

**REFERAT**  
**NEUROANATOMI**  
**SISTEM ARAS (*Ascending Reticular Activating System*)**



**Disusun:**

**dr. Kumara Tini, Sp. S., FINS**  
**dr. Rindha Dwi Sihanto**

**DEPARTEMEN ILMU PENYAKIT SYARAF**  
**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1**  
**UNIVERSITASUDAYANA**  
**DENPASAR**  
**2017**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nyalah tinjauan pustaka yang berjudul “Neuroanatomi sistem *ARAS (Ascending Reticular Activating System)*” ini dapat penulis selesaikan.

Referat berupa tinjauan pustaka ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pendidikan PPDS-1 di Bagian/SMF Ilmu Penyakit Saraf Fakultas Kedokteran Universitas Udayana/RSUP Sanglah Denpasar.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. dr. A.A. Bagus Ngr. Nuartha, Sp.S(K) selaku Kepala Bagian Ilmu Penyakit Saraf FK UNUD/RSUP Sanglah.
2. dr. A.A.A. Putri Laksmidewi, Sp. S(K) selaku Ketua Program Studi Ilmu Penyakit Saraf FK UNUD/RSUP Sanglah.
3. dr. Kumara Tini, Sp. S., FINS selaku pembimbing penulis dalam penyusunan tinjauan pustaka ini.
4. Teman-teman PPDS-1 yang telah banyak membantu penulisan tinjauan pustaka ini.

Penulis juga menyadari bahwa tinjauan pustaka ini masih jauh dari sempurna sehingga kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Akhir kata, penulis berharap semoga referat ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Denpasar,

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	iv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Formasi Retikularis.....	3
2.1.1 Formasi Retikularis Medula Oblongata.....	5
2.1.2 Formasi Retikularis Pontis .....	7
2.1.3 Formasi Retikularis Midbrain/Mesencephalon .....	8
2.2 Talamus.....	9
2.3 Hubungan Hipotalamus dan ARAS.....	14
2.4 Hubungan Sistem Limbik dan ARAS .....	15
2.5 Hubungan ARAS dan Korteks Serebri .....	16
BAB III RINGKASAN.....	18
DAFTAR PUSTAKA .....	20

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Formasi Retikularis .....	4
Gambar 2.2 Medula Oblongata.....	6
Gambar 2.3 Pons .....	8
Gambar 2.4 Mesencepalon.....	9
Gambar 2.6 Nuklei Talami.....	12
Gambar 2.7 Subtalamus dan ARAS.....	14
Gambar 2.8 Hipotalamus dan ARAS .....	14
Gambar 2.9 Anatomi sistem limbik .....	16

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

Pusat pengaturan kesadaran pada manusia secara anatomi terletak pada serabut transversal retikularis dari batang otak sampai thalamus dan dilanjutkan dengan formasio activator reticularis, yang menghubungkan thalamus dengan korteks cerebri. Formasio reticularis terletak di substansi grisea otak dari daerah medulla oblongata sampai midbrain dan thalamus. Neuron formasio reticularis menunjukkan hubungan yang menyebar. Perangsangan formasio reticularis midbrain membangkitkan gelombang beta, individu menjadi dalam keadaan bangun dan terjaga. Lesi pada formasio reticularis midbrain mengakibatkan orang dalam stadium koma, dengan gambaran EEG gelombang delta. Jadi formasio reticularis midbrain merangsang *ARAS (Ascending Reticular Activating System)*, suatu proyeksi serabut difus yang menuju bagian area di forebrain. Nuklei reticular thalamus juga masuk dalam *ARAS*, yang juga mengirimkan serabut difus ke semua area di korteks cerebri (Mardiati, 2008).

Formasio reticularis secara difus menerima dan menyebarkan rangsang, menerima input dari korteks cerebri, ganglia basalis, hipotalamus, sistem limbik, cerebellum, medula spinalis dan semua sistem sensorik. Sedangkan serabut efferens formasio retikularis yaitu ke medula spinalis, cerebellum, hipotalamus, sistem limbik dan thalamus yang lalu akan berproyeksi ke korteks cerebri dan ganglia

basalis (Price, 2012). ARAS juga mempunyai proyeksi non spesifik dengan depolarisasi global di korteks, sebagai kebalikan dari proyeksi sensasi spesifik dari thalamus yang mempunyai efek eksitasi korteks secara khusus untuk tempat tertentu. Eksitasi ARAS umum memfasilitasi respon kortikal spesifik ke sinyal sensori spesifik dari thalamus. Dalam keadaan normal, sewaktu perjalanan ke korteks, sinyal sensorik dari serabut sensori aferens menstimulasi ARAS melalui cabang-cabang kolateral akson. Jika sistem aferens terangsang seluruhnya, proyeksi ARAS memicu aktivasi kortikal umum dan terjaga (Mardiati, 2008).

Neurotransmitter yang berperan pada ARAS yaitu neurotransmitter kolinergik, monoaminergik dan GABA. Korteks serebri merupakan bagian yang terbesar dari susunan saraf pusat di mana korteks ini berperan dalam kesadaran akan diri sendiri terhadap lingkungan atau input-input rangsang sensoris (*awareness*). Jadi kesadaran akan bentuk tubuh, letak berbagai bagian tubuh, sikap tubuh dan kesadaran diri sendiri merupakan fungsi area asosiasi somestetik (area 5 dan 7 brodmann) pada lobus parietalis superior meluas sampai permukaan medial hemisfer (Price, 2012; Snell, 2016).

Jaras kesadarannya: masukan impuls dari pusat sensorik pada korteks serebri menuju ARAS → diproyeksikan kembali ke korteks cerebri → terjadi peningkatan aktivitas korteks dan kesadaran (Price, 2012).

## **BAB II**

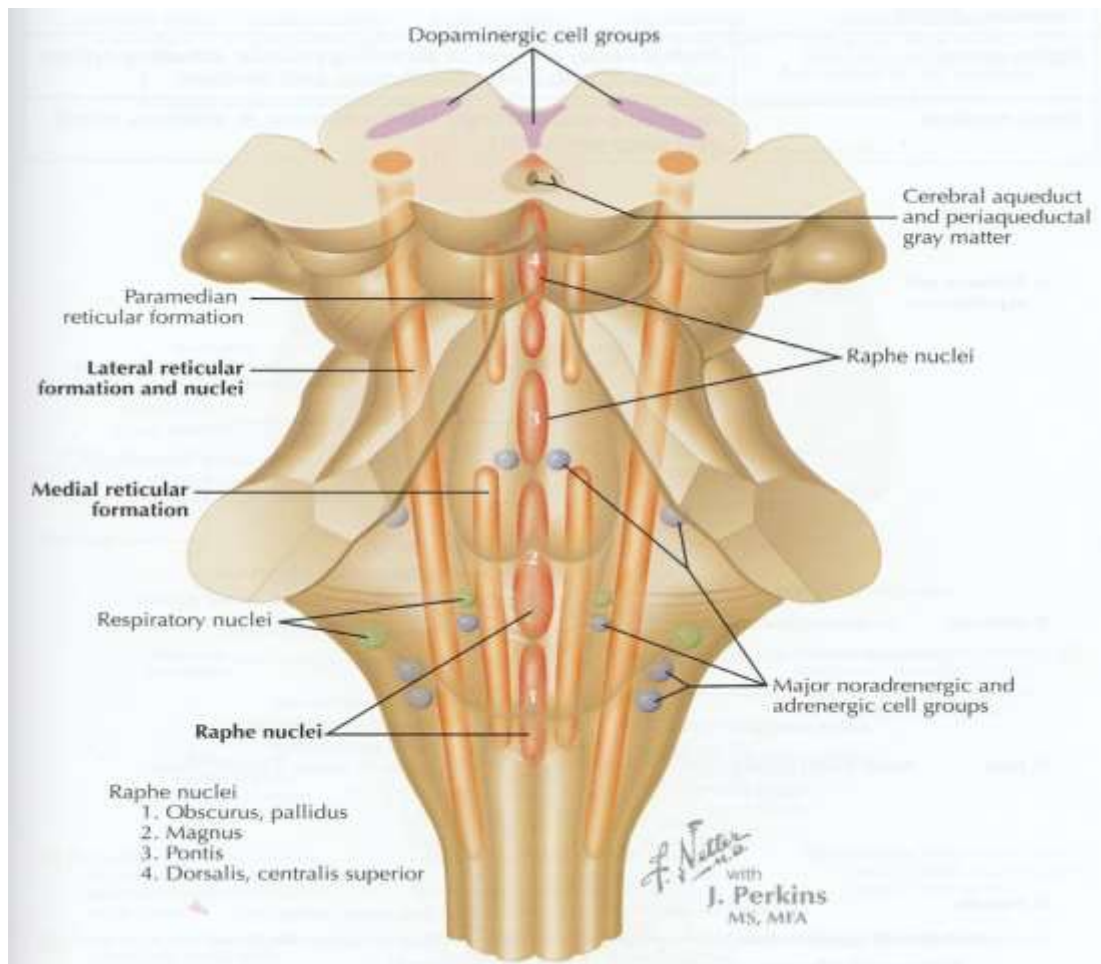
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Formasio Retikularis**

Formasio retikularis terdiri dari jaringan kompleks badan sel dan serabut saraf yang saling terjalin membentuk intisentral batang otak. Bagian ini berhubungan kebawah dengan sel-sel interneuron medulla spinalis dan meluas ke atas ke diensefalon. Memiliki sekitar 30.000 sinaps. Fungsi utama dari sistem retikularis yang tersebar ini adalah integrasi berbagai proses kortikal dan subkortikal yaitu penentuan status kesadaran dan keadaan bangun, modulasi transmisi formasi sensorik kepusat yang lebih tinggi, modulasi aktivitas motorik, pengaturan respon autonom dan pengaturan siklus tidur bangun. Sistem ini juga merupakan tempat asal sebagian monoamine yang disebarkan keseluruh SSP. Lesi pada formatio retikularis dapat menyebabkan koma sampai berbulan-bulan bahkan bertahun-tahun. Neuron dalam formatio retikularis dikelompokkan sesuai dengan fungsinya masing-masing (Snell, 2016).

Formasio retikularis batang otak terletak strategis di bagian tengah jaras asenden dan desenden antara otak dan medulla spinalis sehingga memungkinkan pemantauan “lalu-lintas” dan berpartisipasi dalam semua aktivitas batang otak – hemisfer otak. Formasio retikularis, yang secara difus menerima dan menyebarkan rangsang, menerima input dari korteks serebri, ganglia basalis, hipotalamus dan sistem limbik, serebelum, medulla spinalis, dan semua sistem sensorik. Serabut eferen formasio

retikularis tersebar ke medulla spinalis, serebelum, hipotalamus, dan sistem limbik, serta thalamus yang sebaliknya, berproyeksi ke korteks serebri dan ganglia basalis. Selain itu, sekelompok serabut monoamine yang penting disebarkan secara luas pada jaras ascendens ke struktur subkortikal dan korteks, dan jaras descendens menuju medulla spinalis. Dengan demikian formasio retikularis mempengaruhi dan dipengaruhi oleh seluruh area SSP (Duss, 2016).



Gambar 2.1 Formasi Retikularis (Netter, 2014)



Fungsi masing-masing nukleus retikularis (Snell, 2015):

- Nukleus retikularis gigantosekularis : regulasi retikulospinal
- Paramedian pontine reticular formation (PPRF) : pusat lateral gaze
- Nuklei raphe : pengaturan tidur, bangun dan waspada
- Locus ceruleus : atensi, mood, dan siklus tidur-bangun

### **2.1.1 Formasi Retikularis Medula Oblongata**

Medulla oblongata merupakan bagian yang vital dalam pengaturan jantung, vasomotor/ konstriksi dan dilatasi pembuluh darah dan pusat pernafasan. Medulla Oblongata memonitor kadar CO<sub>2</sub> yang berperan dalam pengaturan pernafasan, mengatur muntah, bersin, batuk dan menelan. Dibagian ventral terdapat pyramid yang merupakan jalur motorik dari serebral ke spinal. Jalur di pyramid menyilang (pyramidal decussation) sehingga dibawah medulla keadaan motorik tubuh dikontrol oleh bagian yang berlawanan dalam hemisfer serebri (Duss, 2016)

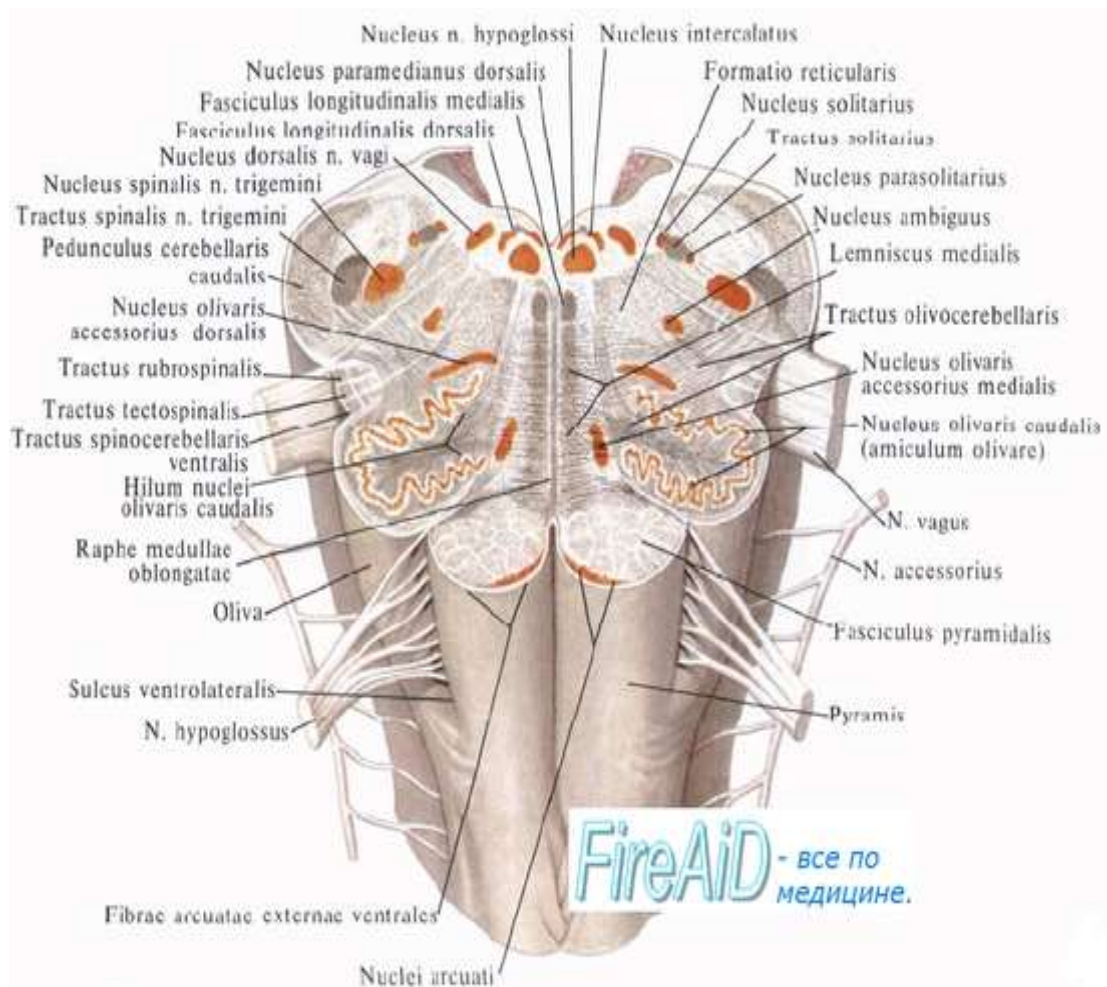
Formasi Retikularis Medula Oblongata terdiri dari:

1. Nukleus Retikularis Lateralis
  - afferent dengan medulla spinalis
  - efferent dengan korteks serebelli
2. Nukleus Retikularis Ventralis
  - medial nukleus retikularis lateralis
3. Nukleus Retikularis Gigantosekularis
  - sebagian besar serat traktus retikulospinalis lateralis berasal dari nukleus ini
4. Nukleus Retikularis Paramedian

- terletak dekat garis median
- sebagian besar axonnya disebarkan ke serebellum

#### 5. Nukleus Retikularis Parviselularis

- terletak di dorsolateral medulla oblongata
- dianggap sebagai bagian sensorik formasio retikularis karena cabang-cabang kolateral dari serat-serat ascenden sensorik berakhir di nukleus ini



Gambar 2.2 Medula Oblongata

### **2.1.2 Formasi Retikularis Pontis**

Pons terletak diatas medulla, pada bagian dorsal terdapat formatio retikularis dan nuklei syaraf kranial jalur asenden dan desenden. Dalam formatio retukularis terdapat pusat apneu dan pneumotoxic yang membantu dalam pengaturan pernafasan. Formasi Retikularis Pontis ini menempati suatu daerah sentral di dalam segmentum pontis tapi tidak seluas formasio retikularis di medulla oblongata. Terdiri dari (Duus,2016):

#### 1. Nukleus kawasan paramedian:

- nukleus rafes dorsalis
- nucleus sentralis superior
- nucleus rafes pontis
- nucleus rafes magnus
- nucleus rafes obskurus

#### 2. Nukleus kawasan medial:

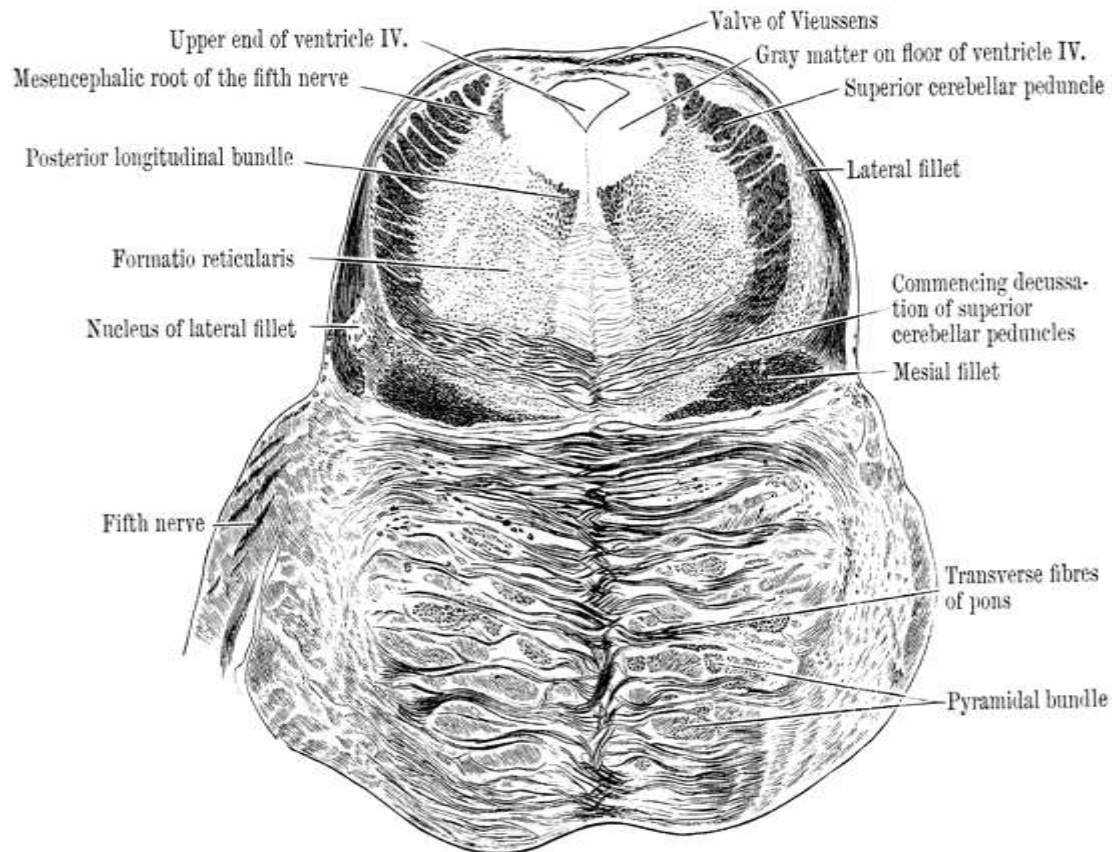
- nucleus retikularis gigantosekularis
- nucleus retikularis pontis kaudalis
- nukleus retikularis pontis oralis
- nucleus kuneiformis dan subkuneiformis

#### 3. Nukleus kawasan lateral:

- nucleus tegmentalis pedunkulopontis

- nucleus parabrakialis lateralis

- nucleus parabrakialis medialis

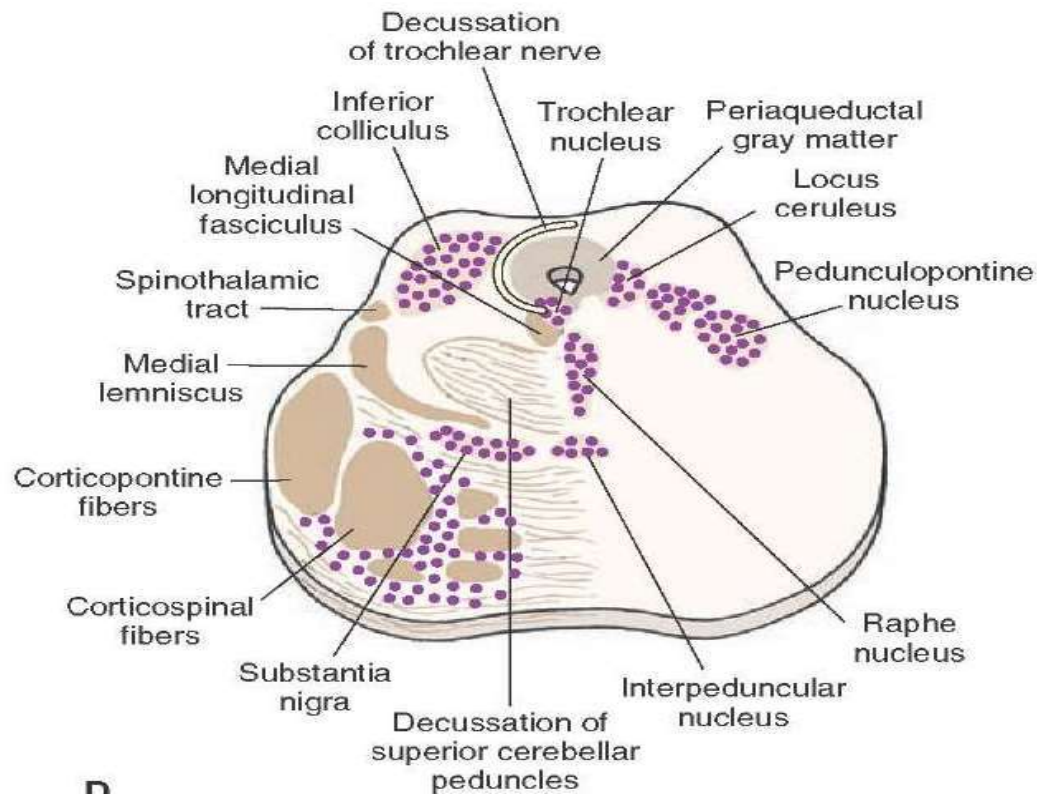


Gambar 2.3 Pons (Duus,2016)

### 2.1.3 Formasi Retikularis Midbrain/Mesencepalon

Formasi retikularis mesencepali meliputi daerah-daerah di sebelah dorsal dan lateral nukleus ruber yaitu Nukleus tegmentali, pedunkulopontis, nukleuskuneiformis dan nukleus subkuneiformis. Midbrain terdapat diatas pons. Terdapat pusat refleks yang membantu koordinasi pergerakan bola mata dan kepala, membantu pengaturan mekanisme fokus pada mata, mengatur respon pupil terhadap stimulus cahaya.

Terdapat substansia nigra yang berperan dalam pengaturan aktivitas motorik somatik (Duss, 2016).



Gambar 2.4 Mesencephalon (Duss, 2016)

## 2.2 Talamus

Talamus mengapit ventrikel III dan terbagi menjadi 3 daerah utama oleh lamina medulari interna yang berbentuk seperti huruf Y yaitu nuklei anterior di bagian sudut bentuk Y, nuklei ventrolateralis (nukleus lateralis dan medialis) di bagian lateral dan nuklei medialis dibagian medial. Nukleus ventralis meliputi nukleus ventralis anterior, nukleus ventralis lateralis, nukleus ventralis posterolateralis dan nukleus

posteromedialis. Nukleus lateralis meliputi nukleus lateralis dorsalis dan nukleus lateralis posterior (Caplan, 2009).

Talamus merupakan stasiun *relay* utama terakhir untuk semua impuls ascendens (kecuali impuls olfaktorius) dari medula spinalis, batang otak dan serebelum melalui serabut talamokortikal (lemniskus medialis, traktus spinotalamikus, trigeminotalamikus dan traktus lainnya) berakhir di stasiun *relay* nuklei ventralis posterolateralis untuk lemniskus medialis dan nukleus ventralis posteromedialis untuk aferen trigeminus, yang selanjutnya diproyeksikan ke area kortek somatosensorik area 3a, 3b, 1 dan 2. Serabut gustatorik dari nukleus traktus solitarius berakhir di ujung medial nukleus ventralis posteromedialis dan diproyeksikan ke regio post-sentralis yang menutupi insula.

Korpus genikulatum lateralis dan medialis merupakan salah satu nuklei talami spesifik. Traktus optikus berakhir di korpus genikulatum lateralis dan menghantarkan impuls visual melalui radiasio optika ke kortek visual (area 17). Impuls auditorik dibawa dari lemniskus lateralis ke korpus genikulatum medialis melalui radiasio akustika ke kortek auditorik (giri temporalis transversa Heschl, area 41) (Caplan, 2009).

Nukleus ventralis oralis posterior menerima input dari nukleus dentatus dan nukleus ruber melalui traktus dentikulotalamikus berproyeksi ke kortek motorik (area 4), sedangkan nukleus ventralis oralis anterior dan nukleus ventralis anterior menerima input dari globus pallidus yang berproyeksi ke kortek premotorik (area 6 $\alpha$  dan 6 $\beta$ ). Nukleus anterior berhubungan secara timbal balik dengan korpus mamillare

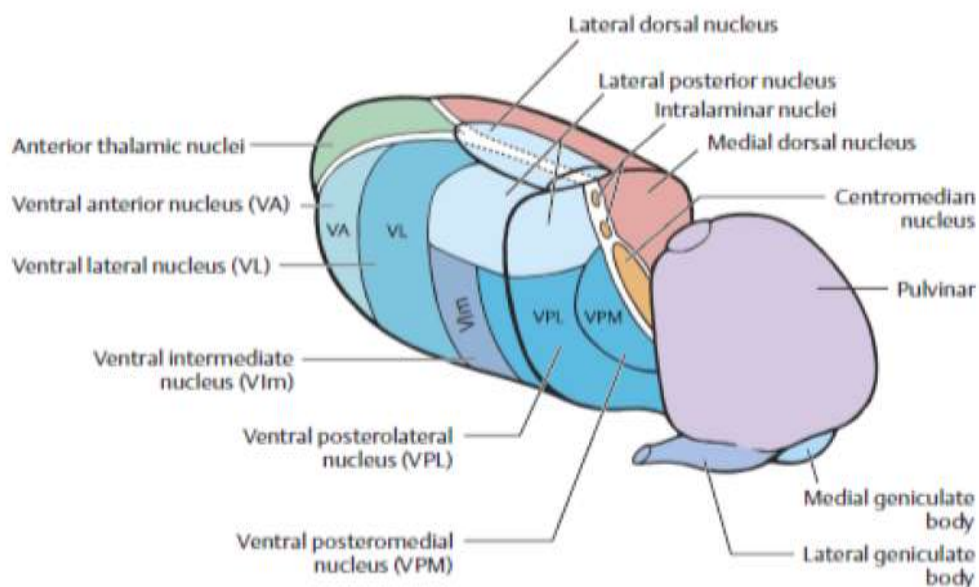
dan forniks melalui traktus mamilotalamikus, yang berhubungan dengan girus cinguli (area 24) pada sistem limbik. Nukleus medialis talami memiliki hubungan 2 arah dengan area asosiasi lobus frontalis dan regio premotoris yang menerima input aferen dari nukleus ventralis dan intralaminaris, hipotalamus, nukleus mesensefali dan globus palidus (Caplan, 2009).

Pulvinar berhubungan secara timbal balik dengan area asosiasi lobus parietalis dan oksipitalis, menerima input dari nuklei talami lain terutama intralaminaris dan berperan penting pada pengumpulan berbagai jenis informasi sensorik yang datang. Nuklei lateralis dorsalis dan posterior menerima input neural dari nuklei talami lain (nuklei integratif). Nuklei intralaminaris terletak di dalam lamina medularis interna dengan nukleus terbesarnya yaitu nukleus sentromedianus menerima input aferen dari serabut ascendens formasio retikularis di batang otak, nukleus emboliformis serebri, globus palidus medialis, nukleus talami lainnya dan diproyeksikan ke nukleus kaudatus, putamen, globus palidus dan ke seluruh nuklei talami, kemudian diproyeksikan ke area sekunder kortek serebri. Nukleus sentromedianus membentuk ARAS bagian talamik (Caplan, 2009).

Struktur dalam otak disuplai oleh arteri *penetrating* kecil yang diberi nama sesuai struktur yang disuplai. Talamus dan nukleus genikulatum lateralis menerima suplai darah dari arteri talamoperforata posterior dan talamogenikulatum yang merupakan cabang dari arteri serebri posterior. Cabang arteri *penetrating* dalam dari arteri serebri posterior termasuk arteri koroidalis posterior lateralis dan medialis mensuplai talamus posterior, *quadrigeminal plate* dan glandula pinealis, hipokampus dan

parahipokampus. Arteri serebri posterior memberikan arteri *penetrating* ke mesensefalon dan talamus, mengelilingi pedunkulus serebri dan mensuplai lobus oksipitalis dan permukaan inferior lobus temporalis (Snell, 2015).

Ketiga arteri serebri (a. serebri anterior, media dan posterior), arteri komunikans anterior dan posterior serta arteri koroidalis anterior memiliki cabang yang mensuplai ganglia basalis dan struktur limbik. Arteri lentikulostrata mensuplai putamen, globus palidus, kapsula interna dan nukleus kaudatus. Arteri koroidalis anterior cabang langsung arteri karotis interna bagian distal mensuplai kornu posterior kapsula interna, korona radiata paraventrikular posterior, segmen traktus optikus dan pleksus koroid ventrikel lateral, hipokampus anterior dan parahipokampus. Aspek posterior kapsula interna dan traktus optikus disuplai oleh arteri talamoperforata yang merupakan cabang arteri komunikans posterior (Snell, 2015).



Gambar 2.6 Nuklei Talami (Netter, 2014).



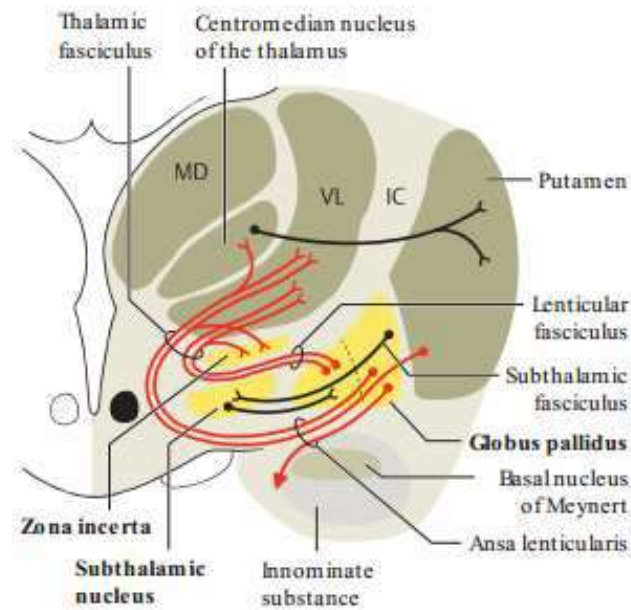
Beberapa fungsi talamus yaitu (Duss, 2016):

1. Talamus merupakan titik pertemuan subkortikal terbesar untuk semua impuls sensorik proprioseptif dan eksteroseptif.
2. Talamus merupakan stasiun *relay* semua impuls reseptor sensorik kutaneus dan viseral, impuls auditorik dan visual, impuls dari hipotalamus, serebelum dan formasio retikularis batang otak. Semua impuls ini diproses di talamus sebelum ditransmisikan ke struktur lainnya yaitu sebagian kecil ke striatum dan sebagian besar ke kortek serebri.
3. Talamus merupakan pusat integrasi dan koordinasi keempat impuls aferen berbagai modalitas dari regio tubuh berbeda diintegrasikan di talamus dan diberikan pewarnaan afektif.
4. Talamus memodulasi fungsi motorik melalui lengkung umpan balik dengan kortek motorik, basal ganglia dan serebelum.
5. Beberapa nuklei talami merupakan komponen ARAS yaitu sistem kewaspadaan spesifik yang berasal dari nukleus yang secara difus terletak di sepanjang formasio retikularis batang otak. Impuls pengaktivasi ARAS dihantarkan dari nukleus ventralis anterior, intralaminaris (terutama sentromedian) dan nukleus retikularis ke seluruh neokortek. ARAS yang intak penting untuk kesadaran normal.

#### 2.2.2 Hubungan Subtalamus dan ARAS

Subtalamus memiliki zona inserta, kelanjutan dari formasi retikularis mesensefali.

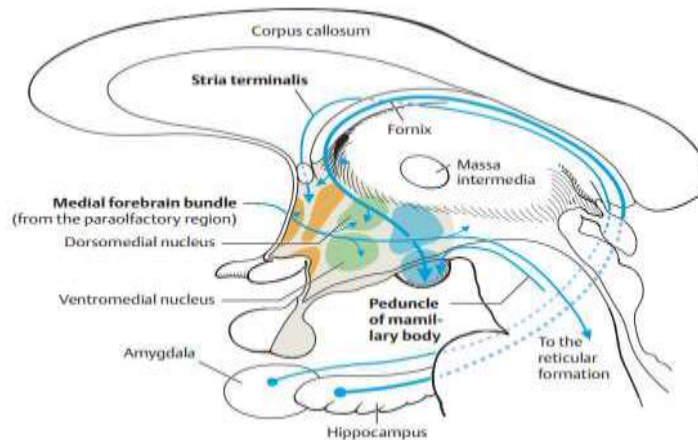
Zona inserta terletak: di ventral talamus, di sebelah medial dari kapsula interna



Gambar 2.7 Subtalamus dan ARAS(Duus, 2016).

### 2.3 Hubungan Hipotalamus dan ARAS

Hipotalamus terletak di ventromedial subtalamus. Formasi retikularis juga mengirimkan sinyal ke hipotalamus. Sinyal dikirimkan langsung ke hipotalamus dan sebagian dikirimkan ke talamus yang kemudian akan dikirimkan ke hipotalamus.

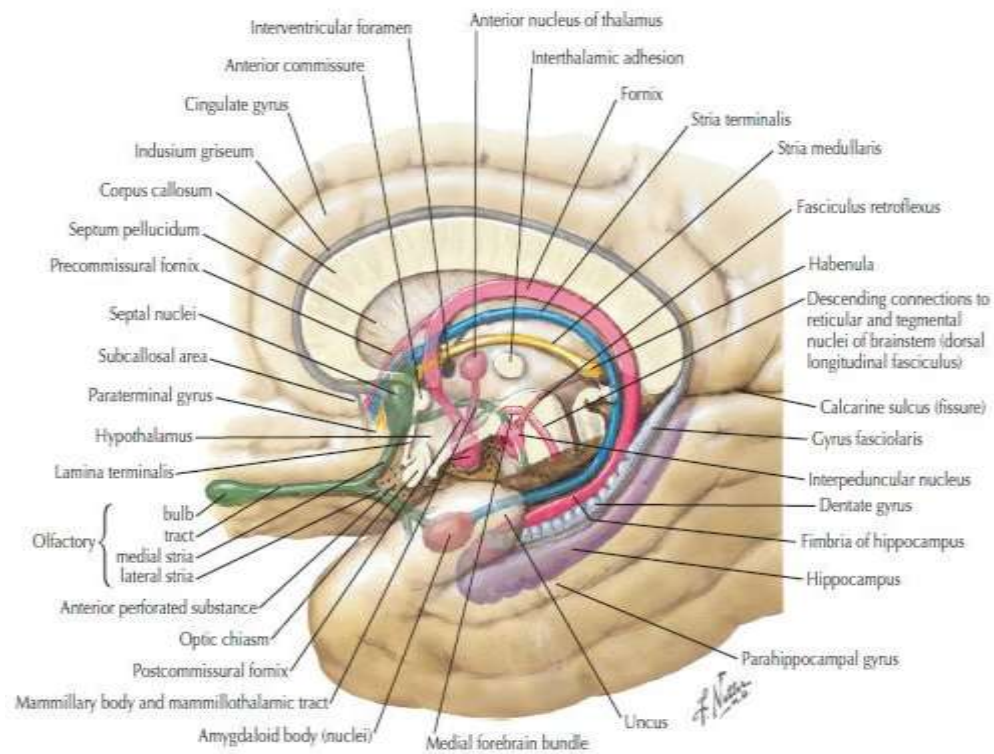


Gambar 2.8 Hipotalamus dan ARAS(Duss, 2016).

## **2.4 Hubungan Sistem Limbik dan ARAS**

Sistem limbik termasuk didalamnya nuclei dan traktus yang berada diantara cerebrum dan diensefalon, merupakan suatu sistem yang berfungsi sebagai penentu status emosional, berkaitan dengan kesadaran, fungsi intelektual,serta memfasilitasi penyimpanan memori pada seseorang. Banyak dikatakan bahwa sistem limbic berperan dalam dorongan seseorang untuk melakukan sesuatu.Sistem limbik mengendalikan emosi, perilaku dan dorongan (Snell,2015). Duus (2016) menyebutkan bahwa fungsi yang berkaitan dengan sistem limbik meliputi perilaku, motivasi dan dorongan serta pembelajaran dan memori.

Secara anatomi susunan limbik dapat disimpulkan bahwa susunan limbik terkait sangat erat dengan hipotalamus. Melalui hipotalamus juga sistem limbik mendapatkan hubungan yang erat dengan substansia retikularis batang otak. Lintasan eferen sistem limbik yang menuju bagian perifer melalui hipotalamus dan substansia retikularis batang otak adalah lintasan yang menyalurkan impuls vegetative keperifer. Oleh karena berbagai macam impuls diproyeksikan kepada susunan limbic maka bangunan-bangunan dalam susunan limbik tidak berdiri sendiri. Mereka merupakan bagian-bagian dalam kegiatan yang terintegrasi. Maka dari itu mereka dianggap sebagai suatu susunan fungsional. Terbentuk suatu komunikasi antara korpus mamillare dari sistem limbik dengan struktur mesensefalon, diensefalon, neokortikal dan formasi retikularis (Duss, 2016; Mardjonodan Sidharta, 1981).



Gambar 2.9 . Anatomi sistem limbik (Netter's, 2014)

## 2.5 Hubungan ARAS dan Korteks Serebri

Hubungan dasar ARAS dan korteks serebri yaitu (Snell, 2015):

1. Serat-serat aferen yang berakhir di dalam korteks serebri meliputi serat-serat yang berasal dari thalamus (fibrae talamokortikalis, serat-serat proyeksi aferen), daerah-daerah korteks sekitarnya (serat-serat asosiasi), dan daerah-daerah korteks serebri yang sama pada hemisfer pada sisi lain (serat komisura).
2. Fibrae talamokortikalis terutama serat-serat aferen spesifik yang berasal dari nukleus ventralis posterior dan korpora genikulata berakhir di dalam lapisan

granularis interna, oleh karena itu lapisan ini dapat dianggap sebagai lapisan korteks reseptif. Di dalam lapisan ini akson-akson tersebut membentuk anyaman yang lebat, hanya beberapa dari akson-akson tersebut meluas sampai mencapai lapisan piramidalis. Fibrae talamokortikalis yang non spesifik yang berhubungan dengan susunan jalur retikular asenden berakhir di semua lapisan korteks, dalam bentuk hubungan aksodendritik, akan tetapi pengaruh-pengaruh fisiologik utama tampaknya terbatas pada lapisan-lapisan superfisial.

3. Sel-sel Martinotti dengan akson-akson asendens dapat dijumpai di dalam semua lapisan korteks kecuali lapisan I. Dendritnya biasanya terbatas penyebarannya pada satu lapisan dan akson-akson yang naik dapat mencapai lapisan-lapisan yang lebih superfisial

### **BAB III**

#### **RINGKASAN**

Dari pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa sistem aktivasi reticular (*reticular activating system*, RAS) merupakan salah satu komponen fungsional yang paling penting dari formasio retikularis untuk mengatur fungsi kesadaran dengan merangsang korteks serebri untuk menerima rangsangan dari seluruh tubuh. ARAS penting untuk mempertahankan keadaan sadar pada manusia.

Kerusakan pada bagian tertentu dari formasio retikularis dapat mengakibatkan pasien menjadi koma. Nuclei lain di formasio retikularis, terutama di mesensefalon, berproyeksi ke pusat yang lebih tinggi, terutama melalui nuclei interlaminares talami, dan melalui subtalamus. Nuklei-nuklei ini menerima input kolateral dari berbagai traktus serabut asendens (traktus spinotalamikus, traktus spinal nervus trigeminus, traktus solitaires, dan serabut dari nuclei vestibularis dan kokhleris; serta dari sitem visual dan olfaktorik); serabut ini menghantarkan impuls ke atas melalui jaras polisinaptik, ke area korteks serebri yang luas.

Selain mengatur kesadaran umum, ARAS melakukan fungsi seleksi terhadap rangsangan sehingga dalam keadaan sadar pemutusan perhatian terseleksi. Sistem retikularis juga dianggap berperan dalam proses habituasi atau kebiasaan yang mengurangi respon terhadap rangsang monoton seperti berdetiknya jam dinding. Rangsang tertentu yang bermakna untuk individu tertentu dapat terseleksi sedangkan rangsang lainnya mungkin diabaikan. Hal ini dapat menjelaskan mengapa papan

nama suatu restoran dapat menarik perhatian ketika kita sedang mengendarai mobil di jalanraya dan sedang lapar, dan lain sebagainya. Masukan impuls dari korteks serebri ke ARAS yang selanjutnya akan diproyeksikan kembali ke korteks serebri, dapat meningkatkan aktivitas korteks, dan kesadaran. Hal ini menjelaskan mengapa tingginya aktivitas intelektual, perasaan kuatir, atau kegelisahan dapat meningkatkan aktivitas korteks.

## DAFTAR PUSTAKA

- Caplan, L.R. 2009. *Stroke a Clinical Approach*. Fourth Edition. Philadelphia: Saunders an Imprint of Elsevier Inc.
- Duus,P. 2016. *Diagnosis Topik Neurologi; Anatomi, Fisiologi, Tanda, Gejala*, edisi 4. (Alifa Dimanti, Pentj). Jakarta.
- Mardjono M., Sidharta P. 2012. *Neurologi Klinis Dasar*. Jakarta: PT.DianRakyat.
- Netter F H. 2014. *Netter's Neurology*. Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Price, S. A. dan Wilson, L. M. 2012. *Patofisiologi: Konsep Klinis Proses-Proses Penyakit*, Edisi 6, Volume 1. Jakarta: EGC.
- Ratna, Mardiaty. 2008. *Susunan Saraf Otak Manusia*. Jakarta: CV Sagung Seto.
- Snell R S. 2015. *Neuroanatomi Klinik*, edisi 7 (terjemahan), EGC.