



Fisiologi Keseimbangan Cairan dan Hormon yang Berperan

William

Staf Pengajar Bagian Fisiologi Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Krida Wacana

Alamat Korespondensi: Jl. Arjuna No 6 Jakarta 11510

Email: william@ukrida.ac.id

Abstrak

Keseimbangan cairan merupakan salah satu faktor yang diatur dalam homeostasis. Keseimbangan cairan sangat penting karena diperlukan untuk kelangsungan hidup organisme. Keseimbangan yang diperlukan oleh tubuh adalah dimana *input=output* (*balance concept*). Terdapat dua faktor penting yang diatur yaitu volume dan osmolaritas cairan ekstraselular. Mekanisme pengaturannya sangatlah kompleks dan memerlukan kerja dari hormon.

Kata kunci: homeostasis. (*balance concept*), volume dan osmolaritas cairan ekstraselular

Physiological Balance of Fluid and Hormones

Abstract

Fluid balance is one of many factor that been controlled by homeostasis. Fluid balace is needed by human body since it supports bodily survival. The balance that body needed is where input equal to output (balance concept). There are two factors controlled in human body, namely extracellular volume and osmolarity. The process that controlled both is very complex and need the work of hormone.

Keywords : *homeostasis, (balance concept), extracellular volume and osmolarity*

Pendahuluan

Air di dalam tubuh manusia didistribusikan ke dua kompartemen yaitu ruang ekstraselular dan intraselular. dua pertiga dari total cairan tubuh berada dalam ruang intraselular, lebih banyak dibandingkan yang berada dalam ruang ekstraselular (sepertiga dari total cairan tubuh). Cairan ekstraselular terdiri dari plasma dan cairan interstitial, di mana cairan interstitial lebih banyak jumlahnya (4/5 dari cairan ekstraselular) dibandingkan plasma (1/5 dari cairan intraselular). Sebenarnya cairan ekstraselular juga terdapat ditempat lain tetapi jumlahnya sangat sedikit, yaitu cairan serebrospinal, cairan intraokular, cairan sendi, cairan perikardial, cairan intrapleura, cairan intraperitoneal, dan cairan pencernaan.¹

Keseimbangan cairan merupakan bagian dari kontrol tubuh untuk mempertahankan homeostasis. Homeostasis cairan dapat dipertahankan oleh tubuh dengan cara mengatur cairan ekstraselular, yang selanjutnya akan mempengaruhi cairan intraselular.² Agar tubuh dapat mencapai keseimbangan cairan yang dibutuhkan maka tubuh harus mengatur agar *input* cairan sama dengan *out put* cairan (*balance concept*). Tubuh juga dapat mengalami perubahan keseimbangan cairan, yaitu keseimbangan positif (*input lebih banyak daripada ouput*) atau keseimbangan negatif (*output lebih banyak daripada input*).¹

Terdapat dua faktor yang diatur tubuh untuk mempertahankan keseimbangan cairan, yaitu volume dan osmolaritas cairan ekstraselular. Volume cairan ekstraselular

penting dipertahankan keseimbangannya karena dapat mempengaruhi tekanan darah sedangkan osmolaritas cairan ekstraselular penting dipertahankan untuk mencegah sel mengerut ataupun membengkak. Tubuh dapat mempertahankan volume cairan ekstraselular dengan cara mengatur garam (natrium), dan dapat mempertahankan osmolaritas cairan ekstraselular dengan cara mengatur air di dalam tubuh.²

Pengaturan Volume Cairan Ekstraselular

Sebelum mendalami mekanisme tubuh mempertahankan keseimbangan volume cairan ekstraselular perlu diketahui sumber input dan output garam yang ada dalam tubuh kita, karena dengan mengatur garam maka tubuh dapat mengatur volume cairan ekstraselular.² Sumber *input* garam berasal dari garam yang masuk melalui saluran pencernaan, sedangkan output garam berasal dari pengeluaran secara obligat pada keringat dan feses serta pengeluaran garam secara terkontrol melalui ginjal.³

Jumlah garam yang masuk ke dalam tubuh sebanyak 10,5 g/hari, sedangkan pengeluarannya adalah 0,5 g/hari melalui keringat dan feses serta 10 g/hari pengeluaran yang terkontrol dari ginjal. Disini dapat terlihat bahwa kita mengkonsumsi garam lebih banyak dibandingkan yang kita perlukan, hal ini dapat terjadi karena manusia mengkonsumsi garam lebih karena rasa garam yang membuat lezatnya makanan dan bukan karena kebutuhan tubuh akan garam. Sejumlah garam yang dikonsumsi itu akan menumpuk karena *input* lebih besar dari *output*. Penumpukan garam ini akan menyebabkan volume cairan ekstraselular meningkat sehingga tekanan darah juga meningkat. Dalam mekanisme homeostasis ini tubuh kita sangat dibantu oleh ginjal yang memiliki peran yang sangat penting yaitu dengan sangat tepat membuang kelebihan garam tadi, sehingga *input* bisa sama dengan *output*.¹

Mekanisme pengaturan volume cairan ekstraselular oleh ginjal dapat lebih mudah dipahami melalui contoh keadaan dimana terjadi penurunan jumlah natrium tubuh. Jika natrium dalam tubuh menurun, maka volume cairan ekstraselular akan menurun, yang menyebabkan tekanan darah juga menurun. Tekanan darah yang menurun menyebabkan laju filtrasi glomerulus menurun, hal ini

menyebabkan natrium yang difiltrasi juga menurun, sehingga terjadi penurunan jumlah natrium yang diekskresi oleh ginjal. Tekanan darah yang menurun juga menyebabkan peningkatan sekresi aldosteron yang kemudian akan bekerja di ginjal dengan cara meningkatkan reabsorpsi natrium. Karena kerja dari aldosteron di ginjal maka natrium yang diekskresi akan menurun, menambah efek dari GFR yang menurun.^{1,2,4}

Pengaturan Osmolaritas Cairan Ekstraselular

Pengaturan osmolaritas dilakukan dengan cara mengatur air. Sumber air dalam tubuh antara lain air yang diminum, air dalam makanan yang dimakan, serta air yang diproduksi dari proses metabolisme. Sedangkan sumber *output* air dalam tubuh kita antara lain berupa *insensible water loss*, keringat, feses dan urin.⁵ Berkeringat bukanlah mekanisme normal tubuh untuk mengatur pembuangan air di dalam tubuh, karena berkeringat lebih karena proses tubuh untuk mengatur suhu dan bukan cara tubuh untuk mengatur status hidrasi. Pengeluaran air melalui *insensible water loss* juga tidak dapat kendalikan oleh tubuh. Begitu pula pengeluaran feses juga tidak dimaksudkan untuk mengatur status hidrasi tubuh.¹ dengan demikian tubuh mengatur jumlah air melalui kerja ginjal dan mekanisme haus.⁴

Peningkatan osmolaritas cairan ekstraselular akan dideteksi oleh osmoreseptor di hipotalamus, yang kemudian akan merangsang neuron hipotalamus sehingga menimbulkan rasa haus dan akan meningkatkan sekresi hormon vasopresin. Rangkaian peristiwa tadi juga dapat terjadi ketika terjadi penurunan volume cairan ekstraselular. Rasa haus yang timbul akan menyebabkan seseorang lebih banyak minum air, sehingga akan menyebabkan penurunan osmolaritas cairan ekstraselular. Penurunan osmolaritas ekstraselular sebagai cara tubuh untuk mengkompensasi peningkatan osmolaritas juga dilakukan oleh hormon vasopresin.^{1,4} Hormon vasopresin akan menyebabkan protein aquaporin (AQP) menempatkan dirinya di membran sel tubulus koligentes, sehingga permeabilitas membran terhadap air meningkat.²

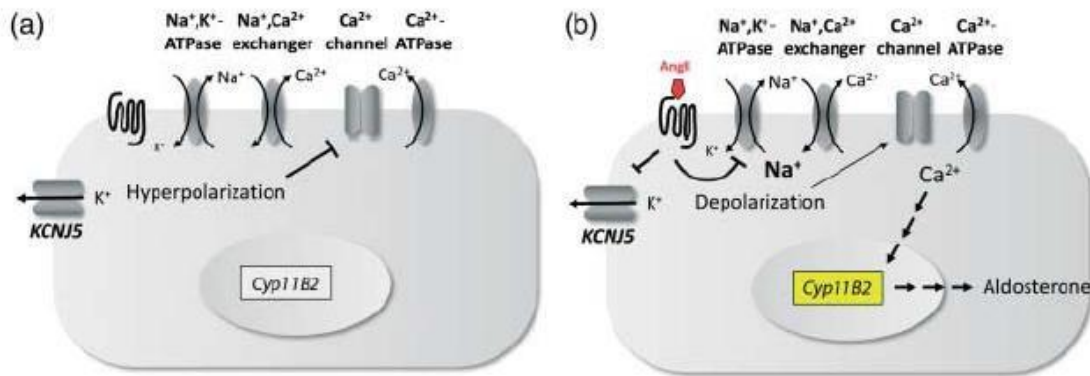
Hormon Aldosteron

Aldosteron adalah hormon mineralokortikoid yang dihasilkan oleh korteks adrenal. Hormon aldosteron sangat esensial untuk kehidupan, karena perannya dalam mengatur jumlah elektrolit dalam tubuh. Aldosteron bekerja dengan cara meningkatkan reabsorpsi natrium dan membuang kalium di ginjal.⁶

Bahan baku untuk sintesis hormon aldosterone di korteks adrenal adalah kolesterol dan reaksi kimiawi untuk sintesisnya paling banyak diperankan oleh enzim sitokrom P450. Sintesis hormone aldosteron ini akan meningkat oleh berbagai rangsangan antara lain: aktifnya sistem renin-angiotensi-aldosteron (RAA), stimulasi langsung dari peningkatan kadar

kalium plasma, pada keadaan asidosis, dan lain sebagainya.⁶

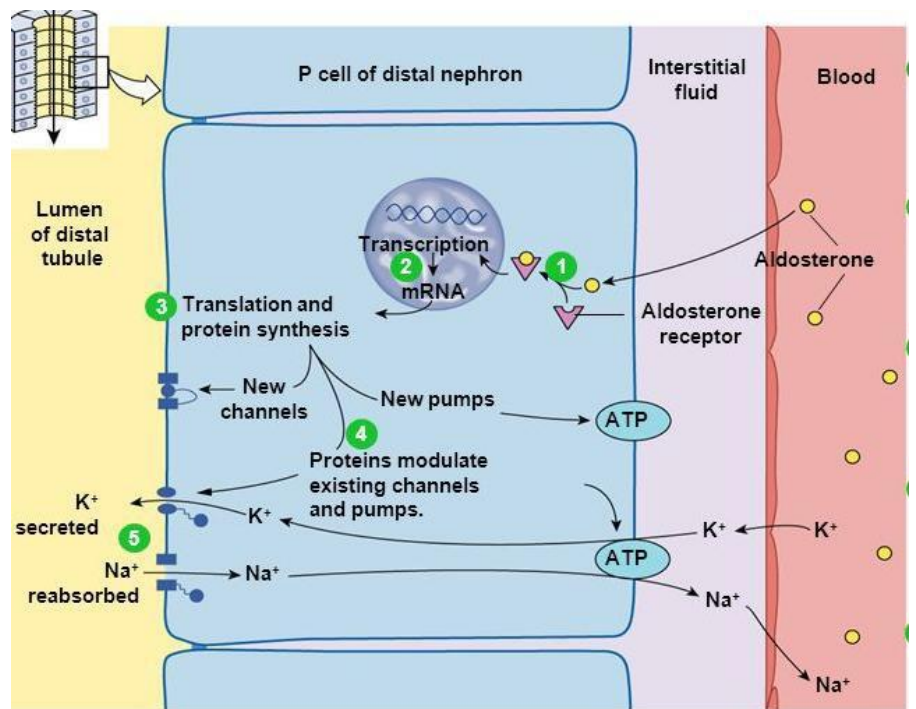
Sel-sel pada kelenjar korteks adrenal normalnya berada pada keadaan hiperpolarisasi, karena kerja dari kanal kalium, kanal kalsium dan pompa natrium-kalium. Ketika angiotensin II (salah satu dari stimulus sintesis aldosteron) berikatan dengan reseptornya pada sel korteks adrenal, maka yang selanjutnya akan terjadi adalah inhibisi kanal kalium dan pompa natrium-kalium, sehingga terjadilah depolarisasi. Depolarisasi tersebut akan mengakibatkan kanal kalsium membuka, sehingga kalsium masuk ke dalam sel, dan kalsium yang masuk tadi akan menyebabkan peningkatan ekspresi gen Cyp11B2 sehingga meningkatlah produksi hormon aldosteron (lihat gambar 1).⁷



Gambar 1. Mekanisme Molekular Sintesis Aldosteron. 1A. Sel Korteks Adrenal pada Keadaan Hiperpolarisasi. 1B. Peningkatan Sekresi Aldosteron karena Rangsangan dari Angiotensin II.⁷

Aldosteron bekerja di sel P (sel *principal*) di 1/3 akhir dari tubulus distal dan di duktus koligenes tubulus ginjal. Aldosteron masuk ke dalam sel P melalui difusi sederhana, ketika masuk ke dalam sel, maka akan berikatan dengan reseptornya. Respon awal yang terjadi karena ikatan aldosteron dengan reseptornya adalah kanal ion kalium dan natrium meningkatkan waktu pembukaannya sehingga banyak natrium masuk dan kalium yang keluar, peningkatan

natrium intraselular ini akan meningkatkan kerja pompa natrium-kalium, sehingga natrium akan direabsorpsi dan kalium disekresi/dibuang di urin. Pada fase yang lebih lambat, ikatan aldosteron dan reseptornya terjadi akan menyebabkan peningkatan sintesis kanal ion natrium, kanal ion kalium dan pompa natrium-kalium, sehingga terjadi juga efek reabsorpsi natrium dan eliminasi kalium oleh ginjal (lihat gambar 2).²

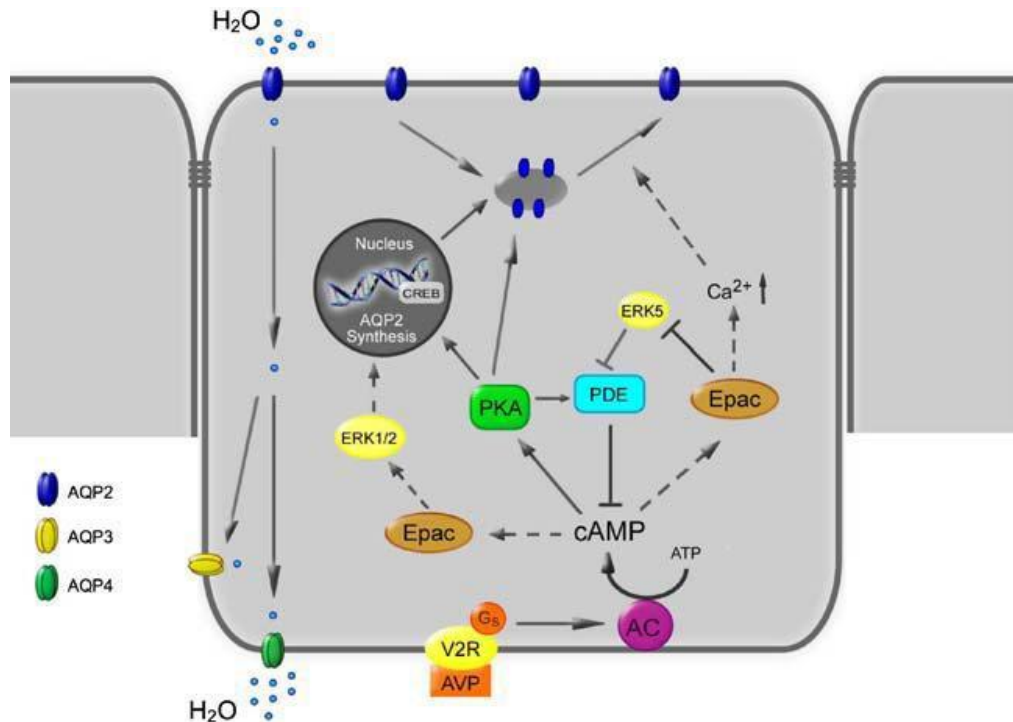


Gambar 2. Mekanisme Kerja Aldosteron pada Sel *Principal*.²

Hormon Vasopresin/ Hormon Antidiuretik

Vasopresin merupakan hormon neurohipofisis yang penting untuk mengatur osmotik cairan tubuh dan memiliki tiga jenis reseptor V_1A , V_1B dan V_2 .⁴ Vasopresin bekerja pada duktus koligenes ginjal dengan mekanisme kerja sebagai berikut: ketika hormon vasopresin berikatan dengan reseptor V_2 di membran basolateral, maka akan mengaktifkan enzim adenilat siklase yang selanjutnya akan meningkatkan jumlah cAMP. Peningkatan cAMP akan mengaktifkan protein kinase A (PKA) yang kemudian akan menginduksi translokasi dari vesikel-vesikel yang berisi protein AQP2, translokasi AQP2 ini akan meningkatkan permeabilitas membran

sel terhadap air. Translokasi AQP2 juga dapat terjadi melalui jalur protein Epac akibat dari peningkatan kadar cAMP. Selain translokasi yang ditingkatkan oleh PKA, PKA juga dapat menyebabkan peningkatan sintesis AQP2 melalui fosforilasi protein CREB. Tidak hanya PKA saja yang meningkatkan sintesis AQP2, ternyata Epac juga memiliki efek yang sama yaitu melalui penghambatan ERK 1/2. Peristiwa molekular yang kompleks tadi menyebabkan air dapat masuk ke dalam sel duktus koligenes. Air yang telah masuk tadi kemudian akan meninggalkan sel melalui AQP3 dan AQP4 sehingga lengkaplah proses reabsorpsi air karena efek dari hormon vasopresin (lihat gambar 3).⁸



Gambar 3. Mekanisme Kerja Vasopresin pada Duktus Koligentes.⁸

Penutup

Tubuh manusia memerlukan keseimbangan cairan agar dapat tetap bertahan hidup. Pengendalian yang dilakukan adalah dengan mengatur volume dan osmolaritas cairan ekstraselular. Volume cairan ekstraselular harus diatur dengan baik, karena dapat mempengaruhi tekanan darah seseorang. Pengaturan osmolaritas juga tidak kalah penting dengan pengaturan volume cairan ekstraselular karena dapat mempengaruhi sel, sehingga dapat mengerut, membengkak atau tetap normal. Tubuh mengatur volume cairan ekstraselular melalui jumlah garam di tubuh, yaitu melalui ginjal dan hormon yang berperan adalah aldosteron, sedangkan pengaturan osmolaritas cairan ekstraselular dilakukan dengan mengatur jumlah air, yaitu melalui mekanisme haus dan hormon yang berperan adalah vasopresin.

Daftar Pustaka

1. Sherwood L, Human physiology from cell to system. 8thed. Belmont: Books/Cole-Thomson Learning;2013.
2. Silverthron DU, Human physiology an integrated approach. 5thed. San Fransisco: Pearson;2010.
3. Yaswir R, Ferawati I. Fisiologi dan Gangguan Keseimbangan Natrium, Kalium dan Klorida serta Pemeriksaan Laboratorium. Jurnal FK UNAND. 2012; 1(2):80-5.
4. Barrett KE, Barman SM, Boitano S, Brooks HL. Ganong's review of medical physiology. 24thed. Singapore: Mc Graw Hill;2012.
5. Jequier E, Constant F. Water as an essential nutrient: physiological basis of hydration. European Journal of Clinical Nutrition. 2010; 64:115-23.
6. Yan Y, Hongbao M. Aldosterone. Researcher. 2009; 1(5):89-93.
7. Beuschlein F. Regulation of aldosterone secretion: from physiology to disease. European Journal of Endocrinology. 2013; 168:85-93.
8. Boone M, Deen MT. Physiology and pathophysiology of vasopressin-regulated renal water reabsorption. Eur J Physiol. 2008; 456:1005-24.