

## **MAKALAH**

### **PEMBENTUKAN SISTEM SYARAF DALAM EMBRIOGENESIS**



DISUSUN OLEH :

1. Shofiyatul Azizah/2110101115
2. MarianaUlfa/2110101111
3. Tiara Maharani/2110101113
4. Cici Liara Septi/2110101110
5. Khusnul Hotimah/2110101119
6. Rohmah Ida Fitria/2110101116
7. Suci Ramadhinna/2110101118

**PROGRAM STUDI KEBIDANAN PROGRAM SARJANA DAN PENDIDIKAN PROFESI  
FAKULTAS ILMU KESEHATAN UNIVERSITAS AISYIAH YOGYAKARTA**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan segala limpahan Rahmat, dan Hidayahnya, sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan makalah ini dalam bentuk maupun isinya yang sangat sederhana. Sebelumnya juga kami ucapkan terimakasih kepada dosen pengampu. Semoga makalah ini dapat dipergunakan sebagai salah satu acuan, petunjuk maupun pedoman bagi pembaca. Dan bermanfaat untuk kita semua. Harapan saya, semoga makalah ini dapat membantu menambah pengetahuan dan pengalaman bagi para pembaca, sehingga kami dapat memperbaiki bentuk maupun isi dari makalah ini

Makalah ini kami akui masih banyak kekurangan, karena pengalaman yang kami miliki sangat kurang. Oleh karena itu, kami harapkan kepada para pembaca untuk memberikan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan makalah ini. Demi kelancarannya tugas ini kami ucapkan terimakasih kepada orang tua kami yang telah memberikan dukungan. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan karunianya bagi para pembaca pada umumnya.

## DAFTAR ISI

JUDUL.....	1
KATA PENGANTAR.....	2
DAFTAR ISI.....	3
BAB I	
PENDAHULUAN.....	4
A. Latar Belakang.....	4
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan.....	4
BAB II	
PEMBAHASAN.....	5
A. Pengertian Sistem Syaraf .....	5
B. Tahap Awal Pembentukan embriogenesis pada manusia.....	5
C. Perkembangan embriogenesis pada sistem saraf pusat.....	10
BAB III	
PENUTUP.....	21
A. Kesimpulan.....	21
B. Saran.....	21
DAFTAR PUSTAKA .....	21

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. LATAR BELAKANG**

Embriologi berasal dari kata *embryo* dan *logos*. Embryo yaitu pembentukan, pertumbuhan pada tingkat permulaan dan perkembangan embryo. Sedangkan logos yaitu ilmu. Jadi embriologi yaitu ilmu tentang pembentukan, pertumbuhan pada tingkat permulaan dan perkembangan embrio.

Sistem saraf merupakan suatu kombinasi sinyal listrik dan kimiawi yang dapat membuat sel-sel saraf (neuron) mampu berkomunikasi antara satu sama lain. Sistem saraf terdiri dari jutaan sel saraf yang sering disebut dengan neuron. Neuron dikhususkan untuk menghantarkan dan mengirimkan pesan (impuls) yang berupa rangsangan atau tanggapan. Setiap satu sel saraf (neuron) terdiri atas bagian utama berupa badan sel saraf, dendrit, dan akson.

Secara umum, sistem saraf memiliki 3 fungsi pokok yang saling tumpang tindih, yaitu input sensoris, integrasi, dan output motoris. Input ialah penghantaran atau konduksi sinyal dari reseptor sensoris. Integrasi adalah proses penerjemahan informasi yang berasal dari stimulasi reseptor sensoris oleh lingkungan, kemudian dihubungkan dengan respon yang sesuai. Output motorik adalah penghantaran sinyal dari pusat integrasi, yaitu Sistem Saraf Pusat ke sel-sel efektor, sel-sel otot, atau sel kelenjar yang mengaktualisasikan respon tubuh terhadap stimulus tersebut.

### **B. RUMUSAN MASALAH**

1. Apakah yang dimaksud dengan sistem saraf ?
2. Apa saja tahap pembentukan embriogenesis pada manusia ?
3. Bagaimana perkembangan embriogenesis pada sistem saraf pusat ?

### **C. TUJUAN**

1. Untuk mengetahui pengertian dari sistem saraf
2. Untuk mengetahui tahap pembentukan embriogenesis pada manusia
3. Untuk mengetahui perkembangan embriogenesis pada sistem saraf pusat

## **BAB II**

### **PEMBAHASAN**

#### **A. PENGERTIAN SISTEM SARAF**

Sistem saraf adalah sistem koordinasi (pengaturan tubuh) berupa penghantaran impuls saraf ke susunan saraf pusat, pemrosesan impuls saraf dan perintah untuk memberi tanggapan rangsangan. Unit terkecil pelaksanaan kerja sistem saraf adalah sel saraf atau neuron.

Di dalam rahim, sistem saraf lebih dulu terbentuk daripada organ-organ tubuh lainnya. Embrio berasal dari sel zigot yang merupakan hasil fertilisasi (pembuahan) sel ovum dan sel spermatozoa.

#### **B. TAHAP AWAL PEMBENTUKAN EMBRIOGENESIS PADA MANUSIA**

Zigot hasil pembelahan mula-mula menebal dan mengalami pembelahan mitosis menjadi dua sel. Kemudian dua sel tersebut membelah, hingga menghasilkan empat sel baru yang disebut blastomer.

Blastomer mengalami serangkaian pembelahan mitosis, hingga terjadi penambahan sel dengan cepat. Kumpulan sel embrionik hasil pembelahan zigot mempunyai bentuk seperti buah arbei dan disebut morula.

Pada tahap akhir dari fase morula, sel-sel membelah dan membentuk cekungan pada bagian tengahnya. Cekungan yang disebut blastosul tersebut berisi cairan. Pada tahap ini terbentuk blastula pada embrio.

Blastula terus mengalami perkembangan, sedangkan sel-sel morula terus mengalami pembelahan. Setelah tahap blastulasi selesai, embrio mulai berubah bentuk. Sel-sel pada salah satu sisinya bermigrasi ke arah depan sisi lain, sehingga ruang blastosul mengempis. Tahap ini disebut gastrula.

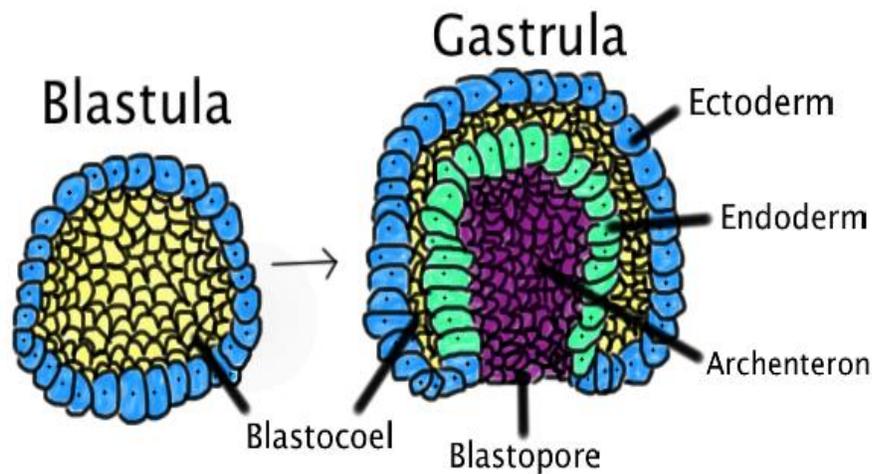
Migrasi sel-sel permukaan luar ke dalam, serta sel-sel lapisan dalam ke luar mengakibatkan blastosul menghilang dan terbentuklah ruang baru yang disebut gastrosul atau arkerentron.

Pada akhir gastrulasi terbentuklah dorsal nerve cord (tali saraf dorsal) dan notochord. Nerve cord adalah suatu cekungan saraf di bagian atas notochord, yaitu neural groove.

Notochord adalah tangkai pendukung di bagian dorsal tepatnya di bawah susunan saraf. Nerve cord berasal dari jaringan ektoderm, sedangkan notochord berasal dari jaringan endoderm. Notochord menjadi bagian atap pada arkenteron.

Sel-sel pada jaringan embrional terus mengalami pertumbuhan dan diferensiasi menjadi jaringan baru. Tahap ini disebut tahap morfogenesis. Pada tahap ini ditandai juga dengan terjadinya migrasi sel-sel gastrula dan terbentuknya sel-sel baru yang diikuti pergerakan sel-sel jaringan yang sudah ada.

Diferensiasi jaringan embrional membentuk tiga jaringan baru, yaitu jaringan ektoderm, jaringan mesoderm dan jaringan endoderm. Jaringan ektoderm berdiferensiasi menjadi susunan saraf pusat dan saraf tepi. Jaringan mesoderm berdiferensiasi menjadi jaringan ikat, rawan dan tulang. Jaringan endoderm berdiferensiasi menjadi jaringan epitel yang membatasi saluran pencernaan dan saluran pernafasan.



## 1. Pengertian Jaringan Mesoderm

Mesoderm korda/aksial (mesoderm daerah sumbu) akan menjadi kolumna vertebralis. Kolumna vertebralis dibentuk oleh sklerotom (sekelompok sel somit yang terdapat pada bagian ventromedial/bagian tengah tampak depan). Pada hari ke-17, sel-sel yang terletak pada medial jaringan mesoderm akan menebal untuk membentuk mesoderm paraksial,

sedangkan yang terletak pada lateral tidak akan mengalami perubahan dan disebut lempeng lateral.

Di antara mesoderm paraksial dan lempeng lateral terdapat mesoderm intermediat. Adanya penebalan, akan membentuk rongga dan pemecahan lempeng lateral menjadi mesoderm somatik (mesoderm yang membungkus amnion (air ketuban)) dan mesoderm splanknik yang membungkus vesikel umbilikal (kantong kuning telur/yolk sac). Pertemuan antara mesoderm somatik dan mesoderm splanknik akan membentuk rongga selom intraembrional (rongga badan tahap awal).

Mesoderm lateral ventral (hipomer) akan membentuk sistem sirkulasi, permukaan rongga tubuh dan komponen anggota tubuh atau anggota gerak.

Pada minggu ketiga, mesoderm paraksial akan terpisah menjadi balok-balok berbentuk segitiga yang disebut somit. Somit akan tersusun membentuk somitomer secara sefalokaudal (dari arah kepala ke kaki). Somitomer akan membentuk jaringan mesenkim pada kepala.

Pada awal minggu keempat, sel pada dinding ventral somit akan menjadi sklerotom dan dermatom, sedangkan sel pada dinding dorsal somit akan membentuk lapisan sel baru, yaitu miotom.

Sklerotom menjadi komponen untuk tulang rawan (kartilago) dan tulang keras (osteon), dermatom menjadi komponen pembentuk jaringan subkutis kulit/ otak dari kulit yang disebut lapisan dermis (lapisan tengah kulit yang mengandung serat kolagen, serat elastis, asam hialuronik, pembuluh darah, pembuluh limfa, folikel rambut, saraf, kelenjar dan lain-lain), sedangkan miotom menjadi komponen pembentuk otot.

Pada akhir minggu kelima, satu somit oksipital (somit bagian belakang) pertama dan 5-7 somit koksigeal (somit bagian ekor) akan menghilang. Lempeng lateral akan membentuk kelompok sel bersegmen (berangkai/bergolongan), yaitu nefrotom (bakal ginjal) pada daerah servikal (leher) dan korda nefrogenik pada daerah lebih kaudal (dekat kaki).

Nefrotom kelak tidak berfungsi, sedangkan korda nefrogenik akan membentuk tubulus ekskresi pada sistem ginjal dan rigi-rigi urogenital (organ dalam sistem kemih dan reproduksi) atau urogenital bergerigi pada dinding dorsal (belakang) rongga selom (rongga tubuh yang mengandung saluran pencernaan dan lain-lain).

mesoderm somatik dan jaringan ektoderm yang berada di atasnya akan membentuk dinding lateral dan ventral tubuh, sedangkan mesoderm splanknik akan membentuk

dinding usus, sel darah primitif (sel darah awal) dan jaringan endotel. Jaringan endotel terletak pada pembuluh darah, pembuluh limfa dan jantung dinding bagian dalam.

Sel-sel yang menghadap ke rongga selom akan membentuk selaput mesotel (selaput serosa) yang melapisi rongga perut, rongga pleura (lapisan tipis/membran serosa yang halus yang menutupi/membentuk kantong berisi paru-paru dan dinding bagian dalam rongga dada) dan kantung jantung.

## **2. Pengertian Jaringan Endoderm**

Untuk jaringan endoderm bagian anterior akan membentuk usus depan, sedangkan bagian kaudal akan membentuk usus belakang. Pada ujung kepala, usus depan dibatasi oleh membran bukokfaringeal (divisi viscera (jeroan) yang terletak pada bagian posterior/belakang faring/tenggorokan), sedangkan usus belakang akan dibatasi oleh membran kloaka (membran muara tiga saluran, yaitu rektum, ureter dan alat kelamin/duktus genitalis).

Di antara usus belakang dan usus depan terdapat usus tengah yang berhubungan dengan kantung kuning telur melalui duktus vitellinus atau saluran omphalomesenteric (tabung berukuran sempit dan panjang yang bergabung dengan kantung kuning telur dan lumen midgut). Lumen midgut adalah pembukaan pada bagian usus embrio.

Ketika embrio membungkuk di sekitar arteri mesenterika superior terdapat midgut loop. Midgut loop terdiri dari bagian kanal pencernaan pada ujung depan (foregut) dan pada pembukaan saluran empedu, sampai ujung belakang (hindgut).

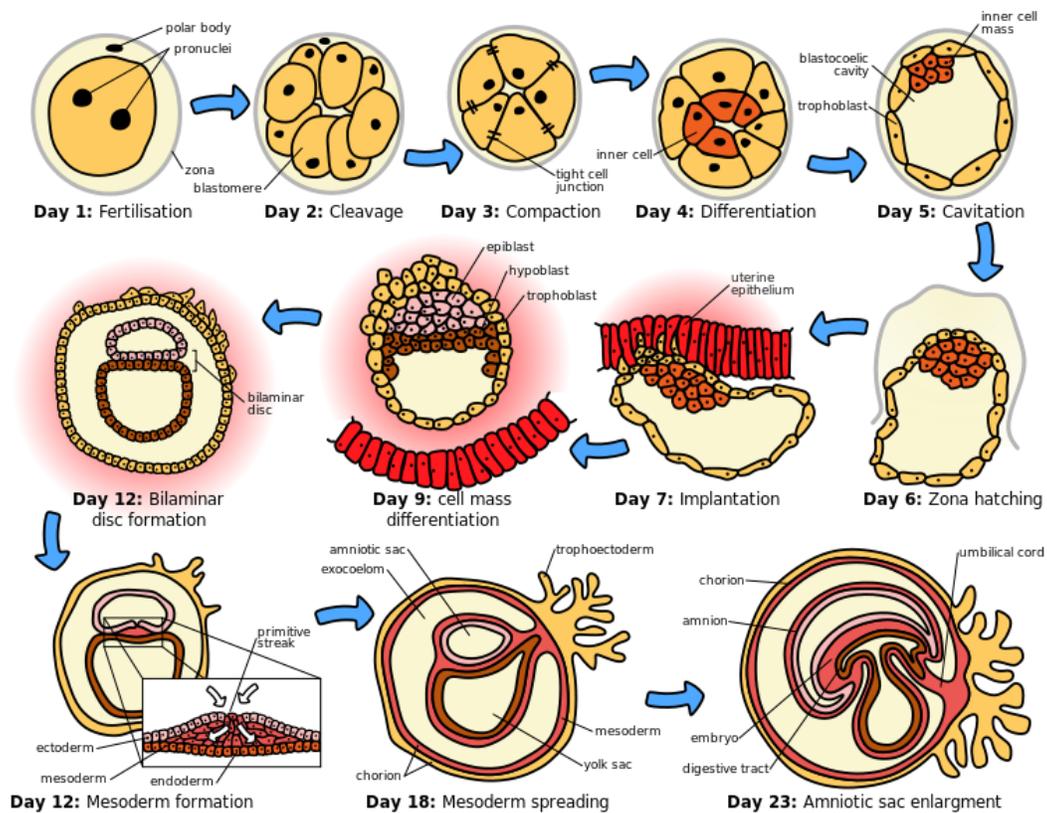
Ketika terjadi pelipatan secara lateral, duktus vitellinus akan menyempit dan memanjang, sehingga kedudukan usus tengah menjadi bebas dari dalam rongga perut. Selain itu, akan terdapat pencakupan tangkai penghubung yang disebut membran alantois. Membran alantois berfungsi untuk menghilangkan limbah dari sisa metabolisme embrio karena adanya jaringan pembuluh darah.

Pada akhir minggu kelima tangkai kuning telur dan tangkai penghubung akan bersatu membentuk tali pusar. Perkembangan selanjutnya, jaringan endoderm dan mesoderm splanknik akan bersatu untuk membentuk jaringan epitel yang melapisi usus primitif (usus awal).

Selain itu, jaringan endoderm akan membentuk jaringan epitel untuk melapisi saluran pernafasan, parenkim tiroid, kelenjar paratiroid, hati, pankreas, stroma retikuler tonsil dan kelenjar timus, kandung kemih dan uretra, serta kavum timpani dan tuba Eustachii.

## Keterangan :

- Parenkim tiroid adalah jaringan dasar bakal kelenjar tiroid.
- Pankreas adalah organ dalam saluran pencernaan manusia yang berfungsi memproduksi hormon dan enzim untuk menghancurkan makanan dalam perut.
- Stroma retikuler tonsil adalah cairan mengandung kolagen yang merupakan bagian sistem kelenjar getah bening yang terletak di bagian belakang rongga mulut.
- Uretra adalah saluran yang menghubungkan kandung kemih dengan lingkungan luar tubuh.
- Kavum timpani adalah bagian berbentuk kubus yang tidak teratur yang terletak antara telinga bagian tengah dan telinga bagian dalam.
- Tuba Eustachii adalah saluran kecil di dalam kepala yang menghubungkan telinga ke bagian belakang lubang hidung.



## C. PERKEMBANGAN EMBRIOGENESIS PADA SISTEM SARAF PUSAT

### A. Embriologi Otak

#### Prosensefalon (Otak Depan)

**1. Telensefalon** merupakan gelembung otak yang paling rostral, terdiri atas dua kantong lateral yaitu: hemisfer serebri dan satu bagian medial, lamina terminalis. Rongga-rongga hemisfer dan ventrikel lateral, berhubungan bebas dengan diensefalon melalui foramina interventrikular Monro.

**a. Hemisfer Serebri** timbul pada awal perkembangan minggu ke-5 sebagai evaginasi di kedua sisi dinding lateral prosensefalon. Menjelang pertengahan bulan ke -2, bagian bawah hemisfer mulai bertambah luas. Akibatnya daerah ini menonjol ke dalam rongga ventrikel lateral dan ke dalam lantai foramen Monro. Pada potongan melintang, daerah yang tumbuh cepat ini tampak bergaris-garis dan itu dikenal sebagai corpus striatum.

Daerah dimana dinding hemisfer melekat pada atap diensefalon, tidak terbentuk neuroblas dan lapisan ini tetap sangat tipis. Di sini, dinding hemisfer terdiri atas selapis sel-sel endotel yang ditutup oleh mesenkim vaskuler, dan bersama-sama kedua unsur ini membentuk plexus choroideus. Plexus choroideus seharusnya membentuk atap hemisfer, tetapi sebagai akibat pertumbuhan berbagai bagian hemisfer yang tidak seimbang, plexus ini menonjol ke dalam ventrikel lateral sepanjang garis yang disebut sebagai fisura choroidea. Tepat diatas fisura choroidea, dinding hemisfer menebal dan membentuk hippocampus. Hippocampus berangsur-angsur menonjol keluar masuk ke dalam ventrikel lateral yang berfungsi pada penciuman. Dengan berlanjutnya perluasan ini, hemisfer lambat laun menutupi permukaan lateral diensefalon, mesensefalon, dan bagian serebelik metensefalon.

Corpus striatum, yang merupakan bagian dinding hemisfer, meluas ke arah posterior dan dibagi menjadi dua bagian, bagian dorsomedial, nukleus kaudatus dan bagian ventrolateral, nukleus lentiformis. Pembagian ini dibuat oleh akson-akson berjalan menuju dan datang dari korteks hemisfer kemudian menerobos massa inti korpus striatum. Berkas serabut yang terbentuk ini dikenal sebagai kapsula interna. Pada saat yang sama, dinding medial hemisfer dan dinding lateral diensefalon bersatu sehingga nukleus kaudatus dan thalamus letaknya sangat berdekatan. 2

Pertumbuhan hemisfer serebri yang terus menerus ke arah anterior, dorsal dan inferior, masing-masing menyebabkan terbentuknya lobus frontalis, lobus temporalis, dan lobus oksipitalis. Akan tetapi, karena daerah yang menutupi corpus striatum terhambat pertumbuhannya, daerah di antara lobus frontalis dan temporalis menjadi mencekung dan dikenal sebagai insula. Daerah ini kemudian tertutup oleh lobus-lobus di sekitarnya dan, pada saat lahir, hampir semua daerah tertutup. Pada akhir masa kehidupan janin, permukaan hemisfer serebri tumbuh dengan cepat, sehingga pada permukaannya tampak sangat banyak girus-girus yang dipisahkan oleh fissura dan sulkus.

**b. Korteks** serebri berkembang dari pallium, yang dapat dibagi dalam dua bagian: (a) paleopallium atau arkipallium, suatu daerah yang terletak tepat di sebelah lateral corpus striatum, dan (b) neopallium, diantara hippocampus dan paleopallium.'

Pada neopallium, gelombang-gelombang neuroblas bermigrasi ke posisi subpial dan kemudian berdiferensiasi menjadi neuron-neuron yang dewasa. Apabila gelombang neuroblas berikutnya tiba, sel-sel ini bermigrasi melewati lapisan-lapisan sel yang terbentuk terlebih dahulu mendapatkan tempat lebih dalam konteks, sedangkan neuroblas yang terbentuk kemudian terletak lebih superficial.'

Pada saat lahir, korteks serebri tampak berlapis-lapis, ini disebabkan oleh diferensiasi sel-sel neuroblas di lapisan yang berbeda. Korteks motorik mengandung sel-sel piramidal dalam jumlah besar, dan daerah sensorik ditandai oleh sel-sel granuler.

**c. Commissura**, pada ada orang dewasa, belahan hemisfer kanan dan kiri dihubungkan oleh sejumlah berkas serabut, commissurae, yang menyilang garis tengah. Berkas menyilang yang pertama kali muncul adalah commissural anterior. Commissura ini terdiri atas serabut-serabut yang menghubungkan bulbus olfaktorius dan menghubungkan daerah-daerah otak kiri hemisfer yang satu dengan daerah-daerah sama dari hemisfer sisi lain."

Commissura kedua yang timbul adalah commissura hippocampi atau commissura fornix. Serabut-serabutnya berasal dari hippocampus dan berkumpul di lamina terminalis dekat dengan lempeng atap diensefalon, serabut-serabut tersebut berjalan membentuk suatu susunan melengkung tepat di luar fissura choroidea, ke corpus mammillare dan hipotalamus.

Commissura yang terpenting adalah corpus callosum. Corpus callosum tampak pada perkembangan minggu ke-10 dan menghubungkan daerah-daerah nonolfaktorik korteks serebri kanan dan kiri. Pada mulanya, corpus callosum membentuk sebuah berkas kecil didalam lamina terminalis. Akan tetapi akibat perluasan neopallium yang terus-menerus,

berkas ini meluas ke arah anterior dan kemudian ke arah posterior, sehingga melengkung di atas atap tipis diensefalon. Selain tiga Commissura tersebut pada lamina terminalis, tampak tiga commissura lainnya. Dua diantaranya commissura posterior dan commissura habenulare, yang terletak dibawah dan disebelah rostral tangkai glandula pinealis. Yang ketiga adalah chiasma opticum, tampak pada dinding rostral diensefalon dan mengandung serabut-serabut dari belahan retina bagian medial.

## **2. Diensefalon**

### **a. Lempeng Atap dan Epifisis**

Diensefalon berkembang dari prosensefalon bagian medial dan terdiri atas satu lempeng atap dan dua lamina alaris, tetapi tidak mempunyai lempeng lantai dan lamina basalis. Lempeng atap diensefalon terdiri atas satu lapisan sel ependim yang ditutup oleh mesenkim vaskuler. Keduanya bersama-sama membentuk plexus choroideus ventrikel ke 3. Bagian paling kaudal lempeng atap berkembang menjadi corpus pineale atau epifisis. Corpus pineale ini awalnya tampak sebagai penebalan epitel di garis tengah, tetapi menjelang minggu ke-7 mulai tumbuh menonjol ke arah luar. 13

### **b. Lamina Alaris, Thalamus, dan Hypothalamus**

Lamina alaris membentuk dinding lateral diensefalon. Sebuah alur, sulkus hypothalamikus, membagi lamina alaris menjadi daerah dorsal dan ventral, yaitu masing-masing thalamus dan hypothalamus.

Akibat proliferasi yang tinggi, thalamus berangsur angsur menjorok ke dalam rongga diensefalon. Tonjolan ini sangat besar sehingga daerah thalamus dari sisi kanan dan kiri bersatu di garis tengah, sehingga membentuk massa intermedia atau connexus interthalamicus, Hypothalamus, yang membentuk bagian bawah lamina alaris, berdiferensiasi menjadi sejumlah daerah inti, yang berperan sebagai pusat pengatur fungsi-fungsi visceral, termasuk tidur, pencernaan, suhu tubuh, dan perilaku emosional. Salah satu di antara kelompok ini, corpus mammillare, membentuk sebuah tonjolan tersendiri pada permukaan ventral hypothalamus di sisi kanan dan kiri garis tengah.

### **Mesensefalon (Otak Tengah)**

Mesensefalon secara morfologis merupakan gelembung otak yang paling primitif. Tiap-tiap lamina basalis mengandung dua kelompok inti motorik: (a) kelompok eferen somatic medial, yang diwakili oleh nervus okulomotorius dan nervus troklearis, yang mempersarafi otot-otot mata, dan (b) kelompok kecil eferen visceral umum, yang

diwakili oleh nukleus Edinger - Westphal, yang mempersarafi m. sphincter pupillae. Lapisan marginal tiap-tiap lamina basalis membesar dan membentuk crus serebri. Crura ini berperan sebagai jalan serabut-serabut saraf untuk turun dari korteks serebri ke pusat pusat yang lebih rendah pada pons dan sumsum tulang belakang.

### **3. Miensefalon**

Miensefalon adalah gelembung otak yang menghasilkan medulla oblongata dan berbeda dari sumsum tulang belakang dalam hal dinding lateralnya yang mengalami eversi. Lamina alaris dan basalis yang dipisahkan oleh sulkus limitans dapat dibedakan dengan jelas. Lamina basalis, serupa dengan lamina basalis medulla spinalis, mengandung inti-inti motorik. Inti-inti ini dibagi dalam tiga kelompok: (a) kelompok eferen somatik medial (b) kelompok eferen viseral khusus tengah dan (c) kelompok eferen viseral umum lateral.

### **B. Tahap Perkembangan Otak**

**Perkembangan otak terdiri dari 6 tahap, yaitu :**

#### **1. Proliferasi (Penambahan Sel Saraf)**

Proliferasi adalah siklus sel yang berlangsung secara berkesinambungan (kontinu) dan berulang (siklik) untuk penambahan sel saraf. Keberhasilan tahap proliferasi membutuhkan transisi unidireksional (peralihan arah pancaran ke satu arah) yang teratur pada setiap tahap siklus sel. Proliferasi berlangsung pada usia kehamilan selama 4-24 minggu. Tahap proliferasi akan berhenti/selesai ketika bayi dilahirkan.

Proliferasi diawali dengan pembelahan sel-sel induk (sel punca/stem cell). Sel-sel punca tidak mengalami pertambahan ukuran dalam proses pertumbuhannya. Sel punca berfungsi untuk mengganti sel-sel tubuh yang telah rusak. Pembelahan sel punca akan menghasilkan sel baru yang berpotensi untuk menjadi sel punca dari jenis sel lainnya dengan fungsi yang lebih khusus.

#### **Keterangan :**

Sel diploid adalah sel dengan dua set genom (keseluruhan informasi genetik yang dimiliki suatu sel/organisme, seperti DNA sel) yang merupakan hasil pembuahan sel-sel gamet pada sel haploid (sel dengan satu pasang kromosom yang menjadi struktur dalam inti sel yang mengandung informasi genetik untuk proses transmisi sifat pada

keturunannya). Sel-sel gamet haploid melebur, sehingga kromosomnya saling bercampur dalam satu sel untuk membentuk sel diploid.

Umumnya, mitosis diikuti dengan fase sitokinesis (pembelahan sitoplasma) dan fase kariokinesis (pembelahan inti). Proses pembelahan mitosis terjadi pada semua sel tubuh, kecuali pada jaringan yang menghasilkan gamet (sel kelamin).

## **2. Migrasi (Perpindahan Sel Saraf)**

Sel saraf yang telah melalui tahap proliferasi akan berpindah (migrasi) ke tempatnya masing-masing untuk mulai berkembang. Sel saraf dari zona ventrikel akan berpindah ke zona subventrikel. Dan sel saraf dari kedua zona tersebut akan pindah ke sistem saraf pusat (otak dan sumsum tulang belakang).

Proses ini terjadi pada minggu ke-16 dari masa kehamilan, sampai memasuki masa enam bulan kehamilan. Sel saraf yang bermigrasi lebih awal akan menempati lapisan dalam, sedangkan sel saraf yang bermigrasi berikutnya akan menempati lapisan luar.

## **3. Diferensiasi (Perubahan Sel Saraf)**

Pada akhir bulan ke-6 masa kehamilan, lempeng korteks (lapisan luar) telah memiliki komponen sel saraf yang lengkap, sehingga dapat memasuki proses diferensiasi. Proses diferensiasi terjadi setelah molekul sinyal dikeluarkan oleh jaringan mesoderm untuk mengaktifkan gen tertentu dan mematikan sel lainnya, sehingga memicu beberapa sel-sel ektoderm untuk menjadi jaringan saraf.

Sel-sel ektoderm yang tidak menerima molekul sinyal akan menyebar pada jaringan mesoderm untuk membentuk kulit. Proses ini juga dikenal dengan induksi saraf. Sel saraf akan menjadi sel neuron yang memiliki banyak cabang dan menjadi sel glia (sel penyokong).

Mengenai molekul sinyal terdapat di dalam artikel Pensinyalan Sel

## **4. Sinapsis (Pembentukan Jalinan Pada Setiap Sel Saraf)**

Tahap sinapsis berlangsung secara bergantian dengan tahap mielinasi. Jika jalinan saraf yang satu telah terbentuk, maka jalinan saraf tersebut akan melalui proses mielinasi, sebelum akhirnya sel saraf kembali memasuki tahap sinapsis.

## **5. Mielinasi (Pematangan Selubung Saraf)**

Tahap mielinasi akan berakhir saat bayi berusia 1 tahun. Selubung saraf disebut selaput Mielin. Proses mielinasi diawali dengan penyatuan akson/neurit antar sitoplasma sel Schwann (sejenis sel glia) secara terus-menerus, sampai membentuk selaput Mielin. Pada dasarnya, selaput Mielin berasal dari lemak yang dihasilkan oleh sel Schwann. Bagian dari sel Schwann yang membungkus selaput Mielin disebut neurolema/selubung Schwann.

Daerah penyatuan dinding sitoplasma sel Schwann disebut mesaxon interna. Mesaxon interna akan meluas ke arah dalam dan membentuk lamel-lamel (pelat-pelat tipis) sitoplasma sel Schwann. Lambat-laun sitoplasma sel Schwann akan menghilang dan kedua sisi dalam membran sitoplasma sel Schwann akan menyatu lalu menebal, hingga membentuk garis perioda.

Matriks ekstraselular (struktur kompleks yang mengeliling sel-sel pada semua jaringan tubuh dan berbatasan dengan membran plasmanya) dari sitoplasma sel Schwann akan menyatu membentuk garis interperioda.

Pada tahap akhir mielinasi, dinding sitoplasma sel Schwann akan menyatu untuk kedua kalinya, hingga membentuk mesaxon eksterna. Jika terjadi kegagalan dalam penyatuan kedua dinding sitoplasma sel Schwann, sehingga terdapat sejumlah kecil sitoplasma yang terjebak dalam selaput mielin atau disebut insisura Schmidt Lanterman.

## **6. Apoptosis (Pembuangan Sel Saraf Yang Tidak Diperlukan)**

Apoptosis adalah kematian sel terprogram. Di mana sel-sel terprogram yang sudah tidak diperlukan/sel-sel tua akan dibongkar, sehingga melepaskan diri dari sel-sel tetangga dalam jaringan dan membran plasma yang sama. Sedangkan kematian sel karena terinfeksi patogen atau mengalami iskemia (kekurangan oksigen atau zat metabolisme lain) disebut nekrosis.

Apoptosis dilakukan untuk perkembangan dan menjaga kesehatan tubuh. Jika apoptosis tidak berlangsung dengan baik, sel-sel yang seharusnya dihancurkan akan tetap bertahan dan menjadi abadi, hingga menyebabkan kanker.

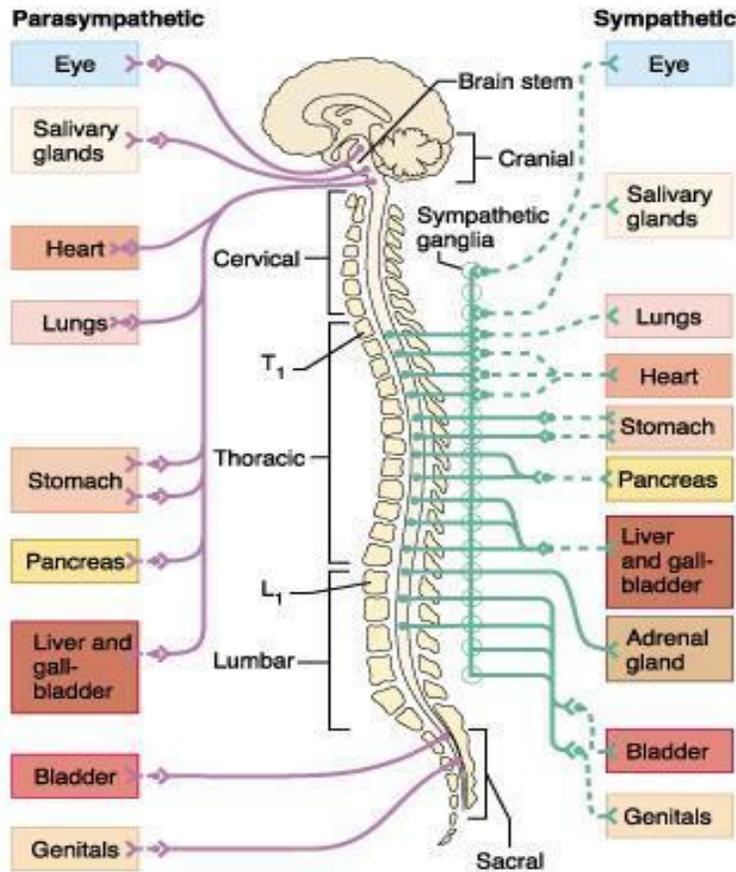
### **C. Embriologi Sumsum Tulang Belakang (Medulla spinalis)**

Dinding tabung saraf yang baru menutup terdiri dari sel sel neuroepitel. Sel-sel ini meluas ke seluruh dinding dan membentuk lapisan epitel bertingkat semu yang tebal. Sel-sel tersebut dihubungkan satu sama lain oleh kompleks-kompleks penghubung di dalam lumen. Apabila tabung saraf telah tertutup, sel-sel neuroepitel akan membentuk jenis sel lain yang ditandai dengan inti bulat dan besar dengan nukleoplasma yang pucat dan anak inti yang berwarna gelap yang disebut sel-sel primitif atau neuroblas. Neuroblas akan membentuk suatu zona di sekeliling lapisan neuroepitel yang dikenal sebagai lapisan mantel dan akan membentuk substansia grisea sumsum tulang belakang. Lapisan sumsum tulang belakang yang paling luar mengandung serabut-serabut saraf yang keluar dari neuroblas yang ada di dalam lapisan mantel tersebut dan dikenal sebagai lapisan marginal. Sebagai akibat dari miclinisasi serabut saraf, lapisan ini berwarna putih sehingga disebut substansia alba sumsum tulang belakang. Pada perkembangan bulan ke-3, sumsum tulang belakang terbentang di sepanjang embrio dan saraf-saraf spinalis berjalan melalui lubang-lubang antar ruas (foramina intervertebralis) setinggi tingkat asalnya. Akan tetapi, dengan bertambahnya usia kolumna vertebralis dan dura lebih cepat memanjang daripada tabung saraf sehingga ujung kaudal sumsum tulang belakang berangsur-angsur bergeser ke tempat yang lebih tinggi. Pada saat lahir ujung ini terletak setinggi ruas lumbal ketiga. Sebagai akibat pertumbuhan yang tidak seimbang ini, saraf-saraf spinal berjalan secara oblik dari segmen asalnya di sumsum tulang belakang menuju ke segmen kolumna vertebralis yang sesuai. Dura tetap melekat pada kolumna vertebralis setinggi koksigeus.

Pada orang dewasa sumsum tulang belakang berakhir setinggi 12-13. Di bawah tempat ini sebuah juluran piameter menyerupai tali membentuk filum terminale yang merupakan jalur regresi sumsum tulang belakang dan melekat ke periosteum vertebra coccygis I. Serabut-serabut saraf di bawah ujung kaudal sumsum tulang belakang ini dikenal sebagai cauda equina.

Perkembangan normal diklasifikasikan kedalam empat tingkat:

- 1) Proses Induktif Primer (Tahap Pertama) pada minggu ke-2 sampai ke-6.
- 2) Perkembangan Ventrikulosisternal (Tahap Kedua) pada minggu ke-7 dan 8
- 3) Proliferasi Sel (Tahap Ketiga)
- 4) Migrasi Neuronal (Tahap Keempat) pada minggu ke-7 sampai ke-36



#### D. Tahap Neurulasi (pembentukan tabung saraf yang merupakan bakal sistem saraf pusat dan saraf tepi).

Neurulasi disebut juga neural ektoderm karena berasal dari diferensiasi jaringan ektoderm. Embrio yang sedang mengalami proses neurulasi disebut neurula. Proses neurulasi diawali dengan terbentuknya bakal notochord yang berperan sebagai induktor. Notochord akan menginduksi jaringan ektoderm neural yang terletak di atasnya.

Tanpa adanya induksi neural (proses stimulasi pada saraf), tahap-tahap induksi tidak akan berlanjut, hingga ke tahap organogenesis (proses pembentukan organ tubuh). Sebagian besar proses induksi bersifat instruktif (bersifat mengintruksi), sebagian lagi bersifat permisif (bersifat terbuka/mengizinkan).

Perubahan sel-sel mengakibatkan perpanjangan pada mikrotubul (komponen sitoskeleton). Berlawanan dengan garis primitif/streak (awal dari kolumna vertebralis/awal rangkaian tulang belakang) pada embrio yang berkembang selama 14

hari setelah pembuahan, jaringan ektoderm akan menebal dan merata, hingga terbentuklah lempeng saraf (neural plate/keping neural). Neural plate berfungsi sebagai dasar sistem saraf.

Lambat-laun, sel-sel keping neural pada neural plate menjadi sedikit dan terangkat dari jaringan ektoderm. Sel-sel keping neural akan mensintesis RNA baru untuk berdiferensiasi menjadi bakal sistem saraf pusat dan saraf tepi.

Bagian tepi neural plate kian menebal dan tumbuh ke atas membentuk neural fold (lipatan saraf/lipatan neural). Selanjutnya, terjadi fusi (penggabungan nukleus) neural fold, hingga membentuk neural groove (bubungan neural).

### **Tahap neurulasi terbagi tiga, yaitu :**

**a. Neurulasi Primer** adalah bubungan neural yang dibentuk dengan cara melipat keping neural agar bertemu dengan lipatan neural lain. Neurulasi jenis ini terjadi pada amfibi, aves, reptil dan mamalia termasuk manusia.

**b. Neurulasi Sekunder** adalah bubungan neural atau salurannya yang dibentuk karena adanya kavitas (pembentukan rongga) dalam kelompok sel saraf ektoderm yang memadat. Neurulasi jenis ini biasa terjadi pada ekor ikan.

**c. Pembentukan bubungan neural** karena adanya pemisahan/peninggian jaringan epidermis yang membatasi keping neural. Neurulasi jenis ini terjadi pada amphioxus.

Pada bagian kepala manusia, neural crest juga menjadi cikal bakal terbentuknya jaringan mesenkim (jaringan embrional yang terbentuk pada masa awal pembentukan embrio) yang akan berdiferensiasi menjadi jaringan ikat, osteoblas (sel pembentuk tulang yang juga bertanggung jawab pada perkembangan tulang), sel-sel tulang rawan, odontoblas (sel pembentuk lapisan dentin pada gigi), organ ginjal dan lain-lain.

### **Neural crest terbagi empat berdasarkan asalnya, yaitu :**

#### **1. Neural crest badan**

Pada bagian ini, sel-sel mengalami dispersi (penguraian) dengan cepat setelah neural tube tertutup. Sel-sel neural crest bermigrasi ke jalur dorso-lateral (bagian punggung samping) pada jaringan ektoderm untuk membentuk melanosit (pigmen melanin). Setelah itu, sel-

sel neural crest bermigrasi ke arah ventro-lateral (bagian perut samping) dengan melewati sklerotom.

Sel-sel neural crest yang menetap di dalam sklerotom akan membentuk radik ganglia dorsal (akar dari simpul saraf punggung) yang berisi neuron sensori. Sel-sel neural crest yang terus berjalan akan menuju arah ventral untuk membentuk ganglia simpatik, medulla adrenal dan kelompok saraf yang mengelilingi aorta.

## **2. Neural crest vaga (leher) dan neural crest sakral (tulang yang dibentuk dari penggabungan lima tulang punggung yang terletak pada bagian dasar/bawah)**

Pada bagian ini sel-sel neural crest akan menjadi ganglia parasimpatik di perut. Neural crest vaga terletak dekat somit pertama dan ketujuh, sedangkan neural crest sakral terletak di sebelah posterior dari somit ke-28.

Jika terjadi kegagalan migrasi sel-sel neural crest pada bagian ini untuk menuju kolon, akan mengakibatkan ketiadaan pertumbuhan ganglion parasimpatik, sehingga meniadakan gerakan peristaltik dalam usus besar.

## **3. Neural crest kardiaka**

Bagian ini terletak di antara neural crest badan dan neural crest kranial. Sel-sel neural crest pada bagian ini akan berkembang menjadi melanosit, neuron-neuron, kartilago dan jaringan ikat.

## **4. Neural crest kranial**

Sel-sel neural crest pada bagian ini akan bermigrasi ke arah dorso-lateral (belakang samping) untuk membentuk jaringan mesenkim kraniofasial (bagian tulang kepala dan tulang wajah) yang akan berdiferensiasi menjadi kartilago, osteon, sel saraf kranial (saraf yang mencuat dari otak), glia dan jaringan ikat muka.

Selain itu, sel-sel neural crest pada bagian ini akan masuk ke kantung faring untuk memunculkan sel-sel timus, odontoblas primordial (awal pembentukan lapisan pada perifer pulpa gigi/tepi dari struktur gigi terdalam di bawah lapisan dentin), tulang telinga tengah dan tulang rahang.

Sel-sel pada neural crest dan neural groove akan membentuk nervi spinalis (sistem saraf spinal) yang berasal dari sumsum tulang belakang. Sistem saraf spinal berjumlah 31 saraf spinal. Sistem saraf spinal berfungsi mempersarafi bagian-bagian tubuh tertentu.

Bagian tengah neural tube disebut neurentic canal (kanal saraf). Pada tahap awal, rongga di dalam neural tube masih berhubungan dengan rongga enteron (perut) atau rongga gastrovaskuler (tempat untuk pencernaan dan peredaran makanan ke seluruh tubuh) melalui neurenteric canal.

Neurentic canal akan hilang ketika rongga enteron membentuk lubang baru yang menghubungkannya dengan dunia luar, yaitu rektum/anus.

Neural tube mengalami perubahan drastis, hingga menghasilkan tiga vesikula utama (gelembung-gelembung otak primer/diencephalon) pada bagian rostral (bagian kepala), yaitu otak depan (forebrain/prosencephalon), otak tengah (midbrain/mesencephalon) dan otak belakang (hindbrain/rombencephalon). Tahap ini disebut tahap prosensafalic.

Pembukaan ujung anterior dan posterior neural tube berkembang dan membentuk neuropore. **Neuropore terbagi dua jenis, yaitu :**

1. **Anterior Neuropore/Rostral Neuropore** adalah daerah pembukaan neural tube pada bagian anterior dari prosencephalon yang sedang berkembang. Anterior neuropore terus berkembang dan akan membentuk bagian-bagian otak. Anterior neuropore akan tertutup sekitar 25-26 hari dari perkembangan embrio.
2. **Posterior Neuropore/Caudal Neuropore** adalah pembukaan sementara pada ujung kaudal (belakang) yang ekstrem dari tabung saraf pada masa embrio awal. Posterior neuropore akan membentuk fleksura (lipatan) yang akan menjadi batas antara bagian-bagian otak. Posterior neuropore akan tertutup pada akhir minggu keempat dari perkembangan embrio.

## **BAB III**

### **PENUTUP**

#### **A. KESIMPULAN**

Sistem saraf merupakan suatu kombinasi sinyal listrik dan kimiawi yang dapat membuat sel-sel saraf (neuron) mampu berkomunikasi antara satu sama lain. Sistem saraf terdiri dari jutaan sel saraf yang sering disebut dengan neuron. Neuron dikhususkan untuk menghantarkan dan mengirimkan pesan (impuls) yang berupa rangsangan atau tanggapan.

Pembentukan Embriogenesis pada manusia diawali dengan adanya Fertilisasi, Blastula, Gastrula dan Diferensiasi dengan dibentuknya tiga jaringan baru yaitu : jaringan ektoderm, jaringan endoderm, dan jaringan mesoderm.

Adapun perkembangan Embriogenesis pada sistem saraf pusat yang terdiri dari otak dan sumsum tulang belakang. Otak terdiri dari Prosensefalon (otak depan) dan Mesensefalon (otak tengah). Dimana ada 6 tahap perkembangan otak dimulai dari penambahan sel saraf, migrasi (perpindahan sel saraf), diferensiasi (perubahan sel saraf), sinapsis (pembentukan jalinan pada setiap sel saraf), mielinasi (pematangan selubung saraf) dan apoptosis (pembuangan sel saraf yang tidak diperlukan).

#### **B. SARAN**

Semoga makalah ini berguna untuk kita semua, mohon maaf atas segala kesalahan. Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan karena kami menyadari banyak kesalahan dari materi dan makalah yang kami angkat sebagai bahan makalah ini. Sekian terimakasih.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Syalwa meutia dkk(2021).Sistem Saraf Pusat dan Perifer.Lampung.Medula | Volume 11 | Nomor 3 | Oktober 2021 306

Ratu kemalalaura(2018).Pembentukan Sistem Saraf Pusat.05 Februari .diupload di <https://ratukemalalaura.blogspot.com/2018/02/pembentukan-sistem-saraf-pusat.html?m=1>

Mahadewa, Tjokorda G.B. (2017). Pegangan Praktis Bedah Syaraf. Jakarta: Cv. Sagung Seto