

Homeostasis Tubuh

Syabila Febrilia Nasyafa¹, Oktadoni Saputra², Reni Zuraida³

¹Fakultas Kedokteran Universitas Lampung

²Bagian Farmakologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Abstrak

Tubuh memiliki mekanisme pada tingkat sel untuk menjaga keseimbangan internal, yang disebut keseimbangan dinamis. Meskipun lingkungan eksternal mengalami perubahan, tubuh tetap beroperasi untuk mencegah deviasi dari keseimbangan ini. Perubahan lingkungan dapat mempengaruhi sistem internal, sehingga homeostasis diperlukan untuk mencegah kerusakan sel, jaringan, dan organ melalui mekanisme regulasi. Regulasi homeostasis melibatkan kontrol lokal (respon parakrin dan autokrin) serta kontrol refleks yang melibatkan sistem saraf dan endokrin. Homeostasis adalah konsep dasar fisiologi yang memainkan peran penting dalam menjaga stabilitas internal dan merespons adaptif di dalam tubuh. Pentingnya homeostasis terletak pada fakta bahwa sel dan jaringan tubuh hanya dapat tetap hidup dan berfungsi secara efisien jika kondisi internalnya dipertahankan dengan baik. Semua sistem organ saling bergantung untuk mempertahankan homeostasis, dan perubahan dalam satu sistem dapat memengaruhi sistem tubuh lainnya. Homeostasis mencakup kemampuan tubuh untuk mempertahankan lingkungan internal yang stabil meskipun terjadi perubahan seperti suhu, udara, oksigen atmosfer, tingkat karbon dioksida, aktivitas fisik, paparan racun, penyakit, terapi obat, demam, dan diet. Gangguan homeostasis dapat menyebabkan disfungsi dan kehilangan kontrol terhadap organ dalam tubuh. Beberapa sistem fisiologis diatur oleh homeostasis, seperti termoreseptor yang mengatur suhu tubuh dan peran homeostasis dalam sistem endokrin untuk mengatur keseimbangan hormon serta regulasi hormon di dalam tubuh. Homeostasis dipengaruhi oleh beberapa kondisi konstan, meliputi suhu tubuh dan keseimbangan cairan tubuh, yang dijaga dalam batas yang telah ditentukan (yang disebut rentang homeostatis). Contoh variabel lainnya yaitu pH cairan ekstraseluler, konsentrasi ion natrium, kalium, dan kalsium, serta kadar gula darah. Homeostasis merupakan proses dan mekanisme otomatis yang dilakukan makhluk hidup untuk mempertahankan kondisi konstan agar tubuhnya dapat berfungsi dengan normal, meskipun terjadi perubahan pada lingkungan di dalam atau di luar tubuh.

Kata Kunci: Homeostasis, keseimbangan tubuh, makhluk hidup

Body Homeostasis

Abstract

The body has mechanisms at the cellular level to maintain internal balance, called dynamic balance. Even though the external environment undergoes changes, the body continues to operate to prevent deviation from this balance. Environmental changes can affect internal systems, so homeostasis is needed to prevent damage to cells, tissues and organs through regulatory mechanisms. Homeostasis regulation involves local control (paracrine and autocrine responses) as well as reflex control involving the nervous and endocrine systems. Homeostasis is a basic concept of physiology that plays an important role in maintaining internal stability and adaptive responses in the body. The importance of homeostasis lies in the fact that the body's cells and tissues can only remain alive and function efficiently if their internal conditions are maintained properly. All organ systems depend on each other to maintain homeostasis, and changes in one system can affect other body systems. Homeostasis includes the body's ability to maintain a stable internal environment despite changes such as temperature, air, atmospheric oxygen, carbon dioxide levels, physical activity, exposure to toxins, disease, drug therapy, fever, and diet. Disruption of homeostasis can cause dysfunction and loss of control of organs in the body. Several physiological systems are regulated by homeostasis, such as thermoreceptors which regulate body temperature and the role of homeostasis in the endocrine system to regulate hormonal balance and hormone regulation in the body. Homeostasis is influenced by several constant conditions, including body temperature and body fluid balance, which are maintained within predetermined limits (the so-called homeostatic range). Examples of other variables are the pH of the extracellular fluid, the concentration of sodium, potassium and calcium ions, and blood sugar levels. Homeostasis is an automatic process and mechanism carried out by living creatures to maintain constant conditions so that their bodies can function normally, even though changes occur in the environment inside or outside the body.

Keywords: Body balance, homeostasis, living creatures.

Korespondensi: Syabila Febrilia Nasyafa. alamat Jl. Abdul Moeis, Kec. Rajabasa, Bandar Lampung, hp 081373934049, e-mail syabilafnasyafa@gmail.com

Pendahuluan

Tubuh memiliki mekanisme mulai dari tingkat sel untuk beroperasi agar tidak menyimpang dari keseimbangan internal dimana keadaan ini dikenal sebagai keseimbangan dinamis, meskipun ada perubahan di lingkungan eksternal. Perubahan-perubahan di lingkungan luar tersebut dapat mempengaruhi sistem internal dalam tubuh, sehingga harus dipertahankan untuk mencegah kematian sel, jaringan, dan organ melalui mekanisme homeostasis. Regulasi homeostatis melibatkan kontrol lokal (respon parakrin dan autokrin) serta kontrol refleks yang melibatkan sistem saraf dan endokrin⁵

Homeostasis merupakan konsep dasar fisiologi tubuh yang berperan dalam menjaga stabilitas internal serta tanggapan adaptif di dalam tubuh, Homeostasis sangat penting karena sel dan jaringan tubuh hanya akan tetap hidup dan dapat berfungsi secara efisien ketika kondisi internal ini dipertahankan dengan baik. Semua sistem organ bekerja dengan cara saling bergantung untuk mempertahankan homeostasis. Sebagai contoh perubahan pada satu sistem cenderung untuk mempengaruhi satu sistem atau lebih sistem tubuh lainnya. Homeostasis mengacu pada kemampuan tubuh untuk memelihara lingkungan internal yang stabil meskipun dapat menimbulkan perubahan seperti suhu, udara, oksigen atmosfer, tingkat karbon dioksida, aktivitas fisik, paparan racun, penyakit, terapi obat, demam, dan diet. Kegagalan tubuh yang melibatkan gangguan homeostasis dapat menyebabkan disfungsi dan kontrol terhadap organ dalam tubuh. Beberapa sistem fisiologis diatur oleh homeostasis misalnya termoreseptor untuk mengatur suhu tubuh agar tetap normal sebagaimana mestinya. Disamping itu, homeostasis juga berperan dalam sistem endokrin untuk mengatur keseimbangan hormon serta regulasi hormon di dalam tubuh^{1,3}.

Isi

Homeostasis berasal dari 2 kata Yunani yaitu 'Homeo' yang berarti 'serupa', dan 'stasis' yang berarti 'stabil'. Homeostasis mengacu pada stabilitas, keseimbangan, atau kesetimbangan di dalam sel atau tubuh. Homeostasis merupakan karakteristik penting

mahluk hidup untuk menjaga lingkungan internal agar tetap stabil dan membutuhkan adaptasi jika kondisi mengalami perubahan di dalam maupun di luar sel. Pemeliharaan sistem dalam sel disebut regulasi homeostatis. Tubuh selalu dihadapkan dengan perubahan lingkungan eksternal serta kegiatan dan aktivitas yang terjadi di dalam tubuh yang dapat merubah keseimbangan dari beberapa variabel penting. Sebagai contoh, sebagian besar reaksi metabolik di dalam sel kita membutuhkan oksigen dan glukosa. Senyawa ini kemudian harus diganti. Selain itu, reaksi ini menghasilkan limbah metabolik termasuk karbondioksida dan urea yang kemudian harus dikeluarkan dari tubuh. Oleh karena itu, lebih tepat dikatakan bahwa lingkungan internal dalam keadaan dinamis yang stabil, yang terus berubah, tetapi dimana kondisi optimal dipertahankan secara fisiologis. Semua sistem organ dalam tubuh, kecuali sistem reproduksi, berkontribusi dalam mempertahankan homeostasis⁷.

Homeostasis diatur oleh 3 mekanisme yakni: Osmoregulasi, termoregulasi, regulasi kimia. Mekanisme ini dilakukan di dalam tubuh dengan melibatkan berbagai sistem dalam tubuh seperti sistem respirasi, sistem endokrin, sistem reproduksi, sistem urinari, serta sistem saraf⁷.

Di dalam tubuh, sel bergantung pada kontrol terhadap kadar glukosa darah untuk mempertahankan fungsi fisiologis dalam tubuh. Homeostasis glukosa diperoleh oleh jaringan dan berbagai hormon serta neuropeptida yang dilepaskan terutama dari otak, pankreas, hati, usus, serta jaringan adiposa dan otot. Pankreas dalam regulator utama glukosa darah mewakili peran penting dengan mengekskresikan hormon insulin sebagai penurun gula darah dan glukagon⁸.

Pankreas terletak di bagian caudal abdomen di dalam rongga perut sinister. Pankreas terdiri dari sel asinar atau sel eksokrin yang memproduksi cairan pankreas yang mengandung enzim pencernaan, seperti amilase, lipase, dan tripsinogen ke dalam saluran pankreas dan saluran pankreas aksesori. Sebaliknya, hormon pankreas dilepaskan melalui mekanisme endokrin, yaitu sekresi langsung ke dalam aliran darah. Sel-sel endokrin akan berkumpul bersama, sehingga

membentuk pulau Langerhans, yang merupakan struktur kecil seperti pulau di dalam jaringan pankreas eksokrin yang hanya menyumbang 1-2% dari seluruh organ pankreas⁸.

Tubuh akan mempertahankan kadar glukosa darah oleh glukagon dan hormon insulin. Ketika kadar glukosa darah rendah, pankreas akan mengeluarkan glukagon, yang meningkatkan kadar glukosa darah endogen melalui proses glikogenolisis. Setelah makan, ketika kadar glukosa darah eksogen lebih tinggi, insulin akan dilepaskan untuk memicu pengambilan glukosa ke dalam otot dan jaringan adiposa yang bergantung pada insulin serta untuk meningkatkan proses glikogenesis. Setelah menempel pada reseptor pada otot dan jaringan adiposa, insulin akan melakukan penyerapan glukosa yang bergantung pada jumlah insulin dalam jaringan dan karenanya akan menurunkan kadar glukosa darah dengan menghilangkan glukosa eksogen dari aliran darah⁸.

Distribusi cairan dalam tubuh dapat dibagi menjadi dua kategori umum yaitu cairan intraseluler dan cairan ekstraseluler. Jumlah cairan intraseluler kira-kira 40% dari total berat badan dan terdistribusi di dalam sel terutama bagian sitoplasma. Secara umum, cairan intraseluler bersifat stabil dan tidak mudah menyesuaikan diri dengan perubahan yang cepat. Didalam sitoplasma terjadi banyak reaksi kimia untuk mempertahankan osmolalitas cairan tubuh. Cairan ekstraseluler di dalam tubuh terdiri sekitar 20% dari total berat badan dan dikategorikan sebagai cairan plasma sekitar 5% dari berat badan dan ruang interstitial kira-kira 12% dari total berat badan².

Komposisi kimiawi yang tepat dari cairan tubuh sangat bervariasi tergantung pada bagian tubuh mana, serta organ tubuh mana yang mengandung cairan. Cairan ekstraseluler dan cairan interstitial memiliki komposisi yang serupa. Ruang ekstraseluler mengandung konsentrasi tinggi natrium, klorida, bikarbonat, dan protein tetapi relatif lebih rendah kalium, magnesium, dan fosfat. Cairan interstitial secara fisiologis cenderung memiliki konsentrasi protein yang rendah. Cairan intraseluler cenderung mengandung fosfat, magnesium, kalium, dan protein yang tinggi

tetapi natrium, klorida, dan bikarbonat yang lebih rendah².

Cairan bergerak di seluruh lingkungan seluler dalam tubuh secara pasif melintasi membran semipermeabel. Osmolaritas didefinisikan sebagai jumlah partikel per liter cairan. Osmolaritas plasma darah secara normal yaitu sekitar 286 mOsmol / L. Kurang dari normal akan menyebabkan kondisi hiposmotik, dan lebih besar dari normal akan menyebabkan kondisi hiperosmotik. Gradien konsentrasi osmotik seluler sebagian besar dipertahankan melalui pemompaan aktif protein transpor ionik transmembran. Namun, perubahan volume cairan yang cepat tanpa perubahan komponen ionik akan menyebabkan dilatasi konsentrasi komponen tersebut. Gradien osmotik plasma darah dipertahankan melalui penyerapan zat terlarut dari saluran pencernaan atau sekresi ke saluran pencernaan atau urin. Selain komponen ionik, osmolaritas sebagian terdiri dari protein seperti albumin dalam serum. Komponen aktif osmotik yang perlu dipertimbangkan adalah glukosa. Cairan akan bergerak menuju kompartemen hiperosmotik dan menjauh dari kompartemen hiposmotik. Semua cairan tubuh harus memiliki muatan listrik ionik mendekati nol, yang menunjukkan keseimbangan kation dan anion. Komponen ionik akan berdifusi melalui cairan secara selektif tergantung pada keberadaan membran permeabel. Jika membran tidak dapat ditembus oleh ion, kondisi tersebut akan menciptakan gradien konsentrasi osmolaritas yang relatif lebih tinggi. Gradien zat terlarut dapat dibuat secara fisiologis dengan protein pemompa membran, yang mengeluarkan energi dalam bentuk ATP untuk memindahkan komponen dari area dengan konsentrasi rendah ke konsentrasi yang lebih tinggi terhadap gradien difusinya. Proses ini menciptakan lingkungan seluler terhadap air secara osmotik ke dalam kompartemen cairan. Selain osmotik cairan, pergerakan cairan di dalam tubuh bergantung pada tekanan hidrostatik yang dibuat dan dipertahankan dan paling baik digunakan dalam pergerakan cairan dari plasma di ruang ekstraseluler ke ruang interstitial jaringan melintasi membran kapiler. Tekanan hidrostatik merupakan faktor pendorong pada pergerakan cairan dimana

peningkatan tekanan akan memaksa cairan keluar dari suatu ruang sehingga menciptakan pergerakan total fluida².

Keseimbangan asam basa dalam tubuh berfungsi untuk mempertahankan homeostasis tubuh. Dengan tidak adanya keadaan patologis, pH tubuh manusia berkisar antara 7,35 hingga 7,45, dengan rata-rata 7,40. PH pada tingkat ini ideal untuk banyak proses biologis, salah satu yang terpenting adalah oksigenasi darah. Selain itu, banyak zat antara reaksi biokimia dalam tubuh menjadi terionisasi pada pH netral, yang menyebabkan penggunaan zat antara ini menjadi lebih sulit. PH di bawah 7,35 akan menyebabkan kondisi asidemia, dan pH di atas 7,45 akan memicu kondisi alkalemia. Karena pentingnya mempertahankan tingkat pH yang dibutuhkan, tubuh manusia mengandung mekanisme kompensasi. Tubuh manusia mengalami empat jenis utama gangguan pH yakni metabolik asidosis, metabolik alkalosis, respiratorik asidosis, dan respiratorik alkalosis. Jika salah satu dari kondisi ini terjadi, tubuh manusia harus melakukan penyeimbangan dalam bentuk kondisi yang berlawanan. Misalnya, jika seseorang mengalami asidemia metabolik, tubuhnya akan mencoba untuk menginduksi respirasi alkalosis sebagai mekanisme kompensasi. Jarang terjadi kompensasi untuk membuat pH benar-benar normal pada kadar 7,4. Saat menggunakan istilah asidemia atau alkalemia, salah satunya menunjukkan bahwa secara keseluruhan pH masing-masing bersifat asam atau alkalotik. Meskipun tidak diperlukan, penggunaan terminologi ini dapat berguna untuk membedakan antara proses individu dan status pH keseluruhan pasien karena beberapa ketidakseimbangan dapat terjadi pada waktu yang bersamaan⁴.

PH fisiologis tubuh manusia sangat penting pada banyak proses yang diperlukan untuk kehidupan termasuk transport oksigen ke jaringan, struktur protein, dan reaksi biokimia yang tak terhitung banyaknya yang bergantung pada pH normal untuk berada dalam kesetimbangan. Di dalam tubuh, banyak reaksi kimia berada dalam kesetimbangan. Misalnya pada mekanisme kerja pH kompensasi jika terdapat kondisi metabolik asidosis, ginjal tidak mengeluarkan cukup ion hidrogen dan / atau

tidak cukup menyerap ion bikarbonat. Sistem pernapasan akan bereaksi dengan meningkatkan ventilasi per menit dan bersamaan dengan meningkatkan laju pernapasan serta mengeluarkan lebih banyak karbondioksida untuk mencapai keseimbangan⁴.

Termoregulasi merupakan mekanisme di mana mamalia mempertahankan suhu tubuh dengan pengaturan diri yang dikontrol secara bebas dari suhu eksternal. Pengaturan suhu termasuk jenis homeostasis untuk menjaga suhu internal yang stabil agar dapat bertahan hidup. Ektoterm merupakan hewan yang bergantung pada lingkungan luarnya terhadap panas dalam tubuh, sedangkan endoterm merupakan hewan yang menggunakan termoregulasi untuk mempertahankan suhu tubuh internal yang cenderung konsisten bahkan ketika lingkungan eksternal berubah. Manusia dan mamalia serta burung lainnya merupakan endoterm. Manusia memiliki suhu internal inti normal sekitar 37 derajat Celcius (98,6 derajat Fahrenheit) yang diukur paling akurat melalui termometer rektal. Termoregulasi sangat penting bagi kehidupan manusia, tanpa termoregulasi, tubuh manusia akan berhenti berfungsi. Termoregulasi juga memainkan peran adaptif dalam respons tubuh terhadap patogen infeksius⁶.

Suhu tubuh inti dikontrol dalam kisaran yang relatif sempit meskipun terdapat sedikit perubahan suhu tubuh inti yang terjadi setiap hari, tergantung pada variabel seperti ritme sirkadian dan menstruasi. Ketika seseorang tidak dapat mengatur suhu tubuhnya, maka akan terjadi kondisi patologi. Tubuh manusia memiliki empat metode berbeda untuk mempertahankan suhu inti yaitu melalui penguapan, radiasi, konveksi, dan konduksi. Untuk menjaga agar tubuh tetap berfungsi, suhu tubuh harus ideal yang membutuhkan volume intravaskular yang cukup dan fungsi kardiovaskular karena tubuh harus mampu mengangkut panas internal yang meningkat ke permukaannya untuk dilepaskan⁶.

Termoregulasi memiliki tiga mekanisme utama yaitu penginderaan aferen, kontrol pusat, dan respons eferen. Terdapat reseptor panas dan dingin di seluruh tubuh manusia. Penginderaan aferen bekerja melalui reseptor

ini untuk menentukan apakah suhu inti tubuh terlalu panas atau dingin. Hipotalamus merupakan pengendali pusat termoregulasi. Terdapat juga komponen eferen yang merespons fluktuasi suhu tubuh. Misalnya, jika seseorang merasa terlalu hangat, respons normalnya adalah melepas pakaian luar. Jika seseorang merasa kedinginan, mereka memilih untuk memakai lebih banyak lapisan pakaian. Respon eferen juga terdiri dari respon otomatis tubuh untuk melindungi diri dari perubahan suhu yang ekstrim, seperti berkeringat, vasodilatasi, vasokonstriksi, dan menggigil⁶.

Simpulan

Homeostasis adalah proses dan mekanisme otomatis yang dilakukan makhluk hidup untuk mempertahankan kondisi konstan agar tubuhnya dapat berfungsi dengan normal, meskipun terjadi perubahan pada lingkungan di dalam atau di luar tubuh. Kondisi konstan ini meliputi berbagai variabel, seperti suhu tubuh dan keseimbangan cairan tubuh, yang dijaga dalam batas yang telah ditentukan (yang disebut rentang homeostasis). Contoh variabel lainnya yaitu pH cairan ekstraseluler, konsentrasi ion natrium, kalium, dan kalsium, serta kadar gula darah.

Daftar Pustaka

1. Barret KE, Barman SM, Brooks HL, Yuan JX. *Ganong's Review of Medical Physiology*. 26th Edition. A Lange Medical Book. McGraw Hill Education. 2019. ISBN: 978-1-26-012241-1
2. Brinkman JE, Dorius B, Sharma S. *Physiology, Body Fluids*. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2021. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482447/>
3. Fossion R, Rivera LA, Estanol B. A Physicist's View of Homeostasis: How Time Series of Continuous Monitoring Reflect The Function of Physiological Variables in Regulatory Mechanisms. *Physiology Measurement*. 2018; 39. 084007 (10pp). <https://doi.org/10.1088/1361-6579/aad8db>
4. Hopkins E, Sanvictores T, Sharma S. *Physiology, Acid Base Balance*. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2021. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507807/>
5. Libretti S, Pucket Y. *Physiology Homeostasis*. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2023. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559138/>
6. Osilla EV, Marsidi JL, Sharma S. *Physiology, Temperature Regulation*. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2020. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507838/>
7. Palaparthi S. Role of Homeostasis in Human Physiology: A Review. *Journal of Medical Physiology Therapeutics*. 2017;1:2.
8. Röder PV, Wu B, Liu Y, Han W. Pancreatic Regulation of Glucose Homeostasis. *Experimental & molecular medicine*, 2016;48(3). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4892884/>