

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN

A. Kajian Teori

1. Teori Belajar dan Pembelajaran

a. Belajar

Belajar merupakan suatu keharusan dalam bidang pendidikan. Menurut Gagne pada tahun 1984, belajar adalah proses perubahan tingkah laku sebagai akibat pengalaman suatu organisasi (Dahar, 2011). Belajar merupakan proses perubahan tingkah laku atau perpindahan dari asalnya tidak tahu menjadi tahu. Perubahan tingkah laku ini pastinya memerlukan waktu, belajar juga dapat dihasilkan dari sebuah pengalaman yang berhubungan dengan stimulus dan respon dilingkungan. Gagne mengemukakan lima kemampuan hasil dari seseorang belajar, yaitu keterampilan intelektual, strategi kognitif, sikap, informasi verbal, dan keterampilan motoric (Dahar, 2011, hal 118).

Adapun belajar menurut Ausubel merupakan proses dikaitkannya informasi yang baru pada konsep-konsep relevan yang terdapat dalam struktur kognitif seseorang (Dahar, 2011, hal 94 – 97). Ia mengklasifikasikan belajar kedalam dua dimensi, yaitu dimensi pertama berhubungan dengan cara materi pelajaran yang disajikan kepada peserta didik melalui penerimaan atau penemuan. Dimensi kedua menyangkut cara bagaimana peserta didik dapat mengaitkan materi pelajaran pada struktur kognitif yang sudah ada. Struktur kognitif merupakan fakta, konsep, dan generalisasi yang telah dipelajari dan diingat sebelumnya oleh peserta didik.

Tujuan belajar sebenarnya adalah supaya memperoleh pengetahuan dengan suatu cara yang dapat melatih kemampuan intelektual para peserta didik serta merangsang keingintahuan dan memotivasi kemampuan mereka (Dahar, 2011).

b. Pembelajaran

Pembelajaran merupakan peristiwa yang disengaja dengan suatu rancangan yang sistematis untuk membantu dan mempermudah proses kegiatan belajar peserta didik agar dapat membangun kreativitasnya (Syauqi, 2012). Pembelajaran merupakan suatu proses sistem dengan komponen-komponen yang saling ketergantungan untuk mencapai suatu tujuan. Untuk mendapat sistem yang baik,

diperlukan perencanaan yang sistematis, logis dan faktual sesuai dengan cara kerja otak manusia. Oleh karena itu, pendidik dituntut untuk mampu mengembangkan Kompetensi Dasar (KD) dalam Rancangan pelaksanaan Pembelajaran (RPP).

Belajar dan pembelajaran merupakan suatu proses yang saling berkaitan dengan erat. Perbedaannya yaitu belajar merupakan kegiatan yang dilakukan peserta didik untuk memperoleh suatu pengetahuan, sedangkan proses pembelajaran merupakan cara pendidik berinteraksi dan mentransformasikan ilmunya kepada peserta didik yang bertujuan agar kegiatan belajar peserta didik dapat tercapai secara optimal. Oleh karena itu keterkaitan belajar dan pembelajaran itu sangat berperan dalam mencapai suatu tujuan Pendidikan (Syauqi, 2012).

Adapun tujuan pembelajaran secara umum yaitu agar kegiatan pembelajaran tidak sembarangan dan melenceng dari kurikulum yang sudah ditetapkan (Syauqi, 2012). Kemudian tujuan pembelajaran sains menurut Lawson ada dua, yaitu untuk menolong peserta didik dalam mengembangkan keterampilan dalam menggunakan pola-pola penalaran umum yang terlibat dalam penyusunan hipotesis dan pengujiannya. Tujuan ke dua yaitu memberikan pertolongan kepada peserta didik dalam memperoleh konsepsi-konsepsi yang khusus domainnya dan berlaku secara ilmiah (Dahar, 2011, hal. 174).

2. Kemampuan Analisis Peserta Didik

Taksonomi Bloom bermaksud mempermudah pendidik membuat klasifikasi apa saja yang harus dipelajari anak didiknya dalam waktu tertentu (Rukmini, 2008). Dalam ranah kognitif keahlian berpikir diurutkan sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Proses berpikir menggambarkan tahapan berpikir yang harus dikuasai oleh peserta didik agar mampu mengaplikasikan teori kedalam aktivitas sehari-hari. Ranah kognitif ini terdiri atas enam level, yaitu:

- a. *knowledge* (pengetahuan)
- b. *comprehension* (pemahaman atau persepsi)
- c. *application* (penerapan)
- d. *analysis* (penguraian atau penjabaran)
- e. *synthesis* (pemaduan)
- f. *evaluation* (penilaian)

Aspek yang ditekankan dalam penelitian ini yaitu kemampuan analisis, dimana kemampuan analisis adalah penggunaan efektif dari konsep dan simbol dalam menghadapi berbagai situasi khusus dalam menyelesaikan sebuah masalah. Analisis merupakan kemampuan individu untuk merinci atau menguraikan suatu bahan atau keadaan berdasarkan komponen-komponen yang lebih kecil dan mampu memahami hubungan diantara komponen-komponen yang satu dengan yang lainnya (Sudijono *dalam* Yuniarti, 2015). Peserta didik merupakan individualisme yang tak luput dari permasalahan yang harus dihadapinya, khususnya dalam permasalahan pembelajaran. Kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah tanpa hadirnya objek permasalahan secara nyata, merangsang peserta didik untuk menyelesaikan kegiatan berpikir secara imajinatif terhadap permasalahan tersebut (Refiana *et al.*, 2016). Masalah yang dimaksud adalah kendala atau persoalan dalam mempelajari materi yang harus dipecahkan dengan kemampuan berpikir analisis.

Menganalisis merupakan proses yang melibatkan memecah-mecah materi menjadi bagian kecil dan menentukan bagaimana hubungan antar bagian dan antar bagian setiap struktur keseluruhannya (Anderson & Kratwohl, 2010). Ada beberapa indikator kemampuan analisis peserta didik meliputi membedakan, mengorganisasi, dan mengatribusikan (Yekti, Riezky & Bowo, 2015).

Adapun beberapa indikator untuk mengukur kemampuan berfikir analitis menurut Krathwohl & Anderson pada tahun 2001 (Assegaff & Sontani, 2016) yakni sebagai berikut:

- a. Menganalisis informasi yang masuk dan membagi-bagi atau menstrukturkan informasi ke dalam bagian yang lebih kecil untuk mengenali pola atau hubungannya.
- b. Mampu mengenali serta membedakan faktor penyebab dan akibat dari sebuah skenario rumit.
- c. Mengidentifikasi/merumuskan pertanyaan.

Sesuai dengan kompetensi dasar yang dipakai penelitian ini tentang materi sistem saraf. Peserta didik dituntut untuk mampu menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem koordinasi, khususnya berkaitan dengan sistem saraf.

3. *E-Learning*

E-Learning merupakan sebutan baru sebagai sebuah proses pembelajaran. Menurut Jenkins dan Hanson *e-learning* merupakan proses pembelajaran yang menjadi sarana dan didukung dengan pemanfaatan TIK (Muharto *et al.*, 2016). *E-Learning* terdiri dari dua bagian kata, yaitu “e” merupakan singkatan dari *electronica* dan “*learning*” berarti pembelajaran, jadi *e-learning* merupakan pembelajaran dengan sarana perangkat elektronik (Hayati, 2020).

Metode pembelajaran ini relatif baru di Indonesia yang dapat dimanfaatkan untuk menghadapi pembelajaran daring. Pada saat pembelajaran daring, FKIP Universitas Pasundan akan terus mengembangkan fitur-fitur untuk menunjang pembelajaran daring tersebut, salah satunya e-learning FKIP Unpas dapat membuktikan bahwa FKIP Unpas sangat mudah menyesuaikan dengan perkembangan dan perubahan zaman (Muma, 2021).

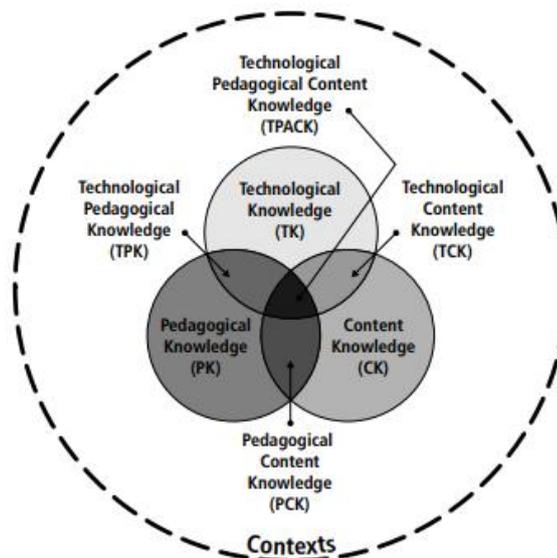
4. *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)*

Mengingat pesatnya perkembangan teknologi, dimana setiap teknologi baru memberikan peluang untuk memanfaatkannya dalam bidang Pendidikan (Janssen & Lazonder, 2016). Dalam bidang Pendidikan, pendidik sudah tidak asing dengan keharusannya dalam memahami dan menguasai konten atau materi dan pedagogik. Materi merupakan pengetahuan atau informasi yang harus disampaikan pendidik kepada peserta didik sesuai dengan kompetensi dasar yang sudah diatur oleh pemerintah.

“Pada tahun 2005, *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPCK atau *TPACK*) diperkenalkan ke komunitas penelitian pendidikan sebagai kerangka kerja untuk integrasi teknologi, serta sebagai kumpulan pengetahuan tentang hal-hal apa saja yang perlu diketahui pendidik untuk mengajar dengan teknologi (Angeli & Valanides, 2005; Koehler & Mishra, 2005; Niess, 2005)” dalam (Janssen & Lazonder, 2016). *TPACK* merupakan gabungan dari tiga komponen dasar yaitu pengetahuan konten, pedagogi dan teknologi yang saling beririsan dan berkaitan membentuk tujuh pengetahuan yaitu *Content knowledge (CK)*, *Pedagogical Knowledge (PK)*, *Technology Knowledge (TK)*, *Pedagogical Content Knowledge*

(*PCK*), *Technology Content Knowledge (TCK)*, *Technological Pedagogical Knowledge (TPK)*, dan *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)*.

a. Komponen *Technological Pedagogical Content Knowledge*



Gambar 2. 1 Kerangka *TPACK*

Sumber: (Koehler *et al.*, 2013)

Seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas kerangka kerja *TPACK* dengan tiga lingkaran yang saling tumpang tindih, masing-masing menggambarkan bentuk pengetahuan yang harus dikuasai pendidik. Berikut adalah penjelasan komponen pengetahuan *TPACK*:

1) *Content Knowledge (CK)*

Pengetahuan konten adalah pengetahuan pendidik tentang materi mata pelajaran yang akan dipelajari atau diajarkan. Tentunya konten atau materi yang akan disampaikan pendidik setiap jenjang pendidikan berbeda sesuai dengan kurikulumnya. Pengetahuan tentang materi yang akan diajarkan sangat penting bagi pendidik, seperti yang dicatat Shulman (1986), pengetahuan *CK* ini mencakup konsep, teori, ide, kerangka kerja organisasi, bukti, serta praktik dan pendekatan yang mapan menuju pengembangan pengetahuan tersebut. Pengetahuan konten

merupakan pengetahuan berupa materi atau informasi yang akan disampaikan pendidik kepada peserta didik.

2) *Pedagogical Knowledge (PK)*

Pengetahuan pedagogi yaitu suatu kemampuan yang dimiliki oleh pendidik untuk menyampaikan konten kepada peserta didik. Pengetahuan pedagogi atau *Pedagogical Knowledge (PK)* merupakan pengetahuan yang mendalam tentang proses dan praktik atau metode belajar seorang pendidik saat mengajar. Mencakup faktor-faktor lain yaitu, tujuan, nilai, dan tujuan pendidikan secara keseluruhan. Pengetahuan pedagogi ini, berlaku untuk memahami bagaimana peserta didik belajar, manajemen kelas, keterampilan, perencanaan pelajaran, dan penilaian peserta didik. Pengetahuan pedagogi mencakup pengetahuan tentang teknik atau metode yang digunakan di kelas, yaitu sifat khalayak sasaran, dan strategi untuk mengevaluasi pemahaman peserta didik (Koehler *et al.*, 2013).

3) *Technology Knowledge (TK)*

Technology Knowledge yaitu pengetahuan tentang teknologi yang selalu berkembang seiring dengan kemajuan zaman, untuk mempermudah segala aktivitas manusia. Menurut Lih. Brown pada tahun 2009, pendidik membutuhkan pemahaman yang mendalam tentang kemampuan menggunakan teknologi khusus untuk membantu peserta didik mereka mempelajari materi tertentu atau keterampilan dengan bantuan teknologi (Janssen & Lazonder, 2016). Oleh karena itu kemampuan pendidik di era revolusi 4.0 ini tidak hanya pengetahuan konten dan pedagogi, namun harus memiliki kemampuan menggunakan teknologi dalam proses pembelajaran.

4) *Pedagogical Content Knowledge (PCK)*

Pengetahuan *PCK* gabungan dari pengetahuan konten dan pedagogi yaitu pengetahuan dan kemampuan pendidik tentang penyampaian konten kepada peserta didik atau mengajarkan materi dan mendidik peserta didik. Menurut Shulman pada tahun 1986 secara khusus menjelaskan bahwa transformasi ini terjadi saat pendidik menafsirkan materi pelajaran kepada peserta didik, pendidik pun dapat menemukan

berbagai cara untuk merepresentasikannya, dan mengadaptasi metode pembelajaran yang cocok sehingga dapat menyesuaikan bahan ajar dengan konsep dan pengetahuan peserta didik sebelumnya. *PCK* mencakup inti pengajaran, pembelajaran, kurikulum, penilaian, dan pelaporan, serta kondisi hubungan seperti antar kurikulum, penilaian, dan pedagogi (Koehler *et al.*, 2013).

5) *Technology Content Knowledge (TCK)*

Technological Content Knowledge merupakan pengetahuan tentang konten atau materi yang dikemas di dalam teknologi. *Technological Content Knowledge (TCK)* adalah pemahaman tentang cara pengaruh teknologi dan konten. Pendidik perlu menguasai lebih dari materi pelajaran yang akan mereka ajarkan, mereka juga harus memiliki pemahaman yang mendalam tentang cara di mana materi pelajaran (atau jenis representasi yang dapat dikonstruksi) dapat diubah oleh pengaplikasian teknologi tertentu. Pendidik perlu memahami teknologi khusus yang paling tepat untuk menerapkan pembelajaran materi yang sedang mereka ajarkan dan mengetahui bagaimana menentukan teknologi yang tepat untuk materi tersebut, atau mungkin bahkan sampai mengubah teknologi ataupun sebaliknya untuk disesuaikan dengan materi (Koehler *et al.*, 2013).

6) *Technological Pedagogical Knowledge (TPK)*

Yaitu pengetahuan tentang penyampaian atau pengajaran pendidik kepada peserta didik melalui teknologi. *Technological Pedagogical Knowledge (TPK)* merupakan pemahaman tentang bagaimana pengajaran dan pembelajaran dapat berubah ketika teknologi tertentu digunakan dengan cara tertentu. Penguasaan *TPK*, termasuk mengetahui kemampuan pedagogis dan kendala berbagai alat teknologi yang berkaitan dengan desain dan strategi pedagogis yang sesuai dengan disiplin ilmu dan perkembangannya (Koehler *et al.*, 2013).

7) *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)*

Dari masing-masing komponen yang dibahas sebelumnya di atas, terbentuklah *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)* yang menggabungkan semua komponen untuk kerangka kerja pendidik saat pembelajaran.

b. *Framework Technological Pedagogical Content Knowledge*

Kerangka kerja atau *framework* ini dibangun berdasarkan 3 konstruksi Shulman dari *Pedagogical Content Knowledge (PCK)* yang akan digabungkan dengan *Technological Knowledge (TK)*. Dalam Handbook (Janssen & Lazonder, 2016) berpendapat bahwa pengembangan *TPACK* oleh pendidik sangat penting untuk proses pembelajaran yang efektif dengan menggunakan teknologi. Dalam kerangka kerja *TPACK* menekankan pengetahuan dan kemampuan pendidik karena pendidik merupakan komponen utama dalam Pendidikan yang memiliki kewenangan yang leluasa dalam mengintegrasikan pengetahuan ke dalam teknologi. Dalam menempatkan gagasan *TPACK* di bidang pendidikan pendidik dan pengembangan profesional pendidik tentunya perlu mengetahui parameter kerangka kerja *TPACK* di dalam berbagai bidang kurikulum, serta di berbagai konteks belajar mengajar.

“Pendidik profesional harus memiliki kompetensi *TPACK* yang memadai, karena *TPACK* berada dalam ranah empat kompetensi utama seorang pendidik yang meliputi kompetensi pedagogik, kompetensi kepribadian, kompetensi sosial dan kompetensi profesional” (Suyanto *et al.*, 2020). Dari pernyataan tersebut kompetensi pedagogik, kompetensi kepribadian, kompetensi sosial dan kompetensi profesional pendidik dapat diwujudkan dengan pembelajaran menggunakan kerangka kerja *TPACK*.

Penelitian kerangka kerja *TPACK* ini mencakup banyak konten bidang diantaranya, matematika, sains, studi sosial, musik, sejarah, pendidikan jasmani, dan yang lainnya. Selain itu, kerangka kerja *TPACK* melibatkan spektrum peneliti dan pendidikan yang luas profesional yang bekerja untuk memahami implikasi teoretis dan praktisnya (*Handb. Technol. Pedagog. Content Knowl. Educ.*, 2014).

Pengukuran *TPACK* merupakan aktivitas penilaian tingkat penguasaan *TPACK* yang dilakukan menggunakan *TPACK* framework (Kewarganegaraan & Studies, 2019). Terdapat 3 manfaat yang didapat ketika melakukan pengukuran *TPACK* (Janssen & Lazonder, 2016) diantaranya :

1. Melalui pengukuran *TPACK* didapati profil penguasaan *TPACK* yang dapat menunggambarkan tingkat pengkat penguasaan pada setiap domain pengetahuan.
2. Pengukuran *TPACK* dapat menjadi refleksi dalam penyelenggaraan pendidikan bagi calon pendidik.
3. Menentukan dampak intervensi pembelajaran terkait integrasi teknologi yang diberikan kepada calon pendidik ketika menempuh pendidikan pendidik.

c. Pembelajaran dengan Kerangka *TPACK*

Mengingat pesatnya perkembangan teknologi, dimana setiap teknologi baru memberikan peluang untuk memanfaatkannya dalam bidang Pendidikan (Janssen & Lazonder, 2016). Dalam bidang Pendidikan, pendidik sudah tidak asing dengan keharusannya dalam memahami dan menguasai konten atau materi dan pedagogik. Materi merupakan pengetahuan atau informasi yang harus disampaikan pendidik kepada peserta didik sesuai dengan kompetensi dasar yang sudah diatur oleh pemerintah.

TPACK merupakan gabungan dari tiga komponen dasar yaitu pengetahuan konten, pedagogi dan teknologi yang saling beririsan dan berkaitan membentuk tujuh pengetahuan yaitu *Content knowledge (CK)*, *Pedagogical Knowledge (PK)*, *Technology Knowledge (TK)*, *Pedagogical Content Knowledge (PCK)*, *Technology Content Knowledge (TCK)*, *Technological Pedagogical Knowledge (TPK)*, dan *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)* (Nurdiani *et al.*, 2019).

5. Multimedia Interaktif *Articulate*

Mengingat pesatnya perkembangan teknologi, dimana setiap teknologi baru memberikan peluang untuk memanfaatkannya dalam bidang Pendidikan (Janssen & Lazonder, 2016). Dalam bidang Pendidikan, pendidik sudah tidak asing dengan keharusannya dalam memahami dan menguasai konten atau materi dan pedagogik. Materi merupakan pengetahuan atau informasi yang harus disampaikan pendidik kepada peserta didik sesuai dengan kompetensi dasar yang sudah diatur oleh pemerintah. Peserta didik sekarang merupakan anak-anak generasi yang mahir memainkan gaway dan elektronik lainnya. Oleh karena itu hikmah dari

pembelajaran daring ini merupakan langkah yang tidak terencana sebagai upaya mengembangkan keterampilan dan pengetahuan peserta didik tentang IT (Wahyuni, 2020).

Berdasarkan hal tersebut dengan adanya banyak aplikasi yang dapat membantu pendidik dalam menyediakan bahan ajar, ada suatu aplikasi yang dapat digunakan untuk membuat multimedia interaktif yaitu *Articulate Storyline 3* (Rianto, 2020). Karena dengan fitur-fitur yang ada dalam aplikasi ini, diharapkan peserta didik dapat memahami materi sistem saraf yang bersifat abstrak. Karena fitur dalam aplikasi ini dapat terbukti dalam penelitian pengembangan gerak dasar layak untuk digunakan dalam pembelajaran (Yuliansyah *et al.*, 2021).

6. Analisis Bahan Ajar Materi Sistem Saraf

a. Keluasan dan Kedalaman Materi

Di dalam menetapkan keluasan materi pada penelitian ini, yaitu merujuk pada capaian pembelajaran yang telah ditetapkan. Capaian pembelajaran sesuai dengan kompetensi dasar 3.10 di bawah ini:

3.10 “Menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem koordinasi (saraf, hormon, alat indera) dalam kaitannya dengan mekanisme koordinasi dan regulasi serta gangguan fungsi yang dapat terjadi pada sistem koordinasi manusia.”

Berdasarkan kompetensi dasar tersebut dibuatlah silabus dan perangkat pembelajaran lainnya. Adapun keluasan dan kedalaman materi yang diajarkan adalah sebagai berikut:

1. Pengertian Sistem Saraf
2. Bagian-bagian sel saraf
3. Struktur sel saraf
4. Macam-macam sel saraf berdasarkan struktur dan fungsi
5. Mekanisme Penghantaran Impuls
6. Susunan Sistem Saraf Manusia
7. Mekanisme kerja saraf dalam mengatur sistem lainnya
8. Mekanisme gerak reflex
9. Gangguan pada sistem saraf

Dari materi tersebut dibuatlah indikator berikut ini:

1. Menjelaskan pengertian sistem saraf
2. Mengidentifikasi bagian-bagian sel saraf sesuai dengan fungsinya
3. Membedakan bagian-bagian sel saraf sesuai dengan fungsinya
4. Menyimpulkan fungsi dari struktur penyusun sel saraf
5. Mengkorelasikan sel saraf berdasarkan struktur dan fungsi
6. Mengkorelasikan sel saraf berdasarkan struktur dan fungsi
7. Menyimpulkan mekanisme penghantaran impuls melewati sel saraf
8. Menjelaskan mekanisme penghantar impuls
9. Menyimpulkan mekanisme penghantaran impuls melewati sinapsis
10. Menjabarkan susunan sistem saraf pusat
11. Meramalkan susunan sistem saraf pusat
12. Menyimpulkan sistem saraf pusat
13. Mengkorelasi susunan sistem saraf tepi
14. Mengurutkan alur perjalanan impuls dalam gerak refleks
15. Mengaitkan kerja sistem saraf dengan mekanisme koordinasi (gerak reflex)
16. Mengaitkan gangguan yg dapat terjadi pada sistem saraf dengan fungsi bagian otak
17. Mendiagnosis gangguan yang dapat terjadi pada sistem saraf

Dilihat berdasarkan indikator di atas mencakup kategori kognitif C1 sampai dengan C4 yaitu pengetahuan, pemahaman, penerapan dan menganalisis dari berbagai dimensi pengetahuan yaitu factual, konseptual, procedural, dan metakognitif. Hal ini berdasarkan tujuan penelitian ini yaitu untuk meningkatkan kemampuan analisis peserta didik, khususnya pada materi sistem saraf.

Berdasarkan kedalaman dan keluasan materi pada penelitian ini mencakup materi di bawah ini:

1) **Pengertian Sistem saraf**

Tubuh hewan dan manusia lebih canggih daripada komputer manapun. Jika kita lihat komputer saja sebagai sebuah keajaiban, apalagi sistem-sistem yang terdapat di dalam tubuh manusia. Dari hewan yang bahkan sudah hidup bermilyaran tahun lalu, kemampuan dalam menggunakan indera untuk menerima stimulus dan

bertahan dengan lingkungannya agar dapat melakukan reproduksi sudah sangat hebat. Perilaku tersebut muncul karena tubuh merespon rangsangan (stimulus), kemudian dilakukanlah proses dalam tubuh untuk akhirnya dijawab melalui perilaku tertentu. Rangsangan dapat berupa cahaya, sentuhan, rasa, bau, suhu, tekanan, atau hal lainnya yang berasal dari luar tubuh disebut reseptor luar (eksteroseptor). Semua hal yang dirasakan dalam tubuh berupa kenyang, haus, lapar, sakit, lelah, beserta perasaannya lainnya disebut sebagai reseptor dalam nama lainnya adalah interoseptor.

Kemampuan untuk menerima rangsangan atau reseptor dari luar dan dalam tubuh untuk diproses kemudian ditentukan sikap yang tepat ketika menjawab rangsangan tersebut merupakan peran dari sistem saraf. Jika sekarang tulisan ini sedang dibaca dan dipahami dengan baik, maka sistem saraf pembaca sedang bekerja dengan baik.

2) Peran Sistem Saraf dalam Tubuh Hewan

Sistem saraf merupakan bagian dari sistem regulasi atau disebut juga pengatur, namun pada saat ini sistem saraf dikenal pula sebagai bagian dari sistem koordinasi karena berperan sebagai pengontrol dan pengatur kerja sistem organ. Sistem organ ini harus bekerja secara teratur dan selaras sehingga tubuh dapat melakukan metabolisme secara sempurna agar hewan dan manusia dapat bertahan hidup. Tubuh manusia dan hewan pada dasarnya terdiri dari beragam sistem. Tekniks atau mekanisme kerja seluruh sistem tersebut diatur oleh satu sistem yaitu sistem saraf. Tanpa sistem saraf manusia tidak akan dapat mengerjakan bahkan hal paling udah sekalipun.

3) Komponen Penyusun Sistem Saraf

Supaya dapat menyelesaikan tugasnya, sistem saraf terdiri dari sel, jaringan, dan organ yang memiliki struktur sekaligus fungsi berbeda tetapi saling berintegrasi atau bekerja sama. Berikut komponen yang tergabung dalam sistem saraf dari mulai bagian terkecil seperti saraf hingga organ penting dalam sistem ini.

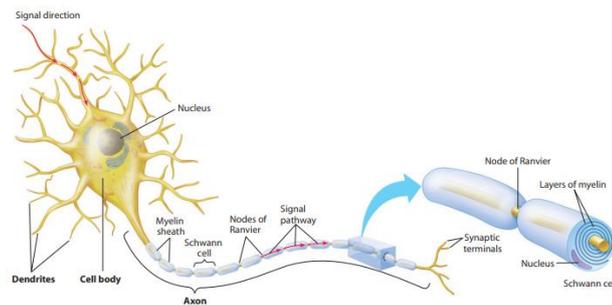
1. Sel Saraf (*Neuron*)



Gambar 2. 2 Sel Saraf

Sumber: (Principles of Anatomy & Physiology 13th Edition, *et al.*, 2012)

Unit terkecil secara structural dan fungsional dari semua sistem adalah sel. Sel saraf sering disebut *neuron* merupakan bagian paling kecil dari sistem saraf. Kumpulan sel saraf ini kemudian akan membentuk jaringan saraf. Sel saraf dapat dibedakan menjadi bagian yang lebih spesifik atau memiliki struktur dan fungsi khusus, diantaranya:

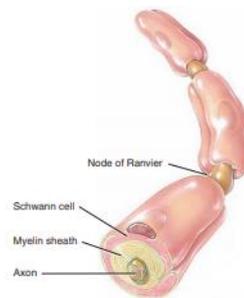


Gambar 2. 3 Struktur Sel Saraf

Sumber: (Campbell Biology Concepts & Connections Seventh Edition, *et al.*, 2012)

- a. *Nukleus* yaitu inti sel berfungsi untuk mengatur aktivitas sel. Bagian ini memiliki *nukleolus* (anak inti sel) berukuran besar sebagai tempat penyimpanan informasi genetik (RNA) serta *neuroplama* (disebut *sitoplasma* pada sel secara umum).
- b. Badan sel terdiri atas *nukleus* berisi *nukleolus*, *sitoplasma*, *retikulum endoplasma* yang membentuk badan sel. Bagian dari badan sel berbentuk segitiga dan terhubung pada *akson* dikenal sebagai *akson Hillock* (bukit *akson*).

- c. *Dendrit* berasal dari Bahasa Yunani *Dendron* artinya pohon berdasarkan bentuknya yang seperti ranting bercabang berfungsi sebagai penerima respon atau sinyal dari sel *neuron* (saraf) yang lain.
- d. *Akson (neurit)* merupakan salah satu serabut saraf selain *dendrit* dan berukuran lebih panjang ratusan sentimeter, memiliki fungsi yang sama yaitu meneruskan rangsangan (impuls) dari badan sel saraf ke serabut otot beserta kelenjar. *Neurit* diselubungi oleh lapisan lemak yang tipis dan tidak berinti bernama selubung *mielin*. Karena substansi lemak itulah *akson* terlihat putih. Susunan selubung mielin ini terdiri dari sel-sel *Schwann*. Bentuk *akson* memanjang seperti benang. Beberapa daerah *akson* diselubungi *mielin* namun ada juga yang tidak sehingga membentuk seperti untaian sosis.



Gambar 2. 4 *Akson*

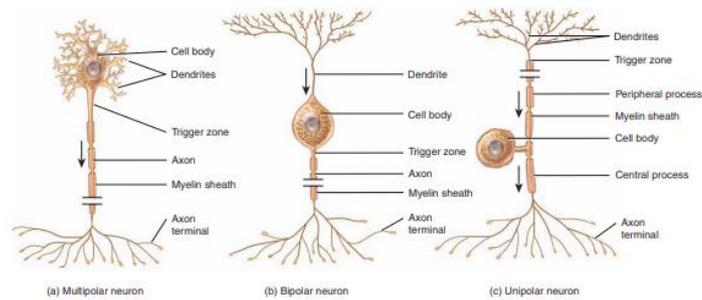
Sumber: (Principles of Anatomy & Physiology 13th Edition, *et al.*, 2012)

- e. *Nodus Ranvier* pada *akson* merupakan daerah bercelah karena tidak diselubungi oleh selubung mielin sehingga rangsangan sampai dengan cepat.
- f. Sinapsis yaitu sambungan dari ujung *akson* terspesialisasi menjadi terminal sinapsis untuk menyampaikan informasi ke sel saraf lainnya.

4) Macam-Macam Sel Saraf

a. Sel Saraf Berdasarkan Strukturnya

Sel saraf (*neuron*) terdiri dari bagian yang sama disertai fungsi masing-masing yang sama pula antar setiap jenis sel *neuron*. Namun bentuk dari struktur sel *neuron* ternyata berbeda, hal ini menjadikan *neuron* digolongkan kembali secara struktur berdasarkan banyaknya cabang *dendrit* dan *akson* pada badan sel, menjadi:



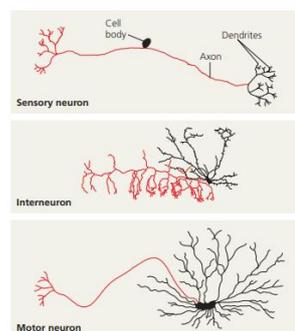
Gambar 2. 5 Jenis-jenis *Neuron*

Sumber: (Principles of Anatomy & Physiology 13th Edition, *et al.*, 2012)

- 1) *Neuron* unipolar yaitu badan sel memiliki satu cabang kemudia cabang tersebut terbagi menjadi masing-masing satu cabang *dendrit* dan satu cabang *akson*.
- 2) *Neuron* bipolar memiliki badan sel yang langsung terbagi menjadi dua cabang yatiu, cabang *akson* dan cabang *dendrit*.
- 3) *Neuron* multipolar, badan sel bertempat di tengah *dendrit* sehingga punya banyak cabang *akson* di sekelilingnya, sedangkan cabang *akson* hanya satu. Supaya lebih tergambarakan, banyak sekali model sel di buku paket atau internet yang menyerupai *neuron* multipolar.

b. Sel Saraf Berdasarkan Fungsinya

Walaupun pada dasarnya sel saraf (*neuron*) memiliki bagian sel yang sama, tetapi berdasarkan fungsinya dapat digolongkan ke dalam tiga jenis, yang pada gambar di bawah ini *neuron*, badan sel dan *dendrit* berwarna hitam dan *akson* berwarna merah, yaitu:



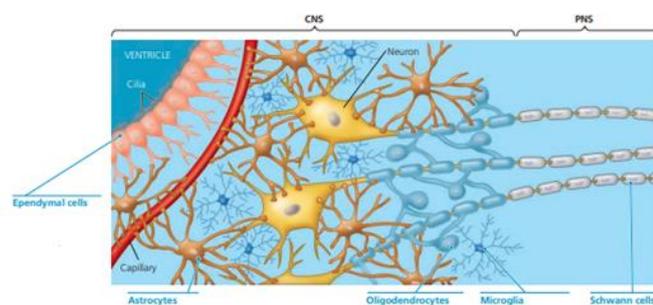
Gambar 2. 6 *structural diversity of neurons*

Sumber: (Campbell Eleventh Edition, *et al.*, 2017)

- 1) *Neuron* sensoris, memiliki ciri badan sel berkumpul membentuk *Glia*, *akson* pendek, *dendrit* panjang, dan sesuai namanya neuron ini berfungsi untuk menerima rangsangan atau stimulus atau impuls dari lingkungan untuk disampaikan ke jenis *neuron* berikutnya.
- 2) *Neuron* intermediet, memiliki ciri *akson* bisa jadi panjang atau pendek, *dendrit* pendek, dan sama seperti sebelumnya fungsi sesuai dengan nama *neuron* yaitu menyambungkan *neuron* sensoris dengan motoric supaya keduanya bisa terus melanjutkan penyampaian informasi.
- 3) *Neuron* motoric, terdiri dari *akson* yang panjang, *dendrit* pendek, berfungsi untuk menyampaikan informasi dari sistem saraf ke efektor atau alat atau organ yang bertugas menjawab rangsangan, misalnya jika otak memerintahkan untuk menulis, maka tangan dan mata merupakan efekturnya.

5) *Glia*

Kumpulan sel saraf dinamakan *Glia*, namun ada juga yang berpendapat bahwa *Glia* merupakan sel penyokong yang mendukung sistem saraf (*neuron*) secara struktural dan fungsional. Misalnya pada *Glia* radial berperan sangat penting dalam perkembangan sistem *neuron* embrio bermigrasi dari tabung *neuron* untuk memunculkan sistem saraf pusat serta dapat dijadikan sel punca. *Glia* dapat ditemukan pada otak dan sumsum tulang belakang hewan vertebrata, terbagi menjadi beberapa tipe berdasarkan fungsinya dalam menyokong *neuron*, diantaranya:



Gambar 2. 7 *Glia*

Sumber: (Campbell Eleventh Edition, *et al.*, 2017)

- a. Sel *ependymal*, merupakan sel pelindung ventrikel di dalam otak, batang otak, dan wilayah saraf tulang belakang dilengkapi silia sebagai pendorong cairan serebrospinal agar terus bersirkulasi. Cairan serebrospinal tersebut memiliki komposisi protein, glukosa sel mononuclear, elektrolit, enzim, sel darah putih, dan 99 % air. Fungsi dari cairan berwarna bening adalah melindungi otak (berbentuk bantalan) dari kecelakaan, menjaga posisi jaringan otak supaya tetap diam, mensuplai dan membuang zat sisa dari jaringan otak, bersamaan dengan darah serta jaringan otak menjaga keseimbangan tekanan intrakranial.
- b. Sel *mikro Glia*, melindungi sistem saraf dari penyerangan mikroorganisme
- c. Sel *oligodendrosit* berfungsi menghasilkan selubung mielin pada sistem saraf pusat sama dengan sel *Schwann* yang bekerja di sistem saraf tepi.
- d. Sel *Schwann* menghasilkan selubung mielin pada sistem saraf tepi.
- e. Sel *astrofit* bertugas mengontrol ketat zat kimia ekstraselular otak sekaligus sumsum tulang belakang, memastikan *neuron* menerima oksigen dan glukosa secara cepat dari aliran darah karena berada di sebelah *neuron* aktif menyebabkan pembuluh darah didekat *neuron* melebar, meregulasi neurotransmitter ekstraseluler dan konsentrasi ion, merespon aktivitas sel saraf tetangga pada kondisi tertentu, dan juga dapat diambil sebagai sel punca (menghasilkan *neuron* dan *Glia* baru secara buatan). Diantara sel penyokong lainnya, *astrofit* merupakan pemilik tugas paling beragam.

6) Otak

Otak merupakan organ vital yang mengontrol seluruh aktivitas dan koordinasi tubuh.

a) Lapisan Otak

Pelindung otak dari benda luar berbahaya disebut meninges berupa lapisan tipis yang dibedakan menjadi lapisan durameter, arachnoid, piameter. Ketiganya dilengkapi cairan limfe sehingga sel otak tetap basah. Lebih jelasnya mengenai lapisan otak dipaparkan sebagai berikut:

- 1) *Durameter*, merupakan lapisan dengan komposisi jaringan ikat tebal dan kuat menempel di tulang. Pada hemisfer terdapat sinus longitudinal superior (vena dari otak) juga merupakan bagian dari durameter. Selain itu ada selaput luar

tengkorak dan durameter propria yang terpisah pada kanal vertebralis. Karena kuat dan keras, makanya laporan ini menempati posisi terluar meninges.

- 2) *Arachnoid*, seperti namanya lapisan tengah berfungsi terletak di tengah lampiran durameter dan piameter. Seluruh susunan saraf sentral dilindungi oleh kantong berisi cairan pada lapisan ini, begitu pula susunan saraf perifer yang keluar dari medula spinalis di bawah lumbar I-II. Cairan di bawah lumbar dapat digunakan untuk mengambil cairan otak disebut fungsi lumbar.
- 3) *Piameter* merupakan lapisan terdalam yang bentuknya sesuai dengan lipatan-lipatan otak (Nurkanti, 2017). Lapisan ini melekat pada sumsum dan terhubung dengan arachnoid menggunakan trabekel (jaringan ikat).

Posisi otak berada di dalam tulang tengkorak, sebagian besar berwarna abu, lunak, memiliki banyak lipatan, beratnya dapat mencapai sekitar 1,5 kg, dilengkapi batang otak (panjang sekitar 10 cm, lebar 2,5 cm) yang memanjang hingga sumsum tulang belakang. Organ regulasi paling besar ini terbelah menjadi dua bagian, kanan dan kiri. Kedua bagian itu memiliki korteks (kulit) berwarna abu dipenuhi *dendrit* dan badan sel *neuron*, serta medula (sumsum) berwarna putih (sebab dilumuri mielin) yang penuh dengan *akson*. Otak kanan dan kiri kemudian dihubungkan oleh rongga ventrikel berisi cairan serebrospinal, dikelilingi dinding korpus kalosum berupa pita tebal *akson*. Pada tahap embrional, otak berkembang dari ujung anterior tabung neural (tali saraf embrional) menjadi tiga bagian yang membesar, kini dikenal sebagai otak depan, otak tengah, dan otak belakang. Karena otak membesar (ventrikel otak terisi cairan serebrospinal berasal dari filtrasi darah arteri di otak), sumsum tulang belakang yang berasal dari rongga tabung neural (kanal sentral) menjadi tidak terlihat.

b) Bagian Otak

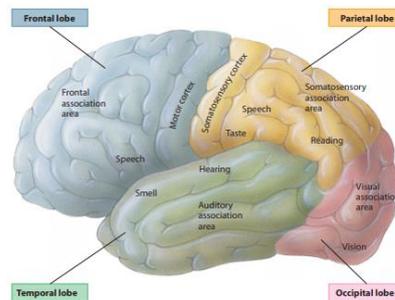
Ketiga bagian otak setelah dewasa berkembang menjadi istilah lain, yaitu:

- (1) Otak depan (prosenfalon) berkembang menjadi telonsefalon dan diensefalon, berikut penjelasan dari keduanya:

a) Telonsefalon

Serebrum, sesuai namanya terletak mendominasi di bagian depan kepala, menempati sebagian besar tengkorak, 80% massa otak dan memiliki banyak lipatan

yang mengatur gerakan (motorik) serta sensasi, perasaan atau rangsangan (sensoris). Bagian ini terbagi menjadi:



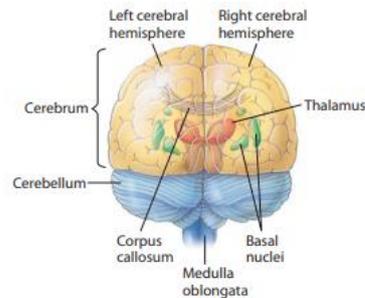
Gambar 2. 8 Bagian Otak

Sumber: (Campbell Biology Concepts & Connections Seventh Edition, *et al.*, 2012)

- i. Lobus *frontalis* (dahi) merupakan daerah korteks motorik berfungsi mengatur pergerakan (motorik) sedangkan lobus lain bertanggung jawab terhadap penerima informasi sensoris dari reseptor di seluruh tubuh, kemampuan bicara, area asosiasi penghubung sensorik dan motorik.
- ii. Lobus *parietalis* (ubun-ubun) merupakan daerah korteks somatosensoris yang bertanggung jawab untuk menerima dan memproses informasi sensoris seperti kegiatan mengecap, membaca, berbicara, merasakan dingin, panas, sakit fisik dan non fisik. Selain itu bagian ini menjadi area asosiasi somatosensoris.
- iii. Lobus *temporalis* (pelipis) memiliki fungsi hampir sama dengan parietalis namun lebih fokus terhadap penciuman, pendengaran (pusat Wernich), dan pusat berbicara (pusat Brocca), sehingga terdapat daerah asosiasi auditorik.
- iv. Lobus *oksipitalis* (belakang kepala) memiliki fungsi yang mirip dengan dua lobus sebelumnya namun bertanggung jawab penuh pada kegiatan penglihatan dan area asosiasi visual. Bagian ini dapat pula menyampaikan apa yang dialami juga dipikirkan.
- v. *Fisuro Rolando* sebagai pemisah (celah) antara frontalis dengan parietalis.
- vi. *Silvius* sebagai pemisah (celah) antara frontalis dengan temporalis.

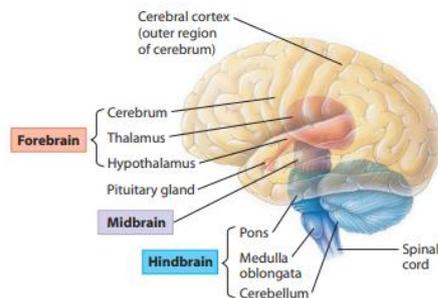
Serebrum memiliki hemisfer serebrum kiri dan kanan yang keduanya memiliki nukleus basal yaitu kelompok *neuron* substansi putih (alba) di bawah korteks dan

korteks serebral (substansi abu-abu di permukaan otak) dengan tebal 5 mm luas permukaan lipatan bisa mencapai 1000 cm². Cara kerja korteks berlawanan, misalnya bagian kiri akan melakukan dan memproses tugas sisi kanan tubuh begitu pula sebaliknya pada bagian kanan. Untuk membantu komunikasi antar bagian kiri dan kanan digunakan korpus kolosum.



Gambar 2. 9 Hemisfer Otak

Sumber: (Campbell Biology Concepts & Connections Seventh Edition, *et al.*, 2012)



Gambar 2. 10 Bagian Utama dari Otak

Sumber: (Campbell Biology Concepts & Connections Seventh Edition, *et al.*, 2012)

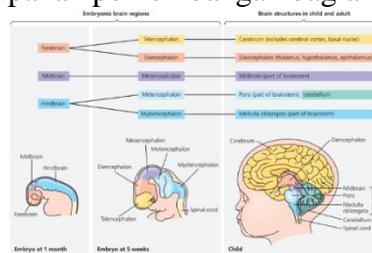
b) Diensefalon

- i. Thalamus, terbagi menjadi bagian kiri dan kanan seperti bagian otak lainnya masing masing berukuran sebesar kacang walnut. Bertugas menerima impuls dari saraf perifer dalam bentuk informasi sensoris kemudian meneruskannya ke serebrum setekah sebelumnya diterjemahkan untuk diolah pada bagian yang lebih spesifik di serebrum. Bagian ini juga mengatur emosi dan kondisi bangun.
- ii. Hipotalamus, berukuran lebih kecil dari thalamus tetapi mengatur sistem yang sangat penting yaitu homeostatis seperti suhu karena mengandung thermostat

tubuh hal ini menyebabkan suhu hewan homoitermal tidak terpengaruh lingkungan. Perilaku lapar, haus, kadar gula dalam darah, emosi, watak kelamin, pola kawin, dan tekanan darah. Bagian ini juga melepaskan faktor pelepas untuk mengotrol kelenjar pituari (hipofisis serebri) yang mengatur hormone pituari posterior dan anterior. Kelenjar ini merupakan kelenjar endokrin yang terletak di bawah hipotalamus lebih tepatnya pada lekuk kecil dasar tengkorak (celah tursika) saling terhubung oleh tungkai kecil.

- iii. Epitalamus merupakan salah satu dari banyak kapiler penghasil sebrospinal dari darah dan memiliki kelenjar pineal yang memproduksi sumber melatonin.

Gambar di bawah ini merupakan perkembangan bagian-bagian otak:



Gambar 2. 11 Perkembangan Bagian-Bagian Otak

Sumber: (Campbell Eleventh Edition, et al., 2017)

(2) Otak Tengah (Mesensefalon)

Bagian tengah memiliki *neuron* yang dapat mengatur postur tubuh dan tonus otot. Bagian ini juga dilengkapi oleh kolikuli inferior sebagai pusat pendengaran dan kolikuli superior (lobus optik) berfungsi mengendalikan refleksi akomodasi, refleksi pupuil, gerak bola mata. Otak tengah merupakan salah satu bagian dari batang otak.

(3) Otak Belakang (Rhombesefalon)

Berkembang menjadi metensefalon dan mielensefalon, berikut penjelasan dari keduanya:

(a) Metensefalon

i. Serebelum

Struktur ini mirip seperti serebrum yang belipat lipal permukannya, namun lebih kecil, keduanya dipisahkan fisura transversalis. Terletak di bawah serebrum pada bagian belakang kepala terbagi menjadi vermis (kecil di sentral) dan hemisfer

(melebar di lateral). Serebelum bertugas menerima informasi dari saraf sensoris seperti pergerakan otot, persendian, pendengaran, penglihatan juga mengatur keseimbangan, memantau motorik yang diperintahkan serebrum, mempelajari sekaligus mengingat keahlian motorik menyebabkan serebelum menjadi tempat penerimaan serabut aferen sensoris. Jika ada respon motorik yang salah untuk menjawab informasi sensoris, maka akan segera diintegrasikan oleh serebelum, karenanya serebelum dapat dikatakan pusat dari koordinasi dan regulasi.

ii. *Pons* (Bagian dari Batang Otak)

Pons atau disebut juga jembatan varol (*Pons varolii*) berada diantara otak tengah dan medulla oblongata, tepat di depan serebelum. Struktur *Pons* berbentuk serabut tebal penyambung hemisfer serebelum sehingga dapat mengkoordinasikan gerakan otot masing-masing sisi tubuh. Secara umum, *Pons* bertugas mengantarkan impuls dari serebelum ke serebrum sekaligus menyambungkan keduanya dengan medula oblongata. Terdapat pula memotoksik yang meregulasi gerakan pernafasan dan gerak refleks. *Pons* juga dianggap sebagai pusat *neuron nervus trigeminus*.

(b) *Mielinsefalon*

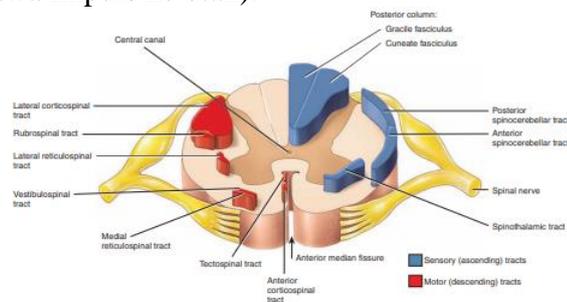
i. Medula Oblongata

Dikenal pula sebagai sumsum lanjutan yang menjadi jalan penghubung antara otak dan sumsum tulang belakang. Fungsi lainnya yaitu meregulasi tekanan darah melalui pelebaran dan penyempitan pembuluh darah, denyut jantung, mengatur suhu tubuh, mengatur pernafasan melalui rangsangan otot antar tulang rusuk juga diafragma, mengatur sekresi ludah, menelan, batuk, bersin, dan gerak peristaltik.

ii. Sumsum Tulang Belakang sebagai Organ Penting dalam Sistem Saraf Pusat.

Sumsum tulang belakang merupakan lanjutan dari medula oblongata sehingga berada tepat di bawah otak, memanjang seperti tali putih kemilau yang memiliki fungsi menyambungkan impuls dari luar tubuh dan impuls dari otak. Karena berongga pada saluran tengah yang dinamakan kanal sentral, maka bagian ini diisi oleh cairan *serebrospina* terhubung langsung ke ventrikel otak. Sumsum tulang juga dilapisi oleh selaput *meninges*.

Sama seperti otak, sumsum tulang belakang terdiri dari bahan atau substansi berwarna putih dan abu. Pada kedua organ, substansi berwarna putih disebut substansi alba, sedangkan yang berwarna abu dinamakan substansi *grisea*. Fungsi keduanya sama seperti yang telah dijelaskan pada komponen otak, yang membedakan adalah posisi. Kebalikan dari otak, substansi alba pada sumsum tulang belakang berada di tepi (luar) sedangkan substansi *grisea* di dalam berhubungan dengan fungsi sumsum tulang belakang secara umum yaitu bekerja secara cepat dan pendek untuk menyampaikan impuls dari saraf sensor ke saraf motorik dikenal dengan gerak refleksi. Substansi *grisea* jika dipotong secara melintang akan berbentuk seperti kupu-kupu memiliki dua bagian yaitu akar ventral (punya saraf eferen, membawa impuls dari otak ke efektor) dan akar dorsal (punya saraf aferen, membawa impuls ke otak).

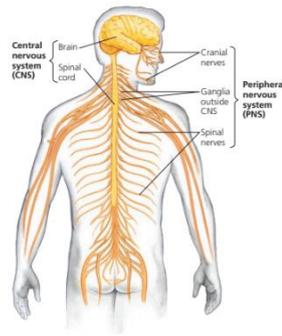


Gambar 2. 12 Sumsum Tulang Belakang

Sumber: (Campbell Biology Concepts & Connections Seventh Edition, et al., 2012)

7) Susunan Sistem Saraf

Setelah mempelajari komponen sistem saraf beserta fungsi dan letaknya di dalam tubuh manusia dan hewan *vertebrata*, pembahasan berikutnya masih terkait komponen sistem saraf yang dikelompokkan menjadi suatu susunan sistem yang khusus. Susunan sistem ini terbagi menjadi dua, yaitu sistem saraf pusat (SSP) dan sistem saraf tepi. Pada umumnya, *vertebrata* memiliki susunan sistem seperti keterangan di bawah ini:



Gambar 2. 13 Sistem Saraf Vertebrata

Sumber: (Campbell Eleventh Edition, *et al.*, 2017)

a) Sistem Saraf Pusat (SSP)

Sistem saraf pusat mencakup seluruh bagian pada organ otak dan sumsum tulang belakang. Semua fungsi dari kedua organ tersebut akan terkoordinasi pada sistem saraf pusat, mengelola semua informasi yang disapatkan dari luar tubuh, serta mempengaruhi cara tubuh menjawab ilmpuls secara sadar maupun tidak sadar (refleks). Seluruh kegiatan yang dilaksanakan dengan sadar akan dirancang oleh otak sehingga perjalannya lebih Panjang dari refleks, sedangkan kegiatan yang dilakukan secara tidak sadar dijawab dengan sangat cepat sebagai refleks diatur oleh sumsum tulang belakang.

b) Sistem Saraf Tepi (SST)

Sistem saraf tepi merupakan penyambung SSP yang berperan sebagai penerima impuls (rangsangan) untuk disampaikan ke SSP. Berdasarkan pada arah impuls sistem ini terbagi kumpulan saraf yang disebut aferen (sensor) dan eferen (motor) pada pembahasan sebelumnya. Selain itu, sistem ini juga dapat dibedakan secara fungsional (cara kerja) menjadi saraf somatis (sadar) dan otonom (tidak sadar). Namun secara struktural (berdasarkan tempatnya terhubungnya saraf), SST terbagi mejadi saraf kranial dan saraf tulang belakang (pada sumsum tulang belakang). Karena sebelumnya telah dipahami komponen sistem saraf secara struktural, maka untuk mempermudah pemahaman, SST akan dibahas menurut pembagian secara fungsional, sebagai berikut:

(1) Sistem Saraf Somatik (Motorik)

Sistem ini dikatakan sebagai sistem yang bersifat sadar dikarenakan ada kontrol dari otak ataupun sumsum tulang belakang dan terjadi hanya pada aktivitas otot dalam kegiatan sehari-hari. Hal ini pula yang menyebabkan sistem tersusun dari

banyak saraf eferen. Disebabkan oleh jumlah dan asal munculnya saraf tersebut, maka sistem ini dibedakan menjadi:

(a) Sistem Saraf Kranial (Otak)

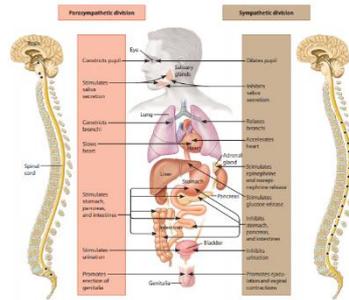
Jenis saraf yang menyusun sistem saraf kranial terdiri dari saraf aferen dan eferen berfungsi sebagai saraf sensor, motorik, atau bahkan keduanya. Keseluruhan saraf kranial berjumlah 12 pasang saraf, salah satunya memiliki juluran yang luas dikenal sebagai saraf pengembara.

(b) Sistem Saraf Spinal (Tulang Belakang)

Sesuai nama, saraf-saraf spinal berada di dalam sumsum tulang belakang berjumlah sebanyak 31 pasang terdiri dari *neuron* sensor dan motorik. Impuls diterima oleh *dendrit* pada reseptor dilanjutkan ke akar dorsal pada sumsum tulang belakang, kemudian diteruskan ke akar ventral dihantarkan oleh *akson* menuju efektor.

(2) Sistem Saraf Otonom

Kerja saraf saraf otonom bekerja secara tidak sadar karena ini fungsinya berhubungan dengan kerja organ dalam yaitu bekerja secara otomatis seperti mesin pabrik yang diprogram oleh insinyur, karena pada dasarnya SST dikontrol seluruhnya oleh SSP. Saraf pengontrol organ ini dapat dibedakan menjadi saraf simpatik dan saraf parasimpatik bersifat bersebrangan (antagonis) dikarenakan cara kerja simpatik merangsang kerja organ sedangkan parasimpatik sebaliknya (menghambat), hal ini pula yang menyebabkan saraf simpatik lebih mendominasi. Penyebab dari perbedaan tersebut adalah zat kimia yang mengubah impuls sehingga bisa disampaikan dari sel saraf satu ke yang lainnya disebut neurotransmitter berbeda pula. Pada saraf parasimpatis zat kimia tersebut berupa asetilkolin sedangkan saraf simpatik dipengaruhi oleh zat kimia noradrenalin.

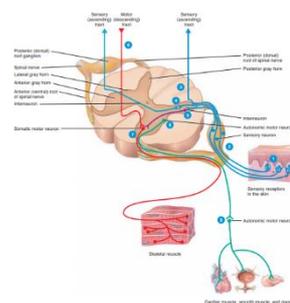


Gambar 2. 14 Simpatik dan Parasimpatik

Sumber: (Campbell Biology Concepts & Connections Seventh Edition, *et al.*, 2012)

8) Kondisi Khusus Gerak Refleks

Pada kondisi khusus, sumsum tulang belakang dapat bertindak tanpa ada pengaturan dari otak, dikenal sebagai respon otomatis yang pendek dan sederhana untuk menjawab rangsangan dari luar tubuh. Respon otomatis ini bersifat tidak sadar terkadang muncul ketika hendak melindungi tubuh. Alur dari terjadinya gerak refleks yaitu rangsangan ke *neuron* diterima sel sensoris (reseptor), dihantarkan oleh sel aferen ke sumsum tulang belakang, kemudian diproses dengan cara sinapsis antar *neuron* sensoris dan *neuron* motorik yang dihantarkan oleh sel eferen ke *neuron* motorik menggerakkan efektor. Alur tersebut dinamakan jalur lengkung refleks.



Gambar 2. 15 Gerak Refleks dari Sumsum Tulang Belakang

Sumber: (Principles of Anatomy & Physiology 13th Edition, *et al.*, 2012)

9) Mekanisme Kerja Saraf

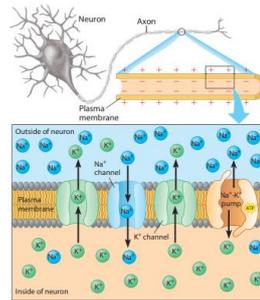
Pada mulanya impuls diterima oleh suatu sel saraf sensoris untuk diteruskan ke sel saraf *interneuron* kemudian ke saraf motorik menggunakan *akson*. *Akson* tersebut akan menyampaikan impuls dari cabangnya menuju sambungan sel lain disebut sinapsis yang terspesialisasi menjadi terminal sinapsis. Berbagai jenis

impuls (mendengar, melihat, merasa, dll) akan disinyalkan ke dalam sel lain dalam bentuk pesan kimiawi berupa neurotransmitter, sama seperti suara yang diubah menjadi gelombang berebentuk sinyal agar dapat diterima penjawab telepon ketika menelepon. Sel pengirim sinyal (mentransmisi rangsangan) dinamakan sel prasinapsis sedangkan sel penerima sinyal disebut sel pascasinapsis.

a) Penghantar Sel Saraf

Apapun jenisnya struktural maupun fungsional, saraf berperan sebagai penghantar impuls (rangsangan) dari luar tubuh ataupun dalam tubuh melalui suatu mekanisme. Mekanisme tersebut, secara garis besar disebut hiperpolarisasi (sumber lain menyebabkan polarisasi) dan depolarisasi yang berhubungan dengan kondisi muatan ion di dalam serta luar membran sel. Keadaan ion ini akan mempengaruhi kondisi voltase (perbedaan muatan listrik) pada potensial membran. Diketahui pula, kondisi saraf yang sedang tidak menerima sinyal dikatakan sebagai potensial istirahat dilambangkan dengan tanda negative (bermuatan negatif) dalam membran *neuron*, sedangkan kondisi sebaliknya (membrane dalam sel bermuatan positif) disebut potensial aksi. Sifat membrane sel yang permeable memungkinkan perpindahan ion dengan cara transport aktif sehingga terjadi kondisi membrane dalam sel bermuatan negatif atau positif. Karena berhubungan dengan listrik yang dihasilkan saat terjadi voltase, maka kerja saraf sangat cepat sama seperti mengalirnya listrik dari stopkontak ketika manusia menyalakan TV. Ketika impuls telah ditingkatkan ke sel lain, saraf yang tidak memiliki impuls akan memulihkan diri dan tidak bisa menerima impuls selama masa pemulihan, periode ini disebut dengan periode refraktori.

Untuk menjelaskan apa yang terjadi ketika impuls masuk ke saraf melalui *dendrit* kemudian dihantarkan melalui rangkaian *akson* hingga sampai ke tombol sinapsis akan diuraikan dalam penjelasan berikut:



Gambar 2. 16 Potensial Istirahat

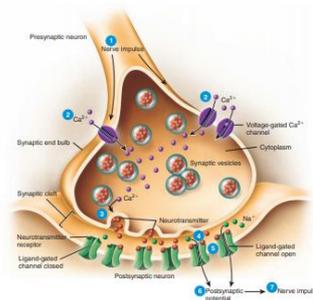
Sumber: (Campbell Biology Concepts & Connections Seventh Edition, *et al.*, 2012)

- (1) Kondisi sel saraf sebelum menerima impuls disebut potensial istirahat. Potensial istirahat terjadi karena pengaruh jumlah ion positif K^+ dan ion Na^+ yang dipertahankan di dalam membrane sel oleh pompa kalium-natrium secara transpor aktif berfungsi mengeluarkan atau memasukan kedua ion tersebut ke dalam atau keluar membrane sel. Potensial istirahat akan membuka saluran kalium sehingga ion K^+ berpindah keluar membrane sel dan memenuhi luar membrane sel bersama Na^+ , menyebabkan membran sel bermuatan negatif (peristiwa menuju kondisi negatif ini dikenal pula sebagai hiperpolarisasi). Jumlah ion Na^+ di luar membran sel tidak berkurang banyak karena sedikit sekali saluran yang terbuka ke dalam membran sel mengakibatkan tidak adanya pergerakan yang dapat meningkatkan voltase.
- (2) Untuk menerima impuls, kondisi sel saraf harus berubah dari keadaan potensial istirahat menjadi potensial aksi. Potensial aksi terjadi saat saluran ion Na^+ banyak terbuka mengakibatkan ion tersebut masuk kedalam membrane sel dan membangkitkan depolarisasi (mengubah kondisi membrane sel negative menjadi positif). Saluran natrium merupakan salah satu dari saluran ion bergerbang voltase (dimiliki setiap *neuron*) untuk membangkitkan depolarisasi sebagai respon ketika ada perubahan potensial membran. Peristiwa ini terjadi sampai ambang batas tertentu karena ketika itu saluran ion K^+ akan kembali terbuka, menjadikan sel kembali pada potensi istirahat (membrane dalam sel bermuatan negatif).

Kedua peristiwa ini bukan hanya terjadi antar sel tetapi pada seluruh bagian sel, misalnya dari satu *akson* ke *akson* lainnya berlangsung dengan sangat cepat

hingga perpindahan muatan negatif-positif tersebut digambarkan seperti meloncat atau diistilahkan dengan konduksi melompat. Kecepatan konduksi dipengaruhi oleh diameter *akson* karena lebih resisten terhadap listrik. Diameter yang besar akan memperbesar pula permukaan *akson* disebabkan oleh tebalnya selubung mielin. Konduksi melompat terjadi karena adanya nodus renvier (celah pada *akson*) yang tidak memiliki saluran natrium bergerbang voltase dan bersentuhan langsung dengan cairan ekstra seluler (membrane sel bagian luar) sehingga bermuatan negative, melompat ke selubung mielin bermuatan positif.

Komunikasi antar sel saraf di sinapsis



Gambar 2. 17 Mekanisme Impuls saraf

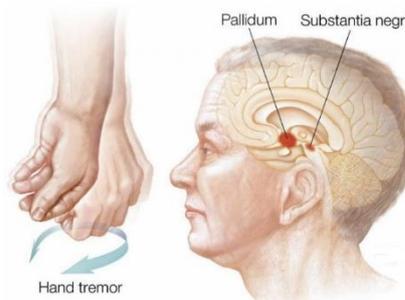
Sumber: (Principles of Anatomy & Physiology 13th Edition, *et al.*, 2012)

Setelah terjadi penghantaran impuls antar *akson* seperti yang terjadi pada penjelasan sebelumnya, impuls sampai di tombol sinapsis kemudian ditransmisikan menjadi neurotransmitter (sinapsis kimiawi) yang dihasilkan oleh sel saraf parasinapsis dan dikemas menjadi vesikel sinapsis. Peristiwa ini terjadi saat tombol sinapsis sedang melakukan potensial aksi, memungkinkan saluran Ca^{2+} terbuka (ingat saluran ion bergerbang voltase bukan hanya saluran natrium). Ion Ca^{2+} yang masuk ke membrane dalam tombol sinapsis menyebabkan vesikel sinapsis melepas neurotransmitter ke sel pascasinapsis disertai dengan terbukanya saluran ion-ion spesifik lainnya seperti ion Na^{+} dan K^{+} mengulangi proses mekanisme hiperpolarisasi dan depolarisasi. Neurotransmitter kemudian akan dibungkus kembali menjadi vesikel sinapsis oleh sel pascasinapsis. Terdapat banyak sekali neurotransmitter, bukan hanya yang digunakan pada SST.

10) Gangguan pada Sistem Saraf

Gangguan pada sistem saraf biasanya akan terlihat jelas pada pola perilaku manusia. Beberapa diantaranya disebabkan karena ada kesalahan pada mekanisme hingga kurangnya zat kimia yang membantu sistem ini bekerja. Beberapa gangguan tersebut dipaparkan sebagai berikut:

a) Parkinson



Gambar 2. 18 Parkinson

Sumber: (Kompasian, 2019)

Parkinson merupakan penyakit gangguan motorik, akibat berkurangnya neurotransmitter dopamine pada basal ganglia (nucleus otak besar). Penyebab penyakit Parkinson hingga saat ini belum teridentifikasi. Namun penyakit Parkinson terjadi seiring dengan bertambahnya usia, yaitu rentang usia 65-85 tahun. Gejala penyakit Parkinson adalah tangan gemetar, sulit melakukan gerakan atau lamban, dan kekakuan otot. Seringkali penderita parkinson mengalami tremor otot, keseimbangan yang buruk, postur yang membungkuk, dan otot wajah yang kaku sehingga sulit mengubah ekspresi. Saat ini belum ada pengobatan untuk penyakit parkinson, namun hanya berupa penanganan gejala-gejala penyakit tersebut. Penanganan gejala penyakit tersebut diantaranya dengan operasi otak, pemberian obat-obatan seperti antikolinergik dan levodopa, serta terapi fisioterapi.

b) Skizoprenia



Gambar 2. 19 Skizoprenia

Sumber: (Yovita, N. V., 2020)

Merupakan penyakit gangguan mental, biasanya penderita mengalami halusinasi (mendengar suara-suara yang hanya dapat didengar oleh mereka) dan delusi (pikiran bahwa orang lain berkomplot untuk mencederai mereka), kekacauan berfikir, dan perubahan perilaku. Kondisi tersebut menyebabkan penderita sulit membedakan pikiran sendiri dan kenyataan. Penyebab penyakit skizofrenia belum diketahui secara pasti. Namun para peneliti mengemukakan bahwa skizofrenia disebabkan oleh kombinasi dari faktor genetik, sistem kimiawi otak, serta faktor lingkungan yang berkontribusi terhadap perkembangan dari perkembangan dari penyakit ini. Masalah pada beberapa zat kimiawi otak yang diproduksi secara alamiah, termasuk dopamin dan glutamat, dapat berkontribusi terhadap terjadinya skizofrenia. Pemeriksaan pencitraan juga menunjukkan adanya perbedaan pada struktur otak dan sistem saraf pusat pada orang dengan skizofrenia. Skizofrenia dapat membutuhkan penanganan seumur hidup, walaupun gejala sudah mereda. Penanganan dengan pengobatan dan terapi psiko-sosial dapat membantu menangani kondisi ini. Pengobatan skizofrenia juga dapat menyebabkan beberapa efek samping, salah satunya adalah gangguan anggota gerak.

c) Stroke



Gambar 2. 20 Stroke

Sumber: (Hamzah, 2019)

Penyakit stroke merupakan penyakit gangguan fungsional otak berupa kelumpuhan saraf akibat terhambatnya aliran darah di otak biasanya disebabkan tekanan darah tinggi (hipertensi). Penyakit stroke memiliki gejala yang beragam tergantung beratnya penyakit, misalnya hanya pusing saja, sulit berbicara, pingsan, bahkan sampai kelumpuhan atau kematian. Penanganan stroke tergantung pada kondisi penderita, biasanya dokter memberikan obat-obatan atau melakukan operasi. Sedangkan untuk memulihkan kondisi, penderita akan dianjurkan menjalani fisioterapi dan terapi psikologis.

d) Epilepsi



Gambar 2. 21 Epilepsi

Sumber: (Jati, G. P. 2021)

Epilepsi merupakan suatu penyakit akibat pola aktivitas listrik otak yang tidak normal yaitu dilepaskannya letusan-letusan listrik (impuls) pada *neuron-neuron* di otak. Gejalapenyakit epilepsy yaitu keluhan kejang, sensasi dan perilaku yang tidak biasa, hingga hilang kesadaran. Penyebab penyakit epilepsi dapat disebabkan karena karena kelainan pada jaringan otak, ketidakseimbangan zat kimia di dalam otak, ataupun kombinasi dari beberapa faktor penyebab tersebut. Epilepsi bisa terjadi pada semua usia, baik wanita atau pria. Namun, umumnya epilepsi bermula pada usia anak-anak, atau malah mulai pada saat usia lebih dari 60 tahun. Epilepsi merupakan penyakit saraf yang paling banyak terjadi. Berdasarkan data WHO tahun 2018, sekitar 50 juta penduduk di dunia mengalami gangguan ini. Pengobatan penyakit epilepsy dapat dengan pemberian obat secara tepat dapat menstabilkan aktivitas listrik dalam otak, serta dapat mengendalikan kejang pada penderita epilepsi. Obat untuk menangani epilepsi adalah obat jenis antiepilepsi.

e) Neuritis



Gambar 2. 22 Neuritis

Sumber: (Sharma, V. 2021)

Neuritis merupakan penyakit peradangan pada saraf. Peradangan ini dapat diakibatkan oleh tekanan, benturan, pukulan, patah tulang, maupun kekurangan vitamin B. Gejala yang dialami oleh penderita adalah sensasi geli, terbakar, dan sensasi abnormal di area saraf yang meradang. Gejala lainnya termasuk nyeri yang menusuk dan otot yang lemah. Untuk pengobatan penyakit tersebut diantaranya pemberian suplemen vitamin B, prosedur bedah, dan terapi medis.

b. Karakteristik Materi

1) Perubahan Perilaku Hasil Belajar

Hasil belajar menurut Gagne mencakup lima kemampuan, yaitu keterampilan intelektual, strategi kognitif, sikap, informasi verbal, dan keterampilan motorik (Dahar, 2011, hlm 118). Pertama keterampilan intelektual yaitu kemampuan peserta didik untuk berinteraksi dengan lingkungannya menggunakan simbol-simbol dan gagasan-gagasan. Kedua strategi kognitif yaitu keterampilan khusus peserta didik yang mempunyai kepentingan tertentu dalam berpikir dan belajar. Ketiga, informasi verbal atau pengetahuan verbal merupakan hasil belajar disekolah dan dari kata-kata yang didengar dari perkataan orang lain, membaca, dari radio, televisi ataupun dari media lainnya. Keempat, sikap merupakan pembawaan yang dapat dipelajari yang dapat mempengaruhi perilaku seseorang terhadap benda, peristiwa dan makhluk hidup lainnya. Kelima, keterampilan motorik yang tidak hanya mencakup keterampilan fisik namun mencakup kegiatan motorik yang bergabung dengan keterampilan intelektual.

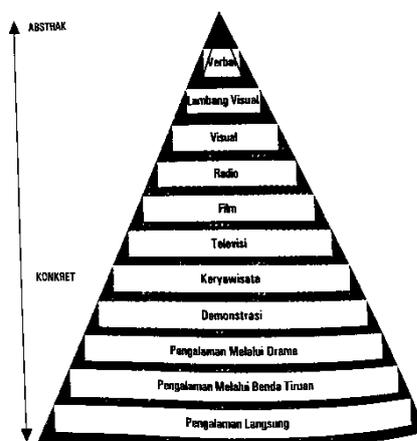
Terfokus pada point ke empat dari pernyataan di atas, hasil belajar merupakan perubahan perilaku seseorang terhadap benda atau peristiwa dan atau pada makhluk hidup lainnya. Hal ini berarti perubahan perilaku merupakan hasil dari belajar yang

mencakup tindakan dan perilaku siswa yang kompleks (Saputra, A *et, al* .2014). Perubahan perilaku berupa tindakan bisa dilihat saat proses pembelajaran. Pada penelitian ini perubahan yang diharapkan sesuai dengan tujuan penelitian yaitu peserta didik dapat meningkatkan kemampuan analisisnya pada materi sistem saraf. Kemudian sejalan dengan hal tersebut peserta didik juga akan mampu memahami dan dilatih untuk bisa menggunakan teknologi saat pembelajaran, karena pembelajaran pada penelitian ini menggunakan aplikasi *Articulate* yang berorientasi *TPACK*.

Oleh karena itu, supaya perubahan perilaku maksimal dalam pembelajaran pada materi sistem saraf ini yaitu dengan menerapkan bahan ajar melalui multimedia interaktif. Multimedia interaktif yang berisi materi sistem saraf yang disajikan dengan berbagai bentuk video, animasi, *gift*, dan gambar supaya pembelajaran tidak monoton dan hasil belajar khususnya berupa perubahan perilaku kemampuan analisis pada materi sistem saraf peserta didik dapat meningkat.

2) Konkret dan Abstraknya Materi

Abstrak menurut KBBI V merupakan tidak terwujud, tidak berbentuk sedangkan konkret merupakan nyata, benar-benar ada wujudnya. Pengetahuan peserta didik menurut Edgar Dale dapat dilihat dari kerucut pengalaman pada gambar 2.23 di bawah ini, mengemukakan bahwa pengetahuan akan semakin abstrak apabila hanya disampaikan oleh pendidik melalui bahasa verbal saja kepada peserta didik (Sanjaya, 2016, hlm 169).



Gambar 2. 23 Kerucut Pengalaman Edgar Dale

Sumber: (Sanjaya, 2016, hlm 166)

Dari gambar di atas dapat disimpulkan bahwa suatu pengetahuan dapat diperoleh dari pengalaman langsung dan pengalaman tidak langsung. Keadaan konkret suatu pengetahuan karena objek dipelajari secara langsung, sehingga apabila pengetahuan itu diperoleh secara tidak langsung maka semakin abstrak pengetahuan peserta didik. Dalam buku Biologi Umum, Biologi merupakan suatu ilmu yang mempelajari tentang kehidupan dan proses-proses yang berlangsung didalamnya (Cartono, 2010). Kehidupan dan proses-proses yang berlangsung didalamnya dapat dipelajari peserta didik dengan pengalaman langsung, namun ada sebagian materi yang sukar untuk dipelajari secara langsung karena memerlukan media nyata yang tidak bisa sembarangan didapat. Oleh karena itu, penggunaan multimedia interaktif sangat disarankan karena terdapat ilustrasi atau animasi yang membuat materi lebih nyata sehingga menambah pengetahuan peserta didik lebih konkret dalam memahami materi yang abstrak tersebut.

Sebagai mata pelajaran yang wajib dipelajari pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA) jurusan IPA mengandung banyak materi yang abstrak seperti sistem peredaran darah, sistem imun, sistem saraf, virus, monera, Protista, dan lain-lain yang harus dikuasai oleh peserta didik. Pada penelitian ini terfokus pada materi sistem saraf yaitu salah satu materi mata pelajaran biologi yang membahas proses-proses yang terjadi didalam tubuh makhluk hidup yang sukar untuk dipelajari secara langsung. Oleh karena itu pembahasan tentang sistem saraf sukar untuk dibelajarkan kepada peserta didik karena materi bersifat abstrak.

c. Bahan dan Media Pembelajaran

Kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan sangat berpengaruh terhadap implementasi pembelajaran. Melalui kemajuan tersebut pendidik dapat menggunakan berbagai media untuk bahan ajar. Bahan ajar yang menurut Depdiknas (2006b:1) yaitu bahan ajar merupakan segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu pendidik dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar di kelas, baik berupa bahan tertulis seperti *hand out*, buku, modul, lembar kerja mahasiswa, *brosur*, *leaflet*, *wallchart*, maupun bahan tidak tertulis seperti video/film, VCD, radio, kaset, CD interaktif berbasis komputer dan internet (Arsanti, M. 2018).

Adapun media dari kata jamak yaitu medium yang artinya pengantar atau perantara (Sanjaya, 2016, hlm 163). Media pembelajaran merupakan segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan atau bahan ajar, sehingga dapat merangsang perhatian, minat, pikiran, dan perasaan peserta didik dalam kegiatan belajar untuk mencapai tujuan belajar. Ada juga yang berpendapat bahwa media pembelajaran meliputi perangkat keras atau *hardware* dan perangkat lunak atau *software* (Sanjaya, 2016, hlm 163-164). Projector, radio, televisi, laptop termasuk kedalam *hardware*, sedangkan isi program yang mengandung materi atau pesan pembelajaran seperti materi yang disajikan berbentuk bagan, gambar, video dan yang lainnya termasuk *software*.

Adapun media pembelajaran pada penelitian ini mencakup laptop atau gawai yang digunakan peserta didik untuk mengakses pembelajaran termasuk kedalam *hardware* dan materi sistem saraf yang disajikan dalam multimedia interaktif *Articulate* merupakan *software*. Materi sistem saraf yang disajikan dalam multimedia interaktif tersebut sudah dirancang sedemikian rupa agar peserta didik tidak jenuh saat pembelajaran karena terdapat penjelasan tertulis dan juga audio atau suara penjelasan materi dari guru, kemudian terdapat gambar dan juga video animasi yang menarik.

Multimedia interaktif berbasis *Articulate* pada penelitian ini diharapkan memiliki fungsi dan peranan media pembelajaran yaitu:

- (1) Mencakup suatu objek dan peristiwa tertentu
- (2) Memanipulasi keadaan, peristiwa, atau objek tertentu
- (3) Menambah gairah dan motivasi belajar peserta didik

Dari ketiga hal di atas maka multimedia interaktif ini akan dapat memberikan pengalaman keseluruhan yang nyata dari materi konkret sampai materi yang abstrak pada materi sistem saraf. Pemahaman definisi, struktur sel saraf, dan proses-proses juga acara kerja sistem saraf.

d. Strategi Pembelajaran

Strategi pembelajaran merupakan cara atau langkah yang akan ditempuh pendidik untuk memanfaatkan sumber belajar yang ada, untuk mencapai tujuan pembelajaran secara efektif dan efisien (Saputra. A. *et, al.* 2014). Strategi

pembelajaran sebagai perencanaan berisi rangkaian kegiatan yang dibuat untuk mencapai tujuan Pendidikan tertentu (Sanjaya, 2016, hlm 128). Berdasarkan uraian tersebut strategi pembelajaran merupakan sebuah rencana tindakan yang berisi penggunaan metode dan memanfaatkan sumber daya atau kekuatan saat pembelajaran berlangsung. Tujuan dari sebuah strategi pembelajaran merupakan tujuan dari seluruh arah langkah-langkah pembelajaran, pemanfaatan semua fasilitas dan sumber belajar.

Strategi pembelajaran pada penelitian ini berdasarkan latar belakang dan masalah yaitu memilih strategi pembelajaran berorientasi aktivitas siswa (PBAS) dengan pembelajaran jarak jauh atau PJJ, dengan memanfaatkan metode *e-learning*. Pertimbangan pemilihan strategi pembelajaran juga dilihat dari tujuan yang ingin dicapai, hubungannya dengan materi dan bahan pembelajaran, pertimbangan dari sudut peserta didik dan nilai efektivitas juga efisiensinya (Sanjaya, 2016, hlm 130).

Pembelajaran berorientasi aktivitas siswa menggunakan multimedia, yang berarti peserta didik memungkinkan belajar dari berbagai sumber. Pada penelitian ini pembelajaran pada materi sistem saraf ini dilakukan oleh peserta didik dengan mengakses pembelajaran pada *LMS* Jartisunda, yang sudah tersedia fitur-fitur untuk pengumuman, kehadiran, forum diskusi dan bahan ajar materi sistem saraf berbasis *Articulate*. Sebelum peserta didik belajar melalui *LMS* tersebut, mereka diberikan arahan terlebih dahulu oleh pendidik melalui *zoom meeting*. Kemudian peserta didik diberikan waktu satu minggu untuk mengakses pembelajaran. Pertemuan kedua peserta didik diberikan *posttest* tentang materi sistem saraf setelah pembelajaran.

e. Sistem Penilaian

Penilaian atau *Assessment* merupakan kegiatan mengumpulkan bukti yang dijadikan dasar penentuan terjadinya perubahan yang telah dicapai berupa hasil belajar peserta didik (Jacob *et al.*, 2014). Dalam hal ini yang dapat dinilai merupakan karakter dari peserta didik yang didalamnya termasuk kemampuan akademik, kejujuran, kemampuan untuk mengejar dan sebagainya. Tujuan penilaian pembelajaran ini untuk mengetahui keefektifan dan efisiensi sistem suatu pembelajaran secara luas (Asrul, 2014, hlm 12).

Penilaian juga berfungsi untuk mengukur suatu keberhasilan sebuah program yang diterapkan. Sistem penilaian berupa penilaian pada ranah pengetahuan sesuai dengan tujuan penelitian yang berfokus pada kemampuan analisis peserta didik pada materi sistem saraf. Pengukuran ranah kognitif atau pengetahuan ini mencakup kegiatan otak, seperti pada pengelompokan kognitif oleh Bloom yang terbagi kedalam enam kategori yang apabila tujuan level tertinggi dapat dikuasai dengan terkuasainya level dari yang terendah (Asrul, 2014, hlm 99). Kemampuan analisis menempati level keempat pada *taksonomi* bloom, yaitu menuntut peserta didik untuk memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi, memisahkan, membedakan elemen atau komponen suatu konsep, fakta, pendapat, asumsi, kesimpulan atau hipotesis dan peserta didik harus mampu memeriksa setiap komponen tersebut untuk melihat keberadaan kontraksi. Kemampuan analisis tersebut dapat dikuasai apabila peserta didik sudah mampu menguasai level sebelumnya, yaitu tingkat pengetahuan, tingkat pemahaman, dan tingkat penerapan.

Tahap awal *assessment* dilakukan melalui pengukuran, baik berupa tes atau non tes. Instrument tes berupa soal pilihan ganda berjumlah 20 soal *pretest* dan *posttest*. Tes pilihan ganda atau *multifile choice test* ialah tes objektif yang disediakan jawaban lebih dari kemungkinan jawaban yang benar (Asrul, 2014, hlm 46). Penilaian dilakukan sebelum pembelajaran atau *pretest* dan sesudah pembelajaran menggunakan media interaktif berbasis *Articulate* yang berorientasi *TPACK* atau *posttest*. Adapun instrument soal *pretest* dan *posttest* dilampirkan. Kemudian untuk hasil penunjang, peserta didik diberikan angket untuk melihat sejauh mana respon peserta didik pada penelitian ini yang menggunakan multimedia interaktif berbasis *Articulate* yang berorientasi *TPACK*.

B. Hasil Penelitian terdahulu

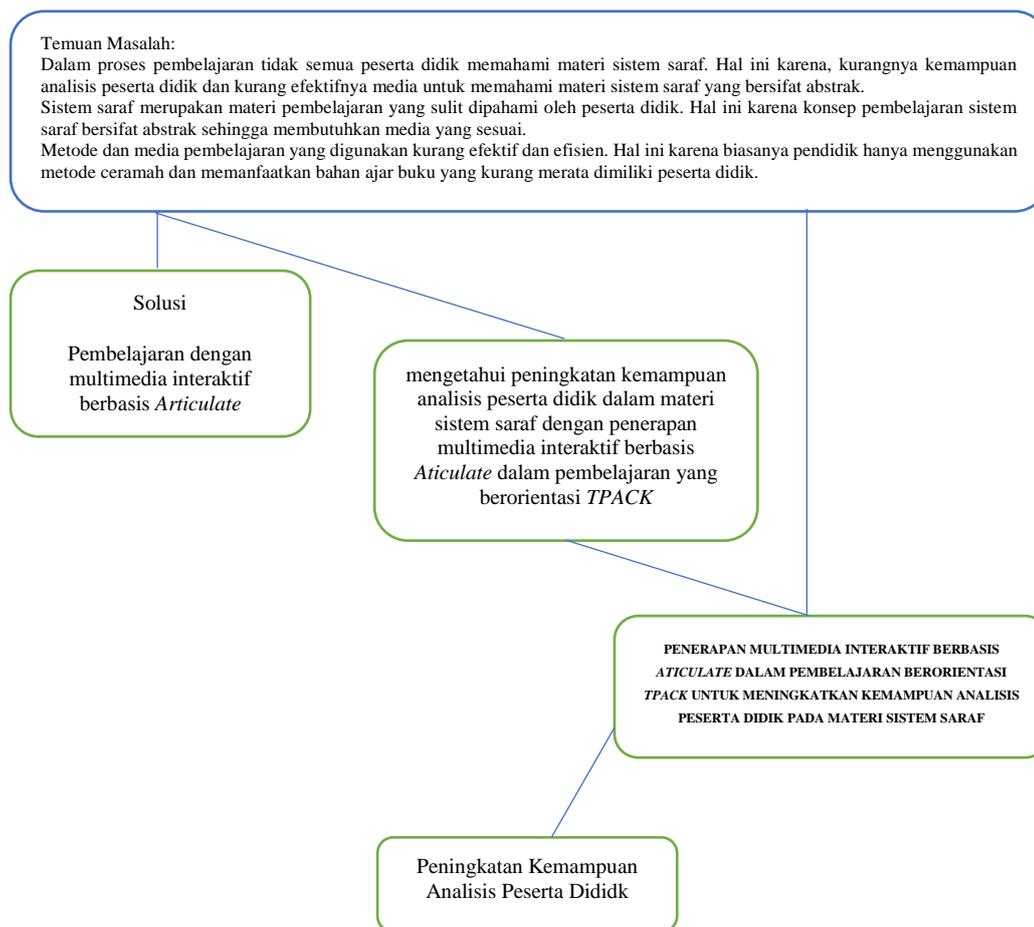
Peneliti	Tahun	Judul	Tempat	Metode	Hasil	Persamaan	Perbedaan
Sera Rizikia	2020	“Peranan Multimedia Dalam Pembelajaran E-Learning Sebagai Komponen TPACK Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Materi Sistem Imun”	Bandung	E-learning	Peran multimedia pada pembelajaran <i>e-learning</i> dalam komponen pengetahuan teknologi dan pedagogis sebagai komponen TPACK pada materi sistem imun dapat meningkatkan pemahaman terhadap kemampuan berpikir kritis setiap peserta didik.	Menggunakan multimedia dalam pembelajaran sebagai komponen TPACK	Materi yang diteliti yaitu Sistem Imun dan menggunakan aplikasi <i>Articulate</i>
Nia Nurdiani	2019	“Moodle IM Dan LMS Sebagai Komponen TPACK Dalam Meningkatkan Penguasaan Konsep Embriologi Calon Pendidik Biologi”	Bandung	Blanded Learning	Menunjukkan bahwa pembelajaran embriologi dengan multimedia interaktif dan LMS berperan positif yang dapat menjadi media ajar dengan kriteria baik dan efektif dalam membantu proses pembelajaran pada materi yang sukar.	Menggunakan multimedia interaktif dalam pembelajaran sebagai komponen TPACK	Materi yang diteliti yaitu Embriologi
Rianto	2020	“Pembelajaran Interaktif Berbasis <i>Articulate Storyline 3</i> ”	Cirebon	Daring	Pengembangan multimedia interaktif menggunakan aplikasi <i>Articulate Storyline 3</i> dengan model pengembangan ADDIE dinyatakan sangat layak pada mata kuliah digitalisasi pembelajaran Bahasa dan sastra Indonesia	Menggunakan aplikasi <i>Articulate Storyline 3</i>	Penelitian pengembangan metode ADDIE dan pada mata kuliah digitalisasi pembelajaran Bahasa dan sastra Indonesia

C. Kerangka Pemikiran

Berupaya untuk meningkatkan kemampuan analisis peserta didik tidak lepas dari media pembelajaran yang dipersiapkan oleh pendidik. Oleh karena itu perlunya media pembelajaran yang tepat dengan situasi pandemi saat ini, agar peserta didik tidak monoton dalam pembelajaran *E-learning*.

Media yang digunakan oleh pendidik SMA Angkasa Bandung masih konvensional apalagi saat pembelajaran daring, banyak peserta didik yang bosan saat pembelajaran dan kurang antusias saat pembelajaran tatap muka virtual. Materi sistem saraf juga merupakan materi yang bersifat abstrak hingga dapat mempengaruhi kemampuan analisis peserta didik. Adapun untuk mengatasi masalah tersebut, salah satunya dengan menggunakan multimedia interaktif. Dengan menggunakan multimedia interaktif ini diharapkan peserta didik akan lebih termotivasi dan meningkatkan pemahaman materi dengan kemampuan menganalisisnya.

Disamping itu, media yang digunkerangka berfikir akan dalam pembelajaran memiliki peranan penting yakni media sebagai sumber belajar yang digunakan sendiri oleh peserta didik secara mandiri yang dirancang secara sistematis agar dapat menyalurkan informasi secara terarah untuk mencapai 37 tujuan pembelajaran yang telah ditentukan (Rusman dkk. 2011. Hlm. 60). Seorang pendidik harus mengembangkan dan memanfaatkan teknologi terhadap materi yang bersifat abstrak/sulit dipahami dan dibayangkan tersebut, salah satunya dengan menerapkan kerangka *TPACK* dalam pembelajaran.



D. Asumsi dan Hipotesis

1. Asumsi

Berdasarkan latar belakang dan kajian penelitian terdahulu, maka dalam penelitian ini ada asumsi yang menjadi acuan untuk melakukan penelitian ini yaitu, penerapan multimedia interaktif berbasis *Articulate* dalam pembelajaran berorientasi *TPACK* dapat meningkatkan kemampuan analisis peserta didik pada materi sistem saraf. Dimana multimedia interaktif *Articulate* dengan kerangka *TPACK* sebagai media pembelajaran efektif dan efisien agar materi sistem saraf mudah dipahami peserta didik. Kemudian, kemampuan analisis peserta didik dalam mempelajari materi sistem saraf merupakan upaya menganalisis informasi yang masuk dan membagi-bagi atau menstrukturkan informasi ke dalam bagian yang lebih kecil untuk mengenali pola atau hubungannya, sehingga mampu mengenali serta membedakan faktor penyebab dan akibat dari sebuah skenario rumit dan dapat mengidentifikasi atau merumuskan pertanyaan.

2. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini berdasarkan asumsi dan kerangka berpikir di atas yaitu penerapan multimedia interaktif berbasis *Articulate* dalam pembelajaran berorientasi *TPACK* dapat meningkatkan kemampuan analisis peserta didik pada materi sistem saraf.