

Biopsikologi adalah cabang psikologi yang mengkaji pengaruh proses biologis—terutama aktivitas otak, sistem saraf, hormon, dan genetika—terhadap perilaku, pikiran, dan emosi manusia. Bidang ini menyatukan prinsip biologi dan psikologi untuk memahami hubungan antara tubuh dan pikiran, juga dikenal sebagai psikologi biologis, neurosains perilaku, psikobiologi, atau psikologi fisiologis. Fokus utamanya meliputi studi tentang sistem saraf, peran neurotransmitter, kontribusi genetika, pengaruh hormon, dan perkembangan otak. Untuk penelitian, biopsikologi menggunakan metode seperti pencitraan otak (fMRI, PET scan), studi lesi otak, eksperimen laboratorium (dengan hewan), dan pengukuran biologis (kadar hormon, EEG).

Buku ini mengulas bagaimana otak generasi muda beradaptasi secara biologis dan emosional terhadap tekanan hidup dan tuntutan era digital yang serba cepat dan penuh distraksi. Karya ini hadir sebagai jembatan bagi mahasiswa psikologi, mahasiswa kedokteran dan kesehatan, serta bidang lain yang berhubungan dengan perilaku manusia agar dapat memahami hubungan kompleks antara perubahan dunia modern dan adaptasi otak manusia. Di setiap bab, pembaca diajak mengeksplorasi bagaimana emosi, stres, hubungan sosial, dan teknologi memengaruhi struktur serta fungsi otak, semua dijelaskan dengan bahasa yang mudah dipahami. Harapannya, pembaca tidak hanya mengerti cara kerja otak, tetapi juga belajar bagaimana merawat dan mengarahkannya agar dapat berkembang optimal menghadapi tantangan zaman ini. Memahami cara kerja otak berarti memahami diri sendiri, dan dari situlah titik awal perubahan positif untuk masa depan dapat dimulai.

Penerbit Deepublish (CV BUDI UTAMA)
Jl. Kalurang Km 9.3 Yogyakarta 55681
Telp/Fax : (0274) 4533427
Aneka ID KAP1 1076-D/172012
Instagram: @deepublish.id
Facebook: Penerbit Deepublish
Email: penerbit@deepublish.id
www.penerbitdeepublish.id



Biopsikologi Bagaimana Otak Manusia Berubah dalam Dunia Serba Cepat

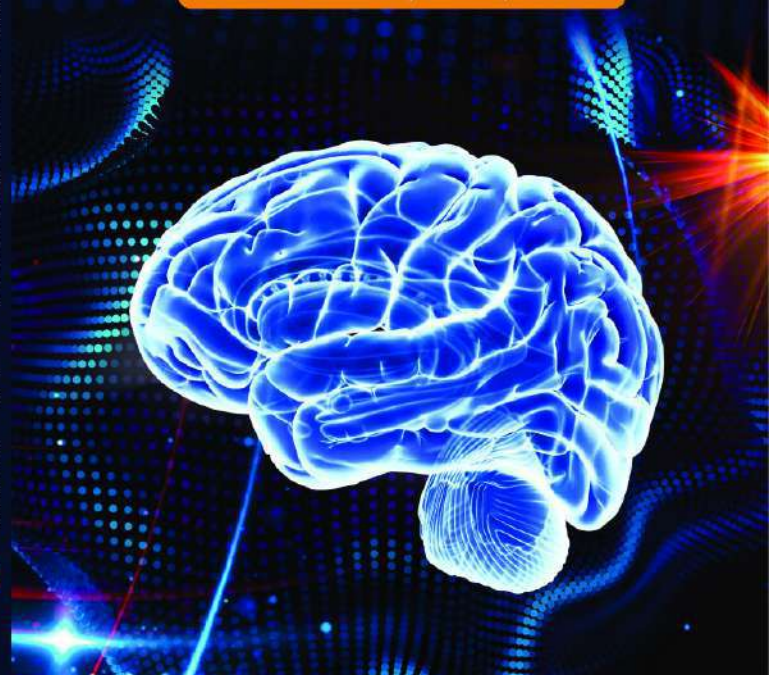
Budi Sarasati, S.K.M., M.Si



Biopsikologi

Bagaimana Otak Manusia Berubah
dalam Dunia Serba Cepat

Budi Sarasati, S.K.M., M.Si



BIOPSIKOLOGI

BAGAIMANA OTAK MANUSIA BERUBAH
DALAM DUNIA SERBA CEPAT

UU No. 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan Sifat Hak Cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

BIOPSIKOLOGI

BAGAIMANA OTAK MANUSIA BERUBAH
DALAM DUNIA SERBA CEPAT

Budi Sarasati , S.K.M., M.Si.



deepublish

Cerdas, Bahagia, Mulia, Lintas Generasi.

BIOPSIKOLOGI

Bagaimana Otak Manusia Berubah dalam Dunia Serba Cepat

Penulis : Budi Sarasati, S.K.M., M.Si.
Desain Cover : Syaiful Anwar
Sumber : <https://www.shutterstock.com> (Antonov Serg)
Tata Letak : G.D. Ayu
Proofreader : M. Royfan A.

Ukuran:

xvi, 174 hlm., Uk.: 15.5x23 cm

ISBN:

No. ISBN

Cetakan Pertama:

Bulan 2025

Hak Cipta 2025 pada Penulis

Copyright © 2025 by Deepublish Publisher

All Right Reserved

PENERBIT DEEPUBLISH

(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Jl. Rajawali, Gg. Elang 6, No. 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman

Jl. Kaliurang Km. 9,3 – Yogyakarta 55581

Telp./Faks : (0274) 4533427

Website : www.penerbitdeepublish.com

www.deepublishstore.com

E-mail : cs@deepublish.co.id

Hak cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

Isi di luar tanggung jawab percetakan.

KATA PENGANTAR PENERBIT

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, buku ***Biopsikologi Bagaimana Otak Manusia Berubah dalam Dunia Serba Cepat*** dapat terwujud dan hadir di tengah-tengah masyarakat. Sebagai penerbit yang berkomitmen untuk mencerdaskan, membahagiakan, dan memuliakan umat manusia, kami merasa terhormat dapat berkontribusi dalam penyebaran ilmu pengetahuan dan pendidikan melalui penerbitan karya ini.

Buku ini mengulas bagaimana otak generasi muda beradaptasi secara biologis dan emosional terhadap tekanan hidup dan tuntutan era digital yang serba cepat dan penuh distraksi. Karya ini hadir sebagai jembatan bagi mahasiswa psikologi agar dapat memahami hubungan kompleks antara perubahan dunia modern dan adaptasi otak manusia. Di setiap bab, pembaca diajak mengeksplorasi bagaimana emosi, stres, hubungan sosial, dan teknologi memengaruhi struktur serta fungsi otak, semua dijelaskan dengan bahasa yang mudah dipahami. Harapannya, pembaca tidak hanya mengerti cara kerja otak, tetapi juga belajar bagaimana merawat dan mengarahkannya agar dapat berkembang optimal menghadapi tantangan zaman ini.

Terima kasih dan penghargaan terbesar kami sampaikan kepada penulis, Budi Sarasati, S.K.M., M.Si., yang telah memberikan kepercayaan, perhatian, dan kontribusi penuh demi kesempurnaan buku ini. Kami berharap karya ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam perkembangan keilmuan di Indonesia. Semoga buku ini tidak hanya menjadi sumber informasi yang berharga, tetapi juga menginspirasi pembacanya untuk terus berkembang dan berkontribusi dalam membangun bangsa yang lebih baik.

Hormat Kami,

Penerbit Deepublish

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. pemilik jagat raya dan penguasa segala ilmu. Alhamdulillah buku ini dapat terwujud, semua berkat izin dan rida-Nya. Penulis hanya digerakkan pikiran dan tangan ini untuk menoreh sebagian kecil ilmu-Nya untuk dipelajari oleh pembaca. Sejak lama penulis ingin mewujudkan sebuah karya yang bisa memandu pembaca untuk ikut mempelajari ilmu Allah Swt. ini, khususnya ilmu pengetahuan tentang Biopsikologi. Bahasan tentang ilmu biopsikologi ini pada hakikatnya lebih mendekatkan penulis dan pembaca lebih mengenal dan mensyukuri ciptaan-Nya.

Buku ini membahas bagaimana otak generasi muda yang berada dalam fase perkembangan dan tekanan hidup beradaptasi secara biologis dan emosional terhadap tuntutan zaman, terutama di era digital, cepat, dan penuh distraksi. Pendekatannya sederhana, dengan bahasa ringan, visual menarik, contoh kasus nyata, dan refleksi pribadi.

Target pembaca buku ini bukan hanya mahasiswa Psikologi, namun juga dosen pengampu mata kuliah Biopsikologi atau Psikologi Emosi, dan pembaca umum yang tertarik pada hubungan otak dan keseharian. Buku ini hadir untuk menjembatani pemahaman mahasiswa psikologi terhadap hubungan antara perubahan dunia modern dan adaptasi otak manusia. Di setiap bab, kita mengeksplorasi bagaimana emosi, stres, hubungan sosial, dan teknologi memengaruhi struktur serta fungsi otak—dengan bahasa yang mudah dipahami. Harapannya, pembaca bukan hanya memahami bagaimana otak bekerja, tetapi juga bagaimana merawat dan mengarahkannya agar tumbuh sesuai dengan tantangan zaman ini. Karena memahami otak, berarti memahami diri sendiri—dan di situlah perubahan masa depan bermula.

Terima kasih kepada semua pihak yang telah ditunjuk Allah Swt. membantu penulis mewujudkan buku ini. Pasti tidak sempurna, namun semoga buku ini bisa menjadi warisan yang berguna bagi yang membacanya. Akhir kata, izinkan penulis mengutip tulisan HR. Bukhari: “Berilmulah sebelum kamu berbicara, beramal, atau beraktivitas”.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat ALLAH Swt. pemilik jagat raya dan penguasa segala ilmu. Alhamdulillah buku ini dapat terwujud, semua berkat izin dan rida-NYA. Penulis hanya digerakkan pikiran dan tangan ini untuk menoreh sebagian kecil ilmu-NYA untuk dipelajari oleh pembaca. Sejak lama penulis ingin mewujudkan sebuah karya yang bisa memandu pembaca untuk ikut mempelajari ilmu ALLAH Swt. ini, khususnya ilmu pengetahuan tentang Biopsikologi. bahasan tentang ilmu biopsikologi ini pada hakikatnya akan lebih mendekatkan penulis dan pembaca lebih mengenal dan mensyukuri ciptaan-NYA.

Buku ini membahas bagaimana otak mahasiswa — sebagai individu muda yang berada dalam fase perkembangan dan tekanan hidup — beradaptasi secara biologis dan emosional terhadap tuntutan zaman, terutama di era digital, cepat, dan penuh distraksi. Pendekatannya sederhana, dengan bahasa ringan, visual menarik, studi kasus nyata, dan refleksi pribadi.

Target pembaca buku ini bukan hanya mahasiswa Psikologi, tetapi juga dosen pengampu mata kuliah Biopsikologi atau Psikologi Emosi, dan pembaca umum yang tertarik pada hubungan otak dan keseharian. Buku ini hadir untuk menjembatani pemahaman mahasiswa psikologi terhadap hubungan antara perubahan dunia modern dan adaptasi otak manusia. Di setiap bab, kita akan mengeksplorasi bagaimana emosi, stres, hubungan sosial, dan teknologi memengaruhi struktur serta fungsi otak—dengan bahasa yang mudah dipahami, tanpa meninggalkan kedalaman ilmiah. Harapannya, mahasiswa bukan hanya memahami bagaimana otak bekerja, tetapi juga bagaimana merawat dan mengarahkannya agar tumbuh sesuai dengan tantangan zaman ini. Karena memahami otak, berarti memahami diri sendiri—dan di situlah perubahan masa depan bermula.

Terima kasih kepada semua pihak yang telah ditunjuk ALLAH Swt. membantu penulis mewujudkan buku ini. Pasti tidak sempurna, tetapi semoga buku ini bisa menjadi warisan yang berguna bagi yang membacanya. Akhir kata, izinkan penulis mengutip tulisan HR. Bukhari: “Berilmulah sebelum kamu berbicara, beramal, atau beraktivitas”.

Mei 2025/Dzulqi’dah 1446 H

Penulis

SEKAPUR SIRIH (1)

Hari ini, mahasiswa hidup dalam era yang serba cepat dan terhubung terus-menerus. Informasi mengalir tanpa henti, perhatian kita ditarik ke banyak arah sekaligus. Belum lagi tekanan akademik, tuntutan sosial, ekspektasi masa depan, dan dunia digital yang tak kenal jeda. Pertanyaannya: Bagaimana otak merespons semua itu? Apa yang sebenarnya terjadi di dalam kepala kita saat stres, bahagia, marah, atau kelelahan? Inilah pertanyaan-pertanyaan besar yang akan kita eksplorasi dalam buku ini — dengan cara yang ringan, logis, dan tetap berbasis sains.

Bangun tidur dan langsung disambut ratusan informasi: notifikasi dari media sosial, tugas kuliah yang menumpuk, berita dari berbagai belahan dunia, dan tekanan untuk “selalu produktif.” Ini bukan fiksi ilmiah—ini adalah realitas mahasiswa masa kini. Di balik semua hiruk-pikuk digital dan tuntutan zaman, otak kita—yang terbentuk selama jutaan tahun evolusi—berusaha keras menyesuaikan diri. Namun, apakah otak kita benar-benar siap? Ataukah diam-diam ia kewalahan, mencoba bertahan di dunia yang bergerak lebih cepat dari kecepatannya beradaptasi?

Meskipun teknologi berkembang secara eksponensial, otak manusia masih menggunakan sistem saraf yang diwarisi dari nenek moyang pemburu-peramu. Sistem limbik kita—yang mengatur emosi, rasa takut, dan respons stres—tidak dirancang untuk menghadapi notifikasi WhatsApp bertubi-tubi atau *deadline* bertumpuk. Akibatnya, banyak mahasiswa mengalami kelelahan mental, kecemasan, bahkan kesulitan berkonsentrasi, bukan karena lemah, melainkan karena otaknya sedang bekerja keras menyesuaikan diri dengan tekanan zaman yang belum pernah terjadi sebelumnya.

Bayangkan jika kita bisa memetakan isi kepala seorang mahasiswa—bukan hanya daftar mata kuliah, tetapi juga ruang-ruang penuh tekanan, harapan, distraksi digital, ambisi yang menggebu, dan ketidakpastian akan masa depan. Otak mahasiswa masa kini bukan sekadar organ biologis; ia adalah pusat navigasi di tengah gelombang tantangan akademik, sosial, dan emosional. Dalam ruang-ruang sarafnya, tersimpan perjuangan mencari

makna, kebutuhan akan koneksi, dan dorongan untuk tetap waras di tengah tuntutan yang terus berubah.

Secara neurologis, otak mahasiswa berada dalam masa perkembangan yang krusial. Korteks prefrontal—bagian otak yang berperan dalam pengambilan keputusan, perencanaan, dan kontrol emosi—masih terus dimatangkan hingga usia pertengahan dua puluhan. Di sisi lain, sistem limbik, yang mengatur dorongan emosional seperti stres, kegembiraan, dan ketakutan, sudah sangat aktif. Kombinasi ini menciptakan medan unik di mana logika dan emosi sering kali saling berbenturan. Inilah sebabnya mengapa mahasiswa bisa terlihat sangat rasional saat ujian, namun juga sangat impulsif saat menghadapi tekanan sosial atau emosional.

Namun, bukan berarti otak kita pasrah menghadapi serbuan zaman. Justru sebaliknya—otak memiliki kemampuan luar biasa yang disebut *neuroplasticitas*, yaitu kemampuan untuk berubah, belajar, dan beradaptasi berdasarkan pengalaman. Inilah harapan besar bagi generasi mahasiswa saat ini. Ketika dunia bergerak cepat, otak kita pun bisa dilatih untuk menjadi lebih fleksibel, lebih fokus, dan lebih tahan terhadap tekanan emosional. Dengan memahami bagaimana otak bekerja dan bagaimana ia berubah, kita tidak hanya bisa bertahan, tapi juga tumbuh di tengah turbulensi modern.

Buku ini hadir untuk menjembatani pemahaman mahasiswa psikologi terhadap hubungan antara perubahan dunia modern dan adaptasi otak manusia. Di setiap bab, kita akan mengeksplorasi bagaimana emosi, stres, hubungan sosial, dan teknologi memengaruhi struktur serta fungsi otak—dengan bahasa yang mudah dipahami, tanpa meninggalkan kedalaman ilmiah. Harapannya, kamu bukan hanya memahami bagaimana otak bekerja, tetapi juga bagaimana merawat dan mengarahkannya agar tumbuh sesuai dengan tantangan zaman ini. Karena memahami otak, berarti memahami diri sendiri—dan di situlah perubahan masa depan bermula.

Mei 2025/Dzulqa'dah 1446 H

Dr. Triantoro Safaria, S.Psi., M.Si., Ph.D. Psikolog.

SEKAPUR SIRIH (2)

Di era yang bergerak dengan kecepatan digital dan penuh tekanan mental, memahami bagaimana otak manusia—khususnya otak remaja dan dewasa muda—beradaptasi menjadi sebuah kebutuhan mendesak, bukan sekadar keingintahuan akademik. Buku *Biopsikologi Bagaimana Otak Manusia Berubah dalam Dunia Serba Cepat* ini hadir sebagai karya lintas disiplin yang menyegarkan, membumikan konsep-konsep neurosains dan biopsikologi dalam bahasa yang hangat dan mudah dicerna, tetapi tetap berpijak pada pijakan ilmiah yang kokoh.

Dari kacamata kedokteran, terutama di bidang ilmu penyakit dalam terutama bidang psikosomatis dan psikiatri, buku ini berhasil memetakan fenomena keseharian mahasiswa: tantangan digitalisasi, tekanan akademik, konflik emosi, hingga harapan dan potensi untuk pulih dan berkembang—semua dikaitkan secara elegan dengan mekanisme biologis otak seperti kerja sistem limbik, *prefrontal cortex*, neuroplastisitas, dan jalur *reward* dopaminergik.

Yang patut diapresiasi dari buku ini adalah kemampuannya menjembatani pendekatan klinis dengan pendekatan edukatif. Dalam praktik kedokteran, kita sering menemukan pasien muda yang mengalami gangguan emosi, stres kronik, atau gangguan atensi, namun kesadaran mereka tentang proses yang sedang terjadi dalam otak mereka masih minim. Buku ini, saya yakini, dapat menjadi sarana edukasi yang ampuh—baik untuk mahasiswa kedokteran, tenaga kesehatan, maupun masyarakat umum—dalam memahami bagaimana kebiasaan, emosi, dan pilihan hidup berpengaruh langsung pada struktur dan fungsi otak.

Lebih dari itu, buku ini menegaskan bahwa otak bukanlah entitas statis, melainkan jaringan yang hidup, lentur, dan terus berubah. Gagasan ini sejalan dengan penatalaksanaan penderita penyakit dalam yang berhubungan dengan penyakit Psikosomatik juga prinsip *neurodevelopmental medicine*, serta membuka ruang besar bagi intervensi berbasis kebiasaan sehat seperti *mindfulness*, latihan kognitif, dan manajemen stres. Sebuah pesan yang sangat relevan untuk generasi yang

kini hidup di tengah gempuran notifikasi, *multitasking*, dan tekanan eksistensial.

Saya menyambut hangat kehadiran buku ini dan merekomendasikannya sebagai bacaan penting di persimpangan antara ilmu penyakit dalam, ilmu saraf, pendidikan, psikologi, dan kedokteran pada umumnya. Semoga buku ini menjadi penggerak perubahan, membentuk kesadaran baru bahwa *menjaga otak berarti menjaga masa depan*.

Dr. Djallalluddin, M.Kes., PKK., Sp.PD., KKV., FINASIM.

KPS Program Studi Spesialis Ilmu Penyakit Dalam

Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan

Universitas Lambung Mangkurat

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR PENERBIT	v
PRAKATA.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
SEKAPUR SIRIH (1)	ix
SEKAPUR SIRIH (2)	xi
DAFTAR ISI	xiii
BAB 1 DASAR-DASAR BIOPSIKOLOGI.....	1
1.1. Apa Itu Biopsikologi?	1
1.2. Fokus Utama Biopsikologi	1
1.3. Metode Penelitian dalam Biopsikologi.....	2
1.4. Sejarah Biopsikologi: Perjalanan dari Filsafat ke Ilmu Saraf Modern	3
EVALUASI – BAB 1: DASAR BIOPSIKOLOGI	7
BAB 2 ANATOMI-FISIOLOGI OTAK	12
2.1. Anatomi Otak.....	12
2.2. Fisiologi Otak	13
2.3. Sistem Saraf Pusat (SSP) dan Sistem Saraf Tepi (SST)	13
2.4. Hubungan Otak dan Perilaku.....	13
EVALUASI – BAB 2: ANATOMI-FISIOLOGI OTAK	17
BAB 3 SISTEM SARAF MANUSIA	22
3.1. Sistem Saraf Pusat.....	23
3.2. Sistem Saraf Tepi (<i>Peripheral Nervous System</i>)	26
EVALUASI – BAB 3: SISTEM SARAF	41

BAB 4	NEUROPLASTISITAS OTAK MANUSIA	42
4.1.	Otak yang Terus Belajar.....	43
4.2.	Bagaimana Otak Berubah karena Kebiasaan	44
4.3.	Kerentanan Otak yang Sedang Berkembang.....	49
4.4.	Mekanisme Neuroplastisitas Pasca-Kerusakan	51
	EVALUASI – BAB 4: NEUROPLASTISITAS OTAK MANUSIA.....	52
BAB 5	OTAK ZAMAN AI: OTAK, PERILAKU, DAN KECERDASAN BUATAN	61
5.1.	Kecerdasan <i>Multiple</i>	61
5.2.	Peta Otak Mahasiswa di Tengah Perubahan Jaman.....	66
5.3.	Otak Kuno vs Otak Digital: Evolusi dalam Respons terhadap Lingkungan	69
5.4.	Peta Otak Mahasiswa: Navigasi Mental di Era Modern.....	72
5.5.	Koneksi Sosial dan Otak Sosial.....	75
5.6.	Mengubah Otak, Mengubah Masa Depan.....	77
	EVALUASI – BAB 5: OTAK ZAMAN AI	79
BAB 6	SENSORI MOTORIK.....	84
6.1.	Pengertian Sistem Sensorimotorik.....	85
6.2.	Komponen Utama Sistem Sensorimotorik.....	85
6.3.	Integrasi Sensorimotorik.....	85
6.4.	Model Internal dan Salinan Eferensi	86
6.5.	Nyeri	87
	EVALUASI – BAB 6: SENSORI MOTORIK.....	91
BAB 7	SISTEM INDRA.....	92
7.1.	Komponen Utama Sistem Indra	92
7.2.	Sistem Sensorik Tambahan	93
7.3.	Fungsi Biologis dan Perilaku	93
7.4.	Pemrosesan Informasi Sensorik dalam Otak.....	93
7.5.	Gangguan Sensorik dan Implikasi Psikologis.....	94
7.6.	<i>Open Case</i> Penyakit yang Berhubungan dengan Sistem Indra	94

7.7. Pendekatan Terapeutik Berbasis Biopsikologi.....	96
EVALUASI – BAB 7: SISTEM INDRA	97
BAB 8 SISTEM PERGERAKAN.....	100
8.1. Komponen Utama Sistem Pergerakan	100
8.2. Mekanisme Biopsikologis dalam Gerakan	102
8.3. Proses Biologis Pergerakan (Ringkasan Alur)	103
8.4. Kaitan dengan Biopsikologi.....	103
8.5. Apikasi dalam Kehidupan dan Penelitian.....	103
EVALUASI – BAB 8: SISTEM PERGERAKAN.....	104
BAB 9 SISTEM ENDOKRIN.....	107
9.1. Apa Itu Sistem Endokrin?.....	107
9.2. Kelenjar Utama dalam Sistem Endokrin	107
9.3. Jenis-Jenis Hormon Berdasarkan Struktur Kimia 109	
9.4. Mekanisme Kerja Hormon	109
EVALUASI – BAB 9: SISTEM ENDOKRIN.....	110
BAB 10 EMOSI DAN OTAK: PERTEMUAN DUA DUNIA	113
10.1. Struktur Otak yang Terlibat dalam Emosi	113
10.2. Interaksi antara Emosi dan Kognisi.....	114
10.3. Pendekatan Terkini dalam Studi Emosi dan Otak 115	
10.4. Emosi dalam Interaksi Sosial.....	115
10.5. Mengelola Emosi: Membangun Otak yang Seimbang	117
10.6. Emosi di Tengah Tekanan Akademik dan Sosial	118
10.7. Pentingnya Literasi Emosi.....	120
10.8. Dopamin, Media Sosial, dan Efek Digital pada Otak"	122
10.9. Hormon-hormon yang berkaitan erat dengan emosi manusia.....	124
EVALUASI – BAB 10: EMOSI DAN OTAK: PERTEMUAN DUA DUNIA.....	126

BAB 11	PERILAKU ISTIRAHAT-TIDUR.....	128
	11.1. Pengertian Tidur	128
	11.2. Jenis Tidur: NREM dan REM	128
	11.3. Fisiologi Tidur.....	129
	11.4. Tahapan Tidur.....	129
	11.5. Kebiasaan Tidur Gen Z: Tantangan dan Tren Terkini.....	130
	EVALUASI – BAB 11: ISTIRAHAT-TIDUR	132
BAB 12	PERILAKU MAKAN.....	137
	12.1. Otak dan Pusat Regulasi Makan.....	137
	12.2. Hormon yang Mengatur Perilaku Makan.....	137
	12.3. Pengaruh Emosi dan Stres.....	138
	12.4. Sistem <i>Reward</i> Dopaminergik.....	138
	12.5. Gangguan Pola Makan.....	139
	EVALUASI – BAB 12: PERILAKU MAKAN	147
BAB 13	SISTEM REPRODUKSI.....	154
	13.1. Komponen Sistem Reproduksi.....	154
	13.2. Kaitan Sistem Reproduksi dengan Biopsikologi.....	155
	EVALUASI – BAB 13: SISTEM REPRODUKSI	159
BAB 14	PENUTUP.....	160
	UCAPAN PENUTUP DARI PENULIS	162
	LAMPIRAN	163
	GLOSARIUM.....	167
	INDEKS	173

BAB 1

DASAR-DASAR BIOPSIKOLOGI

1.1. Apa Itu Biopsikologi?

Biopsikologi adalah cabang psikologi yang mempelajari bagaimana proses biologis—terutama aktivitas otak, sistem saraf, hormon, dan genetika—memengaruhi perilaku, pikiran, dan emosi manusia. Bidang ini menggabungkan prinsip-prinsip biologi dengan pendekatan psikologis untuk memahami hubungan antara tubuh dan pikiran. Biopsikologi juga dikenal dengan beberapa istilah lain, seperti:

- **Psikologi biologis**
- **Neurosains perilaku**
- **Psikobiologi**
- **Psikologi fisiologis**

1.2. Fokus Utama Biopsikologi

Biopsikologi berfokus pada berbagai aspek berikut:

- **Sistem Saraf:** Mempelajari struktur dan fungsi otak serta sumsum tulang belakang dalam mengatur perilaku dan proses mental.
- **Neurotransmitter:** Meneliti peran zat kimia otak dalam memengaruhi suasana hati, motivasi, dan fungsi kognitif.
- **Genetika:** Menganalisis bagaimana faktor genetik berkontribusi terhadap perilaku dan risiko gangguan mental.
- **Hormon:** Mengkaji pengaruh hormon terhadap emosi, stres, dan respons perilaku lainnya.
- **Perkembangan Otak:** Memahami bagaimana otak berkembang dari masa kanak-kanak hingga dewasa dan bagaimana perubahan ini memengaruhi perilaku.

1.3. Metode Penelitian dalam Biopsikologi

Biopsikologi menggunakan berbagai metode untuk mempelajari hubungan antara proses biologis dan perilaku, termasuk:

- **Pencitraan Otak:** Teknik seperti fMRI dan PET scan untuk mengamati aktivitas otak secara *real-time*.
- **Studi Lesi Otak:** Menganalisis dampak kerusakan otak terhadap perilaku dan fungsi kognitif.
- **Eksperimen Laboratorium:** Menggunakan hewan percobaan untuk memahami mekanisme biologis dasar perilaku.
- **Pengukuran Biologis:** Mengukur kadar hormon, aktivitas listrik otak (EEG), dan indikator biologis lainnya yang terkait dengan perilaku.

Referensi

Berikut beberapa sumber yang dapat kamu gunakan untuk mendalami biopsikologi:

1. **Verywell Mind-What Is Biopsychology?**

Artikel ini memberikan pengantar tentang biopsikologi, termasuk sejarah dan aplikasinya dalam memahami perilaku manusia.
<https://www.verywellmind.com/what-is-biopsychology-2794883>

2. **Study.com-Biopsychology Definition, Overview & Examples**

Sumber ini menjelaskan definisi biopsikologi serta memberikan contoh penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.
<https://study.com/academy/lesson/what-is-biopsychology-definition-basics.html>

3. **Social Sci LibreTexts-What is Biopsychology?**

Situs ini menawarkan penjelasan mendalam tentang biopsikologi, termasuk peran sistem saraf dan pendekatan biologis dalam psikologi

4. **Simply Psychology-Biopsychology: Studying the Brain and Behavior**

Artikel ini membahas bagaimana biopsikologi mempelajari otak dan perilaku, serta metodologi yang digunakan dalam penelitian.
<https://www.simplypsychology.org/theories/biological-approach>

Secara garis besar bisa disimpulkan Biopsikologi adalah bidang interdisipliner yang menggabungkan ilmu biologi dan psikologi untuk memahami bagaimana proses biologis memengaruhi perilaku dan fungsi

mental. Dengan mempelajari otak, sistem saraf, hormon, dan genetika, biopsikologi memberikan wawasan penting tentang dasar biologis dari perilaku manusia.

1.4. Sejarah Biopsikologi: Perjalanan dari Filsafat ke Ilmu Saraf Modern

1. Akar Filsafat Kuno

Pemikiran tentang hubungan antara tubuh dan pikiran dimulai sejak zaman Yunani Kuno.

- **Plato** (±428–348 SM) berpendapat bahwa otak adalah pusat dari proses rasional.
- **Aristoteles** justru percaya bahwa jantunglah pusat pikiran dan emosi. Meski salah, ide-ide mereka memulai perdebatan besar tentang *mind-body problem*.

New World Encyclopedia – Biological Psychology

2. Kontribusi Ilmuwan Islam

Pada abad ke-10–11, ilmuwan Muslim seperti **Ibn Sina (Avicenna)** mengenali hubungan antara kondisi psikologis dan gejala fisik. Dalam *The Canon of Medicine*, ia menyarankan pengobatan gangguan mental berbasis fisiologi, menjembatani ilmu kedokteran dan psikologi.

New World Encyclopedia – Biological Psychology

3. Abad Pencerahan: Fondasi Ilmiah

- **René Descartes** (abad ke-17) mengemukakan *dualisme*, gagasan bahwa jiwa dan tubuh adalah entitas terpisah, dan kelenjar pineal adalah titik temuannya.
- Ilmuwan seperti **Charles Bell** dan **François Magendie** mulai menguji sistem saraf dan membedakan antara saraf sensorik dan motorik.

Wikipedia – Behavioral Neuroscience

4. Arah Baru di Abad ke-19: Psikologi sebagai Ilmu

- **Paul Broca** menemukan bahwa kerusakan pada area tertentu di otak (sekarang disebut *Broca's area*) menyebabkan gangguan bicara, menandai hubungan antara lokasi otak dan fungsi perilaku.
- **William James**, dalam *The Principles of Psychology* (1890), menyarankan bahwa fungsi psikologis memiliki dasar biologis.

LibreTexts – History of Biopsychology

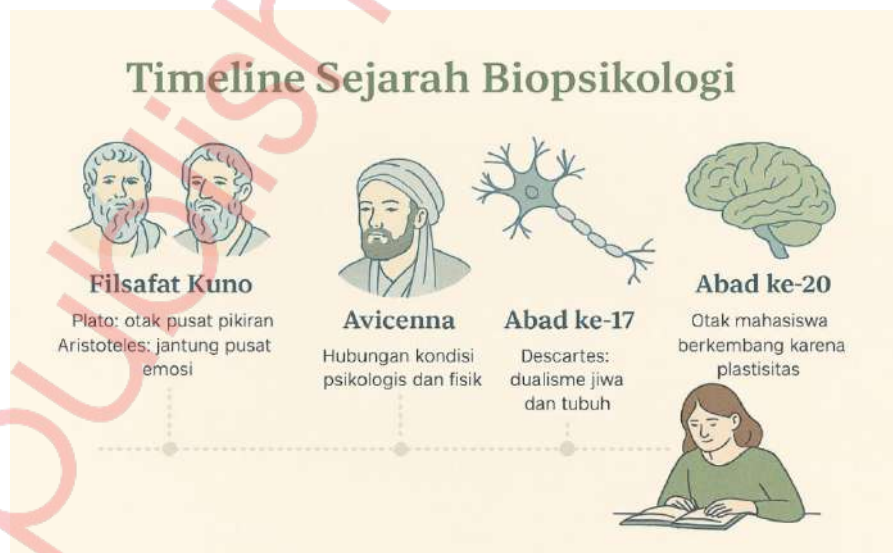
5. Abad ke-20: Lahirnya Biopsikologi Modern

Puncak integrasi antara ilmu saraf dan psikologi terjadi pada pertengahan abad ke-20:

- **Donald Hebb** menerbitkan *The Organization of Behavior* (1949), memperkenalkan teori **Hebbian learning** — "*cells that fire together, wire together.*"
- Buku ini menjadi tonggak kelahiran biopsikologi sebagai disiplin ilmiah yang utuh, menggabungkan neurologi, psikologi, dan eksperimental.

LibreTexts – History of Biopsychology

Berikut ilustrasi Timeline sejarah biopsikologi



Referensi

- a. McLeod, S. (2023). *Biological psychology*. Simply Psychology. <https://www.simplypsychology.org/theories/biological-approach>
- b. New World Encyclopedia. (2023). *Biological psychology*. https://www.newworldencyclopedia.org/entry/Biological_psychology
- c. LibreTexts. (2023). *History of biopsychology*. https://socialsci.libretexts.org/.../1.02:_History_of_Biopsychology
- d. Wikipedia contributors. (2023). *Behavioral neuroscience*. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Behavioral_neuroscience

6. Dualisme (*Mind-Body Approach*)

a. Pengertian *Mind-Body Approach*

Mind-Body Approach adalah pendekatan terapeutik dan ilmiah yang menekankan keterhubungan antara **pikiran (*mind*)** dan **tubuh (*body*)** dalam menjaga kesehatan fisik dan mental. Pendekatan ini meyakini bahwa **pikiran, emosi, dan keyakinan** seseorang dapat memengaruhi kondisi biologis dan fisiknya.

Contoh intervensi mind-body:

- Meditasi
- Yoga
- Tai chi
- Mindfulness-based stress reduction (MBSR)
- Biofeedback
- Relaksasi progresif

b. Kaitan Biopsikologi dengan *Mind-Body Approach*

Aspek	Biopsikologi	<i>Mind-Body Approach</i>	Hubungan
Fokus utama	Mekanisme biologis dari perilaku dan pikiran	Koneksi antara pikiran, emosi, dan kondisi fisik	Biopsikologi menyediakan dasar ilmiah untuk efek <i>Mind-Body</i>
Sistem yang terlibat	Sistem saraf pusat dan perifer, neurotransmitter, hormon	Sistem saraf otonom, sistem limbik, dan otak-pikiran	Keduanya menyoroti peran sistem saraf dan otak

Aspek	Biopsikologi	<i>Mind-Body Approach</i>	Hubungan
Efek emosi	Emosi dikaitkan dengan aktivitas otak (misalnya <i>amigdala</i> , <i>prefrontal cortex</i>)	Emosi dapat mengubah fungsi tubuh seperti tekanan darah, imun, detak jantung	Pendekatan <i>mind-body</i> menggunakan pengaruh emosi untuk terapi
Contoh hubungan	Stres → pelepasan kortisol → imunitas melemah	Mindfulness → menurunkan kortisol → menyehatkan tubuh dan mental	Bukti ilmiah biopsikologi memperkuat efektivitas terapi <i>mind-body</i>

c. Contoh Nyata Hubungan:

1. **Meditasi dan Otak:** Studi fMRI menunjukkan bahwa meditasi mindfulness meningkatkan aktivitas di *prefrontal cortex* dan menurunkan respons amigdala (sumber emosi negatif).
2. **Efek Placebo:** Biopsikologi membuktikan bahwa harapan dan keyakinan dapat mengaktifkan sistem opioid alami tubuh, menunjukkan **kekuatan pikiran atas tubuh**.
3. **Stres Kronis:** Menurut biopsikologi, stres memengaruhi **hipotalamus–pituitari–adrenal axis (HPA axis)**, yang juga menjadi target dalam pendekatan *Mind-Body* seperti yoga dan *biofeedback* untuk pengendalian.

Referensi:

1. Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (2013). *Principles of Neural Science* (5th ed.). McGraw-Hill. → Buku fundamental yang menjelaskan dasar neurobiologis dari pikiran dan perilaku.
2. Davidson, R. J., & McEwen, B. S. (2012). Social influences on neuroplasticity: Stress and interventions to promote well-being. *Nature Neuroscience*, 15(5), 689–695. <https://doi.org/10.1038/nn.3093>
3. Goyal, M. *et al.*, (2014). Meditation programs for psychological stress and well-being: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Internal Medicine*, 174(3), 357–368. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2013.13018>
4. Rossi, E. L. (2002). *The Psychobiology of Mind-Body Healing*. W. W. Norton & Company.

Kesimpulan

Biopsikologi dan pendekatan *Mind-Body* saling melengkapi.

Biopsikologi menyediakan landasan ilmiah tentang bagaimana otak dan tubuh saling terhubung, sementara *Mind-Body Approach* menggunakan pengetahuan tersebut untuk **terapi holistik** yang mendukung kesehatan mental dan fisik. Dengan berkembangnya teknologi seperti neuroimaging dan studi neuroplastisitas, hubungan ini menjadi semakin nyata dan terukur secara ilmiah.

EVALUASI – BAB 1: DASAR BIOPSIKOLOGI

1. Apa yang menjadi fokus utama dari biopsikologi?
 - A. Hubungan antara bahasa dan budaya
 - B. Hubungan antara otak dan perilaku
 - C. Hubungan antara kepribadian dan IQ
 - D. Hubungan antara budaya dan perkembangan
2. Istilah lain yang digunakan untuk menyebut biopsikologi adalah, kecuali:
 - A. Psikologi fisiologis
 - B. Neurosains perilaku
 - C. Psikologi perkembangan
 - D. Psikobiologi
3. Struktur sistem saraf pusat terdiri dari:
 - A. Otak dan tulang belakang
 - B. Otak dan sumsum tulang belakang
 - C. Otak dan saraf perifer
 - D. Sumsum tulang belakang dan otot
4. Fungsi utama neurotransmitter adalah:
 - A. Menghasilkan energi otak
 - B. Mengatur tekanan darah
 - C. Mengirimkan sinyal antar neuron
 - D. Menghubungkan otak dan jantung

5. Hormon kortisol terutama dilepaskan saat:
 - A. Tidur
 - B. Meditasi
 - C. Stres
 - D. Makan
6. Teknik fMRI digunakan untuk:
 - A. Mengukur suhu otak
 - B. Melihat struktur tulang tengkorak
 - C. Melihat aktivitas otak secara *real-time*
 - D. Mengukur jumlah darah dalam otak
7. Siapa tokoh yang memperkenalkan konsep '*cells that fire together, wire together*'?
 - A. Paul Broca
 - B. Donald Hebb
 - C. William James
 - D. Aristoteles
8. Apa kontribusi René Descartes dalam biopsikologi?
 - A. Menemukan area bicara di otak
 - B. Mempromosikan pendekatan empiris
 - C. Mengusulkan dualisme pikiran dan tubuh
 - D. Menulis *The Canon of Medicine*
9. Fungsi utama sistem limbik adalah:
 - A. Pemrosesan bahasa
 - B. Pengaturan emosi
 - C. Pemeliharaan keseimbangan
 - D. Produksi hormon
10. Neuroplastisitas mengacu pada kemampuan otak untuk:
 - A. Menyusut secara bertahap
 - B. Menyimpan informasi dalam jangka pendek
 - C. Berubah dan menyesuaikan diri dengan pengalaman
 - D. Menghilangkan emosi negatif

11. Salah satu metode klasik dalam biopsikologi adalah studi lesi otak, yaitu:
 - A. Pengamatan perilaku saat istirahat
 - B. Simulasi komputer terhadap jaringan otak
 - C. Analisis efek kerusakan otak terhadap fungsi kognitif
 - D. Latihan meditasi untuk memperbaiki struktur otak
12. Siapa ilmuwan Muslim yang memberi kontribusi penting dalam biopsikologi awal?
 - A. Al-Farabi
 - B. Ibn Khaldun
 - C. Ibn Sina (Avicenna)
 - D. Al-Ghazali
13. Struktur otak yang memproses rasa takut adalah:
 - A. Hipokampus
 - B. *Amigdala*
 - C. *Prefrontal cortex*
 - D. *Thalamus*
14. *Mind-Body Approach* adalah pendekatan yang menekankan:
 - A. Hubungan pikiran dan tubuh
 - B. Hubungan antara otak dan komputer
 - C. Hubungan antara tidur dan energi
 - D. Hubungan antara makanan dan emosi
15. Contoh pendekatan *Mind-Body* adalah, kecuali:
 - A. Yoga
 - B. Meditasi
 - C. Biofeedback
 - D. Antibiotik

16. Hormon yang berperan dalam ikatan sosial dan empati adalah:
 - A. Testosteron
 - B. Kortisol
 - C. Adrenalin
 - D. Oksitosin
17. Salah satu alat untuk merekam gelombang listrik otak adalah:
 - A. PET Scan
 - B. fMRI
 - C. EEG
 - D. CT Scan
18. Apa efek stres kronis terhadap sistem saraf?
 - A. Meningkatkan fleksibilitas otak
 - B. Meningkatkan koneksi sinaptik
 - C. Melemahkan sistem kekebalan dan memicu kelelahan mental
 - D. Menurunkan pelepasan kortisol
19. Fungsi dari hipotalamus adalah:
 - A. Mengontrol aktivitas motorik halus
 - B. Mengatur homeostasis, termasuk tidur dan suhu tubuh
 - C. Menyimpan memori jangka panjang
 - D. Mengatur refleks dasar
20. Manakah pernyataan yang paling benar tentang biopsikologi?
 - A. Biopsikologi hanya mempelajari otak hewan
 - B. Biopsikologi tidak berhubungan dengan psikologi klinis
 - C. Biopsikologi menjelaskan perilaku melalui proses biologis
 - D. Biopsikologi hanya digunakan dalam bidang kedokteran

Kunci Jawaban dan Penjelasan

1. B: Biopsikologi berfokus pada hubungan antara otak dan perilaku.
2. C: Psikologi perkembangan adalah cabang terpisah dari biopsikologi.
3. B: Sistem saraf pusat terdiri dari otak dan sumsum tulang belakang.
4. C: Neurotransmitter mentransmisikan sinyal antar neuron.
5. C: Kortisol dilepaskan sebagai respons terhadap stres.

6. C: fMRI mengukur aktivitas otak dengan mendeteksi aliran darah.
7. B: Donald Hebb dikenal dengan prinsip neuroplastisitasnya.
8. C: Descartes memperkenalkan dualisme pikiran dan tubuh.
9. B: Sistem limbik mengatur emosi dan motivasi.
10. C: Neuroplastisitas adalah kemampuan otak untuk berubah.
11. C: Studi lesi menganalisis akibat kerusakan otak.
12. C: Ibn Sina (Avicenna) merupakan pelopor dalam kedokteran dan psikologi.
13. B: Amigdala memproses rasa takut.
14. A: *Mind-Body Approach* menekankan keterkaitan pikiran dan tubuh.
15. D: Antibiotik bukan bagian dari pendekatan *Mind-Body*.
16. D: Oksitosin terkait dengan ikatan sosial dan empati.
17. C: EEG merekam aktivitas listrik otak.
18. C: Stres kronis melemahkan sistem kekebalan dan memicu kelelahan mental.
19. B: Hipotalamus mengatur keseimbangan internal tubuh.
20. C: Biopsikologi menjelaskan perilaku melalui proses biologis.

BAB 2

ANATOMI-FISIOLOGI OTAK

Bahasan "**Anatomi-Fisiologi Otak dan Sistem Saraf**" adalah fondasi penting dalam ilmu biopsikologi, neurologi, dan ilmu perilaku. Materi ini menjelaskan **struktur (anatomi)** dan **fungsi (fisiologi)** dari otak serta sistem saraf secara keseluruhan. Berikut adalah poin-poin utama yang dipelajari:

2.1. Anatomi Otak

Ini membahas struktur fisik otak dan bagian-bagiannya, seperti:

- **Otak Besar (*Cerebrum*)**
 - Terdiri dari lobus-lobus: frontal, parietal, temporal, dan oksipital.
 - Terkait dengan fungsi-fungsi seperti berpikir, emosi, bahasa, dan persepsi.
- **Otak Kecil (*Cerebellum*)**
 - Berperan dalam koordinasi motorik dan keseimbangan.
- **Batang Otak (*Brainstem*)**
 - Meliputi medula, pons, dan mesensefalon.
 - Mengatur fungsi vital seperti pernapasan, denyut jantung, dan kesadaran.
- **Sistem Limbik**
 - Terdiri dari struktur seperti amigdala dan hipokampus.
 - Terlibat dalam emosi, memori, dan motivasi.
- **Korteks Prefrontal**
 - Area penting untuk fungsi eksekutif seperti perencanaan, pengambilan keputusan, dan pengendalian diri.

2.2. Fisiologi Otak

Ini membahas cara kerja bagian-bagian otak dan proses biologis yang mendasari fungsi mental:

- **Aktivitas Neuron**

Cara neuron berkomunikasi melalui impuls listrik dan neurotransmitter.

- **Neurotransmisi**

Peran zat kimia seperti dopamin, serotonin, GABA, dan glutamat dalam mengatur suasana hati, motivasi, dan kognisi.

- **Plastisitas Otak (Neuroplastisitas)**

Kemampuan otak untuk beradaptasi, membentuk ulang koneksi sinaptik sebagai respons terhadap pengalaman, pembelajaran, dan cedera.

- **Sirkuit Otak**

Interaksi antarbagian otak yang membentuk jaringan (misalnya: sirkuit *reward*, sirkuit memori).

2.3. Sistem Saraf Pusat (SSP) dan Sistem Saraf Tepi (SST)

- **SSP:** Terdiri dari otak dan sumsum tulang belakang. Bertanggung jawab atas pemrosesan dan pengendalian pusat.
- **SST:** Meliputi:
 - **Sistem Saraf Somatik** (mengontrol gerakan sadar)
 - **Sistem Saraf Otonom** (mengatur fungsi otomatis seperti detak jantung)
 - Simpatik (respons stres)
 - Parasimpatik (respons relaksasi)

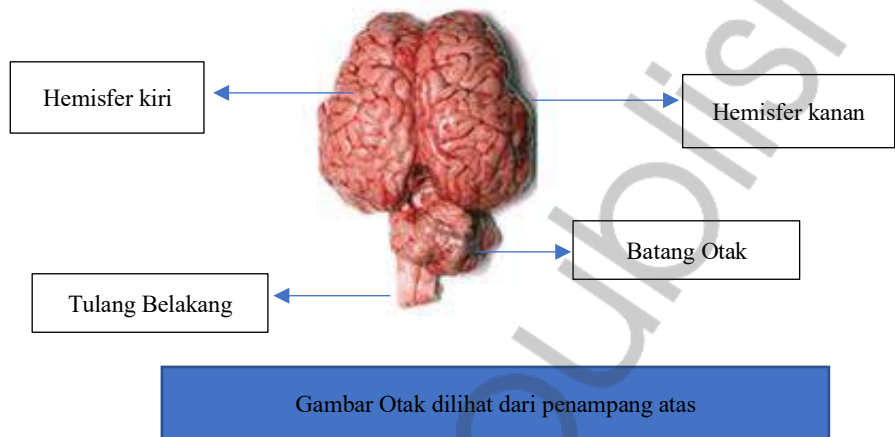
Sistem saraf ini akan dijelaskan pada bab 3.

2.4. Hubungan Otak dan Perilaku

- Bagaimana struktur dan fungsi otak menjelaskan perilaku manusia seperti emosi, ingatan, stres, dan respons terhadap lingkungan.

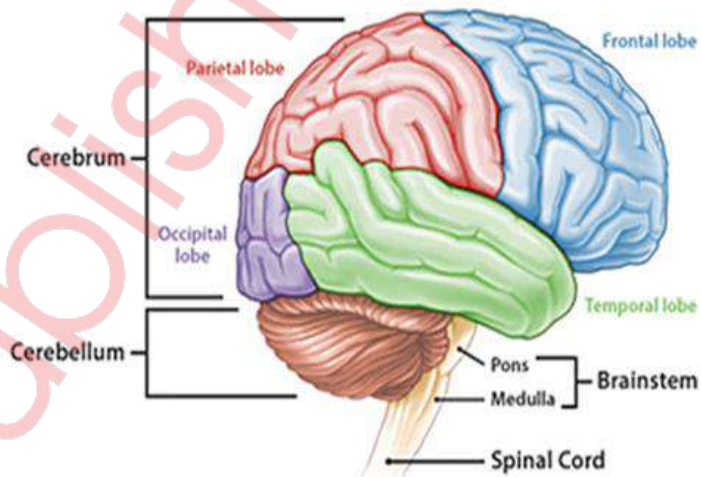
Selanjutnya penulis akan membagi ke dalam sub bab, agar lebih mendalam dan anda bisa mempelajari secara komprehensif.

Guna pemahaman lebih lanjut, penulis akan menayangkan beberapa gambar bagian-bagian otak yang mudah anda pelajari.

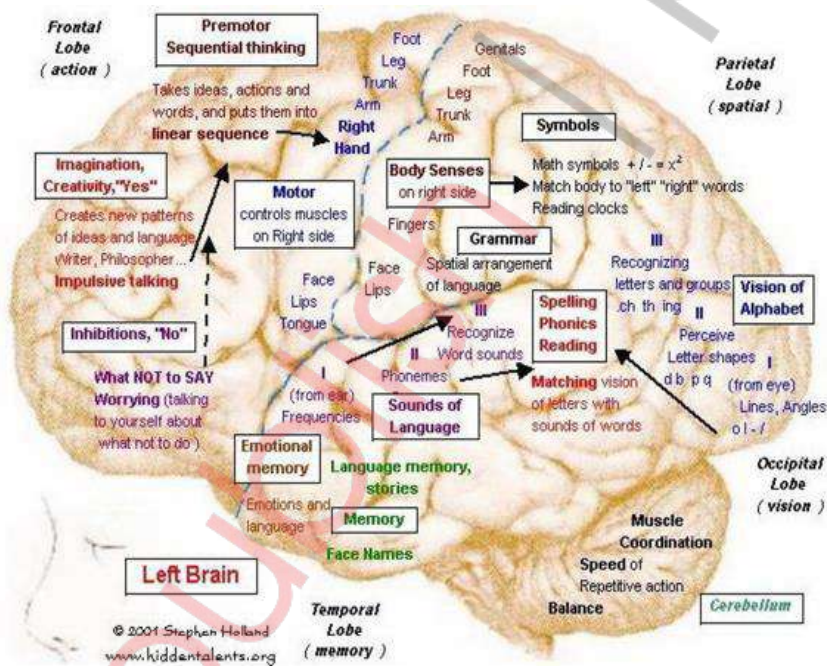
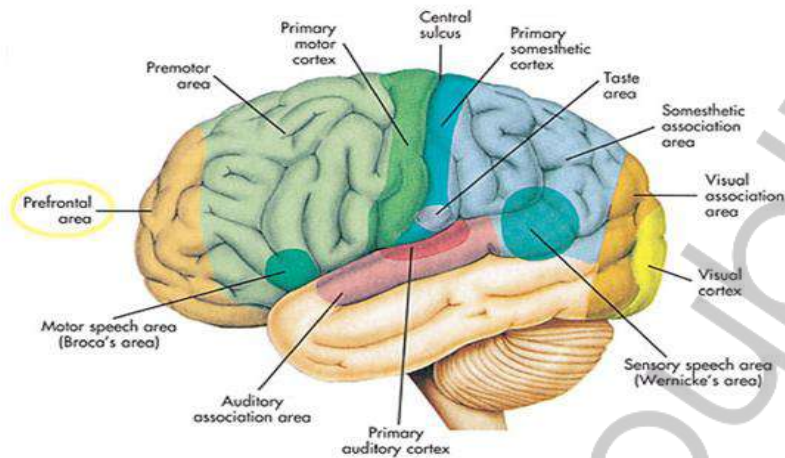


Selanjutnya ada gambar pembagian otak

PEMBAGIAN OTAK



BAGIAN OTAK BERDASARKAN FUNGSI



Berikut adalah gambar pembuluh darah otak



Gambar pembuluh darah besar dan kecil otak

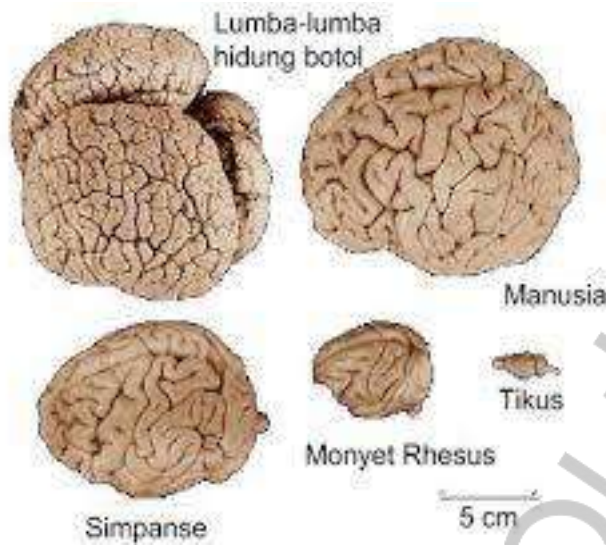
Otak hidup karena ada darah yang mengalir ke seluruh penjuru otak. Darah tersebut membawa semua zat yang diperlukan oleh otak agar tetap bertahan hidup, seperti sel darah merah, sel darah putih, trombosit, dan plasma. Plasma darah sendiri mengandung air, garam, protein, glukosa dan zat lain. Sel darah mengandung hemoglobin yang berfungsi mengikat oksigen.

Tugas Individu

1. Jelaskan bila pembuluh darah tidak mengalir sempurna dalam otak, apa yang akan terjadi?
2. Keadaan apa saja yang bisa menyebabkan pembuluh darah tidak mengalir sempurna di otak?

Kumpulkan di Google Classroom yang tersedia!

Berikut perbandingan otak manusia dan makhluk hidup lain, agar anda memahami bahwa kecerdasan makhluk hidup tidak ditentukan oleh besar atau kecil nya volume otak.



EVALUASI – BAB 2: ANATOMI-FISIOLOGI OTAK

1. Otak besar (*cerebrum*) terdiri dari bagian-bagian berikut, kecuali:

- A. Lobus frontal
- B. Lobus parietal
- C. Lobus temporal
- D. Lobus vestibular

Jawaban: D

2. Fungsi utama lobus frontal adalah:

- A. Memproses informasi visual
- B. Mengatur keseimbangan tubuh
- C. Perencanaan dan pengambilan keputusan
- D. Mengontrol detak jantung

Jawaban: C

3. **Struktur otak yang berfungsi mengatur emosi dan memori adalah:**

- A. *Cerebellum*
- B. Hipotalamus
- C. Amigdala dan hipokampus
- D. Medula oblongata

Jawaban: C

4. **Otak kecil (*cerebellum*) bertanggung jawab atas:**

- A. Pengaturan emosi
- B. Koordinasi gerakan dan keseimbangan
- C. Proses berpikir
- D. Pengendalian detak jantung

Jawaban: B

5. **Bagian dari batang otak yang mengatur pernapasan adalah:**

- A. Pons
- B. Hipokampus
- C. Korteks motorik
- D. Lobus parietal

Jawaban: A

6. **Sistem limbik terdiri dari struktur-struktur berikut, kecuali:**

- A. Amigdala
- B. Hipokampus
- C. *Cerebellum*
- D. Hipotalamus

Jawaban: C

7. **Fungsi utama korteks prefrontal adalah:**

- A. Menyimpan memori jangka panjang
- B. Mengatur fungsi eksekutif seperti perencanaan dan kontrol emosi
- C. Mengatur pernapasan
- D. Memproses pendengaran

Jawaban: B

8. Neurotransmitter dopamin berperan dalam:

- A. Pengaturan tekanan darah
- B. Keseimbangan tubuh
- C. Sistem *reward* dan motivasi
- D. Sistem pernapasan

Jawaban: C

9. Neurotransmisi adalah:

- A. Proses pengangkutan darah ke otak
- B. Komunikasi antar neuron melalui sinyal kimia
- C. Fungsi sistem imun dalam otak
- D. Aktivitas otak saat tidur

Jawaban: B

10. Glutamat berfungsi sebagai:

- A. Penghambat aktivitas neuron
- B. Neurotransmitter utama penghambat
- C. Neurotransmitter eksitatorik utama
- D. Hormon pengatur tidur

Jawaban: C

11. Neuroplastisitas merujuk pada:

- A. Kerusakan permanen otak
- B. Ketidakmampuan neuron membentuk koneksi
- C. Kemampuan otak untuk berubah dan menyesuaikan diri
- D. Perkembangan otak janin

Jawaban: C

12. Fungsi utama sirkuit *reward* di otak adalah:

- A. Mengatur sistem imun
- B. Memperkuat perilaku yang menyenangkan
- C. Menghentikan impuls motorik
- D. Mengontrol penglihatan

Jawaban: B

13. Sistem saraf pusat terdiri dari:

- A. Otak dan sumsum tulang belakang
- B. Otak dan sistem limbik
- C. Otak dan sistem sensorik
- D. Otak dan sistem hormonal

Jawaban: A

14. Sistem saraf tepi terdiri dari:

- A. Korteks prefrontal dan sistem limbik
- B. Sistem somatik dan sistem otonom
- C. Lobus temporal dan oksipital
- D. Saraf optik dan saraf pendengaran

Jawaban: B

15. Fungsi sistem saraf somatik adalah:

- A. Mengatur detak jantung dan pernapasan
- B. Mengontrol gerakan sadar
- C. Mengatur emosi
- D. Menyimpan memori

Jawaban: B

16. Sistem saraf otonom terdiri dari:

- A. Simpatik dan limbik
- B. Simpatik dan parasimpatik
- C. Prefrontal dan oksipital
- D. Kortikal dan subkortikal

Jawaban: B

17. Sistem saraf simpatik aktif saat:

- A. Tubuh rileks
- B. Tidur nyenyak
- C. Menghadapi stres atau bahaya
- D. Makan

Jawaban: C

18. Sistem saraf parasimpatik berfungsi untuk:

- A. Meningkatkan tekanan darah
- B. Mengaktifkan respons *fight or flight*
- C. Menenangkan tubuh setelah stres
- D. Mengatur keseimbangan motorik

Jawaban: C

19. Jika aliran darah ke otak terganggu, kemungkinan terjadinya adalah:

- A. Hiperaktivitas otak
- B. Stroke atau kerusakan jaringan otak
- C. Kelebihan oksigen di otak
- D. Percepatan sinaps

Jawaban: B

20. Fungsi utama darah dalam otak adalah membawa:

- A. Enzim
- B. Kolesterol
- C. Nutrisi dan oksigen
- D. Elektrolit dan hormon

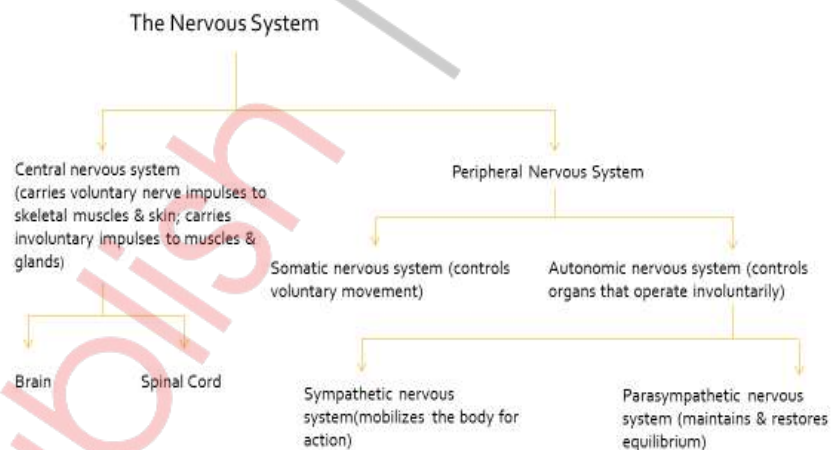
Jawaban: C

BAB 3

SISTEM SARAF MANUSIA

Sistem saraf manusia adalah jaringan kompleks yang mengoordinasikan semua aktivitas tubuh, baik yang bersifat sadar (seperti bergerak dan berbicara) maupun tidak sadar (seperti bernapas dan pencernaan). Sistem ini bertugas menerima rangsangan dari lingkungan luar maupun dalam tubuh, memproses informasi tersebut, dan mengoordinasikan respons yang sesuai.

Komponen Sistem Syaraf (The Component of the Nervous System)

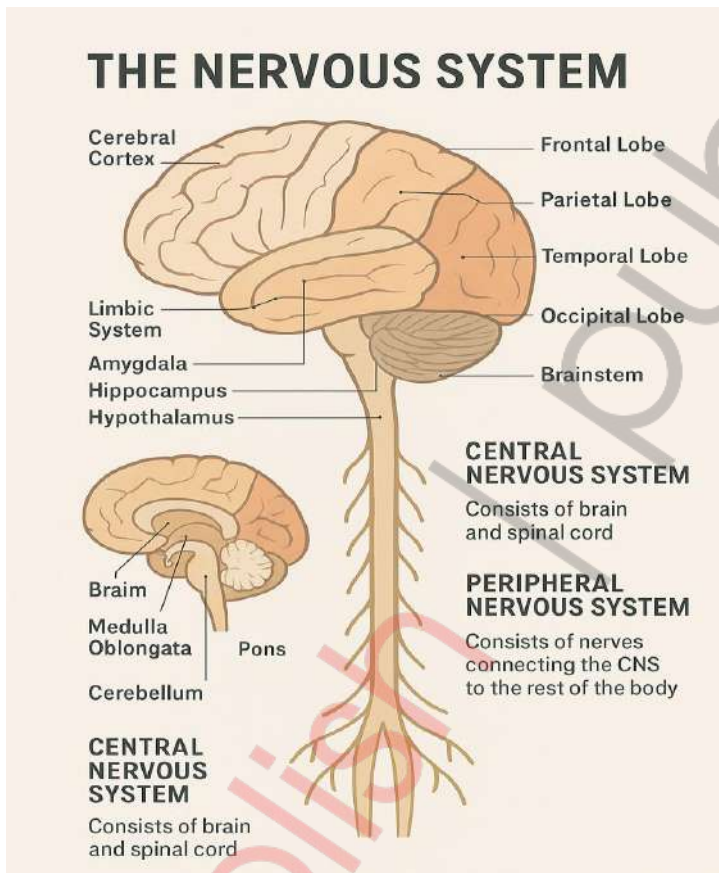


Fungsi Utama Sistem Saraf:

- Deteksi rangsangan dari lingkungan melalui reseptor sensorik.
- Pengolahan informasi di otak atau sumsum tulang belakang.
- Respons terhadap rangsangan dengan mengirimkan sinyal ke otot atau kelenjar.

- Mengatur keseimbangan tubuh (homeostasis) melalui sistem saraf otonom.

Berikut adalah ilustrasi visual sistem saraf manusia.



3.1. Sistem Saraf Pusat

Sistem saraf otak merupakan pusat kendali utama tubuh manusia, dan terbagi menjadi berbagai struktur yang saling berinteraksi untuk menghasilkan perilaku, pikiran, dan fungsi tubuh.

A. Korteks Serebral (*Cerebral Cortex*)

Korteks serebral adalah lapisan luar otak besar yang terlibat dalam fungsi tingkat tinggi seperti berpikir, memori, persepsi, dan pengambilan keputusan.

- **Lobus Frontal:** Mengatur fungsi eksekutif seperti perencanaan, kontrol emosi, dan gerakan motorik sukarela.
- **Lobus Parietal:** Memproses informasi sensorik seperti sentuhan, suhu, dan rasa sakit.
- **Lobus Temporal:** Mengatur pendengaran, bahasa, dan memori.
- **Lobus Oksipital:** Bertanggung jawab atas pemrosesan visual.

Referensi:

- Purves, D., *et al.*, (2018). *Neuroscience* (6th ed.). Oxford University Press.
- Harvard Brain Science

B. Sistem Limbik

Sistem limbik adalah sekelompok struktur otak yang terlibat dalam emosi, motivasi, dan memori.

- **Amigdala:** Berperan penting dalam pemrosesan emosi, terutama rasa takut dan agresi.
- **Hipokampus:** Penting dalam pembentukan memori jangka panjang dan orientasi spasial.
- **Hipotalamus:** Mengatur fungsi homeostatik seperti suhu tubuh, rasa lapar, dan hormon.

Referensi:

- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2020). *Neuroscience: Exploring the Brain* (4th ed.). Wolters Kluwer.
- Britannica – Limbic System

C. Batang Otak (*Brainstem*)

Batang otak menghubungkan otak dengan sumsum tulang belakang dan mengontrol fungsi dasar kehidupan.

- **Medula Oblongata:** Mengatur detak jantung dan pernapasan.
- **Pons:** Menghubungkan berbagai bagian otak dan mengatur tidur dan pernapasan.
- **Midbrain (*Mesencephalon*):** Mengontrol gerakan mata dan respons terhadap rangsangan visual dan auditori.

Referensi:

- Kandel, E. R., *et al.*, (2013). *Principles of Neural Science* (5th ed.). McGraw-Hill.
- National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS)

D. Serebelum (*Cerebellum*)

Terletak di bawah otak besar, serebelum berperan dalam koordinasi gerakan, keseimbangan, dan kontrol motorik halus.

Referensi:

- Cleveland Clinic Journal of Medicine – *Cerebellum*
- National Institute of General Medical Sciences – Nervous System

Tugas Mandiri:

1. Hafalkan dan pahami tentang pembagian otak tersebut untuk Quiz pertemuan selanjutnya
2. Masing-masing mahasiswa bertanggung jawab pada cara belajar yang efektif. Gambar ini hanya membantu saja.

Referensi

1. Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Basic Books.
2. Gardner, H. (2006). *Multiple intelligences: New horizons in theory and practice*. Basic Books.
3. Eysenck, M. W., & Keane, M. T. (2020). *Cognitive psychology: A student's handbook* (8th ed.). Psychology Press.

4. Reisberg, D. (2022). *Cognition: Exploring the science of the mind* (7th ed.). W. W. Norton & Company.
5. Cherry, K. (2023, November 20). Howard Gardner's theory of *multiple* intelligences. *Verywell Mind*. <https://www.verywellmind.com/howard-gardner-biography-2795511>
6. Legg, T. J. (2021, September 27). What is the theory of *multiple* intelligences? *Verywell Health*. <https://www.verywellhealth.com/multiple-intelligences-5323411>
7. Lehrer, J. (2010, June 15). The importance of unconscious learning. *Wired*. <https://www.wired.com/2010/06/implicit-learning>

3.2. Sistem Saraf Tepi (*Peripheral Nervous System*)

Sistem saraf ini menghubungkan SSP dengan organ dan otot di seluruh tubuh melalui saraf sensorik dan motorik. PNS mencakup semua jaringan saraf di luar otak dan sumsum tulang belakang. PNS berfungsi sebagai penghubung antara sistem saraf pusat (CNS) dan seluruh tubuh, memungkinkan otak dan sumsum tulang belakang untuk menerima dan mengirimkan informasi ke organ, otot, dan kulit.

A. **Komponen Utama PNS:**

1. **Saraf Kranial:** Terdiri dari 12 pasang saraf yang muncul langsung dari otak, mengatur fungsi sensorik dan motorik di kepala dan leher.
2. **Saraf Spinal:** Terdiri dari 31 pasang saraf yang muncul dari sumsum tulang belakang, menghubungkan CNS dengan anggota tubuh dan organ.
3. **Sistem Saraf Somatik:** Mengontrol aktivitas sadar seperti gerakan otot rangka dan menerima informasi sensorik dari lingkungan eksternal.
4. **Sistem Saraf Otonom:** Mengatur fungsi tubuh yang tidak disadari seperti detak jantung, pencernaan, dan pernapasan. Sistem ini dibagi menjadi:
 - **Sistem Saraf Simpatik:** Mengaktifkan respons "lawan atau lari" saat menghadapi stres.
 - **Sistem Saraf Parasimpatik:** Mengembalikan tubuh ke keadaan tenang setelah stres.

5. **Sistem Saraf Enterik:** Sering disebut sebagai "otak kedua", sistem ini mengatur fungsi gastrointestinal secara independen dari CNS.

B. Hubungan PNS dengan Perilaku Manusia

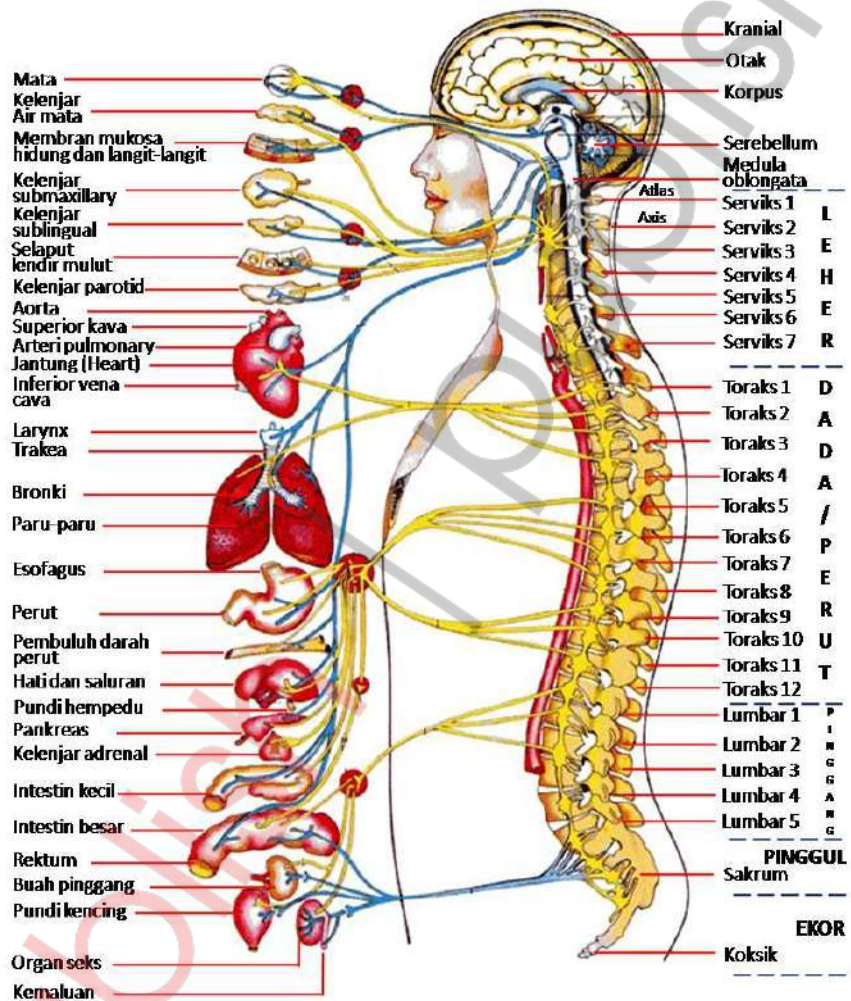
PNS memainkan peran penting dalam perilaku manusia dengan cara berikut:

- **Respons terhadap Lingkungan:** PNS memungkinkan tubuh merespons rangsangan eksternal melalui refleks dan gerakan sadar.
- **Regulasi Emosi dan Stres:** Sistem saraf otonom, bagian dari PNS, mengatur respons fisiologis terhadap emosi dan stres, memengaruhi perilaku seperti kecemasan dan relaksasi.
- **Interaksi Sosial:** Saraf kranial, seperti saraf wajah, berperan dalam ekspresi wajah dan komunikasi non-verbal, yang penting dalam interaksi sosial.
- **Pengaruh pada Kesehatan Mental:** Disfungsi pada PNS dapat berkontribusi pada gangguan seperti neuropati perifer, yang dapat memengaruhi kualitas hidup dan perilaku individu.

Referensi

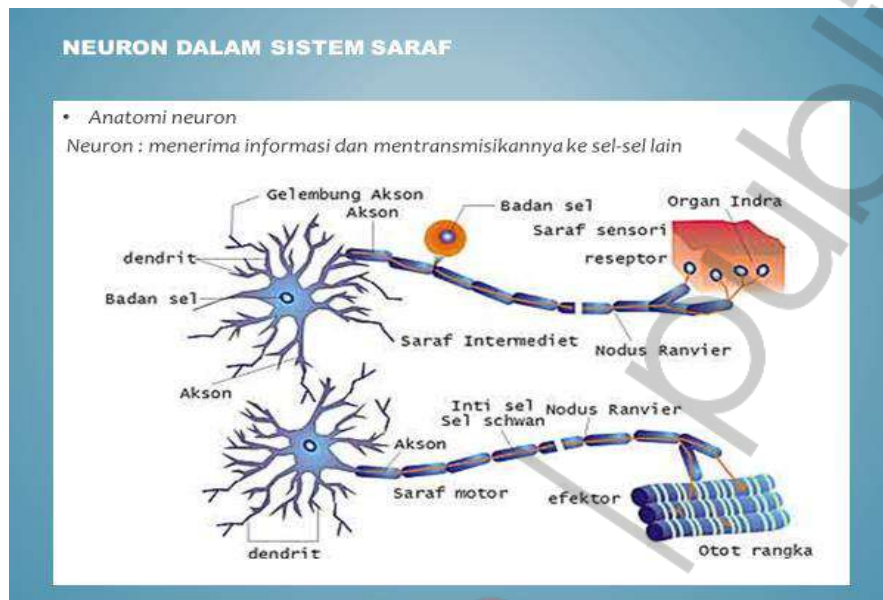
- **Buku:**
 - Hubbard, J. I. (1974). *The Peripheral Nervous System*. Springer. Buku ini memberikan penjelasan mendalam tentang struktur dan fungsi PNS, termasuk peranannya dalam integrasi sensorik dan motorik.
- **Jurnal Ilmiah:**
 - Herculano-Houzel, S. (2017). *Evolution of the Human Nervous System Function, Structure, and Development*. *Frontiers in Human Neuroscience*. Artikel ini membahas evolusi dan kompleksitas sistem saraf manusia, termasuk PNS.
 - OpenStax. (2020). *The Peripheral Nervous System. Introduction to Behavioral Neuroscience*. Sumber ini menjelaskan peran PNS dalam perilaku dan fungsi tubuh.

Saraf Tepi Otak dan Sumsum Tulang Belakang



C. Sel Saraf

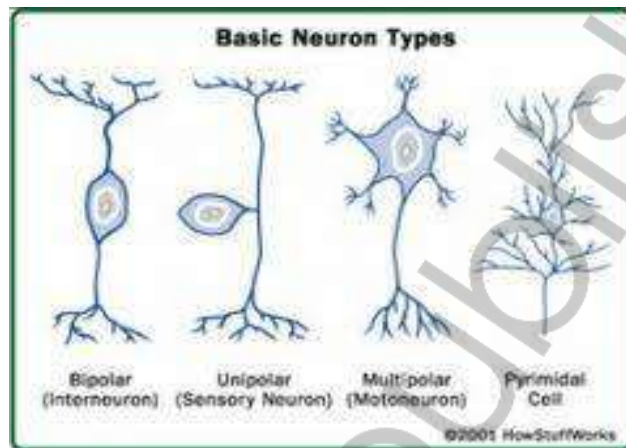
Neuron adalah unit dasar dari sistem saraf yang bertugas menghantarkan impuls listrik. Tiap neuron terdiri dari badan sel, dendrit (penerima sinyal), dan akson (pengirim sinyal).



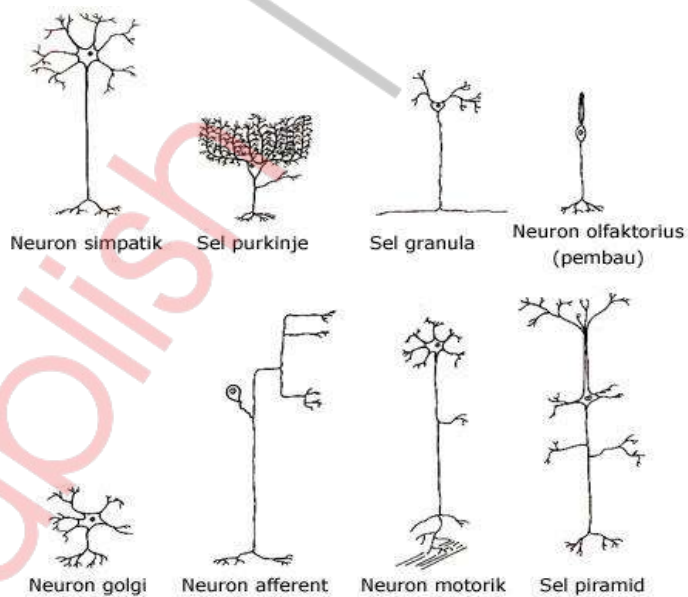
Struktur Neuron:

1. Badan sel/soma → nukleus, ribosom, mitokondria dll
2. Dendrit/serat percabangan yang ujungnya meruncing → permukaannya dilapisi reseptor sinap. *Dendritic spine*.
3. Akson → selubung mielin, nodus Ranvier, terminal presinaptik. Akson aferen, akson eferen, interneuron (neuron intrinsik).
4. Terminal sinap

Berikut struktur neuron:



Neuron memiliki beragam ukuran bentuk dan fungsi. Fungsi neuron sangat terkait dengan bentuknya. Berikut variasi bentuk neuron:



1. Dendrits

Dendrit adalah struktur bercabang yang menonjol dari badan sel neuron (soma). Mereka berfungsi sebagai **penerima sinyal** dari neuron lain.

Ciri dan Fungsi Utama:

- **Bentuk bercabang:** Seperti akar pohon, meningkatkan luas permukaan untuk menerima sinyal.
- **Fungsi utama:** Menerima impuls listrik (sinyal) dari neuron tetangga melalui sinaps dan menghantarkannya ke badan sel.
- **Plastisitas:** Dendrit dapat berubah bentuk dan jumlah percabangannya berdasarkan pengalaman, pembelajaran, dan stimulasi lingkungan.

Referensi:

Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M. (2013). *"Principles of Neural Science" (5th ed.). McGraw-Hill.*

<https://accessmedicine.mhmedical.com/book.aspx?bookid=1049>

2. Sinaps

Sinaps adalah titik temu atau sambungan antara dua neuron, di mana terjadi **komunikasi antar sel saraf**. Adapun jenis sinaps adalah:

1. **Sinaps kimia:** Paling umum. Menggunakan neurotransmitter untuk mentransmisikan sinyal antar neuron.
2. **Sinaps listrik:** Lebih cepat, menggunakan koneksi langsung antar neuron (gap junctions), namun lebih jarang pada manusia.

3. Proses Komunikasi:

1. Impuls listrik mencapai ujung akson.
2. Vesikula sinaptik melepaskan **neurotransmitter** ke celah sinaptik.
3. Neurotransmitter menempel pada reseptor di dendrit neuron berikutnya.
4. Muncul potensial aksi baru.

4. Fungsi:

- Menentukan jalur komunikasi antar neuron.
- Memengaruhi kecepatan, kekuatan, dan arah aliran informasi dalam otak.
- Tempat penting bagi proses pembelajaran dan memori (melalui **sinaptogenesis dan eliminasi sinaps**).

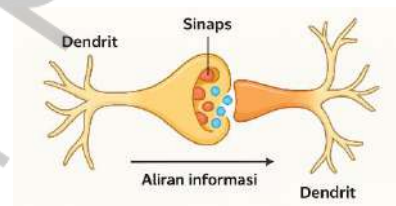
Referensi

Bear, M. F., Connors, B. W., Paradiso, M. A. (2020). **"Neuroscience: Exploring the Brain"** (4th ed.). Wolters Kluwer.
<https://shop.lww.com/Neuroscience/p/9780781778176>

Singkatnya:

- **Dendrit = penerima sinyal**
- **Sinaps = tempat transmisi sinyal antar neuron**

Keduanya sangat penting dalam pemrosesan informasi, pembelajaran, dan pembentukan ingatan di otak. Berikut ilustrasi jalur komunikasi antara dendrit dan sinaps:



5. Peran Sinap pada Perilaku:

a. Sinap Ionotropik

Otak perlu aliran informasi yang berganti-ganti dengan cepat, untuk penglihatan dan pendengaran

b. Sinap Metabotropik

Proses yang lebih lambat & memberikan pengalaman lebih lama. Sebagian besar termasuk golongan peptida sebagai neuromodulator, artinya molekul tersebut tidak secara langsung mengeksitasi atau menghambat neuron postsinaps tetapi memengaruhi tingkat pelepasan neurotransmitter lain atau memengaruhi respons neuron postsinaps terhadap beragam input. Contoh: rasa lapar, haus, takut dan marah dalam jangka panjang dapat menghasilkan beberapa perilaku, pengecapan dan rasa sakit.

6. Sinaps dan Kepribadian

Kepribadian adalah pola konsisten dari pikiran, emosi, dan perilaku yang membedakan satu individu dari yang lain. Kepribadian dipengaruhi oleh Genetik, Lingkungan, Struktur dan fungsi otak, Pengalaman hidup. Sinaps sangat berhubungan dengan kepribadian. Lalu bagaimana sinaps memengaruhi kepribadian?.

a. Plastisitas Sinaptik & Perubahan Kepribadian

- **Neuroplastisitas** memungkinkan sinaps berubah kekuatan atau efisiensinya melalui pembelajaran dan pengalaman.
- Artinya, pengalaman hidup bisa memengaruhi penguatan atau pelemahan jalur sinaptik yang terkait dengan regulasi emosi, impuls, dan interaksi sosial → berdampak pada perubahan kepribadian.

Contoh: Terapi psikologis yang intens bisa mengubah respons otak terhadap stres (melalui penguatan sinaps di *prefrontal cortex*) → seseorang menjadi lebih resiliensi dan tenang.

b. Peran Neurotransmitter Sinaptik terhadap Ciri Kepribadian

Neurotransmitter	Fungsi	Ciri Kepribadian yang Terkait
Dopamin	Motivasi, penghargaan, antisipasi	Kepribadian ekstrover, pencari sensasi
Serotonin	Regulasi suasana hati, impuls	Kepribadian stabil emosional, sabar
GABA	Inhibisi, ketenangan	Kepribadian tenang, tidak mudah panik
Norepinefrin	Kewaspadaan, respons stres	Kepribadian waspada, cemas, perfeksionis

c. Aktivitas Sinaptik di Wilayah Otak Tertentu dan Kepribadian

- **Prefrontal cortex** → Perencanaan, kontrol impuls → terkait dengan *conscientiousness*
- **Amygdala** → Pengolahan emosi → terkait dengan *neuroticism*
- **Striatum** → Pusat penghargaan dan motivasi → terkait dengan *extraversion*

Referensi

1. **DeYoung, C. G.** (2010). Personality neuroscience and the biology of traits. *Social and Personality Psychology Compass*, 4(12), 1165–1180. <https://doi.org/10.1111/j.1751-9004.2010.00327.x>
2. **Canli, T.** (2008). Toward a neurogenetic theory of neuroticism. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1129(1), 153–174. <https://doi.org/10.1196/annals.1417.016>
3. **Mobbs, D., et al.**, (2007). Personality predicts activity in reward and emotional regions associated with humor. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(45), 16502–16506. <https://doi.org/10.1073/pnas.0408457102>

Kesimpulan

Sinaps berperan penting dalam membentuk kepribadian, karena:

- Ia menentukan bagaimana neuron berkomunikasi.
- Ia memengaruhi aliran informasi emosional dan kognitif.
- Ia membentuk respons perilaku yang stabil atau berubah seiring waktu melalui plastisitas sinaptik.

Dengan kata lain, sinaps adalah “infrastruktur” biologis dari kepribadian manusia.

7. Sinaps, Gangguan Mental dan Perilaku

a. Disfungsi Sinaptik dan Gangguan Neuropsikiatri

Gangguan dalam **produksi, pelepasan, pengikatan**, atau **resorpsi neurotransmiter** dapat mengganggu komunikasi antar neuron dan menyebabkan gangguan mental:

Gangguan Mental	Disfungsi Sinaps yang Terlibat
Depresi	Penurunan transmisi serotonin , dopamin , dan norepinefrin di sinaps
Skizofrenia	Gangguan pada sinaps glutamatergik dan dopaminergik; ketidakseimbangan pada reseptor NMDA
Autisme (ASD)	Mutasi pada gen yang memengaruhi protein sinaptik seperti <i>neurexin</i> dan <i>neuroligin</i>
ADHD	Disfungsi dopaminergik dan noradrenergik di area sinaps <i>prefrontal cortex</i>
Kecemasan	Aktivitas berlebih pada sinaps amigdala; disregulasi GABA dan serotonin

✦ **Catatan:** Gangguan mental sering kali bersifat **biopsikososial**, tetapi sinaps memberikan landasan biologisnya.

b. Penelitian dan Referensi

1. **Nestler, E. J., et al.**, (2002). *Neurobiology of Depression*. Neuron, 34(1), 13–25.
[https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(02\)00653-0](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(02)00653-0)
2. **Goswami, U., et al.**, (2014). *Synaptic basis of cognitive deficits in schizophrenia and autism spectrum disorders*. Brain Research, 1556, 73–84.
<https://doi.org/10.1016/j.brainres.2014.02.017>
3. **Sudhof, T. C.** (2008). *Neuroligins and neurexins link synaptic function to cognitive disease*. Nature, 455(7215), 903–911.
<https://doi.org/10.1038/nature07456>
4. **Volkow, N. D., et al.**, (2009). *Neurobiologic Advances from the Brain Disease Model of Addiction*. New England Journal of Medicine, 374, 363–371.
<https://doi.org/10.1056/NEJMr1511480>
5. **Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A.** (2020). *Neuroscience: Exploring the Brain* (4th ed.). Lippincott Williams & Wilkins. [Buku standar ilmu saraf dengan pembahasan rinci soal sinaps dan gangguan mental]

Kesimpulan:

- Sinaps adalah pusat komunikasi antar sel otak.
- Gangguan pada fungsi sinaps berkontribusi besar terhadap **gangguan mental** seperti depresi, skizofrenia, dan autisme.
- Pemahaman tentang sinaps membuka jalan bagi **pengembangan terapi psikofarmakologis** dan intervensi klinis modern.

8. Sinaps dan Obat-Obatan

Obat-obatan, terutama yang memengaruhi sistem saraf pusat, bekerja dengan **memodifikasi aktivitas sinaps** melalui beberapa mekanisme:

a. Mekanisme hubungan sinaps dan obat-obatan:

- Meningkatkan Ketersediaan Neurotransmitter
Contoh: *Selective Serotonin Reuptake Inhibitors* (SSRI)
 - **Obat:** Fluoxetine (Prozac), Sertraline (Zoloft)
 - **Mekanisme:** Menghambat reuptake serotonin → lebih banyak serotonin tersedia di sinaps

- **Kondisi:** Depresi, gangguan kecemasan
- Meniru Neurotransmitter (Agonis)
Contoh: *Levodopa* untuk Parkinson
 - **Obat:** Levodopa diubah menjadi dopamin
 - **Mekanisme:** Menggantikan dopamin yang hilang di sinaps nigrostriatal
 - **Kondisi:** Parkinson's Disease
- Menghambat Efek Neurotransmitter (Antagonis)
Contoh: Antipsikotik seperti Haloperidol
 - **Mekanisme:** Blok reseptor dopamin (D2) → menurunkan aktivitas dopaminergik
 - **Kondisi:** Skizofrenia
- Mengubah Enzim yang Mengurai Neurotransmitter
Contoh: *Monoamine Oxidase Inhibitors* (MAOIs)
 - **Mekanisme:** Menghambat enzim MAO yang memecah serotonin, dopamin, norepinefrin
 - **Kondisi:** Depresi refrakter
- Mengganggu Pelepasan Neurotransmitter
Contoh: Benzodiazepin (Diazepam, Lorazepam)
 - **Mekanisme:** Meningkatkan kerja GABA → menekan aktivitas neuron → efek tenang/sedatif
 - **Kondisi:** Kecemasan, insomnia, kejang

b. Contoh Klasifikasi Obat dan Sinaps Terkait

Kelas Obat	Target Sinaps	Gangguan yang Diobati
SSRI	Serotonin reuptake	Depresi, PTSD, OCD
Benzodiazepin	Reseptor GABA-A	Kecemasan, insomnia
Antipsikotik tipikal	Reseptor Dopamin D2	Skizofrenia, mania
Stimulant (Amfetamin)	Dopamin & norepinefrin reuptake	ADHD
SNRI	Serotonin & Norepinefrin reuptake	Depresi, nyeri kronis
NMDA antagonist	Reseptor Glutamat NMDA	Alzheimer, nyeri neuropatik

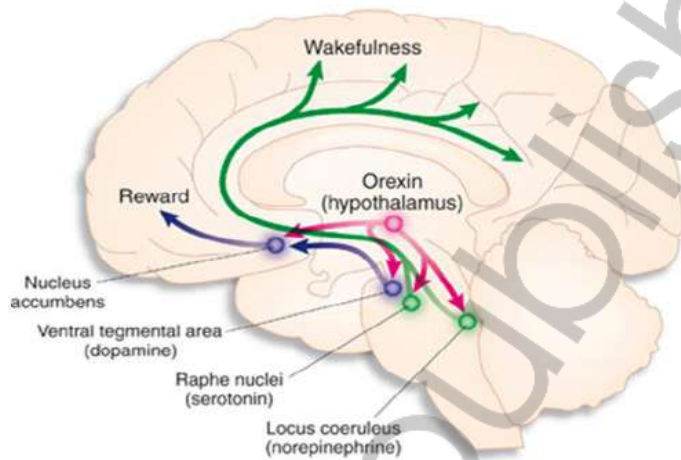
Referensi

1. **Stahl, S. M.** (2021). *Stahl's Essential Psychopharmacology: Neuroscientific Basis and Practical Applications* (5th ed.). Cambridge University Press.
Buku referensi utama psikiatri biologis dan farmakologi sinaptik.
2. **Nestler, E. J., Hyman, S. E., & Malenka, R. C.** (2015). *Molecular Neuropharmacology: A Foundation for Clinical Neuroscience* (3rd ed.). McGraw-Hill Education.
Buku komprehensif menjelaskan efek obat terhadap neurotransmisi sinaptik.
3. Andrade, C. (2018). *A Primer on the Neurobiology of Psychiatric Disorders and Psychotropic Medications. Indian Journal of Psychiatry*, 60(3), 265–273.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6124701/>
4. Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (2013). *Principles of Neural Science* (5th ed.). McGraw-Hill.
Buku klasik dalam ilmu saraf tentang mekanisme sinaps dan obat.

Kesimpulan

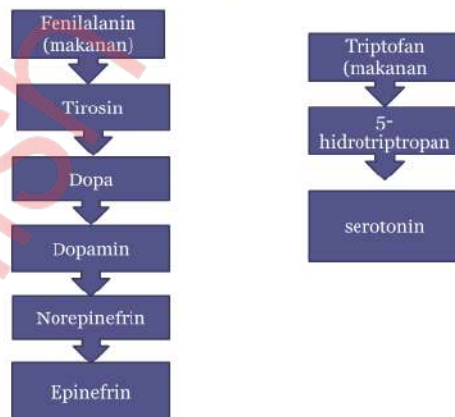
- Obat bekerja di sinaps untuk **memperkuat, menghambat, atau meniru** aktivitas neurotransmiter.
- Intervensi ini penting dalam pengobatan **gangguan mental** seperti depresi, kecemasan, ADHD, skizofrenia, dan lainnya.
- Pemahaman hubungan antara sinaps dan obat membuka peluang untuk pengembangan **psikofarmaka** yang lebih spesifik dan efektif.

Berikut ilustrasi aliran komunikasi sinaps di otak:



Berikut biokimiawi neuroamin:

BIOKIMIA NEUROAMIN



D. Neurotransmitter

1. Apa Itu Sistem Neurotransmitter?

Sistem neurotransmitter otak adalah jaringan kompleks senyawa kimia yang mengirimkan sinyal antar neuron (sel saraf) di otak dan sistem saraf pusat. Proses ini terjadi di sinaps, yaitu celah kecil antara dua neuron, di mana neurotransmitter dilepaskan dari neuron prasinaptik ke neuron pascasinaptik untuk menyampaikan pesan.

2. Fungsi Utama Neurotransmitter:

- a. Mengatur aktivitas neuron:
 - Memungkinkan komunikasi antar sel saraf.
 - Dapat merangsang atau menghambat respons neuron lainnya.
- b. Mengontrol fungsi tubuh dan perilaku:
 - Tidur, emosi, nafsu makan, perhatian, motivasi, memori, hingga pengambilan keputusan.
- c. Menjadi dasar kerja obat-obatan psikoaktif:
 - Obat antidepresan, stimulan, dan antipsikotik bekerja dengan memodulasi aktivitas neurotransmitter.

3. Jenis-Jenis Utama Neurotransmitter:

- a. Dopamin
 - Fungsi: Penghargaan, motivasi, kontrol motorik.
 - Gangguan: Terlibat dalam skizofrenia (kelebihan) dan penyakit Parkinson (kekurangan).
 - Referensi: Nestler, E.J. *et al.*, (2020). *Molecular Neuropharmacology: A Foundation for Clinical Neuroscience*.
- b. Serotonin (5-HT)
 - Fungsi: Regulasi *mood*, nafsu makan, tidur, dan rasa sakit.
 - Gangguan: Depresi dan gangguan kecemasan.
 - Referensi: Cowen, P. J., & Browning, M. (2015). What has serotonin to do with depression? *World Psychiatry*, 14(2), 158–160. <https://doi.org/10.1002/wps.20229>
- c. Norepinefrin (*Noradrenalin*)
 - Fungsi: Respons stres, kewaspadaan, tekanan darah.
 - Gangguan: Gangguan stres pasca-trauma (PTSD), ADHD.

d. GABA (*Gamma-Aminobutyric Acid*)

- Fungsi: Inhibitor utama sistem saraf pusat—menenangkan aktivitas neuron.
- Gangguan: Gangguan kecemasan dan epilepsi.
- Referensi: Möhler, H. (2012). The GABA system in anxiety and depression. *Depression and Anxiety*, 29(11), 954–962. <https://doi.org/10.1002/da.21938>

e. Glutamat

- Fungsi: Eksitator utama, penting untuk memori dan pembelajaran.
- Gangguan: Eksitotoksisitas pada stroke dan penyakit Alzheimer.

f. Asetilkolin

- Fungsi: Pembelajaran, memori, kontrol otot.
- Gangguan: Alzheimer (penurunan kadar).

4. Bagaimana Neurotransmitter Bekerja?

- a. Neuron menghasilkan dan menyimpan neurotransmitter dalam vesikula sinaptik.
- b. Saat impuls saraf tiba, neurotransmitter dilepaskan ke sinaps.
- c. Neurotransmitter menempel pada reseptor neuron penerima dan mengaktifkan sinyal baru.
- d. Setelah bekerja, neurotransmitter akan:
 - Dipecah oleh enzim (misalnya, MAO).
 - Diambil kembali oleh neuron asal (reuptake).
 - Atau difus ke luar sinaps.

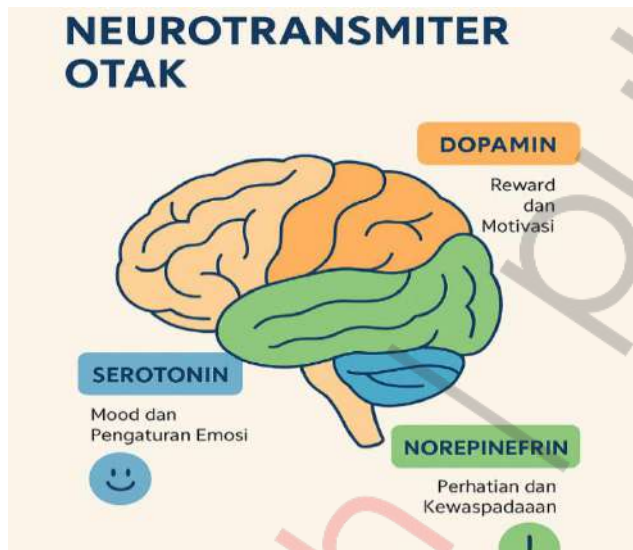
5. Peran Neurotransmitter dalam Gangguan Perilaku

Neurotransmitter	Fungsi	Gangguan Jika Tidak Seimbang
Serotonin	Regulasi <i>mood</i> , tidur, nafsu makan	Depresi, OCD, gangguan makan
Dopamin	Motivasi, <i>reward</i> , gerakan	Skizofrenia (kelebihan), Parkinson (kekurangan), ADHD
GABA	Inhibisi, ketenangan	Gangguan kecemasan, epilepsi
Glutamat	Eksitasi, pembelajaran	Skizofrenia, neurotoksisitas dalam trauma otak
Norepinefrin	Waspada, respons stres	PTSD, kecemasan, gangguan <i>mood</i>

Referensi

- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2020). *Neuroscience: Exploring the Brain* (4th ed.). Wolters Kluwer.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (2013). *Principles of Neural Science* (5th ed.). McGraw-Hill.

Berikut ilustrasi neurotransmiter otak:



EVALUASI – BAB 3: SISTEM SARAF

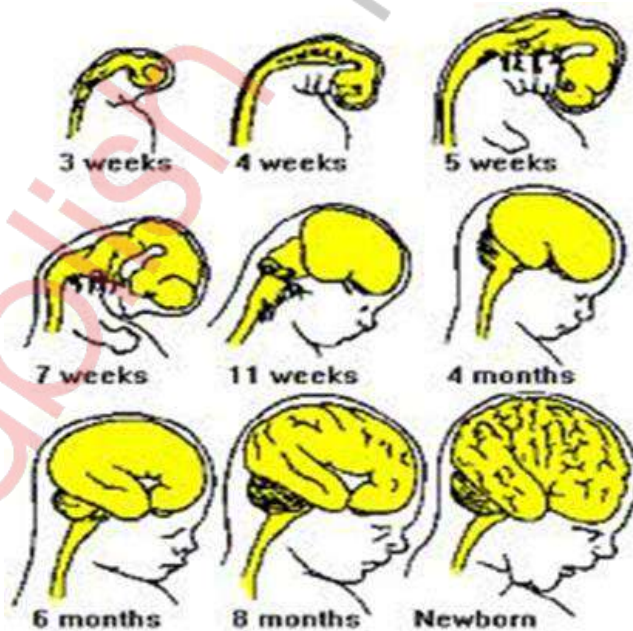
Tugas Kelompok:

1. Buat sebuah *case based learning* dari kasus-kasus berikut ini:
 - a. Penyakit Parkinson
 - b. Penyakit Alzheimer
 - c. ADHD: Attention Deficit Hyperactivity Disorder
 - d. Depresi
 - e. Skizofrenia
2. Buat dalam bentuk presentasi dengan merujuk pada Rubrik Penilaian Presentasi
3. Masing-masing kelompok harus presentasi di sesi selanjutnya
4. Rubrik penilaian presentasi terdapat pada lampiran

BAB 4

NEUROPLASTISITAS OTAK MANUSIA

Neuroplastisitas adalah kemampuan otak untuk mengubah struktur dan fungsinya sebagai respons terhadap pengalaman, pembelajaran, atau cedera. Setelah mengalami kerusakan, seperti stroke atau cedera otak traumatis (*Traumatic Brain Injury*/TBI), otak dapat beradaptasi dengan membentuk jalur saraf baru, memperkuat koneksi yang ada, atau mengalihkan fungsi ke area lain yang tidak terdampak. Plastisitas merupakan sifat yang menunjukkan kapasitas otak untuk berubah dan beradaptasi terhadap kebutuhan fungsional. Seiring bertumbuh dan berkembangnya manusia dari sejak lahir sampai dengan tua, otak juga ikut berkembang. Berikut gambar ilustrasi perkembangan otak berdasarkan perkembangan umur manusia:



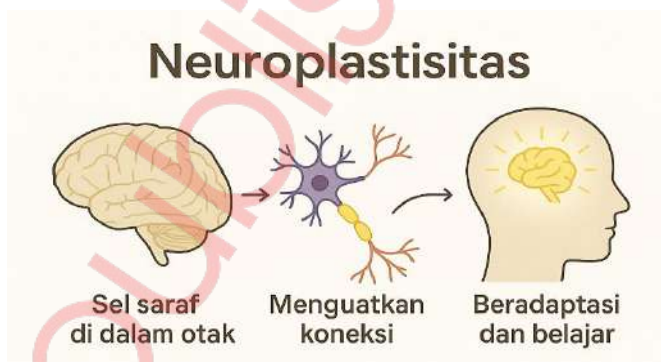
Faktor yang memengaruhi Neuroplastisitas

- **Usia:** Neuroplastisitas lebih tinggi pada usia muda, namun tetap terjadi pada orang dewasa.
- **Jenis Cedera:** Tingkat dan lokasi kerusakan otak memengaruhi kemampuan pemulihan.
- **Rehabilitasi:** Terapi fisik, okupasi, dan kognitif yang tepat dapat merangsang neuroplastisitas.
- **Lingkungan:** Lingkungan yang mendukung dan stimulasi mental dapat mempercepat pemulihan.

4.1. Otak yang Terus Belajar

Selama bertahun-tahun, otak manusia dianggap sebagai struktur yang statis setelah masa kanak-kanak. Namun, ilmu saraf modern menunjukkan bahwa otak bersifat plastis—mampu berubah, beradaptasi, dan tumbuh sepanjang hidup. Inilah yang disebut dengan *neuroplastisitas*. Dalam konteks mahasiswa, neuroplastisitas berarti otak mereka terus membentuk koneksi baru saat mereka mempelajari hal-hal baru, menghadapi tantangan akademik, atau bahkan saat mengalami kegagalan emosional. Proses ini terjadi melalui penguatan sinapsis yang digunakan secara berulang dan eliminasi koneksi yang jarang diaktifkan (Kolb & Gibb, 2017). Jadi, setiap pengalaman belajar, stres, dan relasi sosial berpotensi mengubah struktur dan fungsi otak—baik secara positif maupun negatif.

Gambar neuroplastisitas otak:



Referensi:

- Kolb, B., & Gibb, R. (2017). Plasticity in the developing brain: Research review and implications for intervention. *Journal of the Canadian Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 26(2), 64–70. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5435120/>

Bagi mahasiswa, ini berarti pola pikir, kebiasaan belajar, dan cara mengelola stres akan membentuk ulang jalur-jalur otak mereka setiap hari. Misalnya, mahasiswa yang secara konsisten melatih fokus melalui meditasi atau teknik belajar mendalam akan membentuk konektivitas lebih kuat di area *prefrontal cortex*—bagian otak yang berperan dalam pengambilan keputusan, konsentrasi, dan kontrol emosi (Tang, Hölzel, & Posner, 2015). Di sisi lain, kebiasaan multitasking berlebihan justru dapat melemahkan jaringan atensi dan meningkatkan fragmentasi mental.

4.2. Bagaimana Otak Berubah karena Kebiasaan

Neuroplastisitas adalah kemampuan otak untuk membentuk dan mengatur ulang koneksi saraf berdasarkan pengalaman, pembelajaran, dan kebiasaan baru. Setiap kali kita melakukan suatu aktivitas secara berulang, jalur saraf (*neural pathways*) yang terkait dengan aktivitas tersebut menjadi semakin kuat. Proses ini dikenal sebagai "*strengthening synaptic connections*".

Sebagai contoh, ketika seorang mahasiswa rutin berlatih meditasi, area otak yang berhubungan dengan perhatian dan regulasi emosi, seperti **korteks prefrontal** dan **amigdala**, mengalami perubahan struktural: sinapsis antar-neuron menjadi lebih kuat dan respons terhadap stres menjadi lebih terkendali. Sebaliknya, jika seseorang terus-menerus terpapar stres tanpa strategi pengelolaan yang baik, jalur saraf yang terkait dengan kecemasan dan reaktivitas emosional akan semakin aktif, sehingga memperkuat pola pikir negatif.

Proses neuroplastisitas ini melibatkan dua mekanisme utama:

- **Long-Term Potentiation (LTP)**: penguatan koneksi antar neuron saat jalur tersebut sering digunakan.
- **Long-Term Depression (LTD)**: pelemahan koneksi antar neuron yang jarang digunakan.

Bagi mahasiswa, ini berarti pola pikir, kebiasaan belajar, dan cara mengelola stres akan membentuk ulang jalur-jalur otak mereka setiap hari. Misalnya, mahasiswa yang secara konsisten melatih fokus melalui meditasi atau teknik belajar mendalam akan membentuk konektivitas lebih kuat di area *prefrontal cortex*—bagian otak yang berperan dalam pengambilan keputusan, konsentrasi, dan kontrol emosi (Tang, Hölzel, & Posner, 2015). Di sisi lain, kebiasaan multitasking berlebihan justru dapat melemahkan jaringan atensi dan meningkatkan fragmentasi mental.

Artinya, **otak terus-menerus berubah berdasarkan apa yang kita pikirkan, rasakan, dan lakukan**. Kebiasaan sehari-hari secara literal membentuk struktur fisik otak kita. Karena itu, membangun kebiasaan positif seperti belajar teratur, berolahraga, atau menjaga hubungan sosial yang sehat akan mengarahkan otak untuk berkembang ke arah yang lebih adaptif.

Kesimpulannya:

Apa yang kita latih berulang-ulang — baik itu pola pikir, keterampilan, atau reaksi emosional — akan membentuk "peta baru" di otak. Dengan kata lain, "*Neurons that fire together, wire together*" — neuron yang aktif bersama akan membentuk koneksi yang lebih kuat satu sama lain.

Referensi:

- Tang, Y. Y., Hölzel, B. K., & Posner, M. I. (2015). The neuroscience of mindfulness meditation. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(4), 213–225. <https://doi.org/10.1038/nrn3916>

Fenomena neuroplastisitas juga memberi harapan besar dalam mengatasi tantangan kesehatan mental di kalangan mahasiswa. Penelitian menunjukkan bahwa terapi kognitif, aktivitas fisik teratur, hingga keterlibatan dalam komunitas sosial dapat memicu perubahan struktural di otak yang mendukung keseimbangan emosi dan resiliensi. Bahkan, pengalaman-pengalaman emosional yang positif atau negatif pun dapat meninggalkan jejak biologis di jaringan saraf. Ini menjelaskan mengapa pengalaman kuliah—baik melalui relasi, kegagalan, maupun pencapaian—bukan hanya sekadar kenangan, tetapi benar-benar *membentuk otak*. Oleh karena itu, memahami bahwa otak bisa berubah membuka pintu bagi

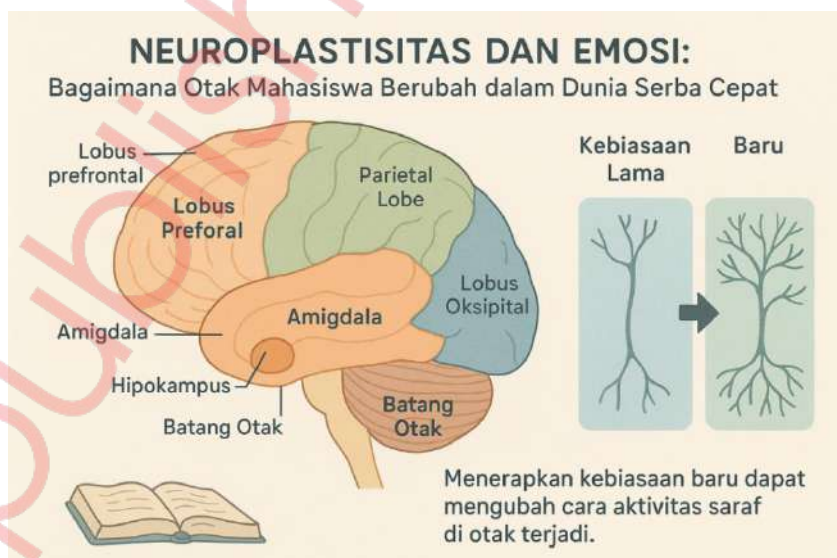
pendekatan pembelajaran dan kesejahteraan yang lebih manusiawi dan adaptif (Davidson & McEwen, 2012).

Referensi:

- Davidson, R. J., & McEwen, B. S. (2012). Social influences on neuroplasticity: Stress and interventions to promote well-being. *Nature Neuroscience*, 15(5), 689–695. <https://doi.org/10.1038/nn.3093>

Neuroplastisitas bukan hanya konsep ilmiah, tetapi juga pesan optimis bagi generasi muda: bahwa otak mereka tidak statis, melainkan terus berkembang dan mampu berubah seiring dengan usaha, pengalaman, dan lingkungan. Dalam dunia yang cepat berubah, kemampuan otak untuk beradaptasi menjadi aset paling berharga. Ketika mahasiswa menyadari bahwa setiap kebiasaan, emosi, dan interaksi membentuk otak mereka, maka proses belajar tidak lagi sekadar tentang nilai akademik, tetapi tentang merancang masa depan neurologis mereka sendiri. Dengan demikian, memahami dan memanfaatkan neuroplastisitas menjadi langkah strategis untuk membangun ketahanan mental, fleksibilitas berpikir, dan kualitas hidup yang lebih baik di era serba cepat ini.

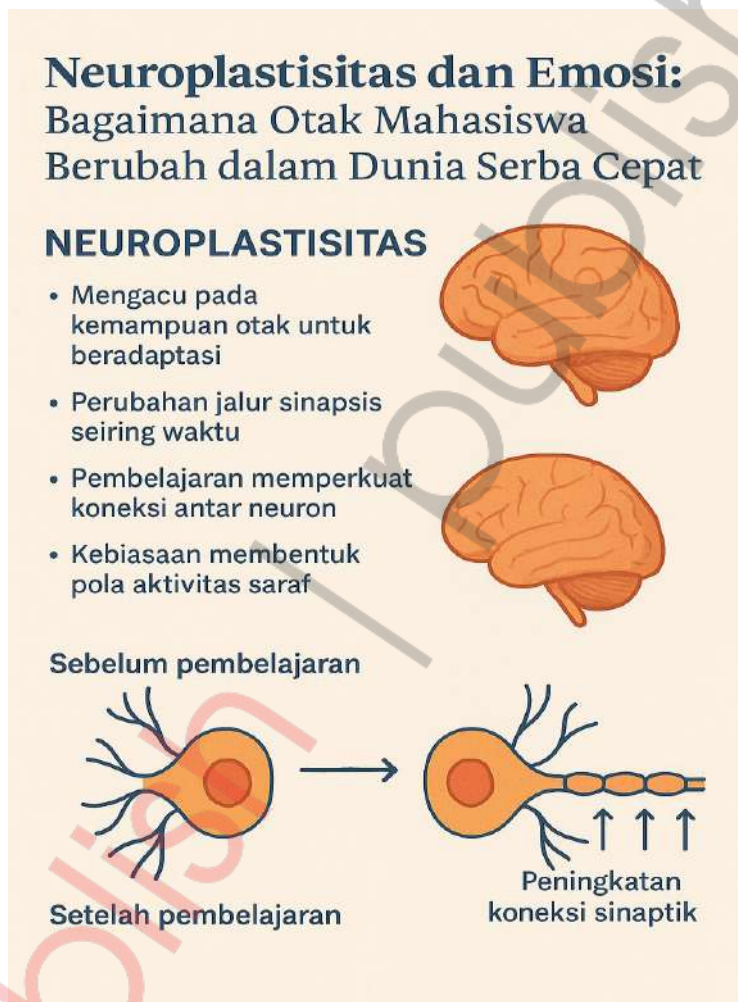
Gambar hubungan neuroplastisitas dan emosi:



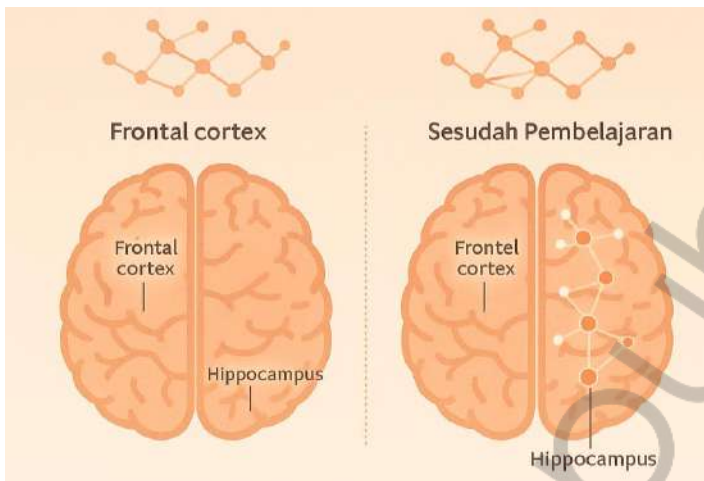
Berikut poster edukatif bagaimana otak mahasiswa berubah dalam dunia yang serba cepat:



Berikut poster edukatif bagaimana otak mahasiswa berubah sebelum dan sesudah belajar:



Berikut adalah ilustrasi aktivitas pendukung neuroplastisitas (fokus, tidur, belajar, meditasi):



4.3. Kerentanan Otak yang Sedang Berkembang

Otak manusia mengalami perkembangan pesat sejak masa prenatal hingga masa kanak-kanak awal. Selama periode ini, otak sangat plastis, memungkinkan pembentukan koneksi sinaptik yang mendukung pembelajaran dan adaptasi. Namun, plastisitas ini juga membuat otak rentan terhadap pengaruh negatif, seperti stres, trauma, dan lingkungan yang tidak mendukung. Berikut penyebab dari kerusakan otak pada periode perkembangan manusia.

1. Stres Awal Kehidupan (*Early Life Stress-ELS*)

Stres yang dialami pada masa awal kehidupan dapat berdampak jangka panjang pada perkembangan otak. Penelitian menunjukkan bahwa ELS dapat mengubah struktur dan fungsi area otak seperti amigdala, hipokampus, dan korteks prefrontal, yang berperan dalam regulasi emosi dan fungsi kognitif. Perubahan ini meningkatkan risiko gangguan mental seperti depresi, kecemasan, dan PTSD di kemudian hari.

Referensi:

- McLaughlin, K. A., *et al.*, (2021). *Early life stress and development: potential mechanisms for adverse outcomes.*
- Gunnar, M. R., & Quevedo, K. (2007). *The neurobiology of stress and development.*

2. Stres Toksik (*Toxic Stress*)

Stres toksik terjadi ketika anak mengalami stres yang intens dan berkepanjangan tanpa dukungan dari orang dewasa yang responsif. Jenis stres ini dapat mengganggu perkembangan arsitektur otak, menghambat pembentukan koneksi sinaptik yang sehat, dan meningkatkan risiko masalah kesehatan fisik dan mental di masa depan.

Referensi:

- Shonkoff, J. P., *et al.*, (2012). *Toxic stress: Effects, prevention and treatment.*
- Center on the Developing Child at Harvard University. *Toxic Stress: The Facts.*

3. Periode Sensitif dan Plastisitas Otak

Periode sensitif adalah masa ketika otak sangat responsif terhadap pengalaman lingkungan. Selama periode ini, pengalaman positif dapat memperkuat perkembangan otak, sementara pengalaman negatif dapat menyebabkan perubahan struktural dan fungsional yang merugikan.

Referensi:

- Nelson, C. A., & Gabard-Durnam, L. J. (2020). *Sensitive periods in human development: Evidence from neuroimaging studies.*

4. Dampak Jangka Panjang

Kerentanan otak yang sedang berkembang terhadap stres dan pengalaman negatif dapat menyebabkan dampak jangka panjang, termasuk:

- Gangguan perkembangan kognitif dan emosional
- Kesulitan dalam pembelajaran dan perhatian
- Peningkatan risiko gangguan mental
- Masalah kesehatan fisik seperti penyakit kardiovaskular

Referensi

- Siegel, D. J., & Bryson, T. P. (2011). *The Whole-Brain Child*. Bantam Books.
- Sprenger, M. (2008). *The Developing Brain: Birth to Age Eight*. Corwin Press.
- McEwen, B. S. (2007). *Effects of Stress on the Developing Brain*.

4.4. Mekanisme Neuroplastisitas Pasca-Kerusakan

1. Reorganisasi Fungsional

Area otak yang tidak rusak dapat mengambil alih fungsi dari area yang cedera. Misalnya, setelah stroke, bagian otak yang sehat dapat beradaptasi untuk mengembalikan kemampuan motorik atau bahasa yang hilang.

2. Peningkatan Konektivitas Sinaptik

Proses pembelajaran dan rehabilitasi dapat memperkuat koneksi antara neuron, membantu pemulihan fungsi yang terganggu.

3. Neurogenesis Terbatas

Meskipun terbatas, otak dewasa memiliki kemampuan untuk menghasilkan neuron baru, terutama di area seperti hipokampus, yang berperan dalam memori dan pembelajaran.

Jendela Waktu Pemulihan

Setelah cedera otak, terdapat periode kritis di mana neuroplastisitas mencapai puncaknya, biasanya dalam beberapa minggu hingga bulan pertama. Selama periode ini, intervensi rehabilitasi yang intensif dapat memberikan hasil pemulihan yang optimal.

Video Edukasi

Untuk pemahaman visual, Anda dapat menonton video berikut yang menjelaskan bagaimana otak dapat memperbaiki dirinya setelah cedera:

https://youtu.be/jJpH_DUmPA

Referensi

1. Buku:

- **The Brain's Way of Healing** oleh Norman Doidge
Buku ini menjelaskan bagaimana otak dapat menyembuhkan dirinya sendiri melalui neuroplastisitas.
- **Neuroplasticity and Rehabilitation** oleh Sarah A. Raskin
Membahas pendekatan rehabilitasi berdasarkan prinsip neuroplastisitas

2. Jurnal:

- **Adaptive Neuroplasticity in Brain Injury Recovery**
Artikel ini membahas bagaimana otak beradaptasi setelah cedera untuk memulihkan fungsi.
- **Neuroplasticity After Traumatic Brain Injury**
Menjelaskan proses neuroplastisitas setelah cedera otak traumatis dan implikasinya dalam rehabilitasi.
- Doidge, N. (2007). *The Brain That Changes Itself*. Viking Press.
- Taylor, J. B. (2008). *My Stroke of Insight: A Brain Scientist's Personal Journey*. Viking.
- Open Access Journals. (n.d.). *The Role of Neuroplasticity in Recovery from Brain Injuries*.
- NCBI Bookshelf. (n.d.). *Neuroplasticity after Traumatic Brain Injury*

EVALUASI – BAB 4: NEUROPLASTISITAS OTAK MANUSIA

Bagian A: Konsep Dasar Neuroplastisitas

1. Apa yang dimaksud dengan neuroplastisitas?
 - A. Penurunan fungsi otak karena penuaan
 - B. Kemampuan otak untuk menyembuhkan luka secara fisik
 - C. Kemampuan otak untuk berubah struktur dan fungsi karena pengalaman
 - D. Perubahan genetik otak

 **Jawaban: C**

2. Proses neuroplastisitas terjadi saat otak...
- A. Tetap statis setelah masa anak-anak
 - B. Mengalami dehidrasi
 - C. Terpapar pengalaman baru dan pembelajaran
 - D. Tidak digunakan dalam waktu lama
- ✓ **Jawaban: C**
3. Area otak yang terkait dengan konsentrasi dan pengambilan keputusan adalah...
- A. Amigdala
 - B. Hipotalamus
 - C. *Prefrontal cortex*
 - D. Talamus
- ✓ **Jawaban: C**
4. Pernyataan “neurons that fire together, wire together” merujuk pada...
- A. Penghambatan sinapsis
 - B. Neurodegenerasi
 - C. Penguatan koneksi sinapsis karena aktivitas berulang
 - D. Pemutusan jalur saraf
- ✓ **Jawaban: C**
5. Faktor utama yang meningkatkan neuroplastisitas adalah...
- A. Usia tua
 - B. Aktivitas berulang dan stimulasi mental
 - C. Stres kronis
 - D. Cedera otak
- ✓ **Jawaban: B**
6. Fungsi Long-Term Potentiation (LTP) adalah...
- A. Menghilangkan neuron mati
 - B. Melemahkan sinapsis tidak digunakan
 - C. Memperkuat koneksi sinaptik yang sering digunakan
 - D. Mengatur keseimbangan hormonal
- ✓ **Jawaban: C**

7. Fungsi Long-Term Depression (LTD) adalah...
- A. Menstimulasi pembentukan neuron baru
 - B. Memperkuat jalur informasi otak
 - C. Melemahkan sinaps yang jarang digunakan
 - D. Meningkatkan produksi dopamin
- ✓ **Jawaban: C**
8. Apa yang terjadi pada otak saat seseorang terus multitasking tanpa jeda?
- A. *Prefrontal cortex* menguat
 - B. Jaringan atensi membaik
 - C. Fragmentasi mental meningkat
 - D. Konsentrasi bertambah
- ✓ **Jawaban: C**
9. Salah satu dampak positif neuroplastisitas bagi mahasiswa adalah...
- A. Penurunan daya ingat
 - B. Hilangnya koneksi emosional
 - C. Penguatan jalur otak melalui belajar fokus
 - D. Peningkatan impulsivitas
- ✓ **Jawaban: C**
10. Aktivitas yang meningkatkan neuroplastisitas, kecuali...
- A. Meditasi
 - B. Belajar teratur
 - C. Tidur cukup
 - D. Multitasking terus-menerus
- ✓ **Jawaban: D**

Bagian B: Kerentanan Otak yang Sedang Berkembang

11. Mengapa otak anak kecil sangat plastis tetapi juga rentan?
- A. Karena tidak ada neuron
 - B. Karena tidak stabil secara biologis
 - C. Karena koneksi sinaptik mudah berubah oleh lingkungan
 - D. Karena sudah berkembang sepenuhnya

✓ Jawaban: C

12. Early Life Stress (ELS) dapat menyebabkan perubahan pada area otak seperti...
- A. Korteks sensorik
 - B. *Cerebellum*
 - C. Amigdala dan *prefrontal cortex*
 - D. Talamus dan thalamus

✓ Jawaban: C

13. Stres toksik terjadi saat...
- A. Anak diberi banyak tugas
 - B. Anak mengalami stres berat tanpa dukungan dewasa
 - C. Anak kurang makan
 - D. Anak tidur berlebihan

✓ Jawaban: B

14. Stres toksik bisa berdampak pada...
- A. Pertumbuhan fisik lebih cepat
 - B. Meningkatkan kecerdasan sosial
 - C. Gangguan sistem saraf jangka panjang
 - D. Penurunan daya tahan tubuh secara sementara

✓ Jawaban: C

15. Periode sensitif dalam perkembangan otak adalah...
- A. Waktu ketika otak berhenti berkembang
 - B. Fase pertumbuhan hormonal
 - C. Masa ketika otak sangat responsif terhadap pengalaman
 - D. Waktu ketika memori tidak dapat dibentuk

✓ Jawaban: C

16. Salah satu dampak jangka panjang dari stres masa kecil adalah...

- A. Peningkatan empati
- B. Gangguan pembelajaran
- C. Meningkatkan sistem kekebalan tubuh
- D. Penguatan sinapsis negatif

✓ **Jawaban: B**

17. Dalam perkembangan otak anak, pengalaman negatif dapat menyebabkan...

- A. Perubahan adaptif
- B. Penguatan motivasi
- C. Disorganisasi struktur otak
- D. Kecerdasan meningkat

✓ **Jawaban: C**

18. Penelitian menunjukkan bahwa stres awal dapat meningkatkan risiko...

- A. Stroke dini
- B. Gangguan kepribadian ganda
- C. Gangguan kecemasan dan PTSD
- D. Kelebihan berat badan

✓ **Jawaban: C**

19. Contoh dukungan lingkungan positif terhadap otak anak adalah...

- A. Hukuman keras
- B. Aktivitas fisik penuh tekanan
- C. Hubungan emosional aman
- D. Paparan media digital konstan

✓ **Jawaban: C**

20. Apa hubungan antara korteks prefrontal dan ELS?

- A. Tidak ada kaitan
- B. Korteks prefrontal meningkat drastis
- C. ELS dapat mengganggu perkembangan fungsi eksekutif
- D. Korteks prefrontal hanya berkembang pada usia 30

✓ **Jawaban: C**

Bagian C: Neuroplastisitas Pasca-Kerusakan Otak

21. Neuroplastisitas pasca-cedera otak dikenal juga dengan istilah...

- A. Degenerasi kortikal
- B. Reorganisasi fungsional
- C. Fragmentasi sinaptik
- D. Hipersensitivitas sensorik

✓ **Jawaban: B**

22. Fungsi dari reorganisasi fungsional adalah...

- A. Mengurangi potensi belajar
- B. Membuat memori hilang
- C. Area otak sehat mengambil alih fungsi area rusak
- D. Menonaktifkan seluruh area otak

✓ **Jawaban: C**

23. Rehabilitasi yang tepat dapat membantu dengan cara...

- A. Menghilangkan neuron rusak
- B. Memperkuat konektivitas sinaptik
- C. Mengurangi neurogenesis
- D. Meningkatkan tekanan darah

✓ **Jawaban: B**

24. Di area manakah neurogenesis dewasa dapat terjadi?

- A. Korteks visual
- B. *Prefrontal cortex*
- C. Hipokampus
- D. *Cerebellum*

✓ **Jawaban: C**

25. Apa yang dimaksud dengan jendela pemulihan neuroplastik?

- A. Masa stagnasi otak
- B. Waktu optimal untuk pemulihan setelah cedera
- C. Periode penuh stres pasca trauma
- D. Masa inkubasi sel otak

✓ **Jawaban: B**

26. Video edukasi tentang pemulihan otak memperlihatkan bahwa...

- A. Otak tidak bisa sembuh
- B. Pemulihan hanya terjadi pada anak-anak
- C. Otak bisa memperbaiki dirinya jika dirangsang
- D. Hanya transplantasi otak yang efektif

✓ **Jawaban: C**

27. Salah satu buku tentang pemulihan otak adalah...

- A. *The Silent Brain*
- B. *The Brain's Way of Healing*
- C. *Emotional Intelligence*
- D. *Thinking, Fast and Slow*

✓ **Jawaban: B**

28. Manfaat terapi okupasi dalam neuroplastisitas adalah...

- A. Meningkatkan produksi serotonin
- B. Mengaktifkan sistem limbik
- C. Merangsang koneksi otak baru melalui aktivitas
- D. Menurunkan aktivitas neuron

✓ **Jawaban: C**

29. Terapi berbasis neuroplastisitas bertujuan untuk...

- A. Menghapus ingatan traumatis
- B. Mengurangi jumlah sinaps
- C. Membantu otak memetakan ulang fungsi
- D. Mengaktifkan otak kanan saja

✓ **Jawaban: C**

30. Proses pemulihan otak yang optimal terjadi dalam...

- A. 3–5 hari
- B. Minggu hingga bulan pertama
- C. 1 tahun setelah trauma
- D. Setelah terapi obat

✓ **Jawaban: B**

Bagian D: Aplikasi dan Harapan Neuroplastisitas

31. Mindfulness terbukti mendukung neuroplastisitas dengan...

- A. Meningkatkan gangguan tidur
- B. Mengaktifkan jaringan default mode
- C. Meningkatkan konektivitas prefrontal
- D. Menghambat pertumbuhan sinaps

✓ **Jawaban: C**

32. Multitasking berlebihan berdampak pada...

- A. Peningkatan efisiensi belajar
- B. Fragmentasi fokus otak
- C. Penguatan koneksi sosial
- D. Aktivasi lobus temporal

✓ **Jawaban: B**

33. Kebiasaan belajar yang teratur akan...

- A. Melemahkan respons emosi
- B. Menurunkan aktivitas otak
- C. Memperkuat sinaps di area kognitif
- D. Menghambat LTP

✓ **Jawaban: C**

34. Hubungan sosial yang sehat dapat...

- A. Melemahkan koneksi neuron
- B. Mengganggu sistem *reward*
- C. Memperkuat jaringan keseimbangan emosi
- D. Tidak memengaruhi otak

✓ **Jawaban: C**

35. Terapi kognitif berbasis neuroplastisitas bekerja dengan cara...

- A. Menekan respons amigdala
- B. Mengganti jalur berpikir negatif
- C. Menghapus memori
- D. Mengurangi dopamin

✓ **Jawaban: B**

36. Neuroplastisitas memberi harapan karena...
- A. Otak bisa tumbuh lebih besar
 - B. Semua penyakit mental bisa disembuhkan
 - C. Otak dapat berubah karena pengalaman positif
 - D. IQ dapat naik otomatis
- ✓ Jawaban: C
37. Dampak emosi positif terhadap otak adalah...
- A. Meningkatkan kortisol
 - B. Melemahkan hipokampus
 - C. Menstabilkan sistem limbik
 - D. Mengurangi neurogenesis
- ✓ Jawaban: C
38. Otak mahasiswa terus berubah melalui...
- A. Faktor genetik saja
 - B. Pengalaman belajar, relasi, dan stres
 - C. Efek samping obat
 - D. Jam tidur panjang
- ✓ Jawaban: B
39. Pemahaman neuroplastisitas membantu mahasiswa untuk...
- A. Berlatih multitasking
 - B. Menerima bahwa otak tidak berubah
 - C. Menyadari bahwa usaha mereka membentuk otak
 - D. Berhenti belajar
- ✓ Jawaban: C
40. Kesimpulan utama dari bab ini adalah...
- A. Otak bersifat kaku dan tidak berubah
 - B. Neuroplastisitas adalah konsep semu
 - C. Otak bisa dibentuk melalui kebiasaan dan pengalaman
 - D. Perubahan otak hanya terjadi melalui obat
- ✓ Jawaban: C

BAB 5

OTAK ZAMAN AI: OTAK, PERILAKU, DAN KECERDASAN BUATAN

5.1. Kecerdasan *Multiple*

Kecerdasan manusia adalah kemampuan kompleks otak untuk memahami, belajar, beradaptasi, dan menyelesaikan masalah. Menurut psikologi dan neuroscience modern, kecerdasan manusia bisa diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis, terutama merujuk pada teori *Multiple Intelligences* dari Howard Gardner dan juga pendekatan kognitif modern. Berikut adalah penjelasan detailnya:

1. Kecerdasan Logis-Matematis

- **Definisi:** Kemampuan dalam berpikir logis, menganalisis masalah, dan memahami konsep matematis atau ilmiah.
- **Contoh:** Ahli matematika, ilmuwan, insinyur.
- **Ciri khas:** Cepat dalam mengenali pola, membuat hipotesis, dan melakukan eksperimen mental.

2. Kecerdasan Linguistik-Verbal

- **Definisi:** Kemampuan dalam menggunakan kata-kata secara efektif, baik lisan maupun tulisan.
- **Contoh:** Penulis, jurnalis, orator, pengacara.
- **Ciri khas:** Suka membaca, bercerita, pandai menjelaskan sesuatu secara verbal.

3. Kecerdasan Spasial-Visual

- **Definisi:** Kemampuan memahami dan memanipulasi bentuk visual dan spasial.
- **Contoh:** Arsitek, pelukis, desainer grafis.
- **Ciri khas:** Kuat dalam visualisasi, navigasi ruang, dan berpikir dalam gambar.

4. Kecerdasan Kinestetik-Tubuh

- **Definisi:** Kemampuan menggunakan tubuh untuk mengekspresikan ide atau emosi, serta untuk memecahkan masalah.
- **Contoh:** Atlet, penari, aktor, ahli bedah.
- **Ciri khas:** Koneksi fisik yang tinggi, koordinasi motorik halus dan kasar.

5. Kecerdasan Musikal

- **Definisi:** Kemampuan memahami, menciptakan, dan mengapresiasi ritme, nada, dan melodi.
- **Contoh:** Musisi, komposer, produser musik.
- **Ciri khas:** Peka terhadap suara, irama, dan pola akustik.

6. Kecerdasan Interpersonal

- **Definisi:** Kemampuan memahami dan berinteraksi dengan orang lain secara efektif.
- **Contoh:** Guru, terapis, pemimpin tim, negosiator.
- **Ciri khas:** Empati tinggi, bisa membaca ekspresi wajah dan bahasa tubuh orang lain.

7. Kecerdasan Intrapersonal

- **Definisi:** Kemampuan memahami diri sendiri, termasuk emosi, motivasi, dan tujuan hidup.
- **Contoh:** Filsuf, penulis reflektif, spiritualis.
- **Ciri khas:** Introspektif, mandiri, peka terhadap dinamika emosional pribadi.

8. Kecerdasan Naturalis

- **Definisi:** Kemampuan mengenali, mengklasifikasikan, dan memahami alam dan lingkungan sekitar.
- **Contoh:** Biolog, petani, konservasionis.
- **Ciri khas:** Tertarik dengan makhluk hidup, lingkungan, dan ekosistem.

9. Kecerdasan Eksistensial (kontroversial, belum resmi)

- **Definisi:** Kemampuan berpikir mendalam tentang pertanyaan eksistensial: hidup, kematian, makna hidup.
- **Contoh:** Filsuf, rohaniwan, pemikir metafisik.
- **Ciri khas:** Reflektif, merenung tentang konsep transendental.

Referensi

1. Buku Utama

Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences

Buku ini merupakan karya seminal Gardner yang pertama kali memperkenalkan teori *Multiple Intelligences* pada tahun 1983.

Multiple Intelligences: New Horizons in Theory and Practice

Edisi revisi dari karya sebelumnya, buku ini memperbarui teori dengan aplikasi terbaru di bidang pendidikan dan tempat kerja.

Cognitive Psychology: A Student's Handbook oleh Michael W. Eysenck dan Mark T. Keane.

Buku ini merupakan panduan komprehensif tentang teori dan penelitian dalam psikologi kognitif, mencakup topik seperti perhatian, memori, dan pemecahan masalah.

Cognition: Exploring the Science of the Mind oleh Daniel Reisberg

Buku ini mengeksplorasi bagaimana pikiran manusia bekerja, dengan fokus pada proses kognitif seperti persepsi, bahasa, dan kesadaran.

2. Artikel Terkait

Artikel: "5 Cognitive Approaches to Intelligence" oleh Engle & Ellingson

Membahas lima pendekatan kognitif dalam memahami kecerdasan, termasuk pemrosesan informasi dan memori kerja.

Artikel: "Cognitive Models in Intelligence Research: Advantages and Applications"

Menjelaskan bagaimana model kognitif digunakan dalam penelitian kecerdasan untuk memahami proses mental seperti kecepatan pemrosesan dan perhatian selektif.

Artikel: "Process-Oriented Intelligence Research: A Review from the Cognitive Perspective"

Mengulas pendekatan penelitian kecerdasan yang berfokus pada proses kognitif, termasuk integrasi antara psikometri dan psikologi kognitif.

Ilustrasi dari kecerdasan *multiple* manusia sebagai berikut:



5.2. Peta Otak Mahasiswa di Tengah Perubahan Jaman

Bayangkan jika kita bisa memetakan isi kepala seorang mahasiswa—bukan hanya daftar mata kuliah, tapi juga ruang-ruang penuh tekanan, harapan, distraksi digital, ambisi yang menggebu, dan ketidakpastian akan masa depan. Otak mahasiswa masa kini bukan sekadar organ biologis; ia adalah pusat navigasi di tengah gelombang tantangan akademik, sosial, dan emosional. Dalam ruang-ruang sarafnya, tersimpan perjuangan mencari makna, kebutuhan akan koneksi, dan dorongan untuk tetap waras di tengah tuntutan yang terus berubah.

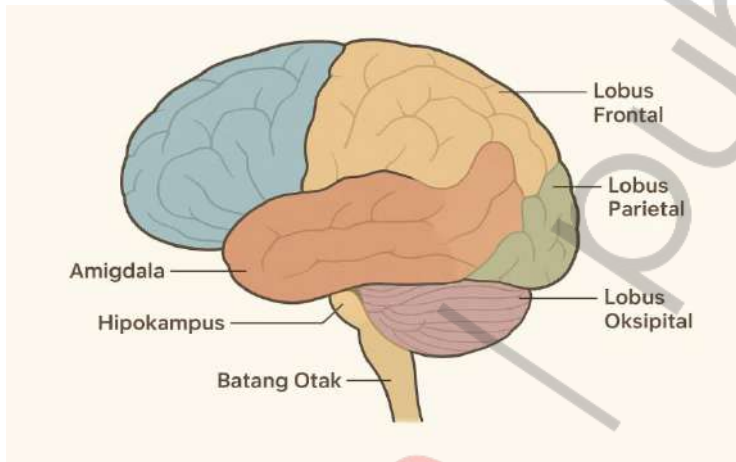
Secara neurologis, otak mahasiswa berada dalam masa perkembangan yang krusial. Korteks prefrontal—bagian otak yang berperan dalam pengambilan keputusan, perencanaan, dan kontrol emosi—masih terus dimatangkan hingga usia pertengahan dua puluhan. Di sisi lain, sistem limbik, yang mengatur dorongan emosional seperti stres, kegembiraan, dan ketakutan, sudah sangat aktif. Kombinasi ini menciptakan medan unik di mana logika dan emosi sering kali saling berbenturan. Inilah sebabnya mengapa mahasiswa bisa terlihat sangat rasional saat ujian, namun juga sangat impulsif saat menghadapi tekanan sosial atau emosional.

Dengan memahami peta otak ini, kita bisa melihat bahwa tantangan yang dihadapi mahasiswa bukan sekadar masalah disiplin atau manajemen waktu, tapi soal bagaimana otak mereka sedang dibentuk oleh pengalaman hidup yang kompleks dan serba cepat. Menyadari cara kerja otak bukan hanya membantu kita belajar lebih efektif, tapi juga memberi ruang untuk berempati terhadap diri sendiri. Karena di balik tiap kesulitan fokus, kecemasan sosial, atau kelelahan mental, ada sistem saraf yang sedang tumbuh, belajar, dan menyesuaikan diri. Dan itu adalah sesuatu yang layak untuk dipahami, dihargai, dan dirawat.

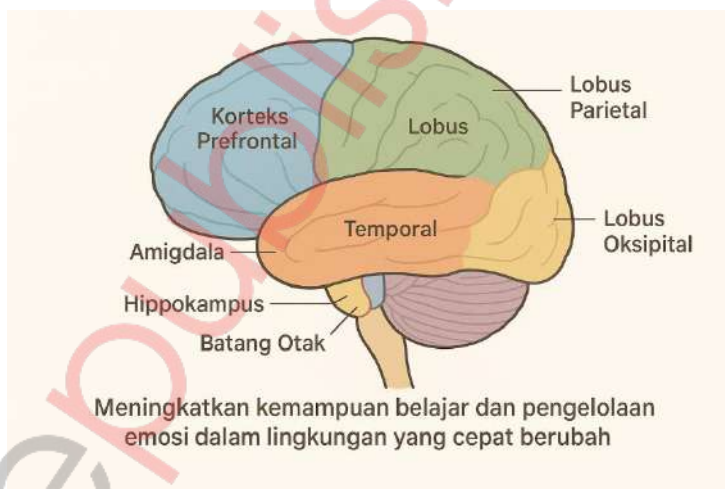
Di era digital yang serba cepat ini, otak manusia dihadapkan pada tantangan yang belum pernah ada sebelumnya. Arus informasi yang deras, teknologi yang terus berkembang, dan tekanan sosial yang meningkat secara signifikan memengaruhi cara otak memproses, beradaptasi, dan merespons lingkungan. Meskipun struktur dasar otak manusia tidak banyak berubah dalam ribuan tahun terakhir, namun kemampuannya untuk menyesuaikan diri—melalui proses neuroplastisitas—memungkinkan otak beradaptasi dengan kebutuhan zaman modern (Doidge, 2007; Zatorre, Fields, & Johansen-Berg, 2012). Hal ini menimbulkan pertanyaan penting: sejauh

mana otak kita mampu mengikuti laju perubahan yang sangat cepat ini, dan apakah proses adaptasi ini selalu membawa dampak positif? Penelitian terkini menunjukkan bahwa meskipun neuroplastisitas memberikan fleksibilitas, paparan terus-menerus terhadap rangsangan digital juga dapat mengubah jalur saraf dengan cara yang kompleks, bahkan kadang-kadang kontraproduktif (Montag & Diefenbach, 2018; Saxena & Singh, 2024).

Berikut adalah bagian otak yang berperan penting pada perubahan lingkungan



Berikut bagian-bagian otak yang berpengaruh pada perilaku



Referensi:

- Doidge, N. (2007). *The brain that changes itself: Stories of personal triumph from the frontiers of brain science*. Viking Penguin.
- Zatorre, R. J., Fields, R. D., & Johansen-Berg, H. (2012). Plasticity in gray and white: Neuroimaging changes in brain structure during learning. *Nature Neuroscience*, 15(4), 528–536. <https://doi.org/10.1038/nn.3045>
- Montag, C., & Diefenbach, S. (2018). Towards Homo Digitalis: Important research issues for psychology and the neurosciences at the dawn of the Internet of Things and the digital society. *Sustainability*, 10(2), 415. <https://doi.org/10.3390/su10020415>
- Saxena, A., & Singh, R. (2024). The impact of neuroplasticity on learning and memory: Insights from recent research. *Shodh Sagar Journal of Innovation*, 1(1), 20–28. <https://joi.shodhsagar.org/index.php/SSJOI/article/view/20>

Seiring dengan meningkatnya ketergantungan pada teknologi digital, mahasiswa kini menghabiskan lebih banyak waktu di depan layar dibandingkan generasi sebelumnya. Hal ini berdampak langsung pada perhatian, regulasi emosi, hingga kapasitas memori kerja. Studi neuropsikologis menunjukkan bahwa multitasking digital dapat menyebabkan penurunan efisiensi kognitif karena otak dipaksa untuk berganti fokus secara terus-menerus, sebuah kondisi yang dikenal sebagai *cognitive switching cost* (Ophir, Nass, & Wagner, 2009). Dalam konteks mahasiswa, gangguan ini dapat mengganggu proses belajar dan meningkatkan stres akademik, apalagi ketika media sosial menjadi saluran utama interaksi dan validasi diri. Di saat yang sama, penelitian terbaru mencatat bahwa paparan jangka panjang terhadap notifikasi digital dapat mengubah struktur sistem limbik yang berperan dalam pengolahan emosi, terutama dalam hal kecemasan dan impulsivitas (Hein *et al.*, 2020; Ameen *et al.*, 2023).

5.3. Otak Kuno vs Otak Digital: Evolusi dalam Respons terhadap Lingkungan

Sejak zaman purba, otak manusia telah berkembang sebagai respons terhadap lingkungan tempat kita hidup. Pada masa lampau, otak “kuno” dibentuk untuk bertahan hidup dalam dunia yang penuh ancaman fisik. Sistem limbik, terutama **amigdala**, berperan besar dalam merespons bahaya secara cepat melalui mekanisme “lawan atau lari”. Ritme kehidupan yang lambat dan lebih alami mendukung kestabilan dalam pengolahan emosi dan perhatian.

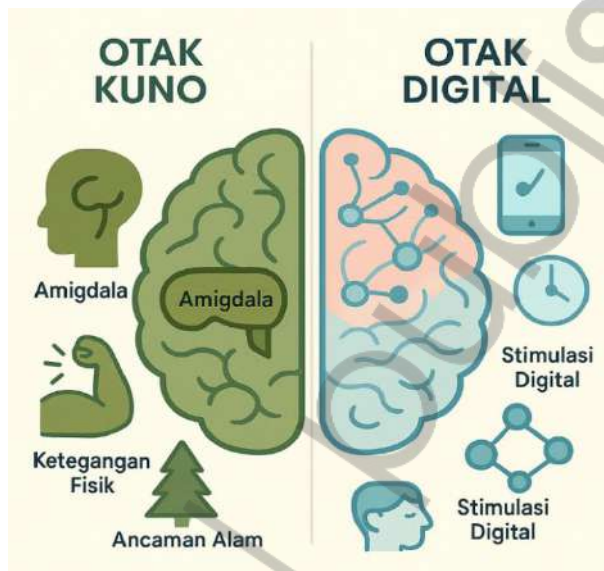
Manusia purba mengandalkan otaknya untuk bertahan hidup dalam lingkungan yang penuh ancaman fisik. Otak kuno dirancang untuk merespons cepat terhadap bahaya, dengan dominasi kerja sistem limbik—terutama amigdala—yang bertugas mendeteksi ancaman dan mengaktifkan respons “lawan atau lari”. Lingkungan yang lebih stabil dan ritmis membuat sistem perhatian dan regulasi emosi berkembang dengan pola yang relatif konsisten.

Sebaliknya, otak digital masa kini terus dibombardir oleh rangsangan dari media sosial, notifikasi, multitasking, dan informasi cepat yang tidak pernah berhenti. Korteks prefrontal kini memikul beban besar dalam mengatur atensi, membuat keputusan, serta menyeimbangkan dorongan instan dengan kontrol diri. Perubahan ini mendorong peningkatan neuroplastisitas, namun juga menghadirkan risiko kelelahan kognitif, gangguan fokus, dan peningkatan stres akibat overstimulasi.

Kini, di era digital, otak manusia menghadapi tantangan baru yang sangat berbeda. Rangsangan datang bukan lagi dari harimau di semak-semak, melainkan dari **notifikasi smartphone, media sosial, dan arus informasi tanpa henti**. **Korteks prefrontal**, pusat kendali perhatian dan pengambilan keputusan, bekerja lebih keras dari sebelumnya. Otak digital dituntut untuk multitasking, menyaring informasi, dan mengatur impuls secara terus-menerus.

Ilustrasi ini memperlihatkan pergeseran besar dalam jalur dominan otak: dari fokus pada keselamatan fisik menjadi pengolahan cepat terhadap rangsangan digital yang kompleks. Adaptasi ini merupakan bagian dari proses **neuroplastisitas**—kemampuan otak untuk terus berubah berdasarkan pengalaman dan kebiasaan. Namun, perubahan ini juga

membawa konsekuensi: meningkatnya stres, penurunan fokus, dan kelelahan mental jika tidak diimbangi dengan manajemen yang sehat. Berikut Diagram perbandingan otak kuno vs dunia modern:



Berikut adalah Visual otak di tengah dunia digital



Referensi:

- Ophir, E., Nass, C., & Wagner, A. D. (2009). Cognitive control in media multitaskers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(37), 15583–15587. <https://doi.org/10.1073/pnas.0903620106>
- Hein, G., Schwenkmezger, P., Reuter, M., & Montag, C. (2020). Digital media usage and alterations in brain function: A review on neuroimaging findings. *Current Behavioral Neuroscience Reports*, 7(2), 23–33. <https://doi.org/10.1007/s40473-020-00201-5>
- Ameen, S., Marquez, R., Dhir, A., & Turel, O. (2023). Effects of digital media overuse on brain connectivity and behavior: A longitudinal fMRI study among university students. *Journal of Behavioral Addictions*, 12(1), 19–30. <https://doi.org/10.1556/2006.2023.00005>

Namun, perubahan zaman tidak hanya membawa tantangan—ia juga membuka peluang luar biasa bagi otak untuk berkembang. Konsep neuroplastisitas menunjukkan bahwa otak kita bukanlah organ yang statis, melainkan dinamis dan selalu membentuk ulang dirinya berdasarkan pengalaman dan pembelajaran baru. Teknologi digital, jika dimanfaatkan dengan bijak, justru dapat memperkaya kapasitas otak untuk belajar secara mandiri, berkolaborasi lintas budaya, dan membangun kecerdasan emosi melalui media interaktif (Green & Bavelier, 2012). Misalnya, aplikasi meditasi digital atau platform pembelajaran daring adaptif telah terbukti meningkatkan konektivitas antar area otak yang terkait dengan perhatian dan regulasi emosi (Tang, Holzel, & Posner, 2015; de Jong *et al.*, 2021). Dengan kata lain, di tengah gempuran zaman yang serba cepat, otak manusia tidak sekadar bertahan, namun otak juga bertransformasi.

Referensi:

- Green, C. S., & Bavelier, D. (2012). Learning, attentional control, and action video games. *Current Biology*, 22(6), R197–R206. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.02.012>
- Tang, Y. Y., Holzel, B. K., & Posner, M. I. (2015). The neuroscience of mindfulness meditation. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(4), 213–225. <https://doi.org/10.1038/nrn3916>

- de Jong, J. J., Scholte, H. S., & van den Heuvel, M. P. (2021). Brain network connectivity and digital interventions: A framework for future cognitive training. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15, 624647. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.624647>

Di tengah arus perubahan yang begitu cepat, mahasiswa sebagai generasi pembelajar dituntut untuk tidak hanya bertahan, tetapi juga beradaptasi secara aktif. Pemahaman tentang bagaimana otak merespons tekanan zaman digital menjadi fondasi penting agar mereka mampu mengambil peran dalam membentuk masa depan yang lebih sehat secara mental dan emosional. Kesadaran akan neuroplastisitas membuka pintu bagi strategi-strategi pengelolaan diri yang lebih efektif—bukan untuk melawan perubahan, tetapi untuk tumbuh bersamanya. Maka, memahami otak dalam konteks dunia yang terus bergerak bukan lagi pilihan, melainkan kebutuhan mendasar bagi siapapun yang ingin belajar dan bertumbuh secara utuh di era ini (Davidson & McEwen, 2012).

Referensi tambahan:

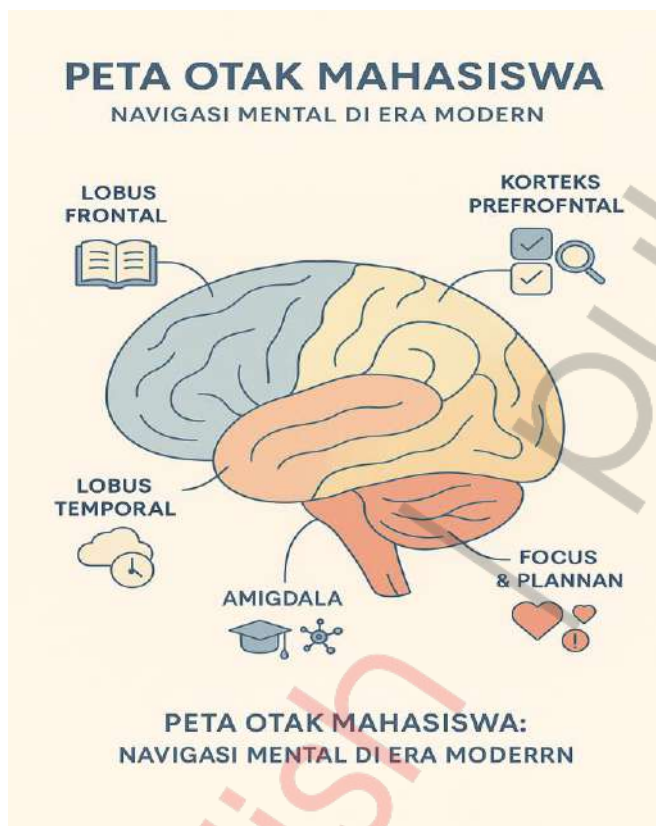
Davidson, R. J., & McEwen, B. S. (2012). Social influences on neuroplasticity: Stress and interventions to promote well-being. *Nature Neuroscience*, 15(5), 689–695. <https://doi.org/10.1038/nn.3093>

5.4. Peta Otak Mahasiswa: Navigasi Mental di Era Modern

Dalam dunia akademik yang semakin kompleks, memahami cara kerja otak mahasiswa bukan sekadar perkara biologis, melainkan juga strategi untuk merancang pendidikan yang lebih manusiawi dan adaptif. Otak mahasiswa adalah arena dinamis yang terus-menerus dibentuk oleh aktivitas belajar, tekanan sosial, emosi pribadi, dan interaksi digital. Berdasarkan pemetaan fungsional menggunakan *neuroimaging*, diketahui bahwa area *prefrontal cortex* (PFC)—yang berperan penting dalam perencanaan, pengambilan keputusan, dan kontrol emosi—masih dalam tahap perkembangan selama masa kuliah (Casey, Jones, & Hare, 2008). Ini menjelaskan mengapa mahasiswa kerap berada dalam tarik-menarik antara dorongan impulsif dan regulasi diri. Di sisi lain, sistem limbik yang mengatur emosi seperti amigdala dan hipokampus menunjukkan sensitivitas tinggi terhadap stres,

menjadikan masa perkuliahan sebagai periode rawan namun juga penuh potensi pertumbuhan kognitif dan emosional (Lupien *et al.*, 2009).

Berikut ilustrasi peta otak mahasiswa:



Referensi:

- Casey, B. J., Jones, R. M., & Hare, T. A. (2008). The adolescent brain. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124, 111–126. <https://doi.org/10.1196/annals.1440.010>
- Lupien, S. J., McEwen, B. S., Gunnar, M. R., & Heim, C. (2009). Effects of stress throughout the lifespan on the brain, behaviour and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(6), 434–445. <https://doi.org/10.1038/nrn2639>

Aktivitas belajar yang intens, multitasking, serta tuntutan untuk cepat menyerap informasi menyebabkan aktivasi konstan pada korteks prefrontal dan sistem atensi di otak mahasiswa. Namun, kondisi ini juga memperbesar risiko kelelahan mental (*mental fatigue*) dan penurunan konsentrasi, terutama jika tidak diimbangi dengan strategi pemulihan yang memadai (Kronenberg *et al.*, 2022). Studi fMRI menunjukkan bahwa ketika mahasiswa terus-menerus berada dalam kondisi tekanan kognitif tinggi tanpa jeda, terjadi penurunan konektivitas antar wilayah otak yang berperan dalam pengambilan keputusan dan regulasi emosi (Raichle, 2015). Artinya, bukan hanya kapasitas belajar yang terpengaruh, tetapi juga kemampuan mereka untuk mengenali dan mengelola perasaan. Oleh karena itu, mengenali "peta otak mahasiswa" menjadi penting untuk memahami area mana saja yang paling aktif, rentan, dan bisa dikembangkan dengan intervensi yang tepat.

Referensi:

- Kronenberg, M., Timmer, K., & Herpertz-Dahlmann, B. (2022). Mental fatigue and attentional control in university students: A neurocognitive approach. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 22(4), 917–930. <https://doi.org/10.3758/s13415-022-01017-9>
- Raichle, M. E. (2015). The brain's default mode network. *Annual Review of Neuroscience*, 38, 433–447. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-071013-014030>

Menariknya, setiap individu membawa “peta otak” yang unik, dipengaruhi oleh pengalaman hidup, gaya belajar, kebiasaan digital, hingga latar belakang sosial-budaya. Misalnya, mahasiswa yang terbiasa dengan pembelajaran visual akan menunjukkan aktivasi lebih besar di area occipital dan parietal saat menyerap informasi, sementara pembelajar verbal cenderung memanfaatkan area temporal kiri secara dominan (Mayer, 2020). Hal ini menjadi bukti bahwa tidak ada satu pendekatan belajar yang cocok untuk semua, dan bahwa pendidikan tinggi seharusnya mempertimbangkan fleksibilitas neurologis ini. Dengan memahami bagaimana area otak tertentu merespons jenis-jenis stimulasi, kita dapat mendesain kurikulum dan metode belajar yang lebih adaptif terhadap kebutuhan neurokognitif

mahasiswa, bukan sebaliknya memaksa otak beradaptasi terhadap sistem yang kaku.

Referensi:

- Mayer, R. E. (2020). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781139589836>

Memetakan otak mahasiswa bukanlah usaha untuk menyederhanakan kompleksitas kognitif dan emosional mereka, melainkan upaya untuk melihat lebih dekat bagaimana sistem saraf berinteraksi dengan dunia yang serba cepat ini. Di balik ujian, tugas, dan percakapan daring yang tampak biasa, terdapat aktivitas neurologis yang dinamis—berubah seiring waktu, pengalaman, dan konteks. Oleh karena itu, memahami peta otak mahasiswa adalah langkah awal untuk membangun pendekatan pendidikan yang tidak hanya berbasis pada kognisi, tetapi juga pada emosi, empati, dan neuroplastisitas. Ketika kita mengenali cara kerja otak mereka, kita tidak hanya membantu mereka belajar lebih baik, tetapi juga hidup lebih sadar, tangguh, dan manusiawi.

5.5. Koneksi Sosial dan Otak Sosial

Manusia adalah makhluk sosial, dan otak kita telah berevolusi untuk mencerminkan kenyataan ini. Di balik interaksi sehari-hari—obrolan dengan teman, kerja kelompok, atau sekadar tatapan mata—terdapat aktivitas kompleks di berbagai wilayah otak seperti korteks prefrontal medial, *temporoparietal junction*, dan amigdala, yang semuanya membentuk *social brain network*. Studi menunjukkan bahwa keterlibatan dalam hubungan sosial yang sehat dapat meningkatkan fungsi kognitif, memperkuat sistem imun, bahkan memperlambat proses penuaan otak (Umberson & Karas Montez, 2010; Holt-Lunstad, 2021). Dalam konteks mahasiswa, koneksi sosial yang positif tidak hanya membantu dalam adaptasi emosional, tetapi juga berperan penting dalam membentuk identitas, empati, dan ketahanan mental di tengah tekanan akademik.

Referensi:

- Umberson, D., & Karas Montez, J. (2010). Social Relationships and Health: A Flashpoint for Health Policy. *Journal of Health and Social Behavior*, 51(1_suppl), S54–S66. <https://doi.org/10.1177/0022146510383501>
- Holt-Lunstad, J. (2021). Social connection as a public health issue: The evidence and a systemic framework for prioritizing the “social” in social determinants of health. *American Journal of Health Promotion*, 35(1), 139–147. <https://doi.org/10.1177/0890117121992296>

Aktivitas sosial bukan hanya memperkaya pengalaman emosional, tetapi juga menstimulasi area-area otak yang penting untuk pemrosesan sosial dan kognitif. Ketika seseorang terlibat dalam percakapan yang bermakna atau mendengarkan cerita orang lain, sistem saraf cermin (*mirror neuron system*) di otak ikut aktif, memungkinkan kita untuk merasakan empati dan memahami perspektif orang lain. Proses ini disebut *mentalizing*, yakni kemampuan untuk “membaca” pikiran atau niat orang lain, yang menjadi inti dari kecerdasan sosial (Frith & Frith, 2006). Dalam dunia perkuliahan, keterampilan ini menjadi penting untuk membangun kerja sama tim, memahami dinamika kelompok, dan menciptakan lingkungan belajar yang suportif.

Referensi:

- Frith, C. D., & Frith, U. (2006). The neural basis of mentalizing. *Neuron*, 50(4), 531–534. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2006.05.001>

Menariknya, kualitas koneksi sosial lebih berpengaruh daripada kuantitasnya. Sebuah studi neuroimaging oleh Inagaki dan Eisenberger (2016) menemukan bahwa pengalaman hubungan sosial yang hangat dan bermakna mampu mengaktifkan area otak seperti ventral striatum dan *ventromedial prefrontal cortex*—wilayah yang juga terlibat dalam pemrosesan penghargaan dan kesejahteraan psikologis. Ini menunjukkan bahwa hubungan sosial yang sehat bukan hanya memengaruhi emosi, tetapi juga memperkuat motivasi dan persepsi positif terhadap hidup. Bagi

mahasiswa, ini menjadi fondasi penting dalam menghadapi tekanan akademik dan krisis identitas yang kerap muncul selama masa transisi dewasa awal.

Referensi:

- Inagaki, T. K., & Eisenberger, N. I. (2016). Giving support to others reduces sympathetic nervous system-related responses to stress. *Psychophysiology*, 53(4), 427–435.
<https://doi.org/10.1111/psyp.12578>

Di tengah era digital dan individualisme yang kian menguat, memahami pentingnya otak sosial menjadi semakin relevan. Ketika mahasiswa menyadari bahwa hubungan yang tulus tidak hanya memengaruhi perasaan, tetapi juga struktur dan fungsi otaknya, maka koneksi sosial tidak lagi dianggap sebagai gangguan dari produktivitas, melainkan sebagai bagian integral dari kesehatan mental dan perkembangan otak. Mengembangkan relasi yang bermakna, memperkuat empati, dan membuka ruang untuk komunikasi yang autentik adalah strategi neuropsikologis untuk menjaga keseimbangan emosional dan kognitif dalam perjalanan akademik yang penuh tantangan.

5.6. Mengubah Otak, Mengubah Masa Depan

Salah satu pesan paling revolusioner dari ilmu neuroplastisitas adalah bahwa otak manusia tidak statis, melainkan dapat terus dibentuk oleh pengalaman, kebiasaan, dan pilihan sehari-hari. Ini berarti bahwa masa depan kognitif dan emosional seseorang bukan semata hasil dari genetik atau takdir, tetapi juga hasil dari bagaimana ia memilih untuk berpikir, merasa, dan bertindak. Dalam konteks mahasiswa, ini memberikan harapan besar: tantangan akademik, stres sosial, atau kebiasaan lama yang kurang sehat bukanlah akhir, melainkan peluang untuk transformasi. Setiap latihan perhatian, pola pikir positif, hingga interaksi sosial yang berkualitas, secara perlahan mengukir ulang jalur-jalur saraf di otak (Davidson & McEwen, 2012).

Referensi:

- Davidson, R. J., & McEwen, B. S. (2012). Social influences on neuroplasticity: Stress and interventions to promote well-being. *Nature Neuroscience*, 15(5), 689–695. <https://doi.org/10.1038/nn.3093>

Neuroplastisitas memungkinkan mahasiswa untuk membangun “versi otak” yang lebih selaras dengan tujuan hidup mereka. Proses ini dapat terjadi melalui pembiasaan perilaku reflektif, latihan fokus seperti meditasi, atau bahkan penyesuaian pola belajar yang lebih adaptif. Penelitian oleh Tang, Hölzel, dan Posner (2015) menunjukkan bahwa praktik meditasi jangka pendek dapat meningkatkan konektivitas antara area *prefrontal cortex* dan *anterior cingulate cortex*—dua wilayah otak yang berperan penting dalam pengambilan keputusan dan pengendalian emosi. Artinya, dengan latihan mental yang konsisten, mahasiswa mampu menciptakan dasar neurologis bagi perubahan perilaku yang lebih sehat dan produktif.

Referensi:

- Tang, Y. Y., Hölzel, B. K., & Posner, M. I. (2015). The neuroscience of mindfulness meditation. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(4), 213–225. <https://doi.org/10.1038/nrn3916>

Tidak hanya dalam ranah kognitif, perubahan otak juga berdampak pada aspek sosial dan emosional mahasiswa. Otak yang dilatih untuk lebih sadar, tenang, dan reflektif cenderung merespons tekanan sosial dengan lebih bijak, serta membentuk hubungan yang lebih sehat. Dalam era digital saat ini, kemampuan untuk *pause*, menyaring informasi, dan memilih respons yang sesuai menjadi keterampilan otak yang sangat berharga. Neuroplasticity menunjukkan bahwa kita tidak hanya dapat menjadi “penumpang” dalam arus perubahan, tetapi juga “pengemudi” yang mampu membentuk ulang arah hidup dengan mengubah struktur internal otak kita sendiri (Doidge, 2007).

Referensi:

- Doidge, N. (2007). *The brain that changes itself: Stories of personal triumph from the frontiers of brain science*. Viking.

Dengan memahami bahwa otak bersifat plastis dan terus berkembang, mahasiswa tidak lagi terjebak dalam pola pikir bahwa kepribadian, kemampuan belajar, atau kondisi emosional bersifat tetap. Setiap kebiasaan baru, setiap pengalaman bermakna, dan setiap pilihan sadar memiliki kekuatan untuk membentuk ulang otak—dan dengan itu, masa depan. Ini membuka ruang optimisme: bahwa transformasi pribadi dan kesuksesan akademik bukanlah hasil dari bakat bawaan semata, tetapi dari kemauan untuk tumbuh, belajar, dan beradaptasi secara neurologis di tengah dunia yang terus berubah.

EVALUASI – BAB 5: OTAK ZAMAN AI

1. Teori *Multiple Intelligences* dikembangkan oleh siapa?

- A. Daniel Goleman
- B. Jean Piaget
- C. Howard Gardner
- D. Erik Erikson

Jawaban: C

2. Kecerdasan spasial-visual ditunjukkan oleh kemampuan dalam:

- A. Bermusik dan mengenal nada
- B. Berbicara di depan umum
- C. Memanipulasi bentuk visual dan spasial
- D. Menjalin hubungan sosial

Jawaban: C

3. Contoh profesi yang mewakili kecerdasan musikal:

- A. Arsitek
- B. Komposer
- C. Psikolog
- D. Atlet

Jawaban: B

4. **Kecerdasan interpersonal adalah kemampuan untuk:**

- A. Memahami dan berinteraksi dengan orang lain
- B. Mengatur sistem logika internal
- C. Menyusun strategi militer
- D. Menyimpan memori jangka panjang

Jawaban: A

5. **Kecerdasan eksistensial berkaitan dengan:**

- A. Kekuatan fisik
- B. Kemampuan musikal
- C. Pertanyaan mendalam tentang hidup dan makna
- D. Perhitungan logis

Jawaban: C

6. **Otak mahasiswa sedang berkembang karena:**

- A. Semua neuron sudah terbentuk
- B. *Prefrontal cortex* belum matang sepenuhnya
- C. Sistem limbik sudah tidak aktif
- D. Tidak ada perubahan struktur otak

Jawaban: B

7. **Kombinasi antara sistem limbik yang aktif dan *prefrontal cortex* yang belum matang menyebabkan:**

- A. Kemampuan berpikir abstrak tinggi
- B. Kecenderungan menjadi lebih rasional
- C. Otak sulit membentuk emosi
- D. Konflik antara logika dan emosi

Jawaban: D

8. **Neuroplastisitas memungkinkan otak untuk:**

- A. Menjadi lebih besar secara fisik
- B. Menghentikan semua respons stres
- C. Beradaptasi dengan pengalaman dan pembelajaran
- D. Tidak terpengaruh oleh lingkungan

Jawaban: C

9. **Paparan digital berlebih dapat mengubah:**

- A. Bentuk tengkorak
- B. Jalur saraf dan struktur otak
- C. Warna kulit
- D. Jumlah sel darah putih

Jawaban: B

10. ***Cognitive switching cost* merujuk pada:**

- A. Peningkatan kecerdasan karena multitasking
- B. Waktu tidur tambahan saat belajar
- C. Konsentrasi yang lebih kuat
- D. Penurunan efisiensi karena sering berganti fokus

Jawaban: D

11. **Bagian otak yang memproses stres dan emosi adalah:**

- A. Hipokampus
- B. Amigdala
- C. Serebelum
- D. Mula spinalis

Jawaban: B

12. **Notifikasi digital berdampak pada sistem limbik dalam bentuk:**

- A. Mengurangi impulsivitas
- B. Meningkatkan kontrol diri
- C. Peningkatan kecemasan dan impulsivitas
- D. Penguatan kontrol eksekutif

Jawaban: C

13. **Otak kuno dibentuk untuk:**

- A. Menyesuaikan diri dengan teknologi
- B. Bertahan dari ancaman fisik
- C. Menghafal algoritma
- D. Mempelajari kecerdasan buatan

Jawaban: B

14. Fungsi utama amigdala dalam konteks evolusi:

- A. Menyimpan bahasa
- B. Membentuk memori jangka panjang
- C. Deteksi dan respons terhadap bahaya
- D. Mengatur keseimbangan tubuh

Jawaban: C

15. Otak digital masa kini menghadapi tantangan berupa:

- A. Ketidakmampuan motorik
- B. Rangsangan cepat dan multitasking
- C. Hilangnya aktivitas sistem limbik
- D. Meningkatkan kapasitas volume otak

Jawaban: B

16. Perubahan dalam korteks prefrontal terjadi karena:

- A. Tuntutan kontrol diri dan pengambilan keputusan digital
- B. Kurangnya suplai oksigen
- C. Kurang tidur
- D. Efek olahraga berat

Jawaban: A

17. Salah satu risiko dari overstimulasi digital adalah:

- A. Peningkatan efisiensi belajar
- B. Keseimbangan emosi meningkat
- C. Kelelahan kognitif
- D. Menurunnya neuroplastisitas

Jawaban: C

18. Manfaat teknologi digital yang dimanfaatkan dengan bijak adalah:

- A. Memblokir sinyal otak
- B. Menghapus memori lama
- C. Meningkatkan perhatian dan emosi melalui aplikasi adaptif
- D. Menurunkan kapasitas otak

Jawaban: C

19. *Mentalizing* adalah proses yang melibatkan:

- A. Fokus terhadap objek visual
- B. Membaca pikiran dan niat orang lain
- C. Menghafal teks panjang
- D. Melakukan perhitungan cepat

Jawaban: B

20. Konsep neuroplastisitas menegaskan bahwa otak dapat:

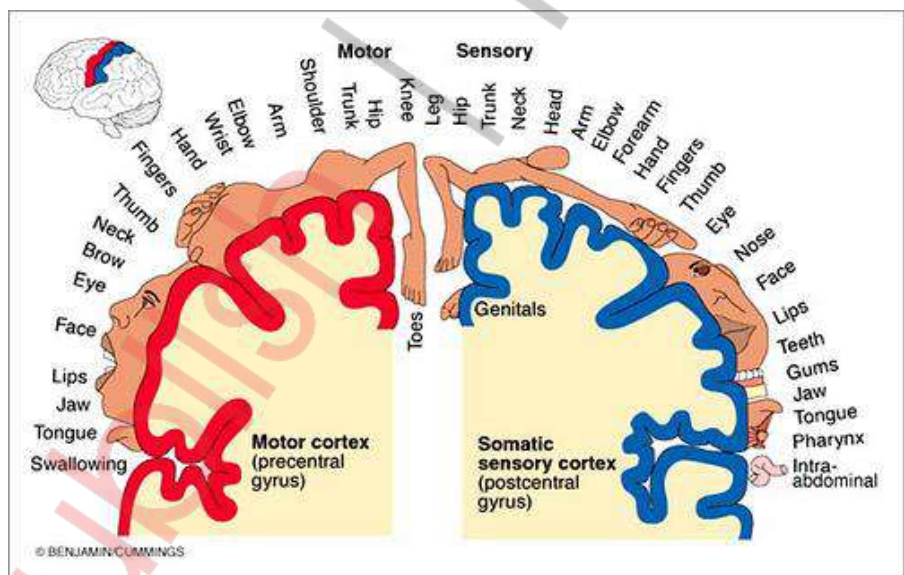
- A. Tetap stabil tanpa perubahan
- B. Hanya berubah dalam usia anak-anak
- C. Berubah secara struktural karena pilihan dan kebiasaan
- D. Tidak terpengaruh oleh lingkungan luar

Jawaban: C

BAB 6

SENSORI MOTORIK

Pembahasan tentang sensori motorik penulis awali dengan memperlihatkan peta somatotopik dan homunkulus sensori dan motorik (Wilder Penfield, 1940). Somatotopik adalah suatu pemetaan titik-ke-titik dari area tubuh ke titik tertentu dalam sistem saraf pusat, terutama pada korteks somatosensori primer (*girus postcentral*). Organisasi ini menunjukkan bahwa bagian-bagian tubuh tertentu memiliki representasi yang spesifik dan terstruktur di otak.



Peta ini penting untuk memahami sensasi rasa dan nyeri yang terjadi pada tubuh manusia.

6.1. Pengertian Sistem Sensorimotorik

Sistem sensorimotorik merupakan jaringan kompleks yang mengintegrasikan informasi sensorik (indra) dan respons motorik (gerakan). Sistem ini memungkinkan individu untuk merasakan lingkungan sekitar dan meresponsnya melalui gerakan yang terkoordinasi. Interaksi ini mencakup proses dari deteksi rangsangan hingga pelaksanaan gerakan, serta adaptasi melalui pembelajaran dan pengalaman.

6.2. Komponen Utama Sistem Sensorimotorik

1. Sistem Sensorik

Sistem ini bertanggung jawab untuk mendeteksi dan mentransmisikan informasi dari lingkungan eksternal dan internal ke sistem saraf pusat. Komponen utamanya meliputi:

- **Reseptor Sensorik:** Struktur khusus yang mendeteksi rangsangan seperti cahaya, suara, tekanan, suhu, dan bahan kimia.
- **Neuron Aferen (Sensorik):** Saraf yang membawa informasi dari reseptor ke otak dan sumsum tulang belakang.
- **Jalur Sensorik:** Rute yang dilalui impuls sensorik menuju area sensorik di korteks serebral untuk diproses.

2. Sistem Motorik

Sistem ini mengontrol gerakan tubuh melalui:

- **Neuron Eferen (Motorik):** Saraf yang membawa perintah dari otak ke otot.
- **Otot Skeletal:** Efektor yang melaksanakan perintah motorik.
- **Jalur Motorik:** Rute yang dilalui impuls motorik dari korteks motorik ke otot.

6.3. Integrasi Sensorimotorik

Integrasi sensorimotorik adalah proses di mana informasi sensorik digunakan untuk menghasilkan dan menyesuaikan gerakan. Proses ini melibatkan:

- **Perencanaan Gerakan:** Korteks premotor dan area asosiasi memproses informasi sensorik untuk merencanakan gerakan yang sesuai.

- **Eksekusi Gerakan:** Korteks motorik utama mengirimkan sinyal ke otot untuk melaksanakan gerakan.
- **Umpan Balik Sensorik:** Informasi dari proprioseptor dan reseptor lainnya digunakan untuk menyesuaikan gerakan secara *real-time*.

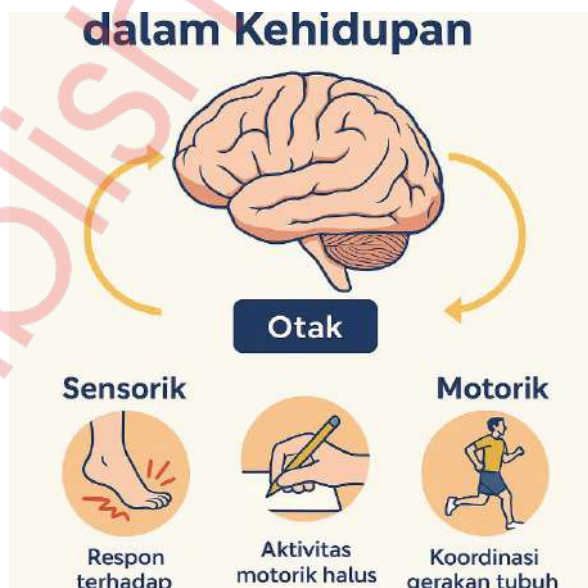
Proses ini memungkinkan adaptasi gerakan berdasarkan perubahan lingkungan dan kondisi tubuh, serta penting dalam pembelajaran motorik.

6.4. Model Internal dan Salinan Eferensi

Dalam integrasi sensorimotorik, otak menggunakan:

- **Model Internal:** Representasi internal dari sistem motorik yang digunakan untuk merencanakan dan memprediksi hasil gerakan.
- **Salinan Eferensi:** Salinan dari perintah motorik yang digunakan untuk memprediksi konsekuensi sensorik dari gerakan, memungkinkan otak membedakan antara rangsangan yang dihasilkan sendiri dan dari luar.

Model ini penting untuk koordinasi gerakan yang tepat dan adaptasi terhadap perubahan lingkungan. Berikut skema visual diagram interaktif tentang sistem sensorimotorik dan contohnya dalam kehidupan sehari-hari:



Referensi

- StatPearls. (2021). *Physiology, Sensory System*. NCBI Bookshelf.
- ScienceDirect Topics. *Sensorimotor System*.
- University of Maryland. *Sensory & Motor Systems*.
- Wikipedia. *Sensory-motor coupling*

6.5. Nyeri

1. Pengertian Nyeri

Nyeri adalah pengalaman sensorik dan emosional yang tidak menyenangkan yang berkaitan dengan kerusakan jaringan aktual atau potensial. Menurut *International Association for the Study of Pain (IASP)*, definisi nyeri mencakup aspek fisiologis dan psikologis, menjadikan nyeri sebagai pengalaman subjektif yang kompleks.

“Pain is an unpleasant sensory and emotional experience associated with, or resembling that associated with, actual or potential tissue damage.”
(IASP, 2020)

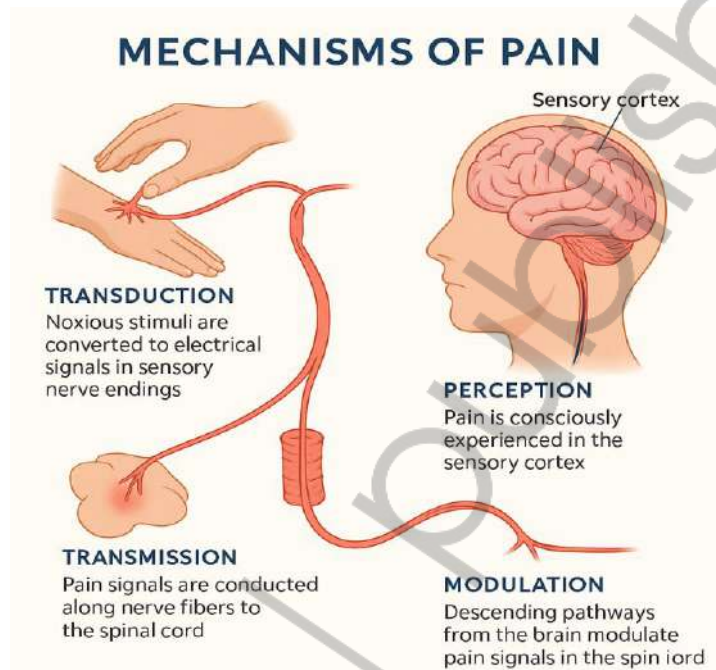
2. Mekanisme Biologis Nyeri

Sistem saraf sensorik memainkan peran utama dalam persepsi nyeri melalui jalur **nosiseptif**. Stimulus nyeri ditangkap oleh reseptor khusus yang disebut **nosiseptor**, lalu diteruskan melalui serabut saraf perifer (A-delta dan C-fibers) menuju sumsum tulang belakang dan kemudian ke otak (thalamus dan korteks somatosensorik).

Jalur Utama mekanisme biologis nyeri adalah sebagai berikut:

1. **Transduksi**: Stimulus fisik dikonversi menjadi sinyal elektrik oleh nosiseptor.
2. **Transmisi**: Sinyal dikirim ke sistem saraf pusat.
3. **Persepsi**: Otak menafsirkan sinyal sebagai nyeri.
4. **Modulasi**: Otak dapat menghambat atau memperkuat sinyal nyeri.

Berikut ilustrasi mekanisme biologis nyeri:



3. Jenis-Jenis Nyeri

1. **Nyeri Akut:** Jangka pendek, berfungsi sebagai sinyal peringatan (misalnya cedera). Cirinya: Terlokalisasi, Tajam: seperti ditusuk, disayat, di cubit, dll, Respons saraf simpatis, Penampilan gelisah, cemas, Pola serangan jelas.
2. **Nyeri Kronis:** Bertahan lebih dari 3–6 bulan, tidak selalu berkaitan dengan kerusakan jaringan (misalnya nyeri neuropatik). Cirinya: Menyebar, Tumpul: ngilu, linu, kemeng, nyeri, dsb, Respons saraf parasimpatis, Penampilannya depresi, menarik diri, Pola serangannya tidak jelas.
3. **Nyeri Neuropatik:** Disebabkan oleh kerusakan atau disfungsi sistem saraf.
4. **Nyeri Psikogenik:** Dipengaruhi oleh faktor psikologis seperti stres atau depresi.

4. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Nyeri

Beberapa hal memengaruhi nyeri antara lain:

1. Usia: anak-lansia
2. Jenis kelamin: laki-laki, perempuan
3. Kebudayaan: cara menebus dosa
4. Makna nyeri: ancaman, kehilangan, hukuman, tantangan
5. Perhatian: relaksasi, masase, *guided imagery*
6. Ansietas: cemas
7. Kelelahan: penyakit terminal
8. Pengalaman sebelumnya
9. Gaya coping: terapi musik
10. Dukungan keluarga dan social

5. Efek Nyeri pada Klien

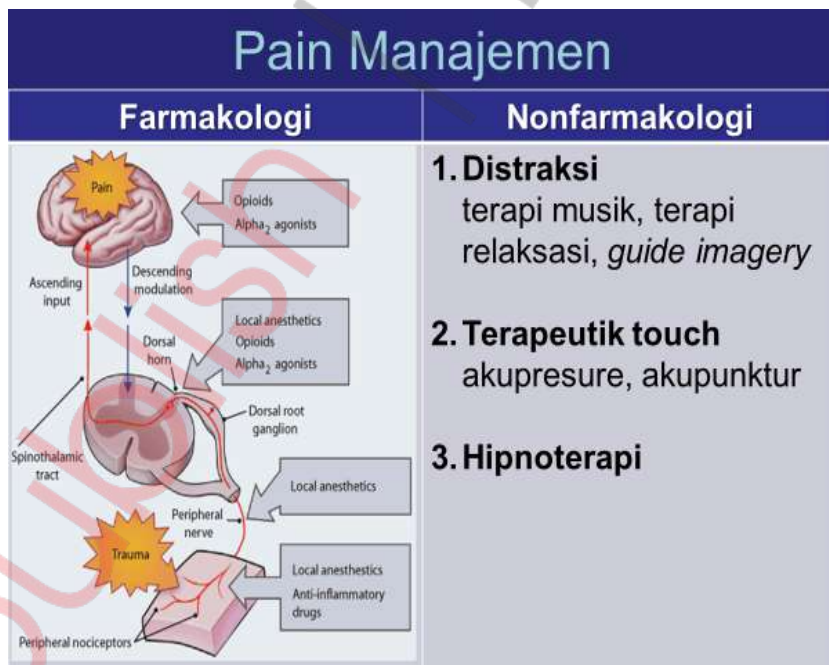
- a. Tanda & gejala fisik: TTV, diaforesis
- b. Efek perilaku:
 - a. Vokalisasi: mengaduh, menangis, sesak nafas, mendengkur
 - b. Ekspresi wajah: meringis, menggertakkan gigi, mengernyitkan dahi, menutup mata dan mulut dengan rapat, menggigit bibir
 - c. Gerakan tubuh: gelisah, imobilisasi, ketegangan otot, peningkatan gerakan jari & tangan, gerakan menggosok, melindungi bagian tubuh
 - d. Interaksi sosial: menghindari percakapan, fokus hanya pada aktivitas untuk menghilangkan nyeri, menghindari kontak sosial, penurunan rentang perhatian.
- c. Pengaruh pada aktivitas sehari-hari: aktivitas sosial, pola tidur, aktivitas seksual. Nyeri bukan hanya fenomena biologis. Faktor psikologis (misalnya kecemasan, kepercayaan terhadap nyeri, stres) dan sosial (dukungan sosial, budaya) juga memengaruhi pengalaman nyeri. Inilah yang menjadikan pendekatan biopsikososial sangat penting dalam pemahaman dan penanganan nyeri.

Melzack dan Wall (1965) memperkenalkan **Gate Control Theory**, yang menjelaskan bahwa nyeri tidak hanya ditentukan oleh sinyal sensorik, tetapi juga dimodulasi oleh faktor psikologis melalui sistem saraf pusat.

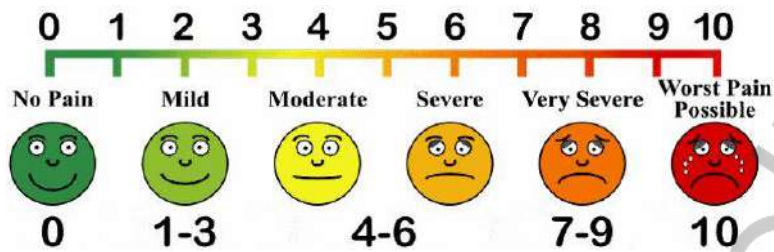
Referensi

1. Melzack, R., & Wall, P. D. (1965). *Pain mechanisms: a new theory*. Science, 150(3699), 971-979.
<https://doi.org/10.1126/science.150.3699.97>
2. Apkarian, A. V., Hashmi, J. A., & Baliki, M. N. (2011). *Pain and the brain: specificity and plasticity of the brain in clinical chronic pain*. Pain, 152(Suppl), S49–S64.
<https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.11.010>
3. IASP (2020). *IASP Terminology – Pain*.
<https://www.iasp-pain.org/resources/terminology/>
4. Purves, D., Augustine, G. J., & Fitzpatrick, D. (2018). *Neuroscience (6th ed.)*. Oxford University Press.
<https://global.oup.com/academic/product/neuroscience-9781605353807>

6. Manajemen Nyeri



Contoh pengukuran nyeri menggunakan skala:



EVALUASI – BAB 6: SENSORI MOTORIK

1. Cari skala nyeri dari perspektif ilmu psikologi
2. Buat dalam format presentasi dengan merujuk pada Rubrik Penilaian Presentasi
3. Setelah itu kirim ke Google Drive yang sudah disediakan
4. Akan didiskusikan pada sesi selanjutnya

BAB 7

SISTEM INDRA

7.1. Komponen Utama Sistem Indra

Manusia memiliki **lima indra utama**, meskipun secara ilmiah, terdapat lebih dari lima sistem sensorik (seperti propriocepsi dan vestibular). Berikut detail kelima sistem sensorik utama:

1. Penglihatan (*Visual System*)

- **Organ utama:** Mata
- **Reseptor sensorik:** Sel batang dan kerucut pada retina
- **Sistem saraf:** Saraf optik → korteks visual (lobus oksipital)
- **Fungsi:** Mendeteksi cahaya, warna, gerakan, dan bentuk

2. Pendengaran (*Auditory System*)

- **Organ utama:** Telinga
- **Reseptor sensorik:** Sel rambut pada koklea
- **Sistem saraf:** Saraf auditori → korteks auditori (lobus temporal)
- **Fungsi:** Menerima getaran suara dan mengubahnya menjadi sinyal listrik

3. Penciuman (*Olfactory System*)

- **Organ utama:** Hidung (epitel olfaktori)
- **Reseptor sensorik:** Sel reseptor olfaktori
- **Sistem saraf:** Saraf olfaktori → korteks olfaktori
- **Fungsi:** Mendeteksi dan mengenali bau

4. Pengecapan (*Gustatory System*)

- **Organ utama:** Lidah
- **Reseptor sensorik:** Sel pengecap (taste buds)
- **Sistem saraf:** Saraf kranial VII (facialis), IX (glossopharyngeus), X (vagus)
- **Fungsi:** Mendeteksi rasa (manis, asam, pahit, asin, umami)

5. Peraba (Somatosensory System)

- **Organ utama:** Kulit
- **Reseptor sensorik:** Termoreseptor, mekanoreseptor, nosiseptor
- **Sistem saraf:** Saraf perifer → medula spinalis → korteks somatosensorik (lobus parietal)
- **Fungsi:** Mendeteksi sentuhan, tekanan, suhu, nyeri, dan getaran

7.2. Sistem Sensorik Tambahan

Selain lima utama, sistem sensorik lain meliputi:

- **Proprioepsi:** Persepsi posisi tubuh (melibatkan otot, sendi)
- **Sistem vestibular:** Keseimbangan dan orientasi spasial (kanalis semisirkularis di telinga dalam)
- **Interosepsi:** Persepsi kondisi dalam tubuh (misal: rasa lapar, detak jantung)

7.3. Fungsi Biologis dan Perilaku

Sistem sensorik:

- Membantu adaptasi terhadap lingkungan
- Menjadi dasar pembentukan persepsi, emosi, dan perilaku
- Sangat terlibat dalam **pengambilan keputusan, respons cepat, dan memori sensorik**

7.4. Pemrosesan Informasi Sensorik dalam Otak

Informasi sensorik yang diterima oleh organ indra diolah melalui jalur saraf yang kompleks sebelum mencapai korteks serebral. Dalam beberapa kasus, seperti pada stimulus yang berpotensi membahayakan, informasi dapat langsung dikirimkan ke amigdala tanpa melalui korteks, sehingga menghasilkan respons emosional yang cepat². Hal ini menjelaskan mengapa reaksi emosional terhadap stimulus tertentu dapat terjadi bahkan sebelum kita secara sadar memproses informasi tersebut.

Talamus berperan sebagai tempat meneruskan impuls ke daerah sensori pada korteks otak besar untuk disatukan. Struktur ini memiliki hubungan ke berbagai bagian otak sehingga merupakan tempat lalu lintas impuls di antara bagian-bagian otak dan serebrum³. Proses integrasi ini

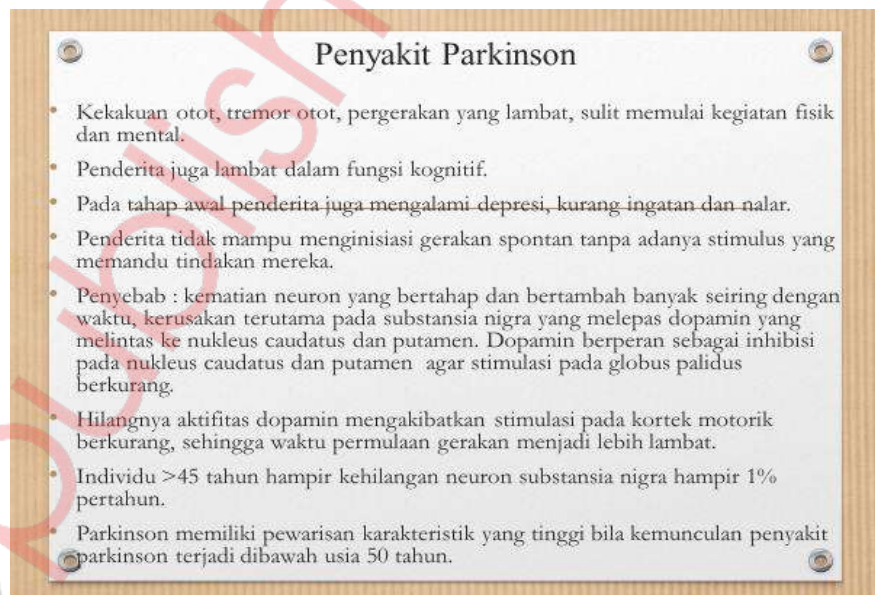
menjadi dasar bagi pengalaman sadar kita terhadap stimulus dari lingkungan.

7.5. Gangguan Sensorik dan Implikasi Psikologis

Gangguan pada saraf sensorik dapat mengganggu kemampuan tubuh untuk mendeteksi perubahan suhu lingkungan pada kulit, yang merupakan fungsi penting untuk kelangsungan hidup. Ketidakmampuan mendeteksi suhu yang ekstrem dapat mengakibatkan cedera dan memengaruhi kesejahteraan psikologis seseorang. Begitu pula gangguan pada sistem pemrosesan informasi visual atau auditori dapat memengaruhi persepsi dan interaksi sosial.

Dalam konteks biopsikologi, gangguan pada struktur otak seperti hipotalamus dapat memengaruhi regulasi suhu tubuh, tidur, libido, nafsu makan, perasaan, dan agresi. Ini menunjukkan bagaimana gangguan biologis dapat bermanifestasi dalam bentuk gangguan psikologis dan perilaku.

7.6. *Open Case* Penyakit yang Berhubungan dengan Sistem Indra



Penyakit Parkinson

- Kekakuan otot, tremor otot, pergerakan yang lambat, sulit memulai kegiatan fisik dan mental.
- Penderita juga lambat dalam fungsi kognitif.
- Pada tahap awal penderita juga mengalami depresi, kurang ingatan dan nalar.
- Penderita tidak mampu menginisiasi gerakan spontan tanpa adanya stimulus yang memandu tindakan mereka.
- Penyebab : kematian neuron yang bertahap dan bertambah banyak seiring dengan waktu, kerusakan terutama pada substansia nigra yang melepas dopamin yang melintas ke nukleus caudatus dan putamen. Dopamin berperan sebagai inhibisi pada nukleus caudatus dan putamen agar stimulasi pada globus pallidus berkurang.
- Hilangnya aktifitas dopamin mengakibatkan stimulasi pada kortek motorik berkurang, sehingga waktu permulaan gerakan menjadi lebih lambat.
- Individu >45 tahun hampir kehilangan neuron substansia nigra hampir 1% pertahun.
- Parkinson memiliki pewarisan karakteristik yang tinggi bila kemunculan penyakit parkinson terjadi dibawah usia 50 tahun.

Penyakit Penyakit Huntington / Huntington chorea

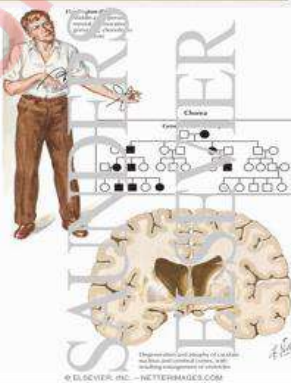
- Gangguan saraf akut yang menjangkit 1:10.000 orang di Amerika serikat.
- Gejala motorik diawali dengan sentakan pada tangan, kedutan pada wajah, tremor yang menyebar ke seluruh tubuh sehingga tubuh menggeletar. Semakin lama mengganggu aktifitas berjalan, bicara, dan gerakan volunter lain. Kemampuan untuk mempelajari gerakan baru menjadi sangat terbatas.
- Terjadi kerusakan secara bertahap dan meluas pada nukleus caudatus, putamen dan globus palidus serta korteks serebrum
- Penderita mengalami gangguan psikologis, seperti depresi, gangguan ingatan, gugup. Halusinasi, delusi, penilaian yang tidak tepat, kecanduan alkohol, penyalahgunaan obat, dan gangguan seksual.
- Gangguan psikologis seringkali lebih dahulu dari gangguan motorik sehingga sering didiagnosis skizofrenia.
- Penyakit ini dikendalikan oleh sebuah gen autosom dominan. Gen yang bertanggung jawab terhadap penyakit huntington mengubah struktur protein yang disebut huntingtin yang dapat menghambat fungsi mitokondria.

Gambar

Parkinson



Huntington chorea



7.7. Pendekatan Terapeutik Berbasis Biopsikologi

Pemahaman tentang jalur neural dalam pemrosesan informasi sensorik telah menginspirasi berbagai pendekatan terapeutik. Misalnya, terapi yang memanipulasi input sensorik untuk memodifikasi aktivitas neural tertentu. Neurotransmitter GABA (Gamma Amino Butyric Acid) yang ditemukan di hipotalamus, hipokampus, korteks, serebelum, basal ganglia, dan struktur lainnya, diketahui dapat menurunkan derajat depresi. Penemuan ini telah mendorong pengembangan terapi farmakologis yang menargetkan sistem neurotransmitter tertentu.

Kesimpulan

Hubungan antara biopsikologi dan sistem indra menggambarkan integrasi yang kompleks antara struktur biologis dan fungsi psikologis. Sistem indra berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan dunia eksternal dengan pemrosesan internal di otak. Informasi sensorik yang diterima oleh organ indra diproses melalui jalur neural yang kompleks, melibatkan berbagai struktur otak yang berperan dalam menghasilkan persepsi, emosi, dan perilaku.

Pemahaman tentang hubungan ini tidak hanya penting dari perspektif teoretis tetapi juga memiliki implikasi praktis dalam diagnosis dan penanganan berbagai gangguan neurologis dan psikologis. Penelitian lebih lanjut dalam bidang ini akan terus memperdalam pemahaman kita tentang bagaimana struktur biologis dan proses neural membentuk pengalaman psikologis manusia, membuka jalan bagi pendekatan yang lebih terintegrasi dalam memahami pikiran dan perilaku manusia.

Sistem koordinasi tubuh yang melibatkan sistem saraf dan sistem indra bekerja secara sinergis untuk memungkinkan manusia merespons stimulus lingkungan secara tepat. Biopsikologi, dengan pendekatan yang mengintegrasikan aspek biologis dan psikologis, memberikan kerangka komprehensif untuk memahami bagaimana kita melihat, mendengar, merasakan, dan pada akhirnya, memahami dunia di sekitar kita.

Referensi

1. Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2020). *Neuroscience: Exploring the Brain* (4th ed.). Wolters Kluwer.
→ Buku klasik ilmu saraf, pembahasan sistem sensorik lengkap
🔗 <https://www.lww.com/neuroscience-exploring-the-brain-9780781778176.html>
2. Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S. A., & Hudspeth, A. J. (2013). *Principles of Neural Science* (5th ed.). McGraw-Hill.
→ Referensi paling komprehensif tentang sistem saraf dan sensorik
🔗 <https://accessmedicine.mhmedical.com/book.aspx?bookID=1049>
3. Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., *et al.*, (2018). *Neuroscience* (6th ed.). Oxford University Press.
→ Penjelasan visual sistem sensorik sangat detail
🔗 <https://global.oup.com/academic/product/neuroscience-9781605353807>

EVALUASI – BAB 7: SISTEM INDRA

1. **Organ utama yang berperan dalam sistem penglihatan adalah...**
A. Hidung
B. Mata
C. Telinga
D. Lidah
Kunci Jawaban: B
2. **Reseptor sensorik pada sistem pendengaran yang berfungsi menerima getaran suara adalah...**
A. Sel batang
B. Sel kerucut
C. Sel rambut pada koklea
D. Sel pengecap
Kunci Jawaban: C

3. **Fungsi utama sistem olfaktori pada manusia adalah...**

- A. Mendeteksi rasa
- B. Mendeteksi cahaya
- C. Mendeteksi dan mengenali bau
- D. Mendeteksi tekanan

Kunci Jawaban: C

4. **Jalur saraf yang membawa informasi dari mata ke otak adalah...**

- A. Saraf auditori
- B. Saraf olfaktori
- C. Saraf optik
- D. Saraf vagus

Kunci Jawaban: C

5. **Sistem sensorik yang mendeteksi sentuhan, tekanan, suhu, nyeri, dan getaran adalah...**

- A. Sistem penglihatan
- B. Sistem pendengaran
- C. Sistem peraba
- D. Sistem vestibular

Kunci Jawaban: C

6. **Proprioepsi adalah sistem sensorik yang berfungsi untuk...**

- A. Mendeteksi suara
- B. Persepsi posisi tubuh
- C. Mendeteksi bau
- D. Mendeteksi rasa

Kunci Jawaban: B

7. **Struktur otak yang berperan sebagai tempat lalu lintas impuls sensorik ke korteks otak besar adalah...**

- A. Hipotalamus
- B. Talamus
- C. Amigdala
- D. Serebelum

Kunci Jawaban: B

8. Gangguan pada sistem pemrosesan informasi visual dapat memengaruhi...

- A. Persepsi dan interaksi sosial
- B. Detak jantung
- C. Produksi hormon
- D. Sistem pencernaan

Kunci Jawaban: A

9. Salah satu neurotransmitter yang berperan dalam menurunkan derajat depresi dan ditemukan di berbagai struktur otak adalah...

- A. Dopamin
- B. Serotonin
- C. GABA
- D. Adrenalin

Kunci Jawaban: C

10. Sistem indra dan sistem saraf bekerja secara sinergis untuk...

- A. Menghasilkan energi
- B. Merespons stimulus lingkungan secara tepat
- C. Mengatur metabolisme
- D. Memproduksi enzim

Kunci Jawaban: B

BAB 8

SISTEM PERGERAKAN

Sistem pergerakan manusia terdiri dari dua sistem utama:

1. **Sistem muskuloskeletal** (otot dan tulang)
2. **Sistem saraf motorik** (yang mengatur dan mengoordinasi gerakan)

Dalam konteks **biopsikologi**, sistem ini dipelajari untuk memahami bagaimana otak dan sistem saraf mengendalikan perilaku motorik, dari gerakan sederhana seperti mengedipkan mata hingga gerakan kompleks seperti berbicara dan menari. Sistem pergerakan manusia merupakan hasil integrasi kompleks antara komponen biologis (tulang, otot, sendi) dan proses neuropsikologis. Mekanisme ini tidak hanya melibatkan struktur fisik tetapi juga kontrol saraf dan faktor psikologis yang memengaruhi gerakan.

8.1. Komponen Utama Sistem Pergerakan

1. Otak dan Sistem Saraf Motorik

- **Korteks motorik primer (M1)**: Area otak yang mengontrol gerakan sadar.
- **Korteks premotor & suplementer**: Perencanaan gerakan dan urutan motorik.
- **Basal ganglia**: Mengontrol gerakan halus dan pembelajaran motorik.
- **Serebelum**: Koordinasi, keseimbangan, dan koreksi kesalahan motorik.
- **Saraf motorik**: Menyampaikan sinyal dari otak ke otot.

2. Medula Spinalis

- Jalur utama untuk menyampaikan impuls motorik dari otak ke tubuh.
- Terdapat **refleks spinal**: gerakan otomatis tanpa melibatkan otak.

3. Otot Rangka dan Tulang

- Otot menghasilkan gerakan dengan kontraksi yang dipicu oleh sinyal saraf.
- Tulang berperan sebagai tuas untuk menghasilkan pergerakan.

a. Rangka (Sistem Gerak Pasif)

Terdiri dari 206 tulang dengan fungsi:

- Penopang tubuh
- Pelindung organ vital
- Tempat produksi sel darah merah
- Penyimpan mineral kalsium

Tulang terbagi menjadi **aksial** (tengkorak, tulang belakang, rusuk) dan **apendikular** (anggota gerak). Proses osifikasi mengubah tulang rawan menjadi tulang keras melalui deposisi mineral.

b. Otot (Sistem Gerak Aktif)

Terdiri dari tiga jenis:

- **Otot lurik**: Dikontrol volunter (sadar)
- **Otot polos**: Beroperasi involunter
- **Otot jantung**: Kombinasi karakteristik lurik dan polos

Mekanisme kontraksi otot menggunakan teori filamen geser dimana aktin dan miosin membentuk cross-bridge menggunakan ATP.

c. Persendian dan Jaringan Penunjang

- **Sendi sinartrosis**: Tidak bergerak (contoh: tengkorak)
- **Sendi amfiartrosis**: Gerak terbatas (tulang belakang)
- **Sendi diartrosis**: Gerak bebas (engsel, peluru, putar)

Jaringan pendukung meliputi:

- **Tendon**: Menghubungkan otot-ke-tulang
- **Ligamen**: Menghubungkan tulang-ke-tulang
- **Kartilago**: Redaman gesekan sendi

8.2. Mekanisme Biopsikologis dalam Gerakan

a. Kontrol Neural

1. Korteks Motorik Primer

Bertanggung jawab atas gerakan volunter. Stimulasi listrik di area ini menghasilkan gerakan spesifik

2. Ganglia Basal

Mengatur pola gerakan otomatis seperti berjalan. Kerusakan menyebabkan gangguan Parkinson

3. Serebelum

Mengoordinasi presisi gerakan dan keseimbangan. Berperan dalam pembelajaran motorik

4. Jalur Refleks

Gerakan involunter seperti refleks lutut melibatkan lengkung refleks spinal tanpa kontrol otak

b. Aspek Psikologis

- **Program Motorik:** Pola gerakan terlatih seperti bersepeda yang tersimpan dalam memori prosedural
- **Psikomotorik:** Kecemasan dapat menyebabkan tremor melalui aktivasi sistem saraf simpatis
- **Body Image:** Persepsi terhadap tubuh memengaruhi pola gerakan dan postur

c. Gangguan Sistem Gerak dan Implikasi Psikologis

Gangguan	Dampak Biologis	Implikasi Psikologis
Osteoporosis	Kerapuhan tulang	Kecemasan mobilitas terbatas
Miastenia Gravis	Kelemahan otot	Depresi akibat ketergantungan
Distonia	Kontraksi otot involunter	Stres sosial
Cedera Spinal Cord	Kelumpuhan	Gangguan identitas tubuh

Teknologi intervensi seperti eksoskeleton robotik dan neuroprostetik menunjukkan perkembangan dalam mengintegrasikan prinsip biopsikologi untuk rehabilitasi. Integrasi antara biomekanika gerak dengan proses

neuropsikologis membentuk kerangka komprehensif untuk memahami bagaimana manusia berinteraksi dengan lingkungan secara fisik dan psikis. Penelitian terbaru dalam bidang neuroergonomi terus mengungkap hubungan kompleks antara desain kerja, kapasitas fisik, dan kesehatan mental.

Referensi

1. Kalat, J.W. (2010). *Biological Psychology Edisi 9*

8.3. Proses Biologis Pergerakan (Ringkasan Alur)

1. Otak menginisiasi sinyal →
2. Sinyal dikirim ke medula spinalis melalui neuron motorik →
3. Medula meneruskan sinyal ke otot melalui neuron perifer →
4. Otot berkontraksi → gerakan terjadi →
5. Proprioceptor memberi umpan balik ke otak tentang posisi tubuh

8.4. Kaitan dengan Biopsikologi

Biopsikologi melihat **pergerakan manusia tidak hanya sebagai proses mekanik**, tetapi juga sebagai **hasil dari proses kognitif dan emosional**:


- **Emosi memengaruhi gerakan**: Misal, ketakutan dapat menyebabkan *freeze* atau lari.
- **Gangguan otak memengaruhi motorik**: Seperti Parkinson (gangguan basal ganglia), stroke (kerusakan motor *cortex*), *cerebral palsy*, dsb.
- **Motivasi dan tujuan**: Gerakan diarahkan oleh tujuan dan niat, yang melibatkan lobus *frontal*.

8.5. Aplikasi dalam Kehidupan dan Penelitian

- **Rehabilitasi neurologis**: Mengembalikan fungsi motorik pasca stroke.
- **Neuroplastisitas motorik**: Otak bisa belajar ulang cara bergerak setelah cedera.
- **Brain-computer interface (BCI)**: Mengubah sinyal otak menjadi pergerakan robotik.

Referensi

Buku:

1. **Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M.** (2013). *Principles of Neural Science* (5th ed.). McGraw-Hill Education.
<https://accessmedicine.mhmedical.com/book.aspx?bookID=1049>
2. **Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A.** (2020). *Neuroscience: Exploring the Brain* (4th ed.). Wolters Kluwer.
 <https://www.lww.com/neuroscience-exploring-the-brain-9780781778176.html>

Jurnal:

1. **Shadmehr, R., & Krakauer, J. W.** (2008). A computational neuroanatomy for motor control. *Experimental Brain Research*, 185(3), 359–381.
<https://doi.org/10.1007/s00221-008-1280-5>
2. **Dayan, E., & Cohen, L. G.** (2011). Neuroplasticity subserving motor skill learning. *Neuron*, 72(3), 443–454.
<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2011.10.008>

EVALUASI – BAB 8: SISTEM PERGERAKAN

1. **Komponen utama yang bertanggung jawab atas gerakan sadar adalah:**

- A. Hipokampus
- B. Korteks sensorik
- C. Korteks motorik primer
- D. Medula spinalis

 **Jawaban: C**

2. **Fungsi utama serebelum dalam sistem pergerakan adalah:**

- A. Menyimpan memori prosedural
- B. Menyeimbangkan emosi
- C. Koordinasi dan koreksi kesalahan motorik
- D. Mengatur gerakan refleks

 **Jawaban: C**

3. **Mekanisme kontraksi otot terjadi melalui interaksi antara:**
- A. Sumsum tulang dan otot jantung
 - B. Aktin dan miosin
 - C. Neuron dan hormon
 - D. Saraf sensorik dan proprioceptor
- ✓ **Jawaban: B**
4. **Jenis sendi yang memungkinkan gerakan paling bebas adalah:**
- A. Sinartrosis
 - B. Amfiartrosis
 - C. Diartrosis
 - D. Kartilago
- ✓ **Jawaban: C**
5. **Bagian otak yang mengatur gerakan otomatis seperti berjalan adalah:**
- A. *Prefrontal cortex*
 - B. Hipotalamus
 - C. Basal ganglia
 - D. Amigdala
- ✓ **Jawaban: C**
6. **Fungsi utama dari proprioceptor dalam sistem pergerakan adalah:**
- A. Mengatur suhu tubuh
 - B. Memberi umpan balik tentang posisi dan gerakan tubuh
 - C. Menyimpan energi cadangan
 - D. Meningkatkan kekuatan kontraksi
- ✓ **Jawaban: B**
7. **Gangguan seperti Parkinson terjadi karena kerusakan pada:**
- A. Hipokampus
 - B. Basal ganglia
 - C. Korteks visual
 - D. Serebelum
- ✓ **Jawaban: B**

8. **Psikomotorik merujuk pada hubungan antara:**

- A. Saraf dan hormon
- B. Kecemasan dan gerakan tubuh
- C. Tulang dan ligamen
- D. Motorik dan pencernaan

✓ **Jawaban: B**

9. **Program motorik adalah:**

- A. Refleks otomatis akibat trauma
- B. Kode genetik dalam otot
- C. Pola gerakan terlatih yang tersimpan dalam memori prosedural
- D. Perintah otak untuk mengontrol tidur

✓ **Jawaban: C**

10. **Teknologi seperti *brain-computer interface* (BCI) bekerja dengan cara:**

- A. Mengaktifkan sumsum tulang belakang
- B. Menghubungkan hormon dengan otot
- C. Mengubah sinyal otak menjadi gerakan alat bantu
- D. Merangsang tulang agar memproduksi sel otot

✓ **Jawaban: C**

BAB 9

SISTEM ENDOKRIN

9.1. Apa Itu Sistem Endokrin?

Sistem endokrin disebut hormon adalah jaringan kelenjar dan organ yang menghasilkan serta melepaskan **hormon**—zat kimia yang berfungsi sebagai pembawa pesan dalam tubuh. Hormon mengatur berbagai proses fisiologis seperti metabolisme, pertumbuhan, reproduksi, suasana hati, dan tidur. Disebut juga hormon karena hasil sekresinya tidak dibuang keluar tubuh, tetapi masuk ke dalam aliran darah. Kebalikan dari endokrin terdapat zat kimia yang hasil sekresianya di buang keluar tubuh (kelenjar ludah, keringat, urine), maka disebut eksokrin. Lebih kurang ada 50 hormon yang merupakan produk sel dari sistem endokrin.

9.2. Kelenjar Utama dalam Sistem Endokrin

1. Hipotalamus

Menghubungkan sistem saraf dengan sistem endokrin melalui kelenjar pituitari. Mengatur suhu tubuh, rasa lapar, haus, dan ritme sirkadian.

2. Kelenjar Pituitari (Hipofisis)

Sering disebut "master gland" karena mengontrol kelenjar endokrin lainnya. Menghasilkan hormon pertumbuhan (GH), prolaktin, ACTH, TSH, LH, dan FSH.

3. Kelenjar Tiroid

Menghasilkan hormon tiroksin (T4) dan triiodotironin (T3) yang mengatur metabolisme, suhu tubuh, dan detak jantung.

4. Kelenjar Paratiroid

Mengatur kadar kalsium dalam darah melalui hormon paratiroid (PTH).

5. **Kelenjar Adrenal**

Terdiri dari korteks dan medula. Korteks menghasilkan kortisol dan aldosteron, sedangkan medula menghasilkan adrenalin dan noradrenalin.

6. **Pankreas**

Menghasilkan insulin dan glukagon yang mengatur kadar glukosa darah.

7. **Gonad (Ovarium dan Testis)**

Ovarium menghasilkan estrogen dan progesteron; testis menghasilkan testosteron.

8. **Kelenjar Pineal**

Menghasilkan melatonin yang mengatur siklus tidur-bangun.

Berikut ilustrasi anatomi gambar hormon tubuh manusia

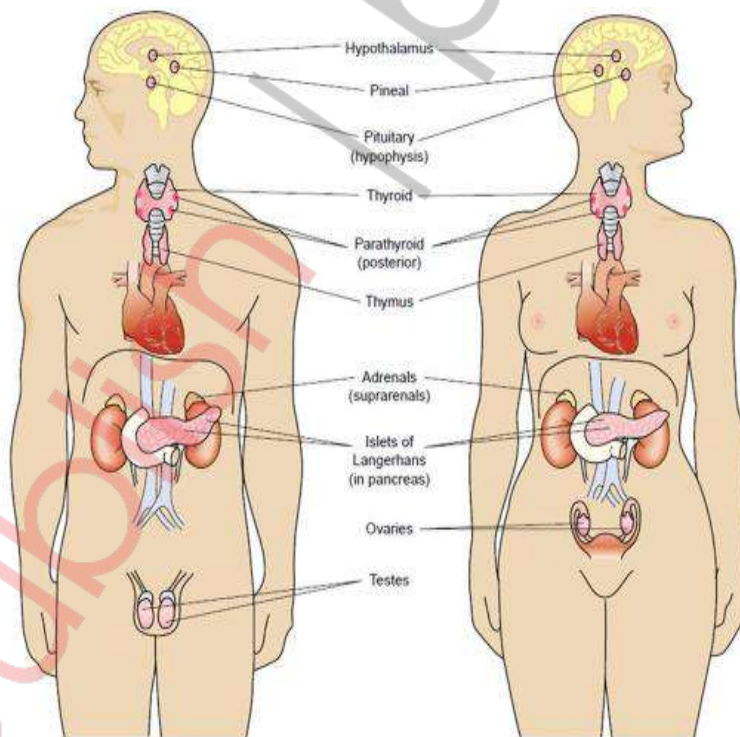


FIGURE 42-1 Major hormone-secreting glands of the endocrine system.

9.3. Jenis-Jenis Hormon Berdasarkan Struktur Kimia

1. Hormon Peptida

Terdiri dari rantai asam amino. Contoh: insulin, glukagon, hormon pertumbuhan.

2. Hormon Steroid

Dibuat dari kolesterol. Contoh: kortisol, estrogen, testosteron.

3. Hormon Amino

Dibuat dari asam amino tunggal seperti tirosin atau triptofan. Contoh: adrenalin, tiroksin, melatonin.

9.4. Mekanisme Kerja Hormon

Hormon dilepaskan ke dalam aliran darah dan berinteraksi dengan reseptor spesifik pada sel target, memicu respons fisiologis tertentu. Proses ini memungkinkan koordinasi fungsi tubuh yang kompleks dan menjaga homeostasis.

Referensi

- **Cleveland Clinic:**
Penjelasan tentang sistem endokrin dan hormon:
<https://my.clevelandclinic.org/health/body/21201-endocrine-system>
<https://my.clevelandclinic.org/health/articles/22464-hormones>
- **Johns Hopkins Medicine:**
Informasi tentang hormon dan sistem endokrin:
<https://www.hopkinsmedicine.org/health/conditions-and-diseases/hormones-and-the-endocrine-system>
- **US EPA:**
Gambaran umum sistem endokrin:
<https://www.epa.gov/endocrine-disruption/overview-endocrine-system>
- **Merck Manuals:**
Tinjauan sistem endokrin:
<https://www.merckmanuals.com/professional/endocrine-and-metabolic-disorders/principles-of-endocrinology/overview-of-the-endocrine-system>

EVALUASI – BAB 9: SISTEM ENDOKRIN

1. Sistem endokrin menghasilkan zat kimia yang disebut...

- A. Enzim
- B. Hormon
- C. Vitamin
- D. Elektrolit

Kunci Jawaban: B1

2. Kelenjar yang sering disebut “*master gland*” karena mengontrol kelenjar endokrin lainnya adalah...

- A. Kelenjar tiroid
- B. Kelenjar pineal
- C. Kelenjar pituitari (hipofisis)
- D. Kelenjar adrenal

Kunci Jawaban: C1

3. Hormon yang dihasilkan oleh kelenjar tiroid dan berfungsi mengatur metabolisme adalah...

- A. Insulin
- B. Tiroksin (T4)
- C. Kortisol
- D. Prolaktin

Kunci Jawaban: B1

4. Fungsi utama hormon paratiroid (PTH) adalah...

- A. Mengatur kadar kalsium dalam darah
- B. Mengatur kadar gula darah
- C. Mengatur siklus tidur
- D. Mengatur tekanan darah

Kunci Jawaban: A1

5. **Korteks adrenal menghasilkan hormon berikut, kecuali...**

- A. Kortisol
- B. Aldosteron
- C. Adrenalin
- D. Semua benar

Kunci Jawaban: C1

6. **Hormon insulin dan glukagon dihasilkan oleh...**

- A. Kelenjar tiroid
- B. Kelenjar pituitari
- C. Pankreas
- D. Gonad

Kunci Jawaban: C1

7. **Hormon yang mengatur siklus tidur-bangun adalah...**

- A. Melatonin
- B. Estrogen
- C. Tiroksin
- D. Testosteron

Kunci Jawaban: A1

8. **Jenis hormon yang tersusun dari rantai asam amino adalah...**

- A. Hormon steroid
- B. Hormon peptida
- C. Hormon lipid
- D. Hormon karbohidrat

Kunci Jawaban: B1

9. **Hormon steroid dibuat dari bahan dasar...**

- A. Glukosa
- B. Asam amino
- C. Kolesterol
- D. Asam lemak

Kunci Jawaban: C1

10. Hormon bekerja dengan cara...

- A. Dilepaskan ke saluran pencernaan
- B. Dilepaskan ke aliran darah dan berikatan dengan reseptor pada sel target
- C. Dibuang keluar tubuh
- D. Menghancurkan sel target

Kunci Jawaban: B1

BAB 10

EMOSI DAN OTAK: PERTEMUAN DUA DUNIA

Tujuan mempelajari bab ini adalah membantu mahasiswa memahami bagaimana sistem emosi bekerja dalam otak manusia, serta bagaimana emosi berinteraksi dengan fungsi kognitif, khususnya dalam konteks mahasiswa yang hidup di era serba cepat.

Emosi sering dianggap hanya sebagai "perasaan", padahal ia adalah hasil dari proses biologis dan neurologis kompleks di otak. Emosi adalah sistem peringatan dini, mekanisme adaptasi cepat terhadap lingkungan, pengarah perhatian dan pengambil keputusan. Contoh: Ketika kamu gugup sebelum presentasi, amigdala memberi sinyal “bahaya”, walau secara logis kamu aman.

10.1. Struktur Otak yang Terlibat dalam Emosi

Struktur Otak	Fungsi dalam Emosi
Amigdala	Deteksi ancaman dan pemrosesan emosi negatif
Hipotalamus	Mengatur respons tubuh terhadap emosi (denyut jantung, pernapasan)
Korteks Prefrontal	Mengatur emosi dan mengendalikan impuls
Hippokampus	Mengaitkan emosi dengan memori

Emosi tidak hanya merupakan respons psikologis, tetapi juga hasil dari aktivitas kompleks dalam berbagai bagian otak. Berikut adalah struktur utama yang berperan:

1. **Amigdala:** Berperan penting dalam pengolahan emosi, terutama rasa takut dan ancaman. Amigdala membantu dalam pembentukan dan penyimpanan memori emosional.

2. **Hipokampus:** Terlibat dalam pembentukan memori jangka panjang dan membantu menghubungkan emosi dengan konteks tertentu.
3. **Korteks Prefrontal:** Berperan dalam pengaturan emosi, pengambilan keputusan, dan kontrol impuls. Bagian ini membantu menilai situasi dan merespons secara adaptif.
4. **Insula:** Terkait dengan kesadaran diri dan empati, serta memproses emosi seperti jijik dan rasa sakit sosial.
5. **Korteks Cingulate Anterior:** Terlibat dalam pengolahan konflik emosional dan pengambilan keputusan berbasis emosi.

10.2. Interaksi antara Emosi dan Kognisi

Emosi dan kognisi (berpikir/logika) tidak terpisah. Keduanya adalah dua dunia yang terus berdialog. Penelitian menunjukkan bahwa emosi dan kognisi saling berinteraksi dalam proses pengambilan keputusan dan perilaku:

- Emosi dapat memengaruhi perhatian, memori, dan penilaian, sehingga memengaruhi cara kita memproses informasi.
- Studi *neuroimaging* menunjukkan bahwa emosi dapat meningkatkan atau menghambat aktivitas di area otak tertentu, tergantung pada konteks dan jenis emosi yang dialami.

Emosi dan kognisi bukanlah proses yang terpisah, melainkan saling memengaruhi dalam berbagai aspek fungsi otak:

- **Pengambilan Keputusan:** Emosi memberikan nilai pada pilihan yang tersedia, membantu dalam evaluasi risiko dan manfaat.
- **Perhatian dan Memori:** Stimuli emosional cenderung lebih mudah menarik perhatian dan lebih kuat dalam pembentukan memori.
- **Pembelajaran Sosial:** Emosi memainkan peran dalam memahami dan merespons emosi orang lain, penting dalam interaksi sosial.

Ilustrasi yang menarik seperti Saat kamu mengingat momen wisuda yang membahagiakan, hipokampus dan amigdala bekerja bersamaan menyimpan makna emosional dari peristiwa itu.

Berikut bagan yang memudahkan anda berimajinasi tentang emosi dan kognisi:

Situasi	Emosi	Dampak pada Pikiran
Deadline tugas mepet	Cemas	Sulit fokus, tapi bisa memicu produktivitas
Bertemu teman lama	Bahagia	Pikiran jadi terbuka dan kreatif
Gagal ujian	Sedih	Sulit memproses info baru, bisa menurunkan motivasi

10.3. Pendekatan Terkini dalam Studi Emosi dan Otak

Penelitian terbaru menggunakan pendekatan multidisiplin untuk memahami emosi, termasuk:

- **Neuroimaging:** Teknik seperti fMRI digunakan untuk memetakan aktivitas otak selama pengalaman emosional.
- **Elektroensefalografi (EEG):** Mempelajari pola aktivitas listrik otak yang berkaitan dengan emosi.
- **Model Komputasional:** Mengembangkan simulasi untuk memahami dinamika jaringan otak dalam pengolahan emosi.

10.4. Emosi dalam Interaksi Sosial

Emosi memainkan peran kunci dalam interaksi sosial dan komunikasi antar individu:

- Emosi dapat disinkronkan antara individu, memungkinkan pemahaman dan empati yang lebih baik dalam kelompok sosial.
- Pemrosesan emosi sosial melibatkan jaringan otak yang kompleks, termasuk amigdala, insula, dan korteks prefrontal, yang bekerja bersama untuk menafsirkan isyarat emosional dari orang lain.

Tekanan zaman modern mengubah cara emosi muncul dan diolah:

- Notifikasi berulang: amigdala bisa terus aktif → *overthinking*
- Sosial media: perbandingan sosial memicu kecemasan
- Kurang tidur: melemahkan kemampuan regulasi emosi

Bagaimana Otak Merespons Tekanan?:

- Amygdala: aktif saat kita merasa terancam, membuat kita lebih sensitif terhadap stres.
- Kortisol: hormon stres meningkat, mengganggu konsentrasi dan daya ingat.
- Prefrontal Cortex: kemampuan mengambil keputusan menurun saat stres kronis.
- Sistem limbik: bekerja lebih dominan, emosi jadi cepat naik.

Studi Kasus Mikro: Dua Mahasiswa, Dua Respons:

Nama	Situasi	Respons Otak
Rina	Gagal ujian, takut mengecewakan orang tua	Amygdala dominan, overthinking, cemas
Bima	Tugas menumpuk, tapi rutin meditasi	Prefrontal cortex aktif, bisa fokus & tenang

Referensi

Berikut beberapa referensi buku dan jurnal yang dapat memperdalam pemahaman Anda:

- LeDoux, J. E. (2000). *Emotion Circuits in the Brain*. Annual Review of Neuroscience, 23, 155–184.
- Pessoa, L. (2018). *Emotion and the Interactive Brain: Insights From Comparative Neuroanatomy and Complex Systems*. Emotion Review, 10(3), 204–216.
- Barrett, L. F. (2017). *How Emotions Are Made: The Secret Life of the Brain*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Celeghin, A., et al., (2017). *Basic Emotions in Human Neuroscience: Neuroimaging and Beyond*. Frontiers in Psychology, 8, 1432.
- **The Emotional Brain**. Nature Reviews Neuroscience.
- **The Neurobiology of Emotion–Cognition Interactions**. Frontiers in Human Neuroscience.
- **Basic Emotions in Human Neuroscience: Neuroimaging and Beyond**. Frontiers in Psychology

10.5. Mengelola Emosi: Membangun Otak yang Seimbang

Dalam kehidupan perkuliahan yang penuh dengan jadwal padat, tuntutan akademik, dan dinamika sosial, otak mahasiswa sering berada dalam kondisi waspada tinggi. Ketegangan yang terus-menerus ini, jika tidak dikelola, bisa memicu kelelahan mental dan emosi yang mudah meledak. Di sinilah pentingnya kemampuan untuk menenangkan otak—bukan dengan menghindari dari masalah, tapi dengan menciptakan ruang jeda di antara stimulus dan respons. Saat otak diberi kesempatan untuk tenang, area *prefrontal cortex* (yang bertanggung jawab atas pengambilan keputusan dan regulasi emosi) dapat kembali aktif, menyeimbangkan respons impulsif dari sistem limbik seperti amigdala. Proses ini adalah kunci dalam mengelola emosi secara sehat dan membangun ketahanan psikologis.

Salah satu cara paling efektif untuk menenangkan otak adalah dengan mengaktifkan sistem saraf parasimpatik—bagian dari sistem saraf otonom yang bertugas membawa tubuh kembali ke keadaan tenang. Praktik sederhana seperti pernapasan dalam, meditasi mindfulness, atau sekadar berjalan kaki di alam terbukti mampu menurunkan aktivitas amigdala dan memperkuat koneksi dengan *prefrontal cortex*. Aktivitas-aktivitas ini bukan hanya menghasilkan ketenangan sesaat, tapi juga melatih otak untuk merespons tekanan dengan lebih adaptif. Dalam jangka panjang, mahasiswa yang rutin melakukan teknik menenangkan diri akan lebih tahan terhadap stres, lebih jernih dalam mengambil keputusan, dan lebih stabil secara emosional.

Namun, menenangkan otak bukan hanya tentang teknik relaksasi. Ini juga menyangkut kesadaran penuh terhadap apa yang sedang dirasakan dan dipikirkan. Saat mahasiswa mampu mengenali emosi—baik yang muncul karena kegagalan, tekanan sosial, atau kelelahan mental—mereka bisa menghindari reaksi impulsif yang sering memperburuk keadaan. Kemampuan ini dikenal sebagai *emotional awareness*, dan menjadi fondasi dari *emotional regulation*. Ketika kesadaran ini diasah secara konsisten, otak membentuk pola yang lebih sehat dalam merespons emosi, menciptakan ruang untuk berpikir jernih, dan membuka jalan bagi keputusan yang lebih bijak di tengah tekanan.

Menenangkan otak bukan berarti mematikan emosi, melainkan belajar hidup berdampingan dengan emosi secara sehat. Dalam dunia perkuliahan yang serba cepat dan penuh tekanan, kemampuan ini adalah

kunci untuk bertahan dan berkembang. Otak yang tenang memungkinkan mahasiswa untuk berpikir lebih jernih, merespons dengan lebih bijak, dan menjaga keseimbangan antara produktivitas dan kesehatan mental. Dengan memahami bagaimana otak bekerja saat emosi memuncak, dan bagaimana kita bisa mengarahkan ulang respons tersebut, setiap mahasiswa sebenarnya sedang membentuk jalur-jalur saraf baru—jalur yang mendukung ketenangan, kesadaran, dan kendali diri dalam menghadapi dunia yang tak pernah berhenti bergerak.

10.6. Emosi di Tengah Tekanan Akademik dan Sosial

Di tengah tekanan akademik yang ketat dan ekspektasi sosial yang tinggi, emosi mahasiswa menjadi medan yang kompleks dan sering kali tak terlihat. Ujian, tugas, perbandingan sosial di media digital, serta tuntutan dari keluarga dan lingkungan menciptakan *emotional overload* yang dapat mengganggu fokus, motivasi, hingga kesehatan mental. Otak, sebagai pusat pemrosesan emosi dan stres, merespons tekanan ini melalui aktivasi area seperti amigdala dan hipotalamus—dua struktur penting dalam sistem limbik yang bertanggung jawab terhadap deteksi ancaman dan regulasi stres (McEwen, 2017). Dalam konteks ini, memahami bagaimana emosi bekerja di otak bukan hanya penting untuk kesejahteraan pribadi, tetapi juga menjadi kunci bagi mahasiswa untuk bertahan, berkembang, dan menemukan makna dalam perjalanan akademik mereka.

Referensi:

- McEwen, B. S. (2017). Neurobiological and systemic effects of chronic stress. *Chronic Stress*, 1, 1–11.
<https://doi.org/10.1177/2470547017692328>

Ketika stres akademik berlangsung dalam jangka panjang, otak mahasiswa mengalami perubahan fungsional yang signifikan. Aktivasi amigdala yang terus-menerus memperkuat persepsi ancaman, sementara korteks prefrontal—bagian otak yang bertugas mengambil keputusan rasional dan mengendalikan emosi—mengalami penurunan efisiensi (Liston *et al.*, 2009). Hal ini dapat menjelaskan mengapa dalam kondisi tertekan, mahasiswa sering merasa sulit berpikir jernih, cepat marah, atau merasa cemas berlebihan. Proses belajar pun terganggu, karena sistem limbik yang

mendominasi justru menghambat akses terhadap memori dan perhatian. Dalam situasi ini, emosi bukan hanya perasaan sesaat, tetapi memengaruhi struktur dan fungsi otak secara nyata.

Referensi:

- Liston, C., McEwen, B. S., & Casey, B. J. (2009). Psychosocial stress reversibly disrupts prefrontal processing and attentional control. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(3), 912–917. <https://doi.org/10.1073/pnas.0807041106>

Yang menarik, tekanan emosional di lingkungan akademik sering kali tidak hanya datang dari tugas dan ujian, tetapi juga dari dinamika sosial—perasaan terisolasi, persaingan antarteman, dan kehadiran media sosial yang memunculkan tekanan sosial terselubung. Interaksi sosial yang kurang sehat memicu otak untuk terus berada dalam mode waspada, memperkuat sistem stres dan mengganggu sistem *reward* yang seharusnya mendorong motivasi belajar (Troller-Renfree *et al.*, 2022). Akibatnya, emosi negatif menjadi dominan dan mempersempit kapasitas otak untuk berpikir reflektif atau kreatif. Maka, pemahaman atas peran sosial dan emosional dalam membentuk respons otak menjadi penting dalam menciptakan lingkungan belajar yang lebih sehat dan suportif.

Referensi:

- Troller-Renfree, S. V., McDermott, J. M., Nelson, C. A., & Fox, N. A. (2022). Social exclusion shapes behavioral and neural responses to social feedback in adolescence. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 54, 101092. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2022.101092>

Memahami emosi dalam konteks tekanan akademik dan sosial bukan sekadar soal mengenali perasaan, melainkan mengerti bagaimana otak mahasiswa merespons, beradaptasi, atau bahkan kewalahan dalam menghadapi tuntutan. Dalam dunia yang semakin cepat dan kompetitif, penting bagi mahasiswa dan pendidik untuk memprioritaskan keseimbangan emosional sebagai bagian dari strategi pembelajaran dan pengembangan diri. Pendekatan yang mengintegrasikan kesadaran emosi, dukungan sosial,

dan regulasi stres berbasis bukti ilmiah akan membantu menciptakan lingkungan pendidikan yang tidak hanya menuntut capaian kognitif, tetapi juga menumbuhkan kesehatan mental dan ketangguhan otak. Dengan begitu, mahasiswa dapat menjalani proses belajarnya bukan sebagai beban, melainkan sebagai perjalanan pembentukan diri yang utuh—baik secara intelektual maupun emosional.

10.7. Pentingnya Literasi Emosi

Literasi emosi adalah kemampuan:

- Mengenali pola emosi sendiri dan orang lain; membangun kesadaran dan kontrol lebih baik.
- Memahami penyebabnya
- Mengelola secara sehat (tanpa represi atau pelarian)

Di tengah tekanan akademik, sosial, dan digital yang kian intens, mahasiswa sering kali berada dalam kondisi kelelahan emosional yang tidak disadari. Otak mereka terus aktif merespons berbagai rangsangan—baik dari notifikasi media sosial, tugas kuliah yang menumpuk, hingga ekspektasi pribadi dan sosial yang silih berganti. Dalam kondisi ini, area amigdala—bagian otak yang mengatur respons emosional, terutama rasa takut dan stres—menjadi lebih sensitif, sementara korteks prefrontal, yang berperan dalam pengambilan keputusan dan pengendalian diri, justru melemah (Arnsten, 2009). Akibatnya, mahasiswa menjadi lebih mudah cemas, mudah terdistraksi, dan sulit mengatur reaksi emosionalnya.

Referensi:

- Arnsten, A. F. T. (2009). Stress signalling pathways that impair *prefrontal cortex* structure and function. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(6), 410–422. <https://doi.org/10.1038/nrn2648>

Untungnya, otak tidak hanya bisa terpapar stres—ia juga bisa dilatih untuk tenang. Teknik seperti mindfulness, pernapasan dalam, journaling emosional, hingga jeda digital telah terbukti secara ilmiah dapat menurunkan aktivitas amigdala dan meningkatkan konektivitas antara amigdala dan korteks prefrontal, yang membantu pengaturan emosi secara lebih adaptif (Tang, Hölzel, & Posner, 2015). Praktik sederhana seperti

memperhatikan napas selama lima menit sehari atau menuliskan apa yang dirasakan tanpa menghakimi dapat menjadi strategi konkret yang membantu mahasiswa membentuk ulang jalur emosional dalam otaknya.

Referensi:

- Tang, Y. Y., Hölzel, B. K., & Posner, M. I. (2015). The neuroscience of mindfulness meditation. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(4), 213–225. <https://doi.org/10.1038/nrn3916>

Seiring dengan latihan reguler, mahasiswa akan mulai merasakan perubahan yang nyata, baik secara subjektif maupun biologis. Ketenangan bukan lagi sekadar suasana hati, tetapi hasil dari jalur saraf yang terlatih untuk tidak bereaksi berlebihan terhadap stresor. Hal ini juga didukung oleh peningkatan neuroplastisitas di area seperti hippocampus—yang berkaitan dengan memori dan regulasi emosi—serta berkurangnya volume amigdala seiring waktu (Hölzel *et al.*, 2011). Proses ini memperlihatkan bahwa manajemen emosi bukanlah soal “kuat mental” semata, melainkan soal kerja sama antara pikiran sadar dan sistem saraf yang bisa dibentuk dan diarahkan.

Referensi:

- Hölzel, B. K., *et al.*, (2011). Mindfulness practice leads to increases in regional brain gray matter density. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 191(1), 36–43. <https://doi.org/10.1016/j.psychresns.2010.08.006>

Di era yang bergerak cepat ini, keterampilan menenangkan otak menjadi lebih penting dari sebelumnya. Mahasiswa tidak hanya dituntut untuk pintar secara akademik, tetapi juga untuk cakap dalam mengelola emosi dan menjaga kesehatan mental. Kemampuan ini tidak muncul secara instan, namun bisa dibentuk melalui kebiasaan yang konsisten dan sadar. Dengan memahami bahwa otak bersifat plastis—mampu berubah sesuai pengalaman—maka latihan untuk menenangkan dan meregulasi emosi bukan sekadar pilihan, melainkan investasi neuropsikologis jangka panjang dalam menghadapi tantangan zaman.

Berikut latihan yang bisa dilakukan:

- *Journaling* emosi setiap hari
- Teknik pernapasan 4-7-8
- Refleksi sosial: mendengarkan dan bercerita
- Olahraga rutin: menyeimbangkan hormon stres
- *Mindfulness & journaling*; meningkatkan kontrol diri (*prefrontal cortex*)

10.8. Dopamin, Media Sosial, dan Efek Digital pada Otak"

Dopamin, Media Sosial, dan Efek Digital pada Otak adalah topik penting yang menyatukan ilmu saraf, psikologi, dan fenomena budaya digital modern. Berikut penjelasan lengkapnya:

1. Apa itu Dopamin?

Dopamin adalah neurotransmitter utama dalam sistem penghargaan otak (*reward system*), yang terlibat dalam motivasi, kesenangan, pembelajaran, dan pencarian imbalan. Ketika kita melakukan sesuatu yang menyenangkan—makan makanan favorit, berolahraga, atau mendapat pujian—otak melepaskan dopamin sebagai bentuk "penghargaan".

Referensi:

- Schultz, W. (2016). Dopamine reward prediction error coding. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 18(1), 23–32. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4826767/>

2. Dopamin dan Media Sosial

Platform media sosial seperti Instagram, TikTok, dan Twitter dirancang untuk memicu pelepasan dopamin melalui fitur-fitur seperti:

- **Like, komentar, dan notifikasi**
- **Scrolling tanpa akhir (*infinite scroll*)** yang tidak dapat diprediksi
- **Video pendek dan konten cepat** yang memberikan hiburan instan

Setiap interaksi yang menyenangkan memperkuat perilaku tersebut, menciptakan semacam siklus adiktif. Otak mulai *mengharapkan* dopamin dari media sosial, mirip seperti respons terhadap zat adiktif.

Referensi:

- Montag, C., & Diefenbach, S. (2018). Towards Homo Digitalis: Digital Phenotyping, Digital Twins, and the Digitization of the Human Brain. *Frontiers in Neuroscience*, 12, 818. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00818>

3. Efek Digital pada Otak

Penggunaan media sosial yang berlebihan dapat memengaruhi berbagai aspek fungsi otak, di antaranya:

- **Pengurangan fokus dan perhatian** – karena otak terbiasa berpindah cepat antar rangsangan.
- **Ketidakpuasan sosial** – akibat perbandingan sosial yang konstan.
- **Kelelahan kognitif** – otak terus-menerus memproses informasi dari banyak sumber.

Paparan berulang terhadap stimulus digital yang cepat dan bervariasi juga bisa mengubah sensitivitas dopamin otak, membuat hal-hal yang lambat dan mendalam terasa membosankan.

Referensi:

- Andreassen, C. S. (2015). Online Social Network Site Addiction: A Comprehensive Review. *Current Addiction Reports*, 2(2), 175–184. <https://doi.org/10.1007/s40429-015-0056-9>

Kesimpulan

Dopamin adalah kunci dalam memahami bagaimana media sosial memikat otak manusia. Desain digital yang eksplisit menargetkan sistem penghargaan otak, menciptakan ketergantungan perilaku yang dapat memengaruhi keseimbangan emosional, kognisi, dan kesehatan mental secara keseluruhan.

10.9. Hormon-hormon yang berkaitan erat dengan emosi manusia

1. Kortisol – Hormon Stres

- **Peran:** Kortisol dilepaskan oleh kelenjar adrenal sebagai respons terhadap stres melalui aktivasi sumbu HPA (hipotalamus-pituitari-adrenal).
- **Dampak Emosional:** Peningkatan kadar kortisol jangka pendek dapat meningkatkan kewaspadaan, tetapi jika berlangsung lama dapat menyebabkan kecemasan, depresi, dan gangguan tidur.

2. Adrenalin (Epinefrin) – Hormon Ketakutan dan Respons *Fight-or-Flight*

- **Peran:** Dilepaskan saat tubuh merespons bahaya atau stres akut.
- **Dampak Emosional:** Meningkatkan denyut jantung dan tekanan darah, menciptakan rasa cemas, takut, atau siap siaga.

3. Dopamin – Hormon Penghargaan dan Motivasi

- **Peran:** Terkait dengan sistem *reward* otak. Berperan dalam motivasi, kesenangan, dan pembelajaran.
- **Dampak Emosional:** Ketidakseimbangan dopamin dapat memicu kecanduan, euforia, atau apatis tergantung konteksnya.

4. Serotonin – Hormon Keseimbangan *Mood*

- **Peran:** Mengatur suasana hati, tidur, nafsu makan, dan rasa nyaman.
- **Dampak Emosional:** Kekurangan serotonin sering dikaitkan dengan depresi dan gangguan kecemasan.

5. Oksitosin – Hormon Cinta dan Ikatan Sosial

- **Peran:** Terlibat dalam kelekatan sosial, empati, dan hubungan interpersonal.
- **Dampak Emosional:** Meningkatkan rasa percaya, kasih sayang, dan koneksi emosional.

6. Endorfin – Hormon Pengurang Nyeri dan Penyebab Euforia

- **Peran:** Dilepaskan saat tubuh mengalami stres fisik, tawa, atau olahraga.
- **Dampak Emosional:** Menimbulkan rasa nyaman dan kebahagiaan.

Referensi

- McEwen, B. S. (2007). Physiology and neurobiology of stress and adaptation: Central role of the brain. *Physiological Reviews*, 87(3), 873–904. <https://doi.org/10.1152/physrev.00041.2006>
- Janak, P. H., & Tye, K. M. (2015). From circuits to behaviour in the amygdala. *Nature*, 517(7534), 284–292. <https://doi.org/10.1038/nrn.3981>
- Volkow, N. D., Wang, G. J., Tomasi, D., & Baler, R. D. (2011). The dopamine reward circuitry: Linking motivation to action. *Nature Reviews Neuroscience*, 12, 639–651. <https://doi.org/10.1038/nrn2574>
- Young, S. N. (2007). How to increase serotonin in the human brain without drugs. *Journal of Psychiatry & Neuroscience*, 32(6), 394–399. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2077351/>
- Carter, C. S. (1998). Neuroendocrine perspectives on social attachment and love. *Psychoneuroendocrinology*, 23(8), 779–818. [https://doi.org/10.1016/S0306-4530\(98\)00055-9](https://doi.org/10.1016/S0306-4530(98)00055-9)
- Boecker, H., Sprenger, T., Spilker, M. E., Henriksen, G., Koppenhoefer, M., Wagner, K. J., Valet, M., Berthele, A., & Tolle, T. R. (2008). The runner's high: Opioidergic mechanisms in the human brain. *Cerebral Cortex*, 18(11), 2523–2531. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhn013>
- Sapolsky, R. M. (2004). *Why Zebras Don't Get Ulcers*.

Refleksi Diri

1. Mahasiswa dan Spektrum Emosi
Di balik senyum di kampus, sering tersembunyi emosi-emosi yang kompleks:
 - Stres akademik: tugas menumpuk, ujian, nilai
 - Tekanan sosial: ekspektasi orang tua, perbandingan di media sosial
 - Kecemasan masa depan: karier, ketidakpastian dunia kerja
 - Kesepian dan isolasi: meskipun dikelilingi banyak orang
2. Emosi tidak hanya dirasakan — emosi adalah pesan dari tubuh dan otak tentang bagaimana kamu beradaptasi.
3. Apa kamu mengatur emosimu, atau emosimu yang mengatur kamu?
4. Efek jangka panjang jika tidak diolah, tekanan bisa memengaruhi keseimbangan emosi dan kemampuan belajar.
5. Kita tidak sendiri; Kadang, tekanan terasa seperti beban yang dipikul sendiri. Padahal, banyak orang muda merasakan hal serupa. Dengan membuka ruang bicara dan dukungan, otak kita akan belajar bahwa emosi bukan sesuatu untuk dihindari, tapi jembatan menuju pemahaman diri dan hubungan yang sehat.
6. Otak Tenang = Emosi Lebih Stabil = Belajar Lebih Efektif
7. Menenangkan otak adalah *soft skill* yang sekuat *hard skill* akademik
8. Ilustrasi otak yang “menegang” vs “tenang”

EVALUASI – BAB 10: EMOSI DAN OTAK: PERTEMUAN DUA DUNIA

1. Carilah materi di referensi (internet, buku, dll), tentang teknik-teknik berikut ini:
 - *Journaling* emosi setiap hari
 - Teknik pernapasan 4-7-8
 - Refleksi sosial: mendengarkan dan bercerita
 - Olahraga rutin: menyeimbangkan hormon stres
 - Mindfulness & *journaling*; meningkatkan kontrol diri (*prefrontal cortex*)

2. Buatlah presentasi ilmiah tentang topik tersebut di atas
3. Pembuatan presentasi disesuaikan dengan Rubrik Penilaian Presentasi pada lampiran
4. Masing-masing kelompok presentasi di sesi yang akan datang

BAB 11

PERILAKU ISTIRAHAT-TIDUR

11.1. Pengertian Tidur

Tidur adalah keadaan alami yang ditandai dengan penurunan kesadaran, aktivitas motorik, dan respons terhadap rangsangan eksternal. Meskipun tampak pasif, tidur merupakan proses aktif yang melibatkan berbagai aktivitas fisiologis dan neurologis penting untuk pemulihan tubuh dan fungsi otak.

11.2. Jenis Tidur: NREM dan REM

Tidur terbagi menjadi dua fase utama:

1. ***Non-Rapid Eye Movement (NREM) Sleep:***

- Meliputi tiga tahap: N1, N2, dan N3.
- Ditandai dengan penurunan aktivitas fisiologis seperti detak jantung, pernapasan, dan tekanan darah.
- Tahap N3, atau tidur gelombang lambat, penting untuk pemulihan fisik dan konsolidasi memori.

2. ***Rapid Eye Movement (REM) Sleep:***

- Terjadi sekitar 90 menit setelah tertidur.
- Ditandai dengan gerakan mata cepat, mimpi yang intens, dan peningkatan aktivitas otak.
- Penting untuk pemrosesan emosi dan konsolidasi memori jangka panjang.

Siklus tidur normal terdiri dari beberapa siklus NREM dan REM yang berlangsung sekitar 90–120 menit dan berulang 4–6 kali per malam.

11.3. Fisiologi Tidur

Selama tidur, tubuh mengalami perubahan fisiologis yang signifikan:

- **Aktivitas Otak:** Gelombang otak melambat selama NREM dan menjadi mirip dengan saat terjaga selama REM.
- **Sistem Kardiovaskular:** Detak jantung dan tekanan darah menurun selama NREM dan berfluktuasi selama REM.
- **Sistem Pernapasan:** Pernapasan menjadi lebih lambat dan teratur selama NREM; selama REM, pernapasan menjadi tidak teratur.
- **Sistem Endokrin:** Hormon pertumbuhan dilepaskan selama tidur, terutama di tahap N3, mendukung pertumbuhan dan perbaikan jaringan.

Perubahan ini menunjukkan bahwa tidur adalah proses aktif yang penting untuk homeostasis dan fungsi tubuh yang optimal.

11.4. Tahapan Tidur

Tidur terdiri dari empat tahap utama:

1. **Tahap N1 (NREM 1):**
 - Transisi dari terjaga ke tidur ringan.
 - Ditandai dengan penurunan aktivitas otot dan gerakan mata lambat.
 - Mudah terbangun pada tahap ini.
2. **Tahap N2 (NREM 2):**
 - Tidur ringan dengan penurunan suhu tubuh dan detak jantung.
 - Munculnya "*sleep spindles*" dan "*K-complexes*" pada EEG.
3. **Tahap N3 (NREM 3):**
 - Tidur dalam atau tidur gelombang lambat.
 - Sulit terbangun; penting untuk pemulihan fisik dan konsolidasi memori.
4. **Tahap REM:**
 - Aktivitas otak meningkat, mendekati saat terjaga.
 - Terjadi mimpi yang intens.
 - Otot-otot tubuh mengalami atonia (relaksasi total), mencegah gerakan saat bermimpi.

Siklus tidur biasanya dimulai dari N1 → N2 → N3 → N2 → REM, dan berulang sepanjang malam.

Referensi

1. **StatPearls-Physiology, Sleep Stages**
Ringkasan komprehensif tentang fisiologi dan tahapan tidur.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526132/>
2. **Sleep Foundation-Stages of Sleep**
Penjelasan mendalam tentang siklus dan tahapan tidur.
<https://www.sleepfoundation.org/stages-of-sleep>
3. **Cleveland Clinic-Sleep Basics**
Informasi dasar tentang pentingnya tidur dan tahapan-tahapannya.
<https://my.clevelandclinic.org/health/body/12148-sleep-basics>
4. **PubMed-Physiology, Sleep Stages**
Artikel ilmiah tentang fisiologi tidur dan implikasinya.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30252388/>

11.5. Kebiasaan Tidur Gen Z: Tantangan dan Tren Terkini

1. **Pengaruh Media Sosial dan Gadget terhadap Kualitas Tidur**
Sebuah survei oleh American Academy of Sleep Medicine (AASM) menemukan bahwa **93% Gen Z mengaku tidur larut malam karena penggunaan media sosial**, seperti TikTok dan Instagram. Kebiasaan ini menyebabkan gangguan tidur, kelelahan di siang hari, dan penurunan kinerja akademik.
Selain itu, **60% Gen Z mengalami insomnia akibat penggunaan gadget di malam hari**. Paparan cahaya biru dari layar gadget menghambat produksi melatonin, hormon yang mengatur siklus tidur, sehingga tubuh sulit memasuki fase tidur nyenyak.
2. **Ketergantungan pada *White Noise* untuk Tidur**
Penelitian menunjukkan bahwa hampir **49% Gen Z di Amerika Serikat menggunakan *white noise*** (seperti suara kipas atau aplikasi suara alam) untuk membantu mereka tidur. Kebiasaan ini lebih umum pada Gen Z dibandingkan generasi sebelumnya, kemungkinan karena paparan terus-menerus terhadap lingkungan digital yang bising.

3. Keterkaitan antara Kesepian dan Insomnia

Studi dari Oregon State University menemukan bahwa mahasiswa yang merasa kesepian hampir dua kali lebih mungkin mengalami insomnia dibandingkan mereka yang tidak merasa kesepian. Kesepian meningkatkan sensitivitas terhadap stres dan kecemasan, yang dapat mengganggu kualitas tidur.

4. Tren "Sleepcation" sebagai Respons terhadap Kelelahan

Untuk mengatasi kelelahan dan stres, banyak Gen Z memilih "sleepcation"—liburan yang difokuskan pada istirahat dan tidur berkualitas. Hotel-hotel mewah menawarkan fasilitas seperti kasur pintar dan minuman penenang untuk mendukung tren ini. Sebanyak 61% pelancong muda merencanakan liburan semacam ini untuk meningkatkan kesehatan mental dan fisik mereka.

5. Dampak Negatif dari "Bed Rotting"

"Bed rotting", tren di mana individu menghabiskan waktu sehari-hari di tempat tidur untuk bersantai, menjadi populer di kalangan Gen Z. Meskipun dapat membantu mengurangi stres, para ahli memperingatkan bahwa kebiasaan ini, jika dilakukan berlebihan, dapat mengindikasikan masalah kesehatan mental seperti depresi dan mengganggu pola tidur.

Referensi

- American Academy of Sleep Medicine. (2022). *Are you TikTok Tired? 93% of Gen Z admit to staying up past their bedtime due to social media.*
- Radar Lawu. (2024). *Survei National Sleep Foundation: 60 Persen Gen Z Alami Insomnia, Negara Era Digital?*
- New York Post. (2025). *Gen Z has the hardest time sleeping in silence—here's why.*
- Newsweek. (2024). *Loneliness Is Keeping Gen Z Awake at Night.*
- New York Post. (2024). *Burned-out Gen Z, millennials are opting for 'sleepcations': 'Sometimes you need to rest'.*
- Time. (2024). *Is Bed Rotting Bad for You?*

EVALUASI – BAB 11: ISTIRAHAT-TIDUR

1. Apa definisi tidur menurut bab ini?
 - A. Keadaan aktif dengan peningkatan respons terhadap rangsangan
 - B. Keadaan alami dengan penurunan kesadaran dan aktivitas motorik
 - C. Keadaan tidak sadar total tanpa aktivitas fisiologis
 - D. Keadaan terjaga dengan aktivitas otak maksimal

Kunci: B

2. Fase tidur yang ditandai dengan mimpi intens dan gerakan mata cepat disebut...
 - A. NREM 1
 - B. NREM 3
 - C. REM
 - D. *Deep sleep*

Kunci: C

3. Tahapan tidur yang penting untuk pemulihan fisik dan konsolidasi memori adalah...
 - A. NREM 1
 - B. NREM 2
 - C. NREM 3
 - D. REM

Kunci: C

4. Pada tahap tidur manakah aktivitas otak paling mirip dengan saat terjaga?
 - A. NREM 1
 - B. NREM 2
 - C. NREM 3
 - D. REM

Kunci: D

5. Siklus tidur normal berlangsung selama...

- A. 30–60 menit
- B. 60–90 menit
- C. 90–120 menit
- D. 120–150 menit

Kunci: C

6. Berapa kali siklus tidur normal berulang dalam satu malam?

- A. 1–2 kali
- B. 2–3 kali
- C. 3–4 kali
- D. 4–6 kali

Kunci: D

7. Tahap tidur yang paling mudah membangunkan seseorang adalah...

- A. NREM 1
- B. NREM 2
- C. NREM 3
- D. REM

Kunci: A

8. Pada tahap tidur NREM 2, ciri khas yang muncul pada EEG adalah...

- A. Gelombang delta
- B. *Sleep spindles* dan K-complexes
- C. Gelombang alfa
- D. Gelombang beta

Kunci: B

9. Hormon pertumbuhan terutama dilepaskan pada tahap...

- A. NREM 1
- B. NREM 2
- C. NREM 3
- D. REM

Kunci: C

10. Fungsi utama tidur REM adalah...

- A. Pemulihan fisik
- B. Konsolidasi memori jangka panjang dan pemrosesan emosi
- C. Penurunan suhu tubuh
- D. Relaksasi otot

Kunci: B

11. Paparan cahaya biru dari gadget di malam hari menghambat produksi hormon...

- A. Insulin
- B. Melatonin
- C. Kortisol
- D. Adrenalin

Kunci: B

12. Salah satu dampak negatif penggunaan gadget sebelum tidur pada Gen Z adalah...

- A. Meningkatkan kualitas tidur
- B. Menyebabkan insomnia
- C. Mempercepat tidur nyenyak
- D. Mengurangi mimpi

Kunci: B

13. *White noise* sering digunakan Gen Z untuk...

- A. Meningkatkan aktivitas otak
- B. Membantu tidur
- C. Mengurangi mimpi
- D. Meningkatkan stres

Kunci: B

14. Tren "*sleepcation*" pada Gen Z bertujuan untuk...

- A. Menambah aktivitas fisik
- B. Mendapatkan tidur berkualitas dan mengatasi kelelahan
- C. Mengurangi waktu tidur
- D. Meningkatkan konsumsi gadget

Kunci: B

15. "*Bed rotting*" adalah kebiasaan di mana seseorang...

- A. Berolahraga di tempat tidur
- B. Menghabiskan waktu seharian di tempat tidur
- C. Tidur sambil berjalan
- D. Tidak tidur sama sekali

Kunci: B

16. Salah satu risiko dari "*bed rotting*" yang berlebihan adalah...

- A. Meningkatkan kesehatan mental
- B. Mengurangi risiko depresi
- C. Mengganggu pola tidur dan menandakan masalah kesehatan mental
- D. Menambah energi

Kunci: C

17. Studi menunjukkan bahwa Gen Z yang merasa kesepian lebih mungkin mengalami...

- A. Mimpi buruk
- B. Insomnia
- C. *Sleepwalking*
- D. Tidur siang

Kunci: B

18. Pada tahap tidur manakah otot tubuh mengalami atonia (relaksasi total)?

- A. NREM 1
- B. NREM 2
- C. NREM 3
- D. REM

Kunci: D

19. Selama NREM, perubahan fisiologis yang terjadi adalah...

- A. Peningkatan detak jantung
- B. Penurunan detak jantung dan tekanan darah
- C. Peningkatan aktivitas otak
- D. Pernapasan tidak teratur

Kunci: B

20. Siklus tidur yang sehat penting untuk...

- A. Menambah stres
- B. Homeostasis dan fungsi tubuh optimal
- C. Mengurangi hormon pertumbuhan
- D. Mengurangi konsolidasi memori

Kunci: B

BAB 12

PERILAKU MAKAN

12.1. Otak dan Pusat Regulasi Makan

- **Hipotalamus:** Struktur utama di otak yang mengatur makan.
 - *Lateral hypothalamus (LH)*: Merangsang rasa lapar.
 - *Ventromedial hypothalamus (VMH)*: Memberi sinyal kenyang.
- **Nukleus arkuata (*arcuate nucleus*)**: Mendeteksi kadar hormon seperti leptin dan ghrelin dan mengatur perilaku makan.

Referensi:

Berthoud, H. R. (2011). *Metabolic and hedonic drives in the neural control of appetite: Who is the boss?* Current Opinion in Neurobiology, 21(6), 888–896.
DOI: 10.1016/j.conb.2011.09.004

12.2. Hormon yang Mengatur Perilaku Makan

- **Ghrelin:** Hormon lapar yang diproduksi di lambung. Meningkatkan sebelum makan.
- **Leptin:** Diproduksi oleh jaringan lemak; memberi sinyal kenyang ke otak.
- **Insulin:** Mengatur kadar glukosa dan memengaruhi rasa lapar.
- **Cortisol:** Hormon stres yang bisa meningkatkan nafsu makan berlebih.

Referensi:

Morton, G. J., Meek, T. H., & Schwartz, M. W. (2014). *Neurobiology of food intake in health and disease*. Nature Reviews Neuroscience, 15, 367–378. DOI: 10.1038/nrn3745

12.3. Pengaruh Emosi dan Stres

- Sistem limbik dan korteks prefrontal terlibat dalam pengaturan emosional yang memengaruhi keputusan makan, termasuk:
 - Makan emosional (*emotional eating*).
 - Kecanduan makanan manis atau berlemak.

Referensi:

Adam, T. C., & Epel, E. S. (2007). *Stress, eating and the reward system*. *Physiology & Behavior*, 91(4), 449–458.
DOI: 10.1016/j.physbeh.2007.04.011

12.4. Sistem Reward Dopaminergik

- Aktivasi sistem dopamin saat makan makanan yang enak memberi sensasi menyenangkan.
- Terlibat dalam **perilaku makan impulsif dan kebiasaan makan tidak sehat**.

Referensi:

Volkow, N. D., Wang, G. J., Tomasi, D., & Baler, R. D. (2013). *The addictive dimensionality of obesity*. *Biological Psychiatry*, 73(9), 811–818.
DOI: 10.1016/j.biopsych.2012.12.020

Kesimpulan

Biopsikologi membantu menjelaskan bahwa **perilaku makan bukan hanya urusan “kemauan” atau “kebiasaan”**, melainkan dipengaruhi oleh:

- Sistem saraf pusat (hipotalamus, sistem *reward*).
- Hormon tubuh (ghrelin, leptin).
- Emosi dan stres (kortisol, limbik system).
- Penguatan positif melalui dopamin.

12.5. Gangguan Pola Makan

1. Apa itu Gangguan Pola Makan?

Gangguan pola makan (*Eating Disorders*) adalah kondisi serius yang ditandai dengan gangguan berat dalam perilaku makan dan persepsi tubuh, serta sering kali melibatkan faktor biologis, psikologis, dan sosial. Gangguan ini **bukan sekadar masalah makanan**, tetapi melibatkan **disfungsi pada sistem saraf pusat, neurotransmitter, dan sistem hormonal** yang mengatur rasa lapar, kenyang, citra tubuh, dan kontrol impuls.

2. Open Case

THESIS: PERILAKU MAKAN
MENYIMPANG PADA ANAK REMAJA DI
JAKARTA. (T. TANTIANI, 2007)

- Di Indonesia → belum banyak penelitian dan publikasi yang melaporkan penyimpangan perilaku makan
- 34,8% remaja di Jakarta mengalami penyimpangan perilaku makan dengan spesifikasi:
 - 11,6% menderita anoreksia nervosa
 - 27% menderita bulimia nervosa

3. Jenis-jenis Gangguan Pola Makan

a. Anoreksia Nervosa

OPENING CASE

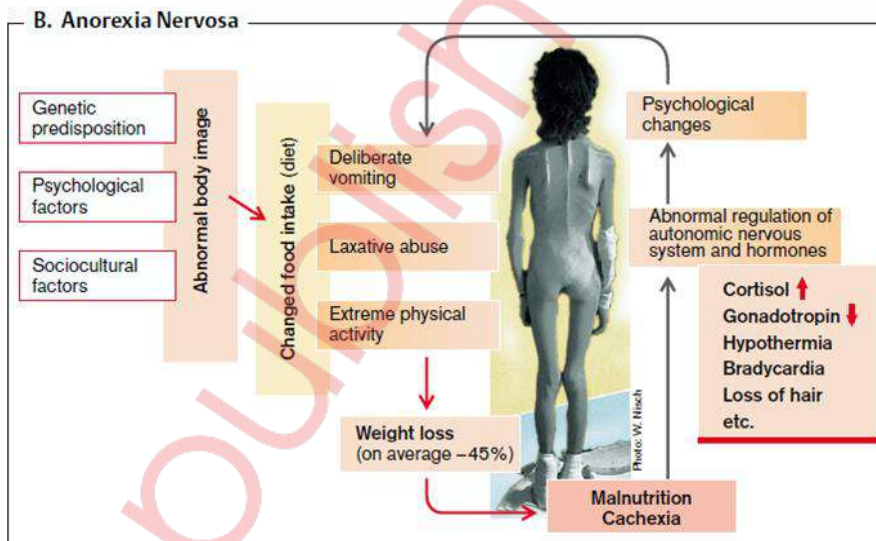
- Anorexia nervosa memiliki angka kematian tertinggi dalam penyakit kejiwaan
- Prevalensi Anoreksia Nervosa: sekitar 0,3% pada wanita muda.
- Hal ini lebih dari dua kali lebih umum pada anak perempuan remaja, dengan usia rata-rata onset 15 tahun; 80-90% dari pasien dengan anoreksia adalah perempuan.
- Anorexia adalah penyebab paling umum berat badan pada wanita muda dan masuk ke pelayanan rumah sakit anak dan remaja. (Morris, Jane. 2007)

- **Ciri utama:** Penolakan makan secara ekstrem, ketakutan berlebihan terhadap penambahan berat badan, distorsi citra tubuh.
- **Biologis:** Terlibat penurunan aktivitas **hipotalamus** dan disregulasi neurotransmitter seperti **serotonin** dan **dopamin**.
- **Dampak:**
 - a. Fisik
 - Makan dalam jumlah berlebihan secara sekaligus dapat merusak keseimbangan mineral tubuh seperti sodium dan potasium. Hal ini menyebabkan rasa lelah, berdebar-debar, detak jantung yang tidak teratur, dan tulang keropos.
 - Muntah berulang-ulang dapat merusak lambung dan saluran *esophagus* (saluran yang membawa makanan ke lambung) karena memaksa lambung berkontraksi secara tidak wajar.
 - Selain itu, asam lambung yang keluar bersama muntah membuat gusi menyusut dan mengikis email gigi.
 - Timbul ruam di kulit
 - Pecahnya pembuluh darah di muka
 - Lemah, tidak bertenaga

- Sulit berkonsentrasi
 - Gangguan menstruasi
 - Kematian
- b. Psikologis
- Perasaan tidak berharga
 - Sensitif, mudah tersinggung, mudah marah
 - Mudah merasa bersalah
 - Kehilangan minat untuk berinteraksi dengan orang lain
 - Tidak percaya diri, canggung berhadapan dengan orang banyak
 - Cenderung berbohong untuk menutupi perilaku makannya
 - Minta perhatian orang lain
 - Depresi (sedih terus menerus)

Dampak fisik maupun psikis yang dialami oleh penderita gangguan makan tersebut tentu saja tidak dapat diabaikan begitu saja. Mereka memerlukan pertolongan segera dari psikolog, dokter, ahli gizi, dan tentu saja orangtua untuk memulihkan masalahnya agar tidak membawa dampak yang lebih serius lagi, yaitu kematian.

Berikut alur terjadinya Anorexia Nervosa:



- Pencegahan
 1. Perlu mengkaji kembali apa artinya tubuh ideal dan tidak tergiur dengan bentuk tubuh ideal yang diiklankan oleh berbagai media.
 2. Tubuh yang ideal adalah tubuh yang SEHAT.
 3. Solusinya:
 - Konsultasi dengan dokter atau ahli gizi untuk mendapatkan pola makanan yang seimbang
 - Olahraga teratur
 - Tidur yang cukup
 - Tidak mengonsumsi obat-obatan yang tidak perlu (seperti: obat/jamu pelangsing, obat tidur, narkoba, dll)
 - Isi pikiran dengan hal-hal positif
- **Penanganan**

Baik dalam kasus bulimia maupun anorexia diperlukan penanganan dini, karena penanganan yang terlambat mempersulit pengobatan. Keluarga pasien akan diminta bantuan dalam perawatan, seperti terapi dapat berlangsung setahun atau lebih, bisa dilakukan sendiri di rumah bersama keluarga atau untuk kasus yang parah dengan rawat inap di rumah sakit

Referensi:

Kaye, W. H., Fudge, J. L., & Paulus, M. (2009). *New insights into symptoms and neurocircuit function of anorexia nervosa*. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(8), 573–584.
DOI: 10.1038/nrn2682

b. **Bulimia Nervosa**

- **Ciri utama:** Episode makan berlebihan (binge eating) diikuti dengan kompensasi seperti muntah paksa, puasa ekstrem, atau olahraga berlebihan.
- **Neurobiologis:** Disregulasi **sistem dopamin** dan gangguan pada **korteks prefrontal** (impulsivitas).
- **Dampak:** Kerusakan gigi, gangguan elektrolit, dan masalah jantung.

Referensi:

Marsh, R., Steinglass, J. E., Gerber, A. J., O'Leary, K. G., Wang, Z., & Peterson, B. S. (2009). *Deficient activity in the neural systems that mediate self-regulatory control in bulimia nervosa*. Archives of General Psychiatry, 66(1), 51–63.
DOI: 10.1001/archgenpsychiatry.2008.504

c. Binge Eating Disorder (BED)

- **Ciri utama:** Makan dalam jumlah besar dalam waktu singkat, disertai rasa tidak terkendali dan penyesalan, tanpa kompensasi seperti pada bulimia.
- **Neuropsikologi:** Aktivasi berlebihan pada **sistem reward** otak (ventral striatum) dan gangguan kontrol dari **korteks prefrontal**.
- **Dampak:** Obesitas, hipertensi, diabetes tipe 2.

Referensi:

Schag, K., Teufel, M., & Zipfel, S. (2013). *Psychological interventions in the treatment of binge eating disorder*. Dialogues in Clinical Neuroscience, 15(3), 287–294.

3. Faktor Biologis pada Gangguan Pola Makan

- **Genetik:** Ada komponen hereditas, terutama pada anoreksia dan bulimia.
- **Neurotransmitter:** Serotonin (regulasi *mood* dan impuls), dopamin (*reward*), dan norepinefrin (stres).
- **Hormon:** Disregulasi leptin, ghrelin, kortisol (stres).

Referensi tambahan:

Treasure, J., Claudino, A. M., & Zucker, N. (2010). *Eating disorders*. The Lancet, 375(9714), 583–593.
DOI: 10.1016/S0140-6736(09)61748-7

4. Biotik pada Sistem Saraf yang terlibat

Sistem Saraf	Peran dalam Gangguan Makan
Hipotalamus	Pusat regulasi lapar & kenyang
Korteks Prefrontal	Pengendalian impuls & pengambilan keputusan
Amygdala	Regulasi emosi, ketakutan terhadap berat badan
Striatum	Sistem <i>reward</i> terkait makanan

Kesimpulan

Gangguan makan adalah gangguan biopsikologis yang kompleks. Pemahaman tentang struktur dan fungsi otak, serta sistem hormonal, sangat penting dalam penanganan dan pencegahan. Pendekatan pengobatan yang efektif melibatkan terapi kognitif, nutrisi, dan dalam beberapa kasus pengobatan farmakologis yang menarget sistem neurotransmitter.



5. Pola Makan Generasi Z (Lahir ±1995–2010)

a. Preferensi Makanan

Generasi Z cenderung memilih makanan cepat saji, produk siap saji, dan makanan beku. Mereka lebih suka membeli makanan daripada memasak sendiri.

b. Pengaruh Media Sosial

Media sosial memengaruhi pilihan makanan mereka, dengan banyaknya konten makanan yang menarik perhatian dan mendorong konsumsi makanan tertentu.

c. Kesadaran Kesehatan

Meskipun ada kesadaran akan pentingnya pola makan sehat, banyak dari mereka yang lebih memilih makanan lezat dan pengalaman makan yang menyenangkan daripada mempertimbangkan nilai gizi.

d. Masalah Gizi dan Kesehatan

Pola makan yang tidak seimbang dan gaya hidup yang kurang aktif berkontribusi pada peningkatan prevalensi kelebihan berat badan dan obesitas di kalangan Generasi Z.

6. Pola Makan Generasi Alpha (Lahir ±2010–2025)

a. Preferensi Makanan

Generasi Alpha menunjukkan preferensi terhadap makanan barat seperti pasta, keju, dan sereal yang mengandung lemak jenuh.

b. Pengaruh Teknologi

Tumbuh di era digital, Generasi Alpha terpapar berbagai informasi tentang makanan melalui teknologi, yang memengaruhi pilihan dan kebiasaan makan mereka.

c. Pentingnya Edukasi Gizi

Pendidikan gizi sejak dini sangat penting untuk Generasi Alpha guna mencapai pertumbuhan dan perkembangan optimal. Edukasi ini membantu mereka memahami pentingnya makanan sehat dan seimbang.

7. Perbandingan Pola Makan Generasi Z dan Alpha:

Aspek	Generasi Z	Generasi Alpha
Preferensi Makanan	Makanan cepat saji, produk siap saji	Makanan barat, sereal tinggi lemak
Pengaruh Teknologi	Media sosial memengaruhi pilihan makanan	Terpapar informasi makanan sejak dini
Kesadaran Kesehatan	Ada, namun sering dikalahkan oleh selera	Masih berkembang, perlu edukasi gizi
Masalah Gizi	Peningkatan obesitas dan kelebihan berat badan	Risiko gangguan pertumbuhan jika tidak ditangani

Referensi

- Dewi, D. P., & Yuniarti, R. (2022). *Pengaruh media sosial terhadap gaya hidup konsumtif generasi Z*. Jurnal Ilmu Komunikasi, 14(2), 101–112.
<https://journal2.uad.ac.id/index.php/jfc/article/download/4128/pdf/15116>
- Fauzi, I. K., & Lestari, D. (2021). *Nutrition education in Alpha Generation to achieve optimal growth and development*. ResearchGate.
https://www.researchgate.net/publication/356762925_NUTRITION_EDUCATION_IN_ALPHA_GENERATION_TO_ACHIEVE_OPTIMAL_GROWTH_AND_DEVELOPMENT
- Mutmainah, A., & Fathul, I. (2023). *Hubungan menu anxiety, pemilihan makanan dan kebiasaan makan pada Generasi Z di Kota Surabaya*. Jurnal Gizi dan Pangan, 18(1), 35–45.
<https://e-journal.unair.ac.id/AMNT/article/download/63217/31695/375992>
- Putri, I. R. R., & Kusumadewi, I. (2023). *Gaya hidup Generasi Z dalam konteks perilaku makan, tingkat stres, kualitas tidur, dan kaitannya dengan status gizi: Literature review*. ResearchGate.
<https://www.researchgate.net/publication/375862241>
- Tim Editorial Haibunda. (2024, Agustus 23). *Mengenal generasi Alpha: Karakteristik dan cara mendidiknya*. Haibunda.com.
<https://www.haibunda.com/parenting/20240823153440-61-345573/mengenal-generasi-alpha-karakteristik-dan-cara-mendidiknya>

EVALUASI – BAB 12: PERILAKU MAKAN

1. Struktur otak utama yang mengatur perilaku makan adalah...

- A. Hipokampus
- B. Hipotalamus
- C. Amigdala
- D. Korteks prefrontal

Kunci: B

2. Fungsi utama *lateral hypothalamus* (LH) adalah...

- A. Memberi sinyal kenyang
- B. Merangsang rasa lapar
- C. Mengatur suhu tubuh
- D. Mengatur emosi

Kunci: B

3. *Ventromedial hypothalamus* (VMH) berperan dalam...

- A. Merangsang rasa lapar
- B. Memberi sinyal kenyang
- C. Mengatur tekanan darah
- D. Mengatur detak jantung

Kunci: B

4. Hormon yang diproduksi lambung dan merangsang rasa lapar adalah...

- A. Leptin
- B. Insulin
- C. Ghrelin
- D. Kortisol

Kunci: C

5. Hormon leptin diproduksi oleh...

- A. Hati
- B. Jaringan lemak
- C. Pankreas
- D. Usus

Kunci: B

6. Fungsi utama hormon insulin dalam perilaku makan adalah...

- A. Mengatur tekanan darah
- B. Mengatur kadar glukosa dan memengaruhi rasa lapar
- C. Mengatur suhu tubuh
- D. Mengatur kadar kalsium

Kunci: B

7. Hormon yang meningkat saat stres dan dapat memicu makan berlebih adalah...

- A. Adrenalin
- B. Kortisol
- C. Glukagon
- D. Oksitosin

Kunci: B

8. Sistem limbik dan korteks prefrontal berperan dalam...

- A. Mengatur suhu tubuh
- B. Pengaturan emosional yang memengaruhi keputusan makan
- C. Mengatur detak jantung
- D. Mengatur tekanan darah

Kunci: B

9. Aktivasi sistem dopamin saat makan makanan enak menyebabkan...

- A. Rasa lapar
- B. Sensasi menyenangkan
- C. Rasa kenyang
- D. Rasa haus

Kunci: B

10. Gangguan makan yang ditandai dengan penolakan makan secara ekstrem dan ketakutan berlebihan terhadap kenaikan berat badan adalah...

- A. Bulimia nervosa
- B. Anoreksia nervosa
- C. Binge eating disorder
- D. Orthorexia

Kunci: B

11. Episode makan berlebihan yang diikuti dengan kompensasi seperti muntah paksa adalah ciri dari...

- A. Anoreksia nervosa
- B. Bulimia nervosa
- C. Binge eating disorder
- D. Orthorexia

Kunci: B

12. *Binge Eating Disorder* ditandai dengan...

- A. Makan dalam jumlah besar tanpa kompensasi
- B. Penolakan makan
- C. Makan sedikit demi sedikit
- D. Hanya makan makanan sehat

Kunci: A

13. Salah satu dampak fisik dari bulimia nervosa adalah...

- A. Gangguan elektrolit
- B. Tulang keropos
- C. Gangguan menstruasi
- D. Semua benar

Kunci: D

14. Salah satu ciri psikologis pada anoreksia nervosa adalah...

- A. Mudah percaya diri
- B. Perasaan tidak berharga
- C. Suka makan berlebihan
- D. Suka makanan manis

Kunci: B

15. Sistem *reward* dopaminergik terlibat dalam perilaku makan...

- A. Impulsif
- B. Terencana
- C. Tradisional
- D. Berbasis budaya

Kunci: A

16. Faktor biologis yang memengaruhi gangguan pola makan meliputi, kecuali...

- A. Genetik
- B. Neurotransmitter
- C. Hormon
- D. Warna makanan

Kunci: D

17. Hormon yang memberi sinyal kenyang ke otak adalah...

- A. Ghrelin
- B. Leptin
- C. Adrenalin
- D. Melatonin

Kunci: B

18. Salah satu dampak psikologis dari gangguan makan adalah...

- A. Mudah tertawa
- B. Depresi
- C. Suka berolahraga
- D. Suka makan buah

Kunci: B

19. Salah satu pencegahan anoreksia nervosa adalah...

- A. Konsumsi obat pelangsing
- B. Edukasi tubuh ideal adalah tubuh sehat
- C. Diet ekstrem
- D. Tidak makan malam

Kunci: B

20. Salah satu penanganan gangguan makan adalah...

- A. Terapi kognitif
- B. Mengisolasi pasien
- C. Tidak makan sama sekali
- D. Konsumsi makanan cepat saji

Kunci: A

21. Pola makan generasi Z cenderung...

- A. Memilih makanan tradisional
- B. Memilih makanan cepat saji
- C. Tidak suka makan
- D. Selalu memasak sendiri

Kunci: B

22. Media sosial berpengaruh terhadap pola makan generasi...

- A. Baby boomer
- B. Z
- C. X
- D. Silent generation

Kunci: B

23. Pola makan generasi Alpha dipengaruhi oleh...

- A. Teknologi
- B. Tradisi
- C. Agama
- D. Cuaca

Kunci: A

24. Salah satu masalah kesehatan akibat pola makan tidak seimbang pada generasi Z adalah...

- A. Obesitas
- B. Anemia
- C. Hipertensi
- D. Semua benar

Kunci: D

25. Edukasi gizi penting untuk generasi Alpha agar...

- A. Tidak makan
- B. Pertumbuhan optimal
- C. Suka makanan cepat saji
- D. Tidak suka buah

Kunci: B

26. Salah satu ciri *emotional eating* adalah...

- A. Makan saat lapar
- B. Makan sebagai respons emosi negatif
- C. Makan saat kenyang
- D. Tidak suka makan

Kunci: B

27. *External eating* adalah perilaku makan yang dipicu oleh...

- A. Sinyal internal lapar
- B. Stimulus eksternal seperti aroma dan tampilan makanan
- C. Kebiasaan tidur
- D. Olahraga

Kunci: B

28. *Restrained eating* adalah perilaku makan yang...

- A. Tidak terkontrol
- B. Pembatasan makan secara sadar untuk menurunkan berat badan
- C. Makan berlebihan
- D. Tidak suka makan

Kunci: B

29. Salah satu neurotransmitter yang terlibat dalam gangguan makan adalah...

- A. Serotonin
- B. Melatonin
- C. Oksitosin
- D. Vasopresin

Kunci: A

30. Salah satu strategi penanganan gangguan makan yang efektif adalah...

- A. Terapi kognitif dan nutrisi
- B. Diet ekstrem
- C. Konsumsi obat tanpa resep
- D. Tidak makan sama sekali

Kunci: A

BAB 13

SISTEM REPRODUKSI

Sistem reproduksi manusia merupakan sistem biologis yang terlibat dalam produksi, pemeliharaan, dan transportasi gamet (sel kelamin), serta dalam proses reproduksi dan perkembangan keturunan. Dalam konteks **biopsikologi**, sistem ini tidak hanya dilihat dari sisi biologis, tetapi juga dari pengaruhnya terhadap **perilaku, emosi, dan fungsi otak** yang dikendalikan oleh hormon-hormon reproduktif.

13.1. Komponen Sistem Reproduksi

A. *Pria*

- Testis: menghasilkan sperma dan hormon testosteron.
- Saluran sperma (vas deferens), uretra, dan penis.
- **Epididimis**: Matangasi sperma.
- **Kelenjar Prostat**: Menghasilkan cairan semen.
- **Penis**: Organ kopulasi

B. *Wanita*

- Ovarium: menghasilkan ovum dan hormon estrogen serta progesteron.
- **Tuba Fallopi**: Saluran fertilisasi ovum-sperma.
- **Uterus**: Tempat implantasi embrio dan perkembangan janin.
- **Vagina**: Saluran kelahiran dan penerima semen.
- **Hipotalamus-Pituitari**: Mengatur siklus menstruasi melalui LH dan FSH

13.2. Kaitan Sistem Reproduksi dengan Biopsikologi

Sistem reproduksi berhubungan erat dengan sistem endokrin dan sistem saraf pusat. Beberapa kaitan utama:

A. *Hormon dan Fungsi Otak*

- **Estrogen** dan **progesteron** memengaruhi *neuroplastisitas*, *mood*, dan respons stres.
- **Testosteron** berkaitan dengan agresi, dorongan seksual, dan perilaku kompetitif.
- **Oksitosin** dan **vasopresin** terlibat dalam ikatan sosial, kasih sayang, dan kelekatan emosional.

B. *Siklus Menstruasi dan Mood*

- Perubahan hormon selama siklus menstruasi memengaruhi korteks prefrontal dan amigdala, memengaruhi suasana hati, konsentrasi, dan sensitivitas emosional.

C. *Perilaku Seksual*

- Dorongan seksual merupakan hasil interaksi kompleks antara hipotalamus, sistem limbik, dan hormon.
- Gangguan dalam sistem reproduksi atau hormonal dapat menyebabkan disfungsi seksual dan gangguan psikologis.

D. *Perkembangan Otak dan Seksualitas*

- Hormon seks berperan penting dalam perkembangan otak selama masa prenatal dan pubertas, yang memengaruhi identitas gender dan orientasi seksual.

E. *Peran Hipotalamus dan Amigdala*

- **Hipotalamus** mengintegrasikan sinyal hormonal dan lingkungan untuk mengatur libido. Lesi pada area ventromedial hipotalamus tikus betina menghilangkan respons *lordosis* (postur seksual).
- **Amigdala** terlibat dalam pemrosesan emosi seksual. Aktivitas amigdala lebih tinggi pada pria saat melihat stimulus erotis dibandingkan wanita.

F. Pengaruh Neurotransmitter

- **Dopamin:** Meningkatkan motivasi seksual melalui *reward pathway*.
- **Serotonin:** Menghambat hasrat seksual saat kadar tinggi (efek antidepresan SSRI).
- **Oksitosin:** Memediasi ikatan emosional pascakoitus dan kontraksi uterus saat persalinan.

G. Genetika dan Epigenetika

- Variasi gen *AR* (Androgen Receptor) memengaruhi sensitivitas testosteron.
- Stres prenatal dapat mengubah ekspresi gen reseptor glukokortikoid, berdampak pada fungsi reproduksi dewasa.

H. Gangguan Interaksi Biopsikologis

Gangguan	Dampak Biologis	Implikasi Psikologis
Hipogonadisme	Defisiensi testosteron	Depresi, kehilangan libido
PCOS	Ketidakseimbangan androgen	Gangguan citra tubuh
Disfungsi Ereksi	Aliran darah penis terganggu	Kecemasan performa
Endometriosis	Nyeri pelvis kronis	Gangguan kualitas hidup

I. Faktor Sosial dan Lingkungan

Interaksi sosial dan norma budaya juga memengaruhi perilaku reproduksi, misalnya norma yang mengatur perilaku seksual pranikah, yang kemudian berpengaruh pada kesehatan reproduksi secara keseluruhan.

Kesimpulan

Biopsikologi memengaruhi perilaku reproduksi melalui mekanisme hormonal dan neural yang mengatur dorongan seksual, serta melalui faktor psikologis seperti kontrol diri, coping, dan persepsi risiko yang membentuk keputusan dan tindakan reproduksi. Pendidikan dan intervensi psikologis yang tepat dapat meningkatkan perilaku reproduksi sehat dan mencegah risiko kesehatan reproduksi.

Referensi

Buku

1. Breedlove, S. M., Watson, N. V., & Rosenzweig, M. R. (2016). *Biological Psychology: An Introduction to Behavioral, Cognitive, and Clinical Neuroscience* (7th ed.). Sinauer Associates.
2. Kalat, J. W. (2019). *Biological Psychology* (13th ed.). Cengage Learning.

Jurnal

1. **Petersen, N., et al., (2014).** Hormonal contraception and mood: review of the literature and implications for future research. *Current Psychiatry Reports*, 16(9), 525.
🔗 <https://doi.org/10.1007/s11920-014-0525-2>
2. **Sisk, C. L., & Zehr, J. L. (2005).** Pubertal hormones organize the adolescent brain and behavior. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 26(3–4), 163–174.
🔗 <https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2005.10.003>
3. **Young, L. J., & Wang, Z. (2004).** The neurobiology of pair bonding. *Nature Neuroscience*, 7(10), 1048–1054.
🔗 <https://doi.org/10.1038/nn1327>

Refleksi Diri

Pendidikan Kesehatan Reproduksi

Pendidikan kesehatan reproduksi memiliki pengaruh signifikan dalam membentuk perilaku seksual remaja dengan cara meningkatkan pengetahuan, sikap, dan kesadaran mereka terhadap risiko perilaku seksual yang tidak sehat. Berikut penjelasan detail berdasarkan hasil penelitian dan literatur terkini:

- **Meningkatkan Pengetahuan dan Kesadaran**

Pendidikan kesehatan reproduksi memberikan informasi akurat tentang fungsi sistem reproduksi, risiko kehamilan tidak diinginkan, penyakit menular seksual, dan pentingnya perlindungan diri. Dengan pengetahuan ini, remaja menjadi lebih sadar akan konsekuensi perilaku seksual, sehingga cenderung menghindari perilaku berisiko

- **Mengubah Sikap dan Perilaku Seksual**

Studi menunjukkan setelah mendapatkan edukasi kesehatan reproduksi, terdapat perubahan signifikan dalam sikap remaja terhadap seks pranikah dan perilaku seksual mereka. Remaja lebih cenderung menunda aktivitas seksual dan menghindari lingkungan negatif

- **Mengurangi Perilaku Seksual Berisiko**

Literatur membuktikan bahwa pendidikan kesehatan reproduksi efektif dalam menurunkan perilaku seksual pranikah dan perilaku berisiko lainnya seperti hubungan seksual tanpa perlindungan

- **Memberikan Dasar Pengambilan Keputusan yang Bijak**

Pendidikan yang sesuai usia dan konteks budaya membantu remaja mengeksplorasi nilai-nilai seksual dan membuat keputusan yang bertanggung jawab terkait kehidupan seksual mereka

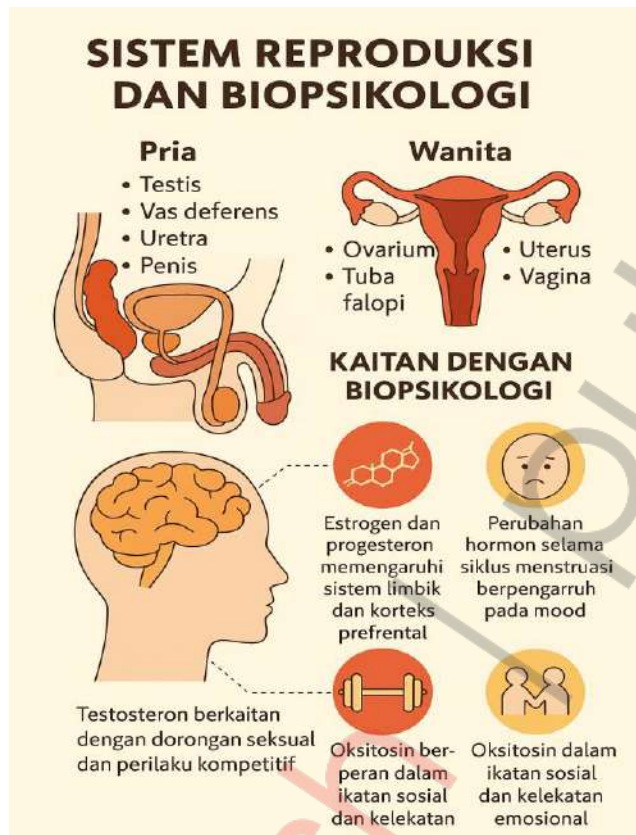
- **Mencegah Dampak Negatif Sosial dan Kesehatan**

Dengan edukasi yang tepat, remaja dapat menghindari kehamilan dini, infeksi menular seksual, dan konsekuensi psikososial seperti putus sekolah dan stigma sosial

- **Peran Metode Pendidikan**

Berbagai metode pendidikan, baik formal di sekolah maupun nonformal, terbukti efektif asalkan disampaikan dengan cara yang interaktif dan sesuai kebutuhan remaja

Berikut ilustrasi materi pendidikan kesehatan reproduksi



EVALUASI – BAB 13: SISTEM REPRODUKSI

1. Buatlah materi psikoedukasi tentang kesehatan reproduksi sesuai dengan tingkatan usia perkembangan SD, SMP, SMA. Boleh dipilih sesuai kesepakatan kelompok.
2. Topik bebas
3. Setiap kelompok 1 topik, tidak boleh sama
4. Buat dalam bentuk presentasi Power Point
5. Pembuatan presentasi disesuaikan dengan Rubrik Penilaian Presentasi (ada pada lampiran)
6. Masing-masing kelompok presentasi materi di sesi yang akan datang

BAB 14

PENUTUP

Di tengah dunia yang terus bergerak cepat, mahasiswa berada di persimpangan antara tantangan dan kemungkinan. Perubahan yang begitu cepat dalam dunia digital, akademik, sosial, dan emosional menuntut kemampuan adaptasi yang tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga neurologis. Melalui perjalanan memahami neuroplastisitas dan dinamika emosi dalam buku ini, kita telah melihat bahwa otak bukanlah struktur kaku, melainkan organ yang terus bertransformasi—respons terhadap kebiasaan, tekanan, hubungan, serta makna yang kita bangun dalam hidup sehari-hari.

Pengetahuan tentang bagaimana otak bekerja memberi kita alat untuk bertindak lebih sadar dan bijak. Kita menjadi tahu bahwa stres bukan musuh, tetapi sinyal; bahwa emosi bukan kelemahan, tetapi peta menuju pemahaman diri; dan bahwa perubahan bukan ancaman, melainkan peluang untuk pertumbuhan. Ketika mahasiswa mulai menyadari kekuatan pikiran dan kebiasaan dalam membentuk koneksi saraf baru, maka setiap hari kuliah, setiap interaksi, dan setiap tantangan hidup menjadi ladang pembelajaran neurologis yang sesungguhnya.

Harapan terbesar dari pemahaman ini adalah munculnya generasi mahasiswa yang tidak hanya cerdas secara akademik, tetapi juga sadar secara emosional dan reflektif secara mental. Mahasiswa yang tahu kapan harus melambat di tengah kecepatan dunia, yang berani meninjau ulang kebiasaan berpikirnya, dan yang terbuka untuk terus belajar dari pengalaman—bukan hanya demi nilai ujian, tetapi demi kesehatan mental dan makna hidup yang lebih dalam. Inilah bentuk revolusi belajar yang sejati: saat pengetahuan tidak hanya mengisi kepala, tetapi mengubah cara kita hidup dan merasakan dunia.

Kini, ketika halaman demi halaman telah kita lalui, semoga pembaca membawa pulang bukan hanya pengetahuan, tetapi juga kepercayaan bahwa otaknya mampu berubah, tumbuh, dan beradaptasi. Setiap napas tenang,

setiap pilihan sadar, setiap relasi hangat, dan setiap upaya kecil dalam mengelola emosi adalah bentuk investasi jangka panjang terhadap kesehatan otak dan kualitas hidup. Di tengah dunia yang terus bergerak cepat, semoga mahasiswa menemukan ruang dalam dirinya untuk bertumbuh perlahan—namun pasti. Karena pada akhirnya, mengubah otak bukan hanya tentang sains, tapi tentang harapan.

"Ketika kita mengubah cara kita berpikir, kita mengubah arsitektur otak kita—dan mungkin, mengubah jalan hidup kita." — Adaptasi dari prinsip neuroplastisitas modern

UCAPAN PENUTUP DARI PENULIS

Menulis buku ini adalah perjalanan yang penuh perenungan—bukan hanya tentang otak, tetapi tentang menjadi manusia. Dalam menyusun tiap bab, saya membayangkan wajah-wajah mahasiswa yang sedang mencari makna, meraba arah, dan belajar berdamai dengan dunia serta dirinya sendiri. Buku ini ditulis bukan dari menara gading akademik, melainkan dari ruang belajar yang penuh pertanyaan dan ketidaksempurnaan.

Saya berharap, setiap bagian dari buku ini bisa menjadi teman dalam perjalanan pembaca. Entah sebagai pengingat, pemantik, atau pelipur ketika hari terasa berat. Jika ada satu hal yang ingin saya wariskan dari tulisan ini, adalah bahwa perubahan itu mungkin—dan dimulai dari dalam. Otak kita adalah anugerah yang luar biasa: lentur, dinamis, dan terus belajar. Mari kita rawat, kita latih, dan kita arahkan untuk membentuk masa depan yang lebih sehat dan bermakna.

Terima kasih telah meluangkan waktu untuk membaca, merenung, dan tumbuh bersama.

Dengan penuh hormat dan harapan,

Budi Sarasati , S.K.M., M.Si.

LAMPIRAN

Studi Kasus (*Problem Based Learning*)

Kelompok :

Nama Mahasiswa/NPM :

No	Aspek Penilaian	Skor dan Kriteria					Nilai
		1	2	3	4	5	
1	Merumuskan Masalah	Rumusan masalah tidak tepat	Kesesuaian rumusan masalah dengan kasus secara tepat (sesuai kisi – kisi), tetapi tidak spesifik, kalimat tidak baku, dan tidak terdapat kebaruan.	Kesesuaian rumusan masalah dengan kasus secara tepat (sesuai kisi – kisi), spesifik, dan kalimat baku, tetapi tidak terdapat kebaruan.	Kesesuaian rumusan masalah dengan kasus secara tepat (sesuai kisi – kisi), spesifik, terdapat kebaruan, tetapi kalimat tidak baku.	Kesesuaian rumusan masalah dengan kasus secara tepat (sesuai kisi – kisi), spesifik, terdapat kebaruan, dan struktur kalimat baku	
2	Pembahasan rumusan masalah	Tidak terdapat relevansi antara permasalahan dan pembahasan	Pembahasan dan rumusan masalah relevan meliputi ketepatan analisis teori tetapi tidak terdapat rujukan inti & pendukung	Pembahasan dan rumusan masalah relevan meliputi ketepatan analisis teori yang digunakan, terdapat rujukan inti & pendukung, pembahasan mendalam tetapi tidak terdapat kebaruan, pembahasan, tetapi struktur kalimat tidak baku	Pembahasan dan rumusan masalah relevan meliputi ketepatan analisis teori yang digunakan, terdapat rujukan inti & pendukung, kedalaman & kebaruan pembahasan, tetapi struktur kalimat tidak baku	Pembahasan dan rumusan masalah relevan meliputi ketepatan analisis teori yang digunakan, terdapat rujukan inti & pendukung, kedalaman & kebaruan pembahasan, dan struktur kalimat baku	
3	Solusi (efektif, dapat diaplikasikan, minim risiko, dan logis)	Solusi tidak relevan	Memenuhi 1 komponen	Memenuhi 2 komponen	Memenuhi 3 komponen	Memenuhi seluruh komponen	
4	Kesimpulan	Tidak menjawab rumusan masalah	Menjawab rumusan masalah dengan benar	Menjawab rumusan masalah dengan benar, tidak singkat, dan tidak jelas	Menjawab rumusan masalah dengan benar, singkat, dan tidak jelas	Menjawab rumusan masalah dengan benar, singkat, dan jelas	
5	Partisipasi dalam kelompok (aktif, disiplin, tanggung jawab, kerja sama)	Tidak memenuhi semua kriteria	Hanya satu kriteria terpenuhi	Hanya dua kriteria terpenuhi	Hanya 3 kriteria terpenuhi	Memenuhi semua kriteria	
Skor							
Nilai = (skor/skor max) x 100							

Rubrik Penilaian Power Point

Judul Tugas :
Nama Mahasiswa/NPM :

No	Aspek	Skor dan Kriteria					Nilai
		1	2	3	4	5	
1	Kesesuaian dengan materi	Tidak Sesuai(0-20%)	Kesesuaian(>20-40 %)	Kesesuaian (>40-60%)	Kesesuaian (>60-80%)	Kesesuaian (>80-100%)	
2	Isi <i>slide</i>	<i>Slide</i> berisi uraian panjang dan informasi tidak jelas	<i>Slide</i> berisi poin – poin singkat, informasi tidak jelas	<i>Slide</i> berisi uraian panjang, informasi jelas,	<i>Slide</i> berisi poin – poin singkat, informasi jelas	<i>Slide</i> berisi poin – poin singkat, informasi jelas dan <i>up to date</i>	
3	Ilustrasi	Tidak menyertakan gambar/ilustrasi	Menyertakan gambar/ilustrasi, tetapi tidak sesuai	Menyertakan gambar/ilustrasi yang sesuai	Menyertakan gambar /ilustrasi yang sesuai dan menarik	Menyertakan gambar /ilustrasi yang sesuai, menarik dan informatif	
4	Kemudahan untuk dibaca	Tulisan tidak terbaca	Tulisan terbaca dengan jelas sebagian	Tulisan terbaca dengan jelas dari barisan depan	Tulisan terbaca dengan jelas dari barisan depan sampai tengah	Tulisan terbaca dengan jelas dari barisan paling belakang	
5	Desain <i>Slide</i>	Tidak menarik dan tidak sesuai tema materi	Tidak menarik sesuai tema materi	Menarik tetapi tidak sesuai tema materi	Menarik dan sesuai dengan tema materi	Menarik, sesuai dengan tema materi, dan unik	
Skor							
Nilai = (skor/skor max) x 100							

Rubrik Penilaian Project Based Learning

Judul proyek :
 Kelompok :
 Nama Mahasiswa/NPM :

Aspek	Kriteria					Nilai
	1	2	3	4	5	
Judul	Pemilihan judul tidak kebaruan, kurang sesuai dengan materi pembelajaran, serta tidak mudah dilakukan	Pemilihan judul tidak kebaruan, kurang sesuai dengan materi pembelajaran, serta mudah dilakukan	Pemilihan judul kurang kebaruan, kurang sesuai dengan materi pembelajaran, serta mudah dilakukan	Pemilihan judul kurang kebaruan, sesuai dengan materi pembelajaran, serta mudah dilakukan	Pemilihan judul proyek kebaruan, dan sesuai dengan materi pembelajaran, serta mudah dilakukan	
Pendahuluan	Tidak Sistematis, hanya terdapat 1 komponen pendahuluan.	Sistematis, hanya terdapat 2 komponen pendahuluan dan tidak koheren.	Sistematis, latar belakang, Rumusan Masalah dan Tujuan penulisan tidak koheren	Sistematis, hanya terdapat 2 komponen pendahuluan dan koheren.	Sistematis, latar belakang, Rumusan Masalah dan Tujuan penulisan koheren.	
Metode	Metode tidak sesuai	Metode sesuai dengan rumusan masalah, tidak terdapat rujukan, tidak dilengkapi dengan bagan alir	Metode sesuai dengan rumusan masalah, tidak terdapat rujukan, dilengkapi dengan bagan alir	Metode sesuai dengan rumusan masalah, terdapat rujukan, tidak dilengkapi dengan bagan alir	Metode sesuai dengan rumusan masalah, terdapat rujukan, dilengkapi dengan bagan alir	
Hasil dan analisis data pengamatan (lengkap, tepat, dan informatif)	Hasil dan analisis data tidak lengkap dan metode tidak tepat	Hasil dan analisis data pengamatan lengkap tetapi metode analisis tidak tepat	Hasil dan analisis data pengamatan tidak lengkap, tetapi metode analisis tepat	Hasil dan analisis data pengamatan lengkap (terdapat hasil dan analisis), tepat (metode analisis yang digunakan tepat dan akurat), tetapi tidak informatif (visualisasi data tepat)	Hasil dan analisis data pengamatan lengkap (terdapat hasil dan analisis), tepat (metode analisis yang digunakan tepat dan akurat), dan informatif (visualisasi data tepat)	
Pembahasan	Tidak lengkap, tidak mendalam, dan tidak mutakhir	Lengkap, tidak mendalam, dan tidak mutakhir	Lengkap, tidak mendalam, dan mutakhir	Lengkap, mendalam, dan tidak mutakhir	Lengkap, mendalam, dan mutakhir	
Simpulan	Tidak menjawab rumusan masalah	Menjawab rumusan masalah dengan tidak benar	Menjawab rumusan masalah dengan benar, tidak singkat, dan tidak jelas	Menjawab rumusan masalah dengan benar, singkat, dan tidak jelas	Menjawab rumusan masalah dengan benar, singkat, dan jelas	
Daftar Pustaka	Jumlah sitasi dan referensi tidak sesuai, Referensi > 10 tahun terakhir untuk buku sebanyak > 20% dan ≤ 5 tahun terakhir untuk artikel ilmiah sebanyak < 80%, tidak menggunakan format APA Style 7 th Edition	Jumlah sitasi dan referensi sesuai, Referensi > 10 tahun terakhir untuk buku sebanyak > 20% dan ≤ 5 tahun terakhir untuk artikel ilmiah sebanyak < 80%, tidak menggunakan format APA Style 7 th Edition	Jumlah sitasi dan referensi sesuai, Referensi > 10 tahun terakhir untuk buku sebanyak > 20% dan ≤ 5 tahun terakhir untuk artikel ilmiah sebanyak < 80%, menggunakan format APA Style 7 th Edition	Jumlah sitasi dan referensi sesuai, referensi ≤ 10 tahun terakhir untuk buku sebanyak ≤ 20% dan ≤ 5 tahun terakhir untuk artikel ilmiah sebanyak ≥ 80%, tidak menggunakan format APA Style 7 th Edition	Jumlah sitasi dan referensi sesuai, referensi ≤ 10 tahun terakhir untuk buku sebanyak ≤ 20% dan ≤ 5 tahun terakhir untuk artikel ilmiah sebanyak ≥ 80%, menggunakan format APA Style 7 th Edition	

Aspek	Kriteria					Nilai
	1	2	3	4	5	
Sistematik laporan (Laporan lengkap: Sampul, Kata Pengantar, Daftar isi, Pendahuluan (latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan), Metode, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan, daftar pustaka.	Terdapat >3 komponen yang tidak ada.	Terdapat 3 komponen yang tidak ada.	Sistematik. Terdapat 2 komponen yang tidak ada.	Sistematik. Terdapat 1 komponen yang tidak ada.	Sistematik. Terdapat semua komponen	
Bahasa	Bahasa yang digunakan tidak mudah dipahami, tidak lugas, dan tidak baku	Bahasa yang digunakan mudah dipahami, tidak lugas, dan tidak baku	Bahasa yang digunakan mudah dipahami, tidak lugas, namun baku	Bahasa yang digunakan mudah dipahami, lugas, Namun tidak baku	Bahasa yang digunakan mudah dipahami, lugas, dan baku	
Kegrafikaan dan Penulisan (Ukuran kertas, jenis huruf yang digunakan, penggunaan ilustrasi, dan tidak terdapat kesalahan pengetikan)	Tidak memenuhi semua kriteria.	Memenuhi 1 kriteria	Memenuhi 2 kriteria	Memenuhi 3 kriteria	Memenuhi semua kriteria	
Total Skor						
Nilai = (skor/skor max) x 100						

GLOSARIUM

Istilah	Definisi Ringkas
ACC (<i>Anterior Cingulate Cortex</i>)	Bagian otak yang berperan dalam regulasi emosi, empati, dan pengambilan keputusan berbasis konflik sosial dan emosional.
Adiksi Digital	Ketergantungan perilaku terhadap perangkat digital (gadget, media sosial) yang memengaruhi keseimbangan emosional dan fungsi eksekutif otak.
Amigdala	Struktur otak di sistem limbik yang terlibat dalam deteksi ancaman, rasa takut, dan penyimpanan memori emosional.
Anoreksia Nervosa	Gangguan pola makan yang ditandai dengan penolakan makan dan ketakutan berlebih terhadap kenaikan berat badan.
Atonia	Keadaan relaksasi total otot yang terjadi saat fase tidur REM, mencegah tubuh bergerak selama mimpi.
BCI (<i>Brain-Computer Interface</i>)	Teknologi yang menghubungkan otak manusia langsung dengan komputer atau perangkat eksternal tanpa perantara otot atau saraf perifer.
Bed Rotting	Tren digital di mana seseorang tetap di tempat tidur sepanjang hari, sering dikaitkan dengan kelelahan mental dan <i>disengagement</i> .
Biofeedback	Teknik pelatihan untuk mengontrol fungsi tubuh secara sadar dengan bantuan data fisiologis dari alat (misal: detak jantung, EEG).
<i>Continuous Partial Attention</i>	Kebiasaan fokus terbagi yang membuat otak terus mencari potensi hadiah kecil (<i>reward</i>) secara digital.
Cortex Prefrontal	Bagian depan otak besar yang bertanggung jawab atas kontrol diri, perencanaan, regulasi emosi, dan pengambilan keputusan.

Istilah	Definisi Ringkas
Default Mode Network (DMN)	Jaringan otak yang aktif saat seseorang dalam keadaan istirahat atau merenung, sering dikaitkan dengan <i>overthinking</i> .
Dopamin	Neurotransmitter utama dalam sistem <i>reward</i> otak, terkait motivasi, pembelajaran, dan adiksi.
Dopamine Loop	Pola pengulangan perilaku berbasis <i>reward</i> instan melalui dopamin, seperti saat scrolling atau menerima notifikasi.
EEG (Electroencephalography)	Teknik untuk merekam aktivitas listrik otak menggunakan elektroda di kulit kepala.
Emosi Sosial	Respons afektif terhadap interaksi sosial, seperti rasa malu, empati, iri, dan kebanggaan.
Endorfin	Hormon “rasa nyaman” yang dilepaskan saat olahraga, tertawa, atau menikmati pengalaman menyenangkan.
Estrogen & Progesteron	Hormon seks wanita yang memengaruhi siklus menstruasi, suasana hati, dan neuroplastisitas.
fMRI (Functional Magnetic Resonance Imaging)	Teknologi pencitraan otak yang mengukur aliran darah untuk mengetahui area otak yang aktif.
FoMO (Fear of Missing Out)	Perasaan cemas karena merasa tertinggal dari aktivitas sosial digital atau offline.
FSH (Follicle Stimulating Hormone)	Hormon yang merangsang pertumbuhan folikel di ovarium pada wanita dan produksi sperma pada pria.
GABA	Neurotransmitter penghambat utama di otak yang berperan dalam menenangkan aktivitas saraf dan mengurangi kecemasan.
Ghrelin & Leptin	Hormon pengatur lapar dan kenyang yang diproduksi oleh lambung dan jaringan lemak.
Hipokampus	Struktur otak yang terlibat dalam pembentukan memori jangka panjang dan navigasi spasial.
Hipotalamus	Struktur otak yang mengatur keseimbangan hormon, suhu tubuh, makan, tidur, dan perilaku seksual.

Istilah	Definisi Ringkas
Homunkulus Sensorik dan Motorik	Representasi visual dari distribusi neuron sensorik dan motorik pada tubuh manusia di korteks otak.
Insula	Wilayah otak yang mengolah kesadaran diri, rasa sakit, empati, dan perasaan jijik.
Insulin	Hormon pankreas yang mengatur kadar glukosa darah dan dapat memengaruhi rasa lapar.
LH (<i>Luteinizing Hormone</i>)	Hormon yang merangsang ovulasi pada wanita dan produksi testosteron pada pria.
LTP (<i>Long-Term Potentiation</i>)	Proses penguatan koneksi sinapsis antar-neuron karena aktivitas berulang — dasar neuroplastisitas.
Media Sosial	Platform digital untuk berinteraksi, yang secara neuropsikologis dapat memicu sistem <i>reward</i> dan stres otak.
Melatonin	Hormon yang diproduksi oleh kelenjar pineal dan mengatur siklus tidur-bangun.
Mentalizing	Kemampuan membaca pikiran dan niat orang lain melalui aktivitas otak sosial (TPJ, mPFC).
Mindfulness	Praktik kesadaran penuh terhadap saat ini, membantu mengatur emosi dan perhatian.
mPFC (<i>Medial Prefrontal Cortex</i>)	Wilayah otak yang berperan dalam pemrosesan refleksi diri dan pengambilan perspektif sosial.
Neurofeedback	Bentuk <i>biofeedback</i> yang melatih pengguna mengendalikan gelombang otak melalui perangkat EEG.
Neuroplastisitas	Kemampuan otak untuk berubah secara struktural dan fungsional berdasarkan pengalaman dan pembelajaran.
Neurotransmitter	Zat kimia yang mengantarkan sinyal antar neuron melalui sinaps, seperti dopamin, serotonin, dan GABA.
Notifikasi Digital	Sinyal visual atau suara dari perangkat digital yang dapat memicu sistem <i>reward</i> dan stres otak.

Istilah	Definisi Ringkas
NREM Sleep	Fase tidur tanpa gerakan mata cepat, mencakup tiga tahap (N1, N2, N3) dan penting untuk pemulihan fisik.
Nucleus Accumbens	Struktur otak bagian sistem <i>reward</i> yang aktif saat menerima stimulus menyenangkan atau hadiah.
Nucleus Arkuata	Struktur di hipotalamus yang mendeteksi hormon ghrelin dan leptin untuk mengatur perilaku makan.
Oksitosin	Hormon dan neurotransmitter yang berperan dalam ikatan sosial, empati, dan kontraksi rahim.
Oksitosin	Hormon yang berkaitan dengan keterikatan sosial, kepercayaan, dan kasih sayang.
Overstimulasi Digital	Kondisi kelelahan otak akibat paparan berlebihan terhadap konten cepat dan notifikasi digital.
PCOS (<i>Polycystic Ovary Syndrome</i>)	Gangguan hormonal wanita yang memengaruhi kesuburan, <i>mood</i> , dan citra tubuh.
PCOS (<i>Polycystic Ovary Syndrome</i>)	Gangguan hormonal yang dapat memengaruhi kesuburan, suasana hati, dan citra tubuh.
Prefrontal Cortex	Wilayah otak yang mengatur fungsi eksekutif seperti kontrol impuls, fokus, dan perencanaan.
Prolaktin	Hormon dari kelenjar pituitari yang merangsang produksi ASI dan terkait dengan ikatan emosional.
REM Sleep	Fase tidur yang ditandai dengan gerakan mata cepat, mimpi intens, dan peningkatan aktivitas otak.
Reseptor Sensorik	Struktur khusus yang mendeteksi rangsangan seperti cahaya, suara, tekanan, dan suhu.
Reward System	Jaringan otak yang memproses pengalaman menyenangkan dan membentuk kebiasaan melalui dopamin.
Salinan Eferensi (<i>Efference Copy</i>)	Sinyal duplikat dari otak ke sistem motorik yang digunakan untuk memprediksi hasil gerakan.

Istilah	Definisi Ringkas
Scrolling	Aktivitas terus menerus menggeser konten digital, memicu sistem <i>reward</i> otak dan kecanduan.
Serotonin	Neurotransmitter yang berperan dalam stabilitas <i>mood</i> , nafsu makan, dan penghambatan impuls seksual.
Sinaps	Celah antar neuron tempat terjadinya transmisi sinyal dengan bantuan neurotransmitter.
Sleep Spindles & K-Complexes	Pola gelombang otak khas yang muncul saat tidur NREM tahap 2, terkait dengan konsolidasi memori.
<i>Social Reward</i>	Penguatan positif yang diperoleh dari interaksi sosial, seperti pujian atau like di media sosial.
Somatotopik	Pemetaan bagian tubuh ke lokasi tertentu di otak, menunjukkan keterwakilan spasial tubuh.
Striatum	Wilayah otak yang menerima sinyal dopamin dan penting dalam pembentukan kebiasaan dan adiksi.
Testosteron	Hormon seks pria (juga ada pada wanita) yang memengaruhi dorongan seksual, agresi, dan motivasi.
Testosteron	Hormon seks pria yang juga memengaruhi agresi, dorongan seksual, dan <i>mood</i> pada semua gender.
TikTok Brain	Istilah populer untuk otak yang mengalami penurunan fokus karena kebiasaan mengonsumsi konten digital cepat.
Tiroksin (T4) dan Triiodotironin (T3)	Hormon tiroid yang mengatur metabolisme tubuh.
TPJ (<i>Temporo-Parietal Junction</i>)	Bagian otak yang berperan dalam empati dan pengambilan perspektif orang lain.
Vasopresin	Hormon yang berperan dalam ikatan sosial, retensi air tubuh, dan perilaku teritorial.
Vasopresin	Hormon yang memengaruhi ikatan sosial, retensi air tubuh, dan perilaku teritorial.
VTA (<i>Ventral Tegmental Area</i>)	Area di otak yang memproduksi dopamin dan menjadi bagian utama dari sistem <i>reward</i> .

Istilah	Definisi Ringkas
VTA (<i>Ventral Tegmental Area</i>)	Area penghasil dopamin utama di otak, bagian dari sistem <i>reward</i> .
White Noise	Suara latar belakang seperti kipas atau hujan yang digunakan untuk membantu tidur dan mengurangi gangguan suara luar.

INDEKS

A

ACC (*Anterior Cingulate Cortex*), 78, 167
Adiksi Digital, 167
Amigdala, 9, 11, 18, 24, 53, 55, 81, 98, 105, 113, 147, 155, 167
Anoreksia Nervosa, 140, 167
Atonia, 129, 135, 167

B

BCI (*Brain-Computer Interface*), 103, 167
Bed Rotting, 131, 167
Biofeedback, 5, 9, 167

C

Continuous Partial Attention, 167
Cortex Prefrontal, 167

D

Default Mode Network (DMN), 59, 74, 168
Dopamin, 33, 36, 39, 40, 99, 122, 123, 124, 156, 168
Dopamine Loop, 168

E

EEG (*Electroencephalography*), 2, 10, 11, 115, 129, 133, 167, 168, 169
Emosi Sosial, 115, 168
Endorfin, 125, 168
Estrogen & Progesteron, 155, 168

F

fMRI (*Functional Magnetic Resonance Imaging*), 2, 6, 8, 10, 11, 71, 74, 115, 168
FoMO (*Fear of Missing Out*), 168
FSH (*Follicle Stimulating Hormone*), 107, 154, 168

G

GABA, 13, 33, 34, 36, 40, 96, 99, 168, 169
Ghrelin & Leptin, 137, 138, 143, 168, 170

H

Hipokampus, 9, 18, 24, 57, 81, 104, 105, 114, 147, 168
Hipotalamus, 11, 18, 24, 53, 98, 105, 107, 113, 137, 144, 147, 154, 155, 168
Homunkulus Sensorik dan Motorik, 84, 169

I

Insula, 114, 169
Insulin, 110, 134, 137, 147, 169

L

LH (*Luteinizing Hormone*), 107, 137, 147, 154, 169
LTP (*Long-Term Potentiation*), 44, 53, 59, 169

M

Media Sosial, 122, 130, 145, 169
Melatonin, 111, 134, 150, 153, 169
Mentalizing, 83, 169
Mindfulness, 5, 6, 59, 121, 122,
126, 169
mPFC (*Medial Prefrontal Cortex*),
169

N

Neurofeedback, 169
Neuroplastisitas, 8, 11, 13, 19, 33,
42, 43, 44, 46, 51, 52, 57, 59, 60,
78, 80, 103, 169
Neurotransmitter, 1, 10, 19, 31, 33,
35, 36, 39, 40, 143, 150, 168,
169, 171
Notifikasi Digital, 68, 169, 170
NREM *Sleep*, 128, 170
Nucleus Accumbens, 170
Nucleus Arkuata, 137, 170

O

Oksitosin, 10, 11, 124, 148, 153,
155, 156, 170
Overstimulasi Digital, 82, 170

P

PCOS (*Polycystic Ovary
Syndrome*), 156, 170
Prefrontal Cortex, 116, 170
Prolaktin, 110, 170

R

REM *Sleep*, 128, 170
Reseptor Sensorik, 85, 170
Reward System, 122, 138, 170

S

Salinan Eferensi (*Efference Copy*),
86, 170
Scrolling, 122, 171
Serotonin, 33, 35, 36, 39, 40, 99,
124, 143, 153, 156, 171
Sinaps, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 171
Sleep Spindles & K-Complexes,
129, 171
Social Reward, 171
Somatotopik, 84, 171
Striatum, 33, 144, 171

T

Testosteron, 10, 111, 155, 171
TikTok Brain, 171
Tiroksin (T4) dan Triiodotironin
(T3), 107, 171
TPJ (*Temporo-Parietal Junction*),
169, 171

V

Vasopresin, 153, 171
VTA (*Ventral Tegmental Area*),
171, 172

W

White Noise, 130, 172