



Pengembangan dan Plastisitas Otak

Dosen pengampu : Tatiyani, DRA, MSI

Kelompok 1:

Sari Dewi Putri – 242409117

Kristina Yuni Purwati – 2424090111

Sukma Wiranti M – 2424090118

Suci Primadhanti – 2524070006



Pokok Pembahasan

Modul 5.1 – Perkembangan Otak

1. Pertumbuhan dan Diferensiasi Otak Vertebrata
2. Pencarian jalan oleh Akson
3. Penentu Kelangsungan Hidup Neuronal
4. Otak Berkembang Rentan
5. Penyesuaian dengan Pengalaman
6. Perkembangan Otak

Modul 5.2 – Plastisitas Setelah Kerusakan Otak

1. Plastisitas Setelah Kerusakan Otak
2. Kerusakan Otak dan Pemulihan Jangka Pendek
3. Kemudian Mekanisme Pemulihan

The background features a dense pattern of small, semi-transparent dots in blue, orange, and green. Overlaid on this are several large, abstract shapes: a yellow rounded rectangle in the center, a red organic shape in the top right, a blue organic shape on the left, and a green plant-like shape in the bottom right.

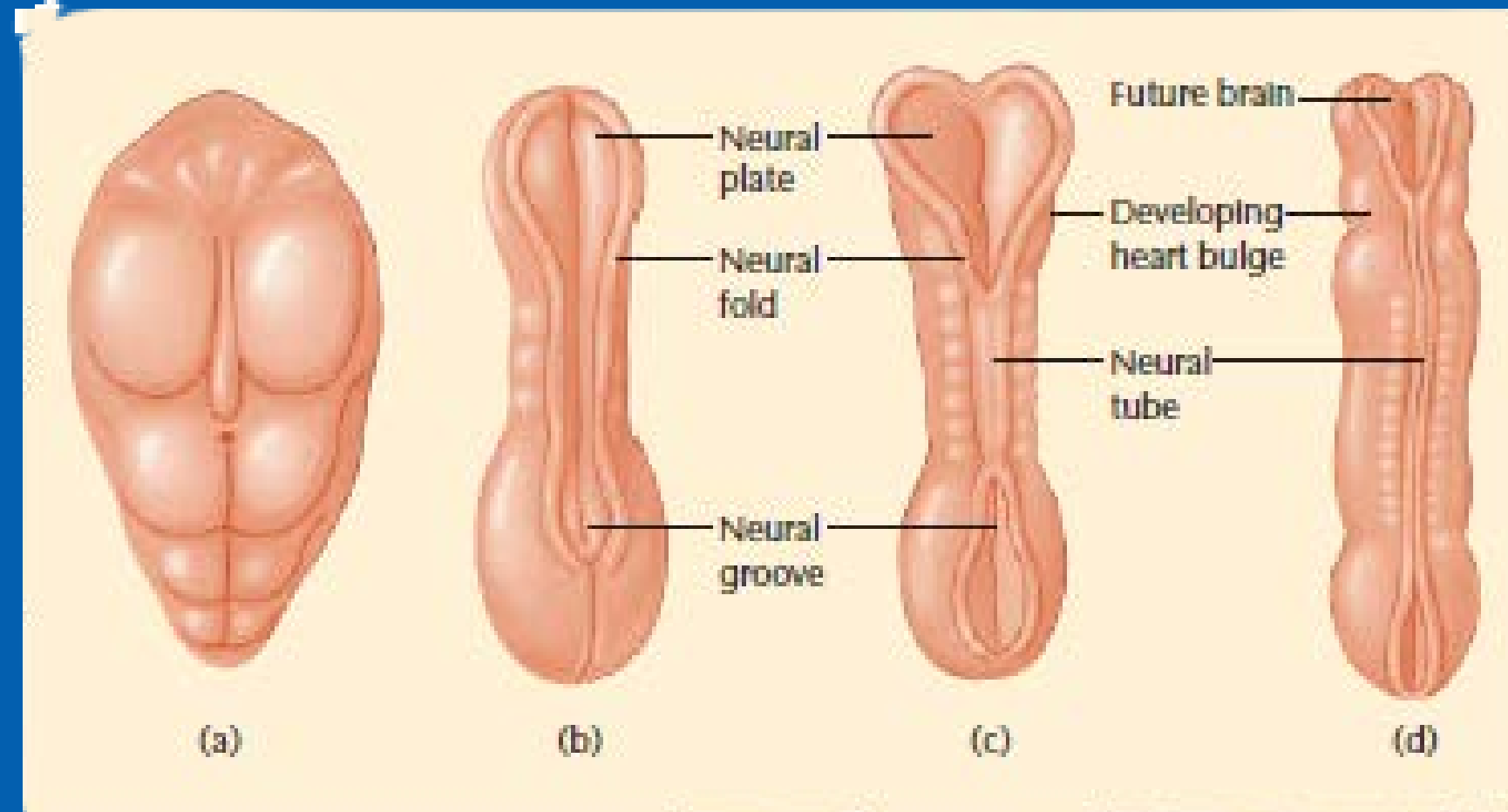
Pertumbuhan dan Diferensiasi Otak Vertebrata

Perkembangan Awal Sistem Saraf Pusat Manusia



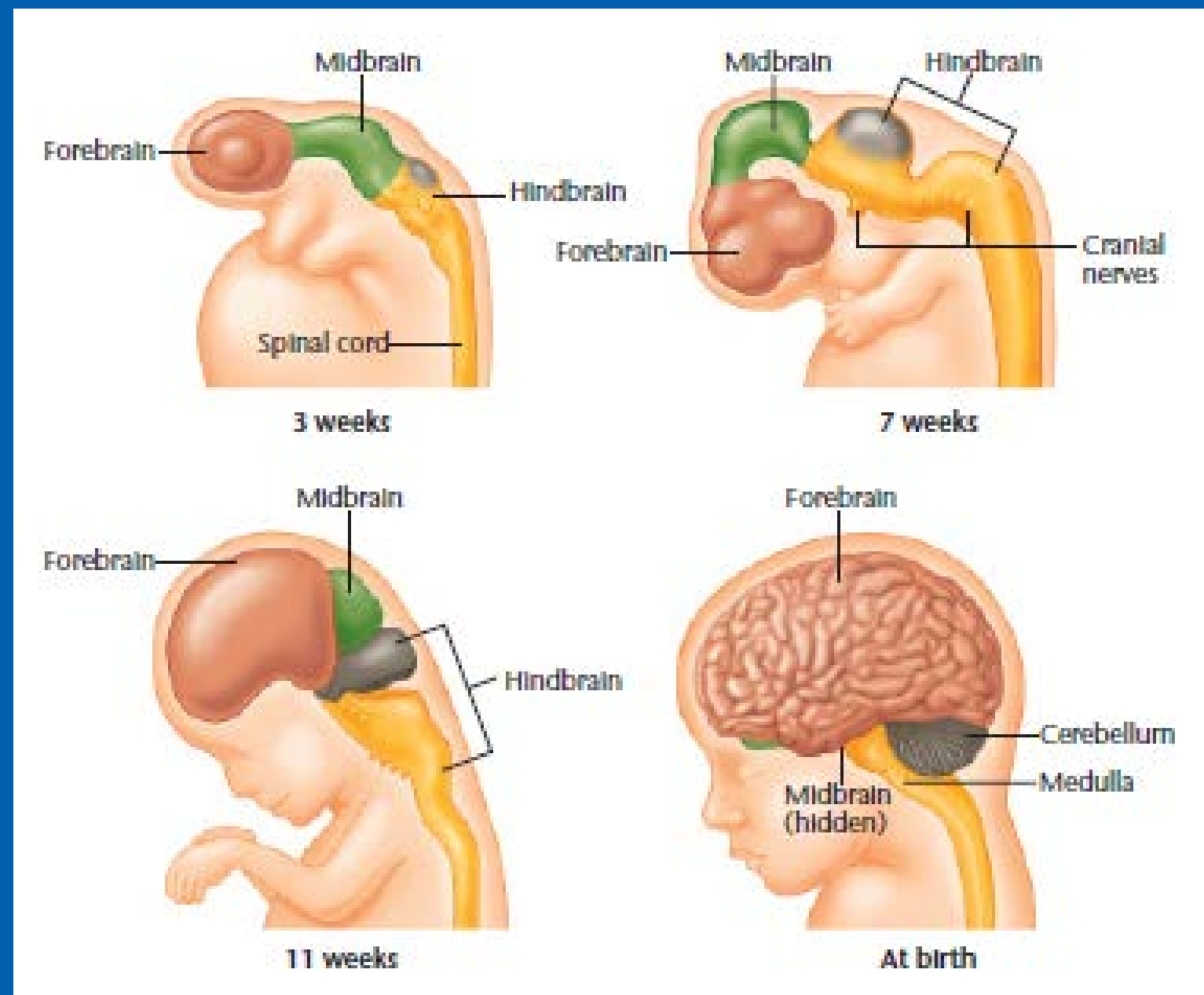
1. Ovum dan Sperma beraglamasi menjadi Zygote
2. Zygote membelah diri bermultiplikasi menjadi organisme matang terbentuk. Sel berdifrensiasi.
3. Sel harus menuju tempat yang tepat dan menyelaraskan diri dengan sel lain.
4. Sel harus menjalin hubungan fungsional yang tepat dengan sel lain.

Perkembangan Awal Sistem Saraf Pusat Manusia



Otak dan sumsum tulang belakang mulai terbentuk sebagai lipatan-lipatan yang mengelilingi saluran berisi cairan.
Tahapan yang ditunjukkan terjadi sekitar usia 2 hingga 3 minggu setelah pembuahan.

Empat Tahap Perkembangan Otak Manusia



Otak depan yang sedang tumbuh dengan cepat mengelilingi otak tengah dan sebagian otak belakang.

Pertumbuhan dan Perkembangan Neuron

Ahli saraf membedakan beberapa tahap dalam perkembangan neuron menjadi :

1. Proliferasi : Produksi sel – sel baru.
2. Migrasi : Sel bergerak ke tujuan akhirnya di otak.
3. Diferensiasi : berkembang menjadi sel dengan fungsi khusus.
4. Mielinisasi : Glia menghasilkan selubung lemak isolasi yang mempercepat transmisi.
5. Sinaptogenesis : Pembentukan sinapsis.

Neuron Baru Di Kemudian Hari

Cajal pada akhir 1800-an, menemukan bahwa otak vertebrata membentuk semua neuron mereka selama perkembangan embriologis atau paling lambat pada awal masa bayi. Di luar titik itu, otak hanya bisa kehilangan neuron, tidak pernah bertambah.

Bagaimana para peneliti dapat menentukan apakah neuron baru terbentuk di otak manusia dewasa? Pada waktu itu para peneliti memeriksa karbon dalam DNA berbagai sel manusia. Setiap sel memperoleh molekul DNA saat terbentuk dan menyimpannya sampai mati.





Pencarian jalan oleh Akson



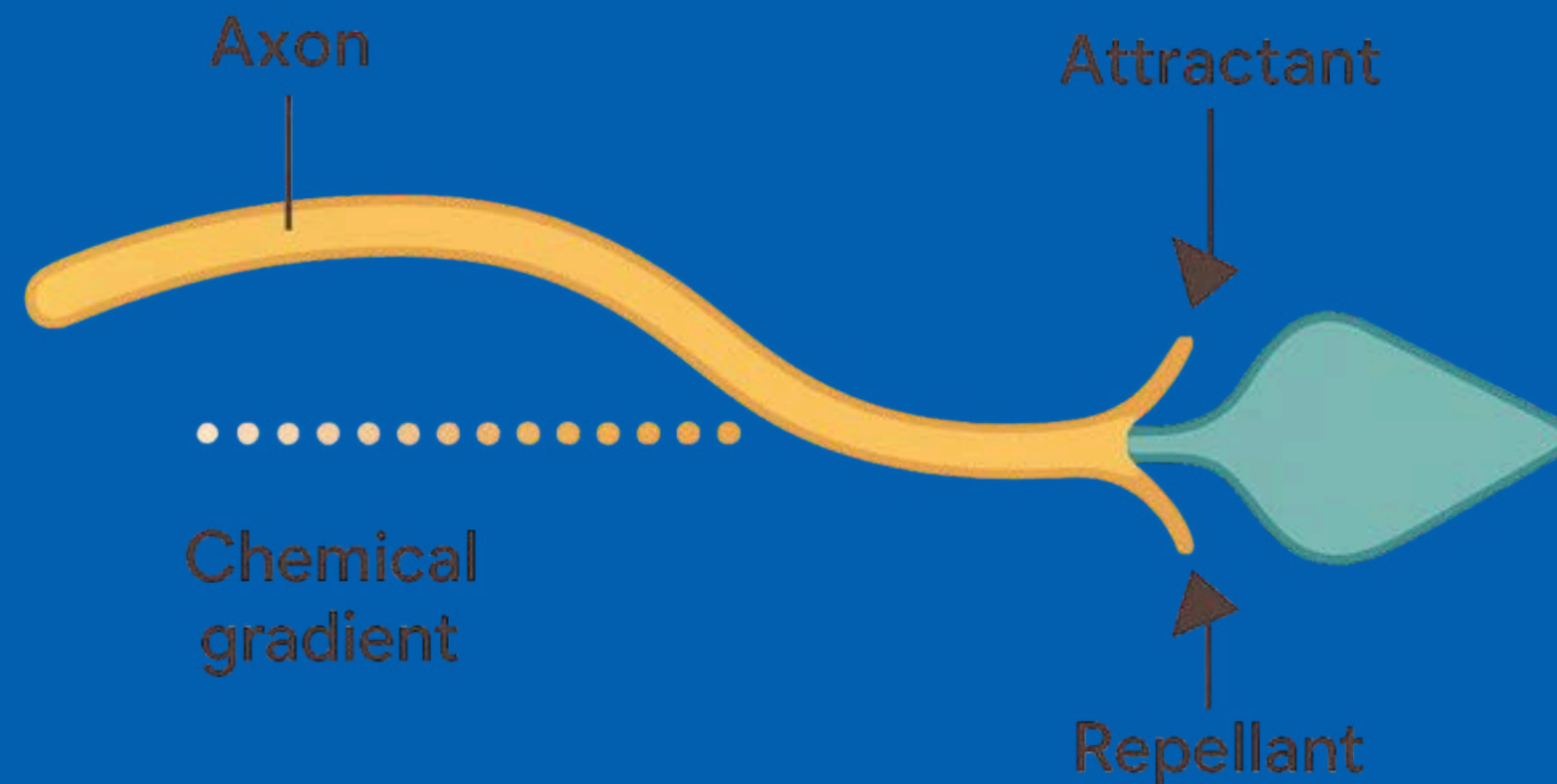
Pencarian jalan akson (axon pathfinding) adalah proses bagaimana ujung tumbuh akson (growth cone) dari neuron menemukan targetnya yang tepat (misalnya neuron lain, otot, atau kelenjar) selama perkembangan sistem saraf.

Mekanisme Utama

Growth Cone

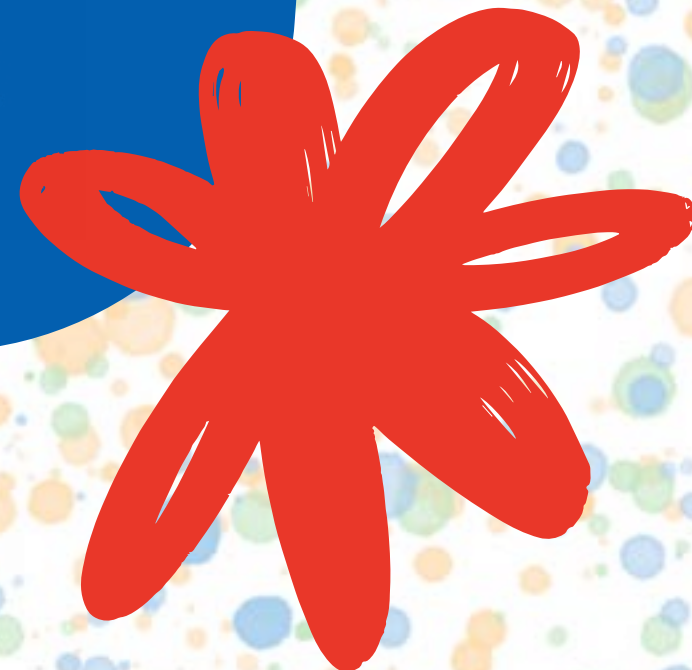
Interaksi Sel-Sel

Panduan Molekuler



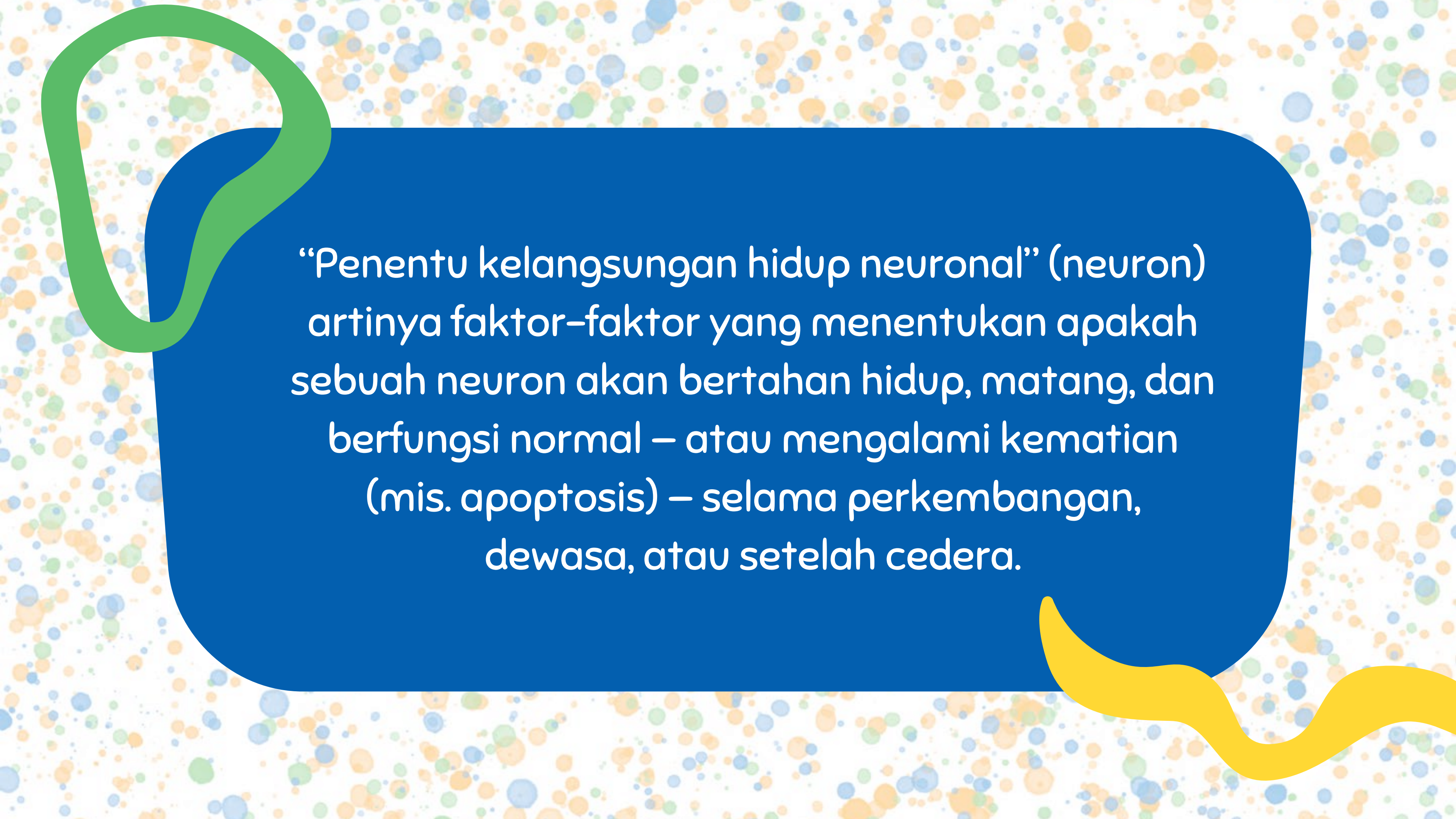
Relevansi dalam Psikologi & Neuroscience

- Perkembangan otak anak.
- Cedera saraf.
- Plastisitas.





Penentu Kelangsungan Hidup Neuronal



“Penentu kelangsungan hidup neuronal” (neuron) artinya faktor–faktor yang menentukan apakah sebuah neuron akan bertahan hidup, matang, dan berfungsi normal – atau mengalami kematian (mis. apoptosis) – selama perkembangan, dewasa, atau setelah cedera.



Faktor Utama yang Memengaruhi Kelangsungan Hidup Neuron

Faktor Neurotropik

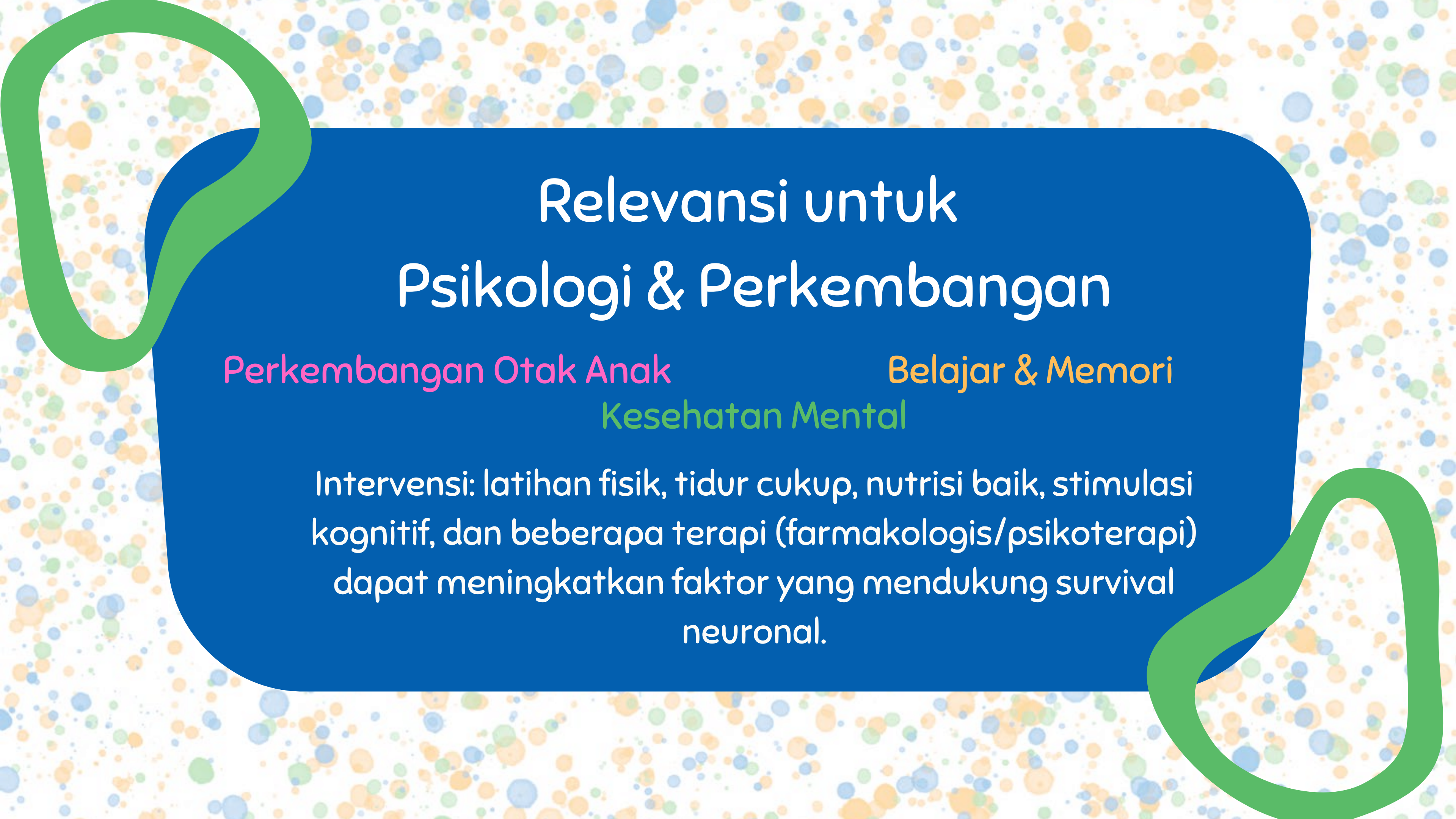
Usia, Genetika & Ekspresi Gen

Aktivitas Sinaptik

Cedera & Toksin

Stress & Hormon

Peradangan & Imun



Relevansi untuk Psikologi & Perkembangan

Perkembangan Otak Anak

Belajar & Memori

Kesehatan Mental

Intervensi: latihan fisik, tidur cukup, nutrisi baik, stimulasi kognitif, dan beberapa terapi (farmakologis/psikoterapi) dapat meningkatkan faktor yang mendukung survival neuronal.

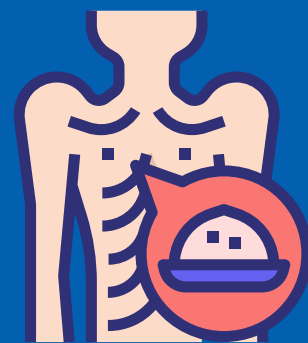


Otak Berkembang Rentan



Point penting dalam kehidupan manusia disebut gastrulasi, yaitu salah satu tahap awal perkembangan embriologis, dalam perkembangan otak khususnya (Lewis Wolpert, 1991).

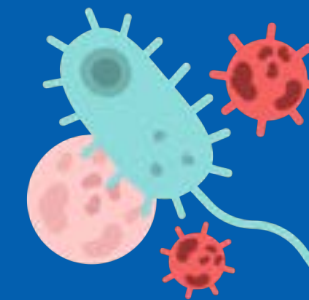
Otak yang sedang berkembang rentan terhadap:



Malnutrisi



Racun Bahan Kimia



Infeksi



Gangguan otak lainnya terjadi pada janin yang dikandung oleh seorang ibu dengan masalah alkoholik, terpapar zat adiktif (narkoba) maupun perokok. Akibat dari paparan tersebut adalah:

- Berat badan lahir rendah dan banyak penyakit di awal kehidupan
- Sindrom kematian bayi mendadak (kematian buaian)
- Defisit intelektual jangka panjang
- Attention –Defisit Hyperactivity Disorder (ADHD)
- Gangguan sistem kekebalan tubuh
- Kenakalan dan kejahatan dikemudian hari (terutama pada anak laki laki)



Otak yang belum matang sangat responsif terhadap pengaruh dari ibu.

Eksperimen :



Ibu tikus yang mempunyai pengalaman stress akan menjadi lebih penakut dan menghabiskan waktu yang lebih sedikit untuk menjilati dan merawat anaknya (Cameron et al, 2005)



Pada manusia, stress pada ibu mengubah perilakunya dan akan mempengaruhi perilaku anaknya.

analog: anak dari ibu yang miskin dan korban kekerasan biasanya mempunyai masalah akademik dan kehidupan sosial.



Penyesuaian dengan Pengalaman



- Pengalaman dan Percabangan Dendritik

Akson dan dendrit akan berubah-ubah bentuk sepanjang hidup.

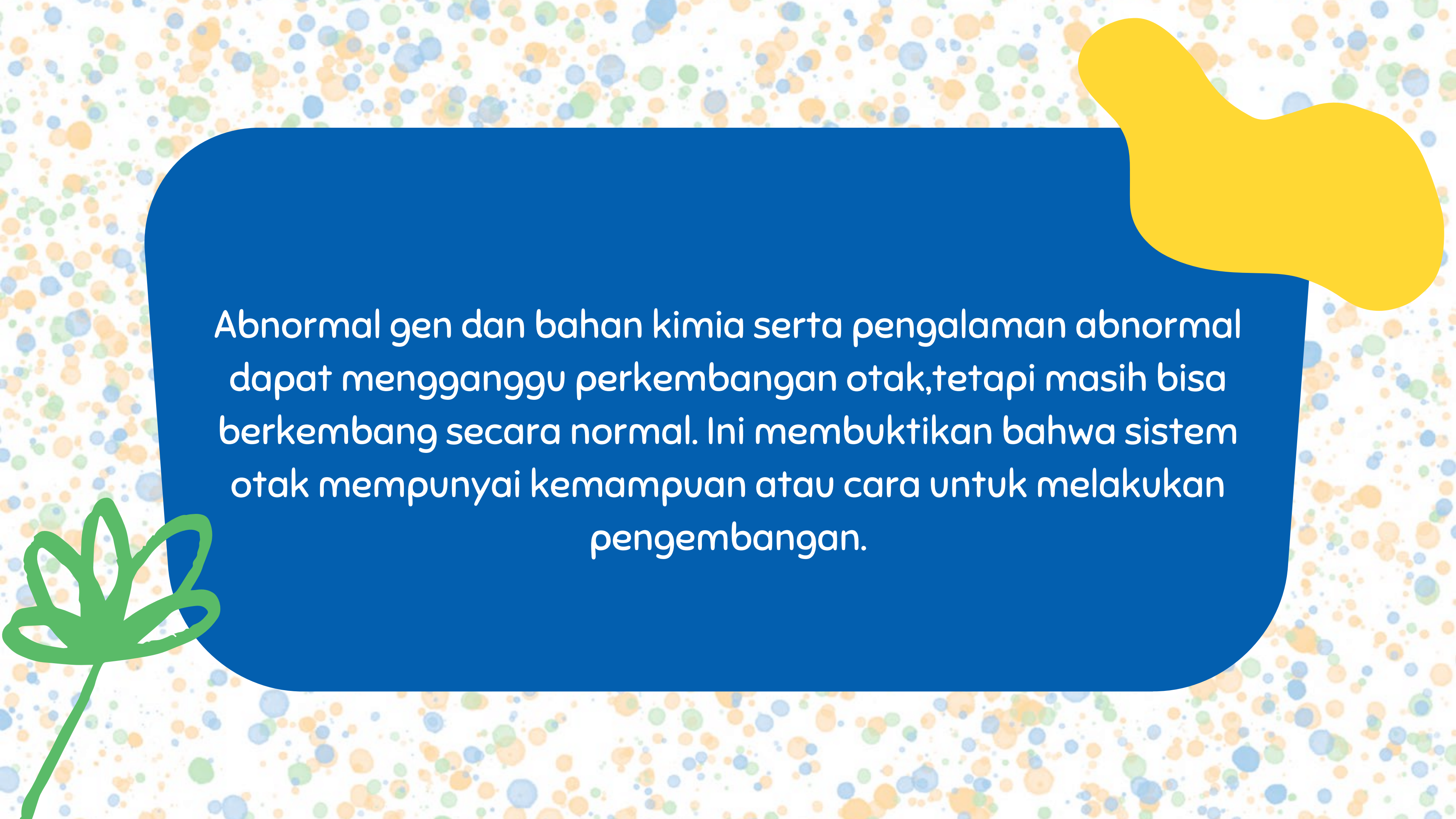
Lingkungan yang kompleks, menantang dan diperkaya dapat merangsang perkembangan korteks yang lebih tebal, akson dan pertumbuhan dendritik.

Pengalaman akan mengendalikan jumlah dan tipe pada neuron :

- Efek Pengalaman khusus,
Contoh pada Adaptasi otak pada orang buta sejak bayi.
- Efek latihan Berkepanjangan,
Contoh : musisi, pemain catur.



Perkembangan Otak



Abnormal gen dan bahan kimia serta pengalaman abnormal dapat mengganggu perkembangan otak, tetapi masih bisa berkembang secara normal. Ini membuktikan bahwa sistem otak mempunyai kemampuan atau cara untuk melakukan pengembangan.

Kesimpulan Modul 5.1

1. Pada embrio vertebrata, sistem saraf pusat dimulai sebagai tabung yang mengelilingi rongga berisi cairan. Neuron yang sedang berkembang berproliferasi, bermigrasi, berdiferensiasi, bermielin, dan menghasilkan sinapsis.
2. Proliferasi bergantung pada sangat sedikitnya gen, sedangkan migrasi bergantung pada besar bahan kimia yang memandu neuron yang belum matang.
3. Pada orang dewasa, neuron baru dapat terbentuk di sistem hipokampus.
4. Akson yang tumbuh berhasil menemukan jalan mereka ke lokasi yang tepat dengan mengikuti gradien kimia.
5. Setelah akson mencapai targetnya sel pascasinaps menyesuaikan koneksi berdasarkan pengalaman.

Kesimpulan Modul 5.1

6. Pada awalnya sistem saraf mengembangkan jauh lebih banyak neuron daripada yang sebenarnya bisa bertahan.
7. Otak yang berkembang rentan terhadap bahan kimia pada orang dewasa bisa permanen mengganggu perkembangan otak dini.
8. Pengalaman yang diperkaya mengarah pada percabangan akson dan dendrit yang lebih besar.
9. Pengalaman khusus dapat mengubah perkembangan otak, terutama di awal kehidupan.
10. Latihan ekstensif dari suatu ketrampilan memperluas otak (representasi informasi sensorik dan motorik relevan dengan ketrampilan itu).



Plastisitas Setelah Kerusakan Otak



PLASTISITAS OTAK = KEMAMPUAN OTAK UNTUK
BERADAPTASI, MENGUBAH STRUKTUR & FUNGSINYA,
MEMBENTUK JALUR BARU SETELAH MENGALAMI
KERUSAKAN.

Setelah cedera (misalnya stroke, trauma kepala), otak
bisa mengatur ulang koneksi agar fungsi tertentu tetap
bisa dilakukan walaupun sebagian jaringan rusak.



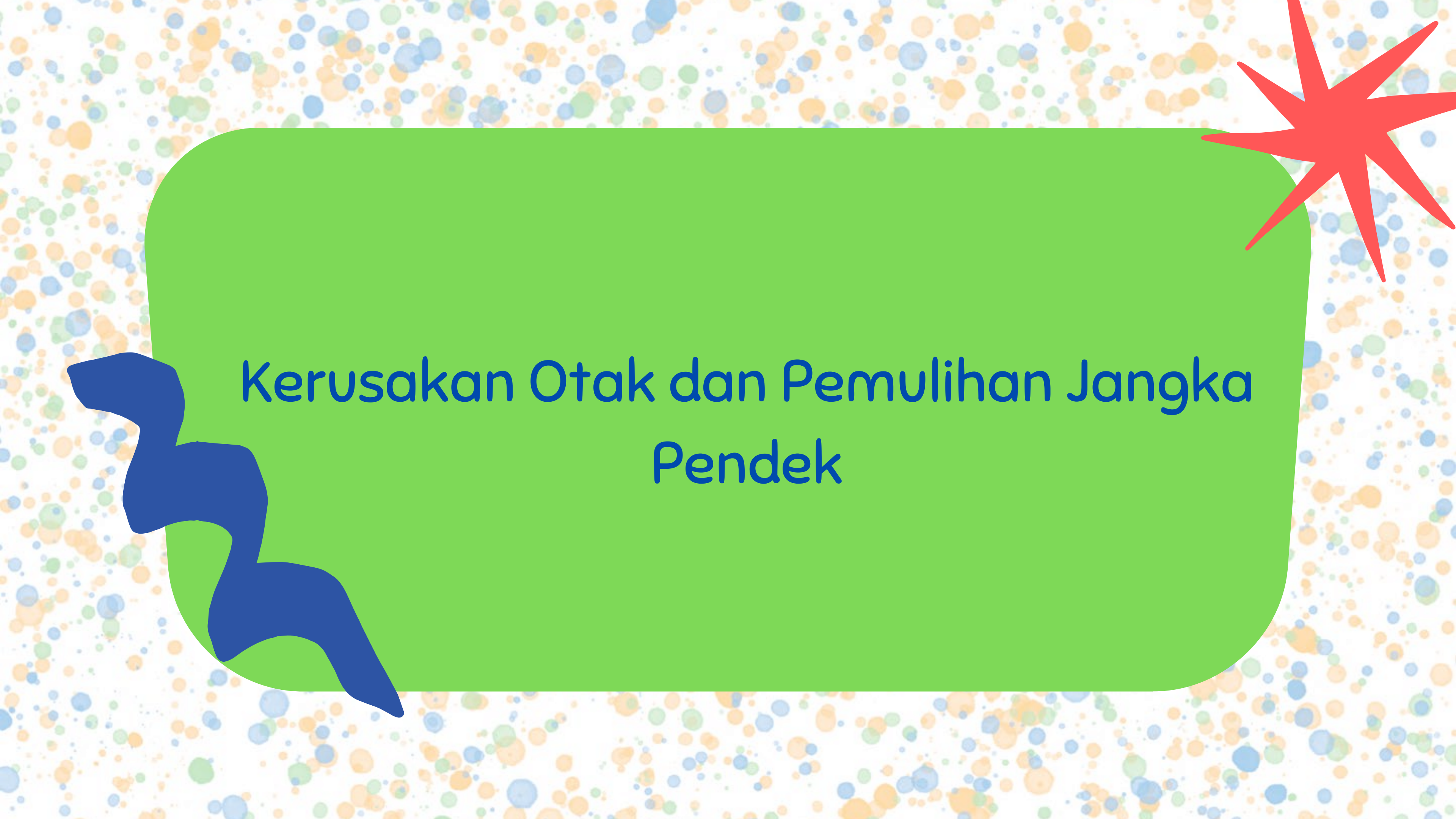
Contoh dalam Kehidupan Nyata

Stroke: Pasien yang kehilangan fungsi bicara bisa belajar bicara kembali dengan aktivasi area otak lain.

Cedera kepala: Pasien bisa melatih gerakan otot lewat fisioterapi, otak mencari jalur alternatif.

Anak kecil: Jika salah satu hemisfer diangkat (hemispherectomy), anak tetap bisa berkembang hampir normal karena otak lain mengambil alih.





Kerusakan Otak dan Pemulihan Jangka Pendek



A stylized illustration of a pink brain with a red background and colorful dots. The brain is rendered in a soft, cartoonish style with a pink color palette. It features several curved lines and a small white highlight on its left side, giving it a three-dimensional appearance. The background is a solid red color, and there are several small, colorful dots (blue, green, yellow, and orange) scattered in the upper right corner.

Menghindari Gegar Otak:

Para peneliti (Mei, Fuster, Haber, Hirschman, 1979) menyatakan bahwa gaya rotasi adalah faktor utama dalam cedera kepala tertutup. Disarankan agar helm motor dan helm yang digunakan dalam olahraga dibuat sampai ke bahu untuk mencegah rotasi dan whiplash.



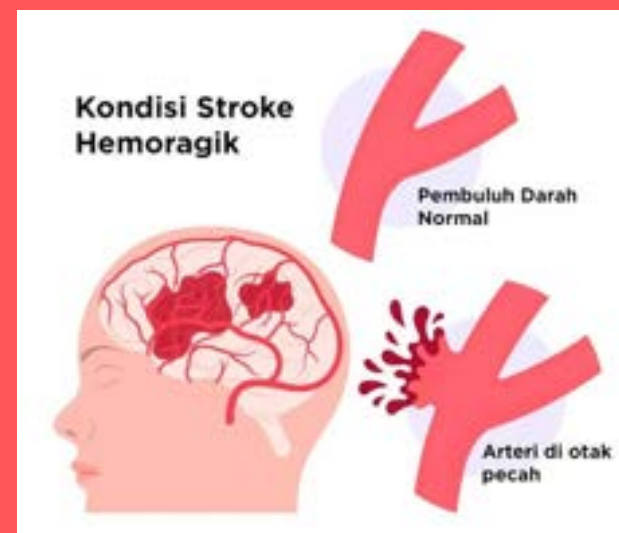
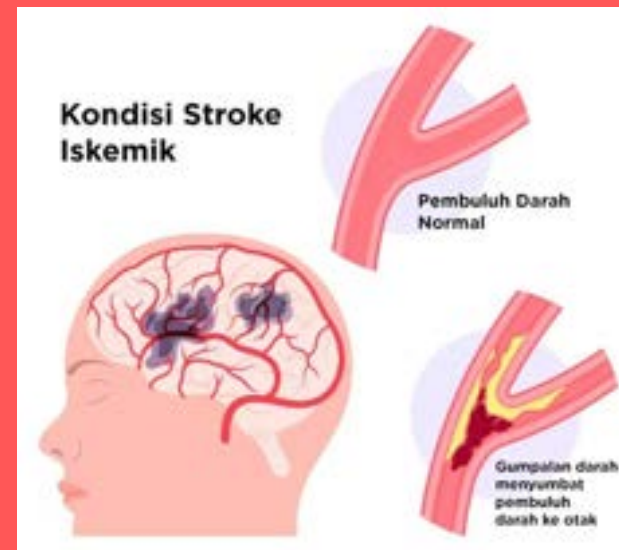
Mengurangi Bahaya dari Stroke:

Aliran darah hilang sementara di area otak selama stroke, dikenal sebagai kecelakaan pembuluh darah otak.

Ada dua macam stroke:

Iskemik

- Akibat dari bekuan darah atau obstruksi lain dari arteri,
- Neuron kekurangan darah, sehingga kehilangan suplai oksigen dan glukosa,
- Menyebabkan edema yang meningkatkan tekanan pada otak.



Hemoragik

- Akibat arteri yang pecah,
- Penyebab umum tekanan darah tinggi yang tidak terkontrol,
- Darah tumpah ke dalam jaringan otak atau area di antara pelindung otak.

Metode Pencegahan Saat dan Setelah Otak Terkena Stroke:

- Pemberian obat TPA (Tisu Plasminogen Activator) yang memecah gumpalan darah (Barinaga, 1996) dalam kurun waktu 3–6 jam setelah stroke,
- Memblokir sinapsis glutamat atau mencegah ion positif memasuki neuron,
- Suntikan neurotropin yang menghalangi apoptosis, tetapi harus di suntikan langsung ke otak
- Mendinginkan seseorang sekitar 33–36 derajat celcius selama tiga hari pertama setelah stroke,
- Menggunakan kanabis (ganja) terbukti mengurangi kehilangan sel setelah stroke.

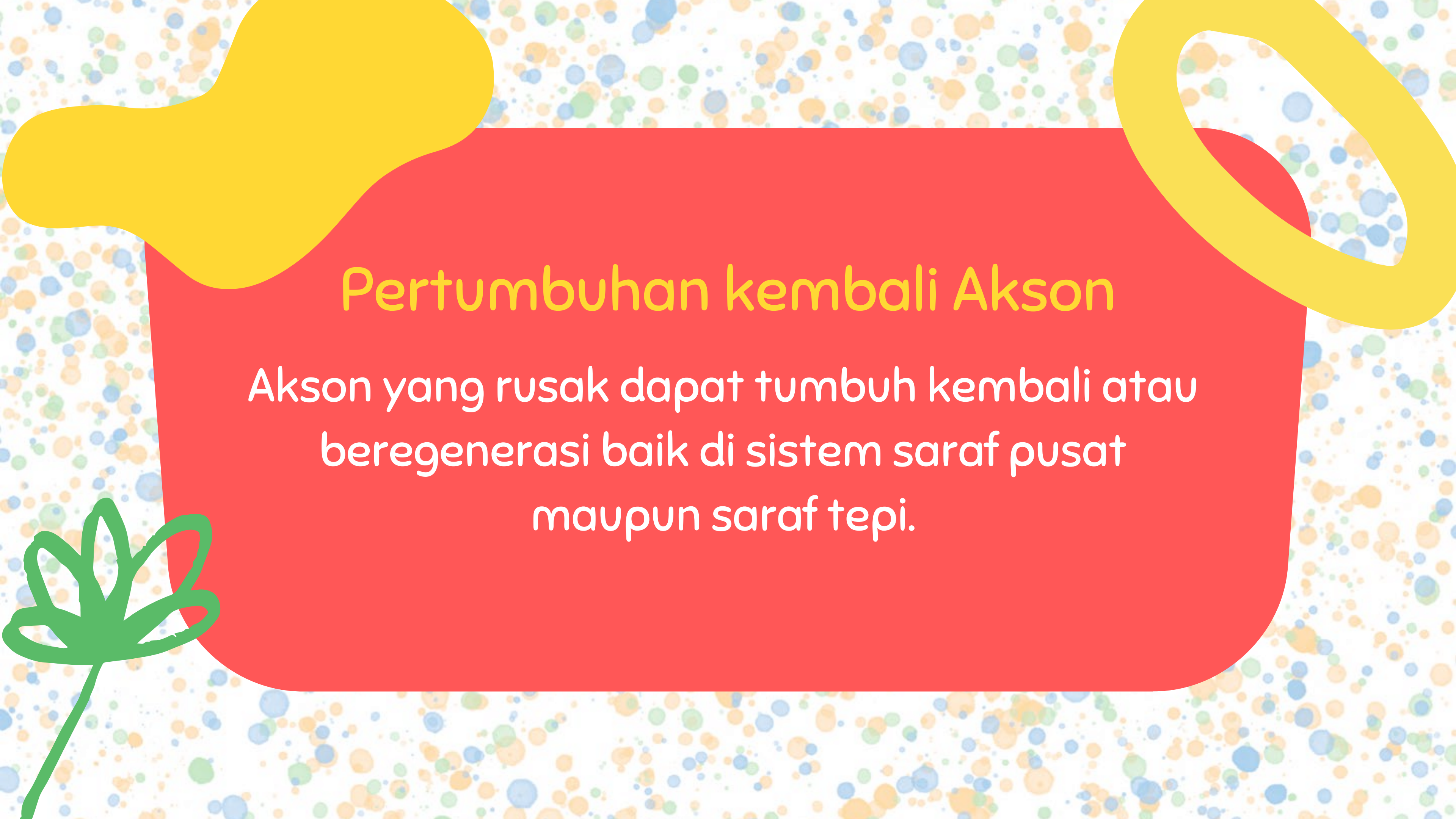




Mekanisme Pemulihan

Diaskisis

Ketika satu area rusak, area lain menjadi kurang aktif dari biasanya karena kehilangan input. Obat stimulan dapat membantu memulihkan fungsi normal dari area yang tidak rusak.



Pertumbuhan kembali Akson

Akson yang rusak dapat tumbuh kembali atau beregenerasi baik di sistem saraf pusat maupun saraf tepi.

Bertunas

Otak terus menambahkan cabang akson baru dan denrit, proses itu dipercepat sebagai respons terhadap kerusakan. Setelah kehilangan satu set akson, sel-sel yang telah kehilangan sumber persyarafannya bereaksi dengan mensekresi neurotrophin untuk menginduksi pembentukan akson lainnya atau cabang tunas yang menempel pada sinapsis yang kosong secara bertahap.

Supersensitivitas Denervasi

Terjadi jika suatu neuron atau jaringan kehilangan input sarafnya, biasanya akibat cedera, amputasi, atau degenerasi saraf. Dalam kondisi ini, bagian yang kehilangan innervasi menjadi lebih sensitif terhadap neurotransmitter atau rangsangan lain.

Representasi Sensorik yang Direorganisasi dan Phantom Limb

Fenomena ini adalah contoh nyata dari reorganisasi Sistem Syaraf Pusat. Setelah amputasi, area korteks yang sebelumnya menerima input dari anggota tubuh yang hilang tidak menjadi diam, melainkan diambil alih oleh input dari area tubuh lain.

Misalnya, stimulus pada wajah bisa dirasakan sebagai sensasi di tangan yang telah diamputasi, karena area wajah dan tangan berdekatan di homunkulus somatosensorik.

Sensasi ini bisa berupa nyeri, gatal, atau sentuhan yang terasa sangat nyata meskipun anggota tubuhnya sudah tidak ada.

Kesimpulan Modul 5.2

1. Kerusakan otak memiliki banyak penyebab, contoh benturan di kepala, penyumbatan aliran darah ke otak, pecahnya pembuluh darah. Stroke membunuh neuron sebagian besar dengan eksitasi berlebihan.
2. Salah satu bentuk kerusakan yang umum adalah stroke, yang membunuh neuron terutama melalui eksitasi berlebihan. Setelah 3 jam pertama setelah stroke iskemik, penggunaan aktivator plasminogen jaringan dapat mengurangi kehilangan sel dengan memecah bekuan darah.
3. Ketika satu area rusak, area lain menjadi kurang aktif dari biasanya karena kehilangan input. Obat stimulan dapat membantu memulihkan fungsi normal dari area yang tidak rusak.
4. Akson yang rusak dapat tumbuh kembali di sistem saraf pusat maupun saraf tepi.
5. Setelah suatu area kehilangan input, biasanya akson lain mulai mengeksitasinya sebagai akibat dari supersensitivitas percabangan atau denervasi. Input abnormal menghasilkan sensasi aneh seperti phantom limb.
6. Sebagian besar pemulihan fungsi setelah kerusakan otak bergantung pada pembelajaran untuk memanfaatkan fungsi yang tersisa dengan lebih baik.

TERIMA KASIH

