

Lembar Kerja Peserta Didik

BIOLOGI

Regulasi Hormonal dan Neurologis dalam Metabolisme

Nama: _____

Kelas: _____

DOSEN PENGAMPU : SRI MARYANTI M. SI

DISUSUN OLEH: LAILI NUR FADLILAH

Mata pelajaran: Biologi
Topik: Regulasi Neuroendokrin dalam Metabolisme
Kelas/Semester: XI/Ganjil
Sekolah: SMAN 12 Bandung
Alokasi Waktu: 2 x 45 Menit

Nama Kelompok:

Anggota:

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....



TUJUAN PEMBELAJARAN

Tujuan Umum: Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta didik mampu menganalisis mekanisme kontrol metabolisme tubuh melalui sistem hormonal dan saraf serta mengaitkannya dengan fenomena kesehatan (obesitas/diabetes).

Tujuan Khusus:

1. Peserta didik mampu membandingkan minimal 3 perbedaan mendasar antara regulasi Hormonal (Endokrin) dan Neurologis (Saraf) dalam hal jenis sinyal, kecepatan respon, dan durasi kerja melalui tabel perbandingan.
2. Peserta didik mampu menguraikan mekanisme kerja Insulin (sebagai hormon hipoglikemik) dan Glukagon (sebagai hormon hiperglikemik) dalam menjaga homeostasis gula darah dengan benar.
3. Peserta didik mampu menjelaskan bagaimana hormon Tiroid (T3/T4) mengatur Laju Metabolisme Basal (BMR) dan bagaimana Kortisol menyediakan energi darurat melalui glukoneogenesis.
4. Peserta didik mampu menunjuk lokasi Hipotalamus sebagai pusat integrasi energi dan menjelaskan perannya dalam Sistem Saraf Otonom (Simpatis vs Parasimpatis) terkait metabolisme.
5. Dalam waktu 15 menit diskusi, peserta didik mampu merutekan siklus umpan balik (feedback loop) antara lambung (Ghrelin), jaringan lemak (Leptin), usus (GLP-1), dan otak dalam mengatur asupan makan.
6. Peserta didik mampu menyimpulkan hubungan antara diet tinggi lemak, neuroinflamasi, dan resistensi leptin sebagai penyebab obesitas berdasarkan bukti ilmiah.



CAPAIAN PEMBELAJARAN (CP)

1. Peserta didik mampu mengidentifikasi perbedaan mendasar antara regulasi Hormonal (Endokrin) yang menggunakan sinyal kimia lambat dengan regulasi Neurologis (Saraf) yang menggunakan sinyal listrik cepat.
2. Peserta didik mampu menjelaskan mekanisme homeostasis glukosa darah, meliputi aksi Insulin dalam menurunkan gula darah melalui aktivasi GLUT4 serta aksi Glukagon dalam menaikkan gula darah melalui glikogenolisis dan glukoneogenesis di hati.
3. Peserta didik mampu menghubungkan peran hormon Tiroid (T3/T4) dalam menentukan Laju Metabolisme Basal (BMR) serta peran Kortisol dalam menyediakan energi darurat saat stres.
4. Peserta didik mampu mendeskripsikan peran Hipotalamus sebagai pusat integrasi energi dan membedakan respon metabolik antara Saraf Simpatis (fight or flight) dengan Saraf Parasimpatis (rest and digest).
5. Peserta didik mampu memetakan interaksi sinyal molekuler antara lambung (Ghrelin) , jaringan lemak (Leptin) , dan usus (GLP-1) yang mempengaruhi otak untuk mengatur asupan makan.
6. Peserta didik mampu menganalisis hubungan sebab-akibat antara diet tinggi lemak, aktivasi sel imun otak (neuroinflamasi), dan terjadinya resistensi leptin yang memicu obesitas.



METERI SINGKAT

Metabolisme merupakan serangkaian proses kimiawi esensial yang terjadi di dalam sel untuk mempertahankan kehidupan, yang harus diatur secara ketat demi mencapai dan menjaga homeostasis atau kondisi internal yang stabil. Regulasi vital ini dikendalikan oleh integrasi dua sistem utama yang bekerja sama sebagai sistem Neuroendokrin, yaitu sistem Hormonal (Endokrin) dan sistem Neurologis (Saraf). Sistem hormonal bekerja menggunakan sinyal kimiawi dengan karakteristik jalur yang lambat namun memberikan efek jangka panjang, sedangkan sistem neurologis menggunakan sinyal listrik atau neurotransmitter yang bekerja melalui jalur cepat untuk memberikan respons instan terhadap perubahan kebutuhan energi tubuh.

Dalam menjaga ketersediaan energi, tubuh mengandalkan interaksi dinamis berbagai hormon. Ketika kadar glukosa darah meningkat, sel beta pankreas melepaskan insulin, sebuah hormon hipoglikemik yang berfungsi menurunkan glukosa darah dengan cara mengaktifkan transporter GLUT4 untuk memasukkan glukosa ke dalam sel otot atau lemak serta memicu penyimpanan energi melalui glikogenesis. Sebaliknya, saat glukosa darah menurun, hormon glukagon dilepaskan untuk memicu hati memproduksi glukosa baru melalui proses glikogenolisis dan glukoneogenesis, sementara hormon kortisol dari kelenjar adrenal menyediakan pasokan energi darurat saat tubuh mengalami stres. Selain regulasi harian tersebut, terdapat kontrol jangka panjang oleh hormon tiroid (T3/T4) yang menentukan Laju Metabolisme Basal (BMR) atau kecepatan pembakaran energi seluler, serta hormon estrogen yang berperan meningkatkan sensitivitas insulin.

Sistem saraf pusat, khususnya Hipotalamus, bertindak sebagai pusat integrasi utama sinyal energi dan suhu tubuh. Posisi strategis hipotalamus di area Circumventricular Organ (CVO) memungkinkannya mendeteksi hormon sirkulasi seperti leptin dan insulin secara langsung dari aliran darah. Hipotalamus mengatur metabolisme instan melalui Sistem Saraf Otonom (SSO), yang terbagi menjadi saraf Simpatis untuk respons darurat (fight or flight) yang meningkatkan denyut jantung dan gula darah, serta saraf Parasimpatis untuk respons istirahat (rest and digest) yang memicu pencernaan dan penyimpanan energi.

Regulasi Asupan Energi dan Relevansi Klinis Kontrol nafsu makan melibatkan komunikasi molekuler yang kompleks antara saluran pencernaan dan otak. Lambung memproduksi hormon Ghrelin sebagai sinyal lapar (orexigenic), jaringan lemak menghasilkan Leptin sebagai sinyal kenyang (anorexigenic), dan usus melepaskan GLP-1 setelah makan untuk memperkuat rasa kenyang serta memperlambat pengosongan lambung. Namun, regulasi ini dapat terganggu; diet tinggi lemak terbukti dapat memicu aktivasi sel imun otak bernama Mikroglia di hipotalamus yang menyebabkan peradangan saraf atau neuroinflamasi. Kondisi ini mengakibatkan Resistensi Leptin, yaitu kegagalan otak merespons sinyal kenyang, yang menjadi mekanisme utama penyebab obesitas dan kegagalan kontrol neuroendokrin.



AKTIVITAS 1

Lengkapilah tabel perbandingan di bawah ini untuk memahami perbedaan mendasar antara kedua sistem pengendali metabolisme.

Indikator Pembeda	Sistem Hormonal (Endokrin)	Sistem Neurologis (Saraf)
Bentuk Sinyal	Sinyal Kimia (Hormon)	
Kecepatan Respon		Respons Instan / Cepat
Durasi Efek	Jangka Panjang	
Contoh Zat	Insulin, Leptin, Kortisol	Neurotransmitter



AKTIVITAS 2

Perhatikan mekanisme regulasi glukosa di bawah ini. Isilah bagian yang rumpang berdasarkan pemahaman kalian tentang homeostasis glukosa.

Skenario A: Setelah Makan (Kadar Glukosa Tinggi)

- Sel beta pankreas mendeteksi kenaikan gula darah dan melepaskan hormon
- Hormon ini bekerja dengan cara mengaktifkan protein transporter bernama pada sel otot dan lemak agar glukosa bisa masuk ke dalam sel.
- Proses penyimpanan glukosa menjadi glikogen disebut

Skenario B: Saat Puasa (Kadar Glukosa Rendah)

- Hormon dilepaskan untuk menaikkan kadar gula darah.
- Di hati, hormon ini memicu pemecahan glikogen (Glikogenolisis) dan pembuatan glukosa baru yang disebut

Skenario C: Saat Bahaya (Stres)

- Kelenjar adrenal melepaskan hormon stres bernama (Glukokortikoid).
- Hormon ini menyediakan energi darurat melalui proses



AKTIVITAS 3

Hubungkanlah (tarik garis) antara Hormon, Asal Organ, dan Fungsinya yang tepat!

Hormon	Asal Organ	Fungsi / Sifat
A. Ghrelin	1. Jaringan Lemak (Adiposa)	X. Memperlambat pengosongan lambung & sinyal kenyang
B. Leptin	2. Usus (Sel L)	Y. Sinyal Lapar (<i>Orexigenic</i>)
C. GLP-1	3. Lambung	Z. Sinyal Kenyang (<i>Anorexigenic</i>)



AKTIVITAS 4

Kasus: "Seorang pasien mengalami obesitas parah. Padahal, ia memiliki banyak jaringan lemak yang seharusnya memproduksi banyak Leptin (sinyal kenyang). Namun, ia tetap merasa lapar terus menerus."

Analisis: Berdasarkan materi tentang Neuroinflamasi, jelaskan mengapa hal ini bisa terjadi!

1. Diet tinggi lemak memicu aktifnya sel imun di otak yang disebut
2. Aktivasi sel ini menyebabkan peradangan di Hipotalamus, yang berujung pada kondisi (Kondisi di mana otak mengabaikan sinyal kenyang dari leptin).
3. Akibatnya, mekanisme kontrol (Neuroendokrin) gagal bekerja.



KESIMPULAN

Tulislah satu paragraf singkat yang menyimpulkan bagaimana Hormon dan Otak bekerja sama menjaga berat badan tubuh tetap stabil!

.....
.....
.....
.....
.....

Nilai:

Paraf Guru: