemik berhubungan dengan penurunan risiko adanya glaukoma pada pasien yang berusia <65 tahun dan peningkatan risiko glaukoma pada pasien yang berusia lebih tua. Hipotesis dari penelitian ini adalah pada pasien yang lebih muda, tekanan darah yang lebih tinggi berhubungan dengan peningkatan perfusi pada nervus optikus, tetapi dengan usia tua, terdapat efek negatif dari hipertensi kronik pada mikrosirkulasi nervus optikus sehingga meningkatkan kerentanan nervus terhadap perkembangan neuropati optik glaukomatosa. Sebaliknya, *Barbados Eye Studies* menunjukkan bahwa risiko relatif terjadinya glaukoma

pada pasien yang menderita hipertensi sistemik $<1,0$ pada seluruh kelompok umur, termasuk yang berusia 70 tahun ke atas.¹⁰

Pasien dengan oklusi vena retina sentral dapat disertai peningkatan TIO dan glaukoma. Pasien tersebut dapat memiliki glaukoma sudut terbuka primer atau tipe glaukoma lain sebelumnya. Setelah terjadinya oklusi vena retina sentral, dapat terjadi glaukoma sudut tertutup atau pada tahap lanjut terjadi glaukoma neovaskuler. Glaukoma dan hipertensi okuler merupakan faktor risiko terjadinya oklusi vena retina sentral.¹⁰

7) Obat-obatan

Pilokarpin dan obat kolinergik meningkatkan aliran humor aquous. Epinefrin/dipivefrin/agonis β -adrenergik meningkatkan aliran humor aquous. *Beta blockers*, *carbonic anhydrase inhibitors* dan *α -agonist* menurunkan produksi humor aquous. Prostaglandin meningkatkan aliran keluar humor aquous.¹²

8) Latihan/ Olahraga

Latihan yang berat dapat menghasilkan penurunan TIO sementara. Hal ini disebabkan oleh asidosis dan perubahan osmolalitas serum. Secara umum individu yang sehat mempunyai TIO rendah. Pada olahraga berat dan ekstrim yang menyebabkan mengejan seperti angkat beban dapat meningkatkan TIO. Kemungkinan hal ini disebabkan adanya valsava atau kenaikan tekanan intrakranial yang dihubungkan dengan sistem vena periokuler. Menahan nafas pada saat mengangkat beban dapat menaikkan TIO.¹¹

Tipe olahraga yang berbeda memiliki pengaruh yang berbeda pula pada TIO. Olahraga yang dinamik seperti *jogging* menyebabkan peningkatan aktivitas isotonik otot secara predominan sehingga metabolismenya berupa metabolisme aerobik. Selama olahraga dinamik TIO turun dan setelah istirahat 1 jam TIO akan kembali ke tekanan awal. Hal tersebut telah dicobakan pada dewasa muda yang sehat, orang tua, orang yang aktivitasnya minimal atau tidak beraktivitas, atlet terlatih, dan pada subjek dengan peningkatan TIO atau glaukoma.¹

Penurunan TIO lebih besar pada individu yang terlatih dibandingkan individu yang tidak melakukan aktivitas apapun. Penurunan TIO lebih berhubungan dengan intensitas olahraga dibandingkan dengan durasi olahraga. Olahraga dinamik meningkatkan tekanan koloid dimana hal tersebut berhubungan erat dengan penurunan TIO dan merupakan faktor determinan yang penting dalam penurunan TIO.¹

Olahraga yang statis seperti *handgripping* menyebabkan aktivitas isometrik otot yang lebih dominan dan metabolisme selnya berupa metabolisme anaerobik. Selama kontraksi otot berlangsung maka selama itu pula peningkatan TIO dapat terjadi dan pada saat relaksasi TIO akan turun secara perlahan-lahan kembali ke TIO awal dalam waktu beberapa menit. Jika dibandingkan secara langsung penurunan TIO pada olahraga statis lebih sedikit dibandingkan dengan olahraga dinamik, hal ini berhubungan dengan intensitas olahraga atau energi yang dikeluarkan (*expenditure energy*). Mekanisme

penurunan TIO setelah olahraga statis tidak diketahui secara pasti dan hubungan antara TIO dengan tekanan osmotik koloid tidak berhubungan secara bermakna pada olahraga statis.¹

Penelitian sebelumnya mengemukakan bahwa dengan program pelatihan yang intensif dapat menurunkan TIO istirahat akan tetapi kejadian tersebut ditemukan pada sebagian kecil subjek dan juga ditemukan pada subjek yang tidak menjalankan pelatihan secara lengkap. Pada penelitian lainnya menyebutkan dengan menjalankan olahraga rutin selama 6 bulan, didapatkan TIO menurun pada kelompok yang mendapatkan dan tidak mendapatkan pelatihan. Suatu penelitian melakukan pemeriksaan TIO terhadap subjek setelah penghentian pelatihan, dimana ditemukan bahwa TIO istirahat kembali menjadi TIO sebelum melakukan pelatihan dalam kurun waktu 3 minggu. Tidak terdapat adanya bukti yang kuat bahwa dengan melakukan pelatihan akan memberikan pengaruh terhadap nilai TIO istirahat.¹

Terkadang dengan berolahraga dapat meningkatkan TIO saat beraktivitas. Tekanan intraokuler akan meningkat pada saat melakukan olahraga angkat beban. Aktivitas lain yang dapat meningkatkan tekanan intravena telah dilaporkan dapat meningkatkan TIO, seperti memainkan alat musik pukul atau yoga pada saat *headstand*. Aktivitas ini tidak direkomendasikan pada pasien glaukoma karena terkadang hal ini dapat menyebabkan ekskavasasi glaukomatosa.¹

9) Perubahan postur

Ketika individu normal melakukan gerakan dari duduk kemudian posisi supinasi (tidur) TIO naik sebanyak 6 mmHg. Tekanan intraokuler naik lebih tinggi pada penderita glaukoma sudut terbuka. Pada sebuah penelitian individu normal yang ditempatkan pada posisi terbalik (kepala berada di bawah) terdapat kenaikan TIO secara tajam, dari rata-rata 16.8 mmHg menjadi 32.9 mmHg. Kenaikan bisa lebih tinggi pada penderita glaukoma. Kenaikan TIO terjadi sangat cepat mungkin disebabkan karena perubahan tekanan arteri dan vena.¹¹

Kenaikan TIO yang singkat bukan merupakan hal yang berbahaya pada individu normal, namun dapat berbahaya apabila hal tersebut terjadi pada penderita glaukoma.¹¹

2.1.3. Pengukuran TIO

Tonometri

Bola mata dapat digambarkan sebagai suatu kompartemen tertutup dengan sirkulasi humor aqueous yang konstan. Cairan ini mempertahankan bentuk dan tekanan yang cukup merata di dalam bola mata. Tonometri adalah cara pengukuran tekanan cairan intraokuler dengan memakai alat-alat yang berkalibrasi. Instrumen yang paling akurat digunakan adalah tonometer applanasi Goldmann, yang dilekatkan ke slitlamp dan mengukur gaya yang diperlukan untuk meratakan daerah kornea tertentu.⁸

Tekanan intraokuler ditentukan oleh gaya yang diperlukan untuk meratakan kornea dengan beban-standar yang telah ditetapkan sebelumnya.

Gaya yang diperlukan meningkat seiring dengan peningkatan tekanan intraokuler. Ketebalan kornea berpengaruh terhadap keakuratan pengukuran. Tekanan intraokuler mata yang korneanya tebal, akan ditaksir terlalu tinggi; yang korneanya tipis, ditaksir terlalu rendah.⁸

Tonometer-tonometer applanasi lainnya, yaitu tonometri Perkins dan Tono Pen, keduanya *portable*; TonoPen lebih teliti, tetapi perlu dikalibrasi setiap hari; pneumatotonometer, yang dapat digunakan walaupun terdapat lensa kontak lunak di permukaan kornea yang ireguler.⁸ Pengukuran dari TonoPen berkorelasi kuat dengan tonometri applanasi Goldmann.¹⁷

TonoPen XL merupakan tonometer elektronik *portable* yang mengukur TIO dengan cara ditempelkan pada kornea setelah sebelumnya mata subjek penelitian diberi tetes mata anestesi lokal. TonoPen ini biasanya digunakan untuk pengukuran TIO pada anak, pasien yang dengan slit lamp tidak dapat diukur TIO nya, pasien yang tidak kooperatif dengan pengukuran tonometri applanasi Goldmann, atau pasien dengan kelainan kornea. TonoPen XL merupakan suatu tubular yang dapat dipegang yang mempunyai bagian kecil di ujungnya. Bagian kecil pada ujung TonoPen terdiri atas transduser elektrik yang sensitif terhadap posisi. Pada saat ujung TonoPen ditekankan ke kornea akan terjadi pemipihan kornea dan kornea menjadi rata. Tekanan intraokuler dapat dinilai ketika ujung dari TonoPen berada di bidang yang sama dengan footplate.¹²

Rentang tekanan intraokuler normal adalah 10-21mmHg. Pada usia lanjut, rerata tekanan intraokulernya lebih tinggi sehingga batas atasnya adalah 24 mmHg. Pada glaukoma sudut terbuka primer, 32-50% individu yang terkena memperlihatkan tekanan intraokuler yang normal saat pertama kali diperiksa. Sebaliknya, peningkatan tekanan intraokuler semata tidak selalu diartikan bahwa pasien mengidap glaukoma sudut terbuka primer, untuk menegaskan diagnosis diperlukan bukti-bukti lain seperti adanya diskus optikus glaukomatosa atau kelainan lapangan pandang. Apabila tekanan intraokuler terus-menerus meningkat sementara diskus optikus dan lapangan pandang normal (hipertensi okular), pasien dapat diobservasi secara berkala sebagai tersangka glaukoma.⁸

2.2. Yoga

2.2.1. Definisi

Yoga berasal dari bahasa Sansekerta ‘yuj’ yang berarti *union* atau penyatuan antara gerak tubuh, napas, dan pikiran. Ada 7 cabang yoga yang bisa dipilih sesuai kebutuhan. 7 cabang tersebut adalah: Bhakti yoga, berorientasi pada penyatuan melalui hati dan pengabdian.

- 1) Karma yoga, berorientasi pada pelayanan.
- 2) Jnana yoga, berorientasi pada kebijakan dan pengetahuan
- 3) Hatha yoga, berorientasi pada penyatuan melalui latihan fisik dan napas.
- 4) Tantra yoga, berorientasi pada membangkitkan energi cakra di dalam tubuh.

- 5) Raja yoga, berorientasi pada meditasi.
- 6) Kundalini yoga, berorientasi pada upaya membangkitkan dan mengendalikan pusat-pusat energi di dalam tubuh.²

Dalam perkembangan sejarah yoga, muncul beberapa aliran yang kemudian tercipta lewat penekanan dan teknik yang dikembangkan. Aliran-aliran tersebut adalah Iyengar Yoga, Asthanga Yoga, Power Yoga, Bikram Yoga, Viniyoga, Sivananda Yoga, Anusara Yoga, dan sebagainya.²

Yoga merupakan kombinasi dari aktivitas yang mengandung unsur-unsur peregangan, menekuk, fokus, penekanan, pernapasan, kekuatan, ketahanan, keseimbangan, dan penghayatan.² Aktivitas fisik yang selama ini merupakan aktivitas terbesar dari olahraga lain hanya merupakan sebagian kecil dari latihan yoga. Sedangkan yoga, memenuhi semua hal yang disebutkan di atas.²

Yoga dapat digolongkan menjadi:

- 1) Yoga klasik

Yoga dipresentasikan sebagai jalan delapan anggota gerak untuk memandukan tindakan, pikiran, dan moral. Latihan yoga klasik menyediakan panduan untuk mengendalikan moral (*Yamas*) melalui postur (*Asanas*), pikiran & pernapasan (*Pranayama*), dan meditasi (*Dhyana*), penyatuan diri dengan objek meditasi (*Samadhi*).¹⁸

2) Yoga modern

Yoga modern mengacu pada tipe yoga tertentu yang awalnya dikembangkan dari interaksi orang yang tertarik pada yoga. Latihan yoga modern sangat berbeda dengan yoga klasik yang didasarkan pada perkembangan spiritual. Komponen mayor dalam yoga modern adalah hubungan antara postur (*Asanas*) dan Pranayama (*pikiran, pernapasan*). Yoga modern lebih mengutamakan segi kesehatan, misalnya kebugaran, manajemen stress dan berkonsentrasi pada manfaat fisik.¹⁸

2.2.2. *Aerial Yoga*

Aerial yoga atau Anti-Gravity Yoga adalah aliran baru dari yoga yang berasal dari New York, namun sekarang sudah banyak dipraktikkan di berbagai negara. Gerakan pada *aerial yoga* yaitu menggabungkan pose yoga tradisional, pilates, dan tari modern dengan menggunakan *hammock*.

Aerial yoga adalah versi *ground yoga* yang menggunakan *hammock* untuk membantu mengintensifkan dan membalikkan pose. Manfaat dari postur ini adalah menghilangkan ketegangan di otot, memperpanjang tulang belakang, serta meningkatkan fleksibilitas secara keseluruhan.³

2.3. Efek *aerial yoga* terhadap tekanan intraokuler

Gerakan-gerakan pada *aerial yoga* sama dengan yoga pada umumnya, yang membedakan adalah yoga tersebut dilakukan menggantung dan membalikkan posisi yoga pada dasarnya.⁴ Menurut penelitian sebelumnya bahwa

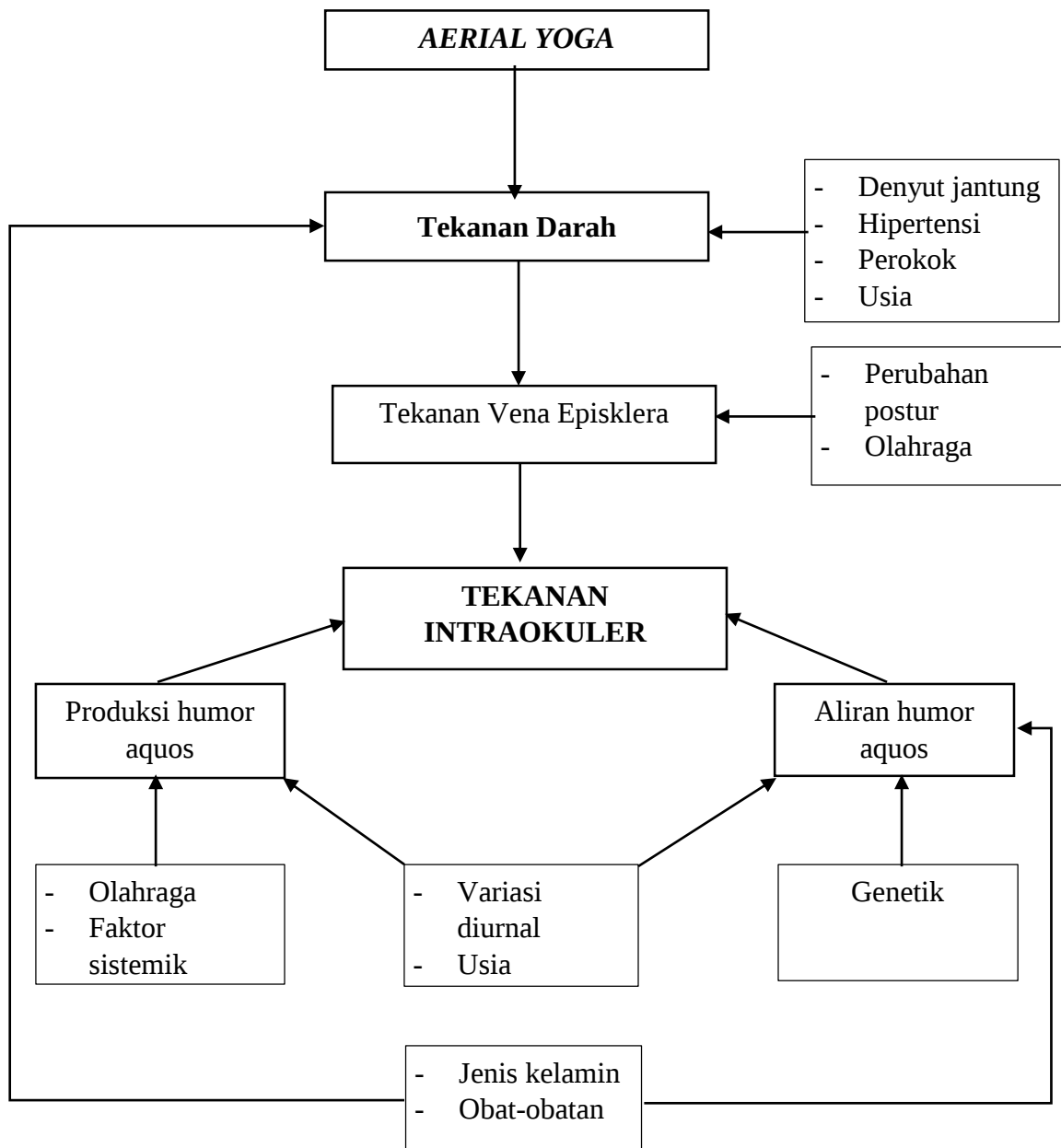
membalikkan posisi dapat menaikkan TIO dan kenaikan dapat lebih tinggi pada penderita glaukoma.¹¹ Gerakan *headstand* pada yoga juga dapat menaikkan TIO.^{5,6,7}

Pembalikan posisi total melawan gravitasi dapat menaikkan TIO tiga kali dari nilai normal.¹⁹ Kenaikan TIO yang disebabkan oleh posisi disebabkan oleh kongesti pembuluh darah koroid dan peningkatan tekanan vena episklera.^{19,20} Perubahan ini terkait dengan pergeseran cairan di kepala yang terjadi akibat adanya gravitasi.¹⁹ Respon posisi terhadap TIO tergantung pada perubahan pembuluh darah arteri dan vena ketika subjek bergerak.²¹

Ketika tekanan vena episklera meningkat, jaringan mata akan mengalami pembengkakan. Koroid, bagian mata yang penuh dengan pembuluh darah akan meluas dan menyebabkan perubahan dinamika cairan mata. Pada mata dengan gangguan aliran trabekula akan menyebabkan kenaikan TIO. Tiap kenaikan tekanan vena episklera sebesar 0.83 mmHg, menyebabkan kenaikan TIO sebesar 1 mmHg.¹⁹

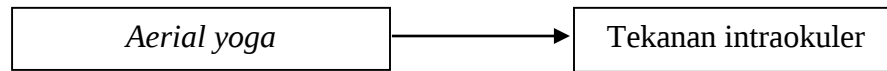
Faktor pokok yang mempengaruhi juga bisa disebabkan oleh perubahan pengaturan pembuluh darah yang dapat menyebabkan gangguan perfusi. Faktor potensial yang menghubungkan antara posisi kepala dengan TIO adalah gravitasi dikarenakan berat bertumpu pada vitreous sehingga terdapat tekanan berlebihan pada bola mata.¹⁹

2.4.Kerangka Teori



Gambar 2. Kerangka teori

2.5. Kerangka konsep



Gambar 3. Kerangka konsep

2.6. Hipotesis

Terdapat pengaruh olahraga *aerial yoga* terhadap tekanan intraokuler.