

## **BAB 2**

### **TINJAUAN TEORITIS**

#### **2.1 Kajian Pustaka**

##### **2.1.1 Buku Teks**

###### **1) Pengertian Buku Teks**

Definisi buku teks diatur dalam Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No. 8 Tahun 2016. Dalam peraturan tersebut dijelaskan bahwa buku teks sebagai sumber belajar utama untuk mencapai kompetensi dasar dan kompetensi inti, serta dinyatakan layak oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan untuk digunakan pada satuan Pendidikan (Permendikbud, 2016). Buku teks pelajaran merupakan buku yang berisi uraian materi mengenai suatu bidang studi yang disusun secara sistematis, dan melewati tahap seleksi sebelum digunakan dalam proses Pendidikan (Novianti, 2020).

Buku teks dibuat sesuai dengan standar dan tujuan tertentu yang isinya berfungsi sebagai sarana atau instruksi yang mudah dipahami oleh peserta didik dalam mendukung proses pembelajaran. Konten yang dimuat dalam buku teks pelajaran berupa materi mengenai suatu objek khusus sesuai dengan jenjang kelas dan usia dari peserta didik (Soesilo & Munthe, 2020). Dalam proses pembelajaran, mengemukakan bahwa biasanya buku teks ditetapkan sebagai pegangan atau referensi belajar (Ernawati, 2019). Selain itu, (Fitri et al., 2021) juga mengemukakan bahwa buku teks pelajaran menjadi salah satu faktor yang mendukung keberhasilan belajar.

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat disimpulkan bahwa buku teks merupakan buku pelajaran yang berisi uraian materi mengenai bidang studi tertentu, disusun secara sistematis dan melalui tahap seleksi berdasarkan standar dan kurikulum yang berlaku, serta digunakan sebagai sumber utama dalam proses pembelajaran di sekolah.

###### **2) Fungsi Buku Teks Pelajaran**

Buku teks berperan penting dalam proses pembelajaran dan menjadi tolak ukur tercapainya tujuan pembelajaran (Banowati, 2007; Dewi AP, 2019; Munafi'ah, 2021). Buku teks berperan dalam meningkatkan mutu Pendidikan

karena berperan sebagai penafsir dalam visi-misi Pendidikan (Munafi'ah, 2021). Muslich dalam (Novianti, 2020) juga menyebutkan bahwa fungsi buku teks sebagai program pembelajaran yang teratur, sebagai arahan bagi orang tua dalam membimbing anaknya ketika belajar, sebagai bekal ilmu pengetahuan, dapat meningkatkan prestasi belajar, juga sebagai alat ukur dalam mencapai kompetensi pada proses pembelajaran. Sementara itu, Tarigan (2009) menyebutkan beberapa fungsi dari buku teks diantaranya adalah mencerminkan sudut pandang; menyediakan sumber yang teratur, rapi dan bertahap; menyajikan pokok masalah; menyajikan metode dan sarana pengajaran; menyajikan berbagai tugas dan pelatihan; serta menyediakan bahan evaluasi dan remedial. Dalam proses pembelajaran buku teks digunakan untuk menyampaikan materi sehingga proses pembelajaran menjadi lebih menarik dan peserta didik dapat dengan mudah memahami apa yang mereka pelajari.

Dari beberapa pernyataan yang telah dikemukakan, dapat disimpulkan bahwa secara umum fungsi dari buku teks pelajaran yaitu sebagai sumber belajar / referensi untuk mencapai suatu kompetensi, menjadi bahan evaluasi untuk mengukur ketercapaian dari tujuan pembelajaran.

### 3) Keunggulan Buku Teks

Buku teks sebagai salah satu sumber belajar memiliki beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan sumber ajar lainnya. Beberapa keunggulan yang dimiliki buku teks pelajaran menurut Tarigan (2009) diantaranya ialah sebagai bahan ajar yang menyesuaikan kecepatan berpikir tiap individu; dapat diulang dan dilakukan ditinjau kembali; membantu memudahkan peserta didik dalam membuat catatan; serta dilengkapi dengan ilustrasi visual seperti gambar dan diagram untuk memperjelas materi yang disampaikan. Sementara itu, Utari et al., (2018) mengemukakan beberapa keunggulan dari buku teks diantaranya membantu guru dalam melaksanakan kurikulum; membantu menstandarkan pembelajaran; materi disajikan dengan efisien; serta memberikan kontinuitas pelajaran di kelas yang berurutan.

Dari beberapa pernyataan yang telah dikemukakan, dapat disimpulkan bahwa beberapa keunggulan buku teks yaitu memfasilitasi siswa dalam

membangun pengetahuannya sesuai dengan kemampuannya masing-masing; membantu guru dalam melaksanakan kurikulum dan menstandarkan pembelajaran; buku teks membantu memperjelas objek yang sedang dikaji dan menjadikan buku lebih menarik; memberikan kontinuitas dalam pembelajaran di kelas yang berurutan; serta memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk mengulangi materi atau mempelajari materi baru.

#### 4) Keterbatasan Buku Teks

Selain memiliki keunggulan, buku teks juga memiliki beberapa keterbatasan. Tarigan (2009) mengemukakan beberapa keterbatasan yang dimiliki buku teks diantaranya yaitu buku teks hanya sebatas sarana pengajaran; soal latihan dan tugas-tugas yang dimuat dalam buku teks belum cukup memfasilitasi siswa; sarana pengajaran kurang maksimal karena keterbatasan ruang dalam buku teks; serta evaluasi tidak dilakukan secara keseluruhan dan bersifat sugestif. Sementara itu, Utari et al., (2018) juga mengemukakan beberapa keterbatasan dari buku teks diantaranya pada isi atau konten materi pada buku teks yang tidak sesuai (dengan lingkungan, kontroversial); latihan atau tugas-tugasnya kurang memadai; pada bagian evaluasi bersifat sugestif dan tidak mengevaluasi secara keseluruhan; terbatas dalam ruang atau halaman; serta mempersempit pengetahuan guru.

Dari beberapa pernyataan yang telah dikemukakan, dapat disimpulkan bahwa buku teks memiliki keterbatasan diantaranya keterbatasan ruang dalam buku yang menjadikan konten materi tidak dibahas secara maksimal; soal latihan dan tugas belum memfasilitasi setiap materi (sebagian); konten materi terkadang tidak sesuai dengan tuntutan kompetensi dasar; dan jika buku teks dijadikan sebagai satu-satunya referensi belajar, maka pengetahuan tidak akan berkembang.

#### 5) Kriteria Buku Teks

Buku teks yang digunakan dalam proses pembelajaran harus memiliki kualitas yang baik dan memenuhi kriteria tertentu (Yusliani et al., 2019). Untuk memudahkan siswa dalam memahami materi, Munafi'ah (2021) mengutarakan bahwa dalam buku teks harus dilengkapi dengan sarana pembelajaran. Syafi'ah et al., (2022) menyebutkan bahwa buku teks yang baik tidak hanya berisi rangkuman materi dan soal saja, tetapi juga memenuhi tuntutan dari kurikulum 2013.

Sementara itu, Sa'dun (dalam Novianti, 2020) menyebutkan beberapa kriteria buku teks yang baik ialah sebagai berikut:

- 1) Memperhatikan keakurasian seperti kecermatan dalam penyajian, keabsahan penyajian hasil penelitian serta pendapat pakar, adanya teori perkembangan terbaru, serta memuat pendekatan keilmuan yang bersangkutan.
- 2) Adanya relevansi antara kompetensi yang harus dicapai dengan cakupan isi, kedalaman pembahasan, dan kompetensi pembaca (baik dari segi materi, tugas, penjelasan, latihan soal, kelengkapan uraian dan ilustrasi).
- 3) Komunikatif, yaitu isi buku mudah dipahami, sistematis, jelas dan tidak terdapat kesalahan bahasa.
- 4) Lengkap dan sistematis, maksudnya memuat kompetensi yang harus dikuasai pembaca dan memberikan manfaat dari penguasaan kompetensi bagi kehidupan nyata, penjabaran materi sistematis (mengikuti alur pikir dari sederhana ke kompleks), serta memuat daftar isi dan daftar pustaka.
- 5) Berorientasi pada *student centered* dan pendekatan konstruktivisme. Penggunaan buku teks pelajaran diharapkan mampu memunculkan rasa ingin tahu peserta didik serta dapat membangun terjadinya interaksi antara peserta didik dengan sumber belajar sehingga peserta didik dapat membangun sendiri pengetahuannya.
- 6) Berorientasi pada ideologi bangsa dan negara, yaitu memuat nilai ketakwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa; mengandung nilai kemanusiaan, mendorong kesadaran keberagaman masyarakat, menumbuhkan rasa nasionalisme, kesadaran hukum dan tatacara berpikir logis.
- 7) Ditulis dengan ejaan, istilah, dan struktur kalimat yang sesuai
- 8) Buku yang membahas materi secara mandalam disajikan dengan panjang dan struktur kalimat yang dapat dipahami oleh pembaca.

Sementara itu, kriteria mutu umum untuk buku teks pelajaran IPA dan materi Pendidikan lainnya menurut Devetak & Vogrinc (2013) diantaranya adalah sebagai berikut:

- 1) Struktur buku yang jelas dan nyata, seperti adanya daftar isi, tujuan pembelajaran, isi buku tersusun secara logis dan memuat pengembangan

konsep, adanya ringkasan materi, serta terdapat referensi yang digunakan untuk menyusun buku teks tersebut.

- 2) Terdapat sampul buku yang di desain, tanda penerbit, serta klaim hak cipta
- 3) Isi buku konsisten dengan tujuan pembelajaran yang bersifat objektif. Setiap bab memuat tujuan pembelajaran sesuai dengan kurikulum nasional untuk subjek ilmu tertentu, serta adanya kompetensi yang harus dikembangkan oleh siswa
- 4) Isi dari konten materi berdasarkan tujuan pembelajaran sesuai kurikulum nasional, karena buku teks berperan untuk mengukur capaian tujuan pembelajaran dan kompetensi siswa.
- 5) Buku teks sebagai bahan ajar yang koheren dalam kerangka program pendidikan harus mencakup area mata pelajaran yang lengkap dan komprehensif, seperti mengandung terminologi yang seragam, dan isinya berhubungan satu sama lain.
- 6) Menggunakan pendekatan induktif (dikembangkan dari umum ke spesifik), yaitu setiap bab dimulai dengan masalah praktis yang dilampirkan pengetahuan teoretis dan umum yang sesuai. Pengetahuan teoretis terkait dengan aplikasi praktisnya yang memberi makna dan memastikan daya tahannya.
- 7) Isi buku teks benar dan sesuai dengan pengetahuan aktual tentang bidang studi sains tertentu. Misalnya buku teks sains biasanya terdiri dari konsep, fakta, prinsip dan aturan, hukum dan metode, prosedur dan alat yang paling penting yang terbukti dan memiliki nilai lebih lama.
- 8) Konten materi memadai secara didaktis (isinya disesuaikan dengan kebutuhan sasaran kelompok siswa) serta disesuaikan dengan kompleksitas dan tingkat program pendidikan. Materi pembelajaran harus memungkinkan individualisasi dan harus mempertimbangkan gaya belajar siswa yang berbeda.
- 9) Konten buku teks harus memberikan keterkaitan antara lintasan kurikulum (kurikulum yang berbeda), sehingga dapat memberikan pemahaman secara logis kepada pembaca.

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat disimpulkan bahwa dalam penulisan atau pengembangan buku teks pelajaran harus memperhatikan beberapa kriteria

baik dari segi penyajian ataupun konten materi. Adapun kriteria yang dimaksud seperti penyajian buku teks bersifat lengkap, akurat, sistematis dan komunikatif. Sementara dari segi konten materi buku teks hendaknya disajikan dengan memperhatikan beberapa hal seperti kesesuaian tujuan pembelajaran berdasarkan kurikulum yang berlaku; kebenaran, kemutakhiran, dan ketepatan informasi yang disampaikan sesuai dengan disiplin ilmu yang disampaikan; kedalaman pembahasan materi yang disesuaikan dengan kompetensi yang harus dicapai peserta didik; kesesuaian metode pembelajaran yang akan digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran, serta bahasa yang digunakan disesuaikan dengan kemampuan bahasa peserta didik.

#### 6) Buku Teks dalam Kurikulum 2013

Pembelajaran berdasarkan kurikulum 2013 mengedepankan kegiatan pembelajaran dengan konsep *student center*. Konsep ini dimaksudkan untuk mengembangkan keterampilan berpikir peserta didik agar mereka secara mandiri dapat bereksplorasi dalam membentuk kompetensi dan menggali berbagai potensi, serta kebenaran secara ilmiah (Sofiarini & Rosalina, 2021). Peran guru sebagai fasilitator dalam pembelajaran berbasis kurikulum 13 harus memiliki kreativitas terutama dalam memberikan layanan dan kemudahan ketika belajar, serta mampu memaksimalkan sarana yang dapat menunjang proses pembelajaran seperti sumber atau media belajar. Dalam implementasi kurikulum 2013 pemerintah melakukan pengadaan buku teks pelajaran baik untuk guru dan siswa sebagai salah satu penunjang dalam proses pembelajaran (Murniati et al., 2021). Untuk itu, pemerintah mengeluarkan peraturan mengenai penataan sistem perbukuan yaitu Permendikbud No. 71 Tahun 2013 mengenai buku teks siswa dan buku panduan guru untuk Pendidikan dasar dan menengah. Isi dari buku teks siswa diantaranya mengenai berbagai upaya yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi sesuai dengan tuntutan dari kurikulum 2013 (Yunianto & Rokhimawan, 2021). Sebagian besar guru disekolah menggunakan buku tersebut sebagai sumber belajar dalam kegiatan belajar mengajar (Yusliani et al., 2019).

## 2.1.2 Pembelajaran Biologi

### 2.1.2.1 Hakikat Pembelajaran Biologi

Biologi sebagai salah satu rumpun ilmu sains yang menunjukkan gejala alam melalui serangkaian proses ilmiah. Biologi mempelajari berbagai macam sesuatu tentang makhluk hidup atau kajian saintifik tentang kehidupan, juga mendalami berbagai persoalan mengenai fenomena kehidupan dalam berbagai tingkatan serta bentuk interaksinya dengan lingkungan. Sebagai salah satu bagian dari sains, biologi terdiri dari produk dan proses. Produk biologi terdiri dari fakta, konsep, prinsip, teori, dan hukum yang berkaitan dengan makhluk hidup serta bentuk interaksinya dengan lingkungan. Selain sebagai produk dan proses, Hala et al., (2020) menyebutkan bahwa di dalam biologi mengandung nilai (*values*) yang terdiri dari unsur sikap bertuhan dan sikap bersosial. Sikap sosial yang dimaksud merupakan salah satu hasil dari proses pembelajaran saintifik (Kemendikbud, 2018).

Dalam kehidupan nyata, lingkungan alam sekitar menjadi laboratorium alami yang tentunya berperan sangat penting terutama ketika mempelajari biologi. Biasanya di lingkungan sekitar muncul berbagai macam gejala alam yang tentunya dapat memunculkan persoalan sains. Gejala atau fenomena yang muncul ini dapat menjadi sebuah informasi bagi peserta didik dalam mempelajari biologi terutama yang berkaitan dengan kehidupan nyata (Hasan et al., 2018).

Hakikat pembelajaran biologi sebagai suatu proses yang mengantarkan peserta didik pada tujuan belajarnya, dengan biologi yang berperan sebagai alat untuk mencapai tujuan tersebut. Menurut Rustaman (2007) pembelajaran biologi hendaknya dapat dipraktikkan sesuai dengan hakikatnya sebagai bagian dari rumpun sains yang meliputi keterampilan kognitif (*minds on*), afektif (*hearts on*) dan psikomotor (*hands on*).

### 2.1.2.2 Karakteristik Pembelajaran Biologi

Karakteristik pembelajaran biologi pada umumnya sama dengan karakteristik dari ilmu sains lainnya. Adapun karakteristik ilmu pengetahuan alam termaksud biologi yaitu:

- 1) Objek kajian berupa benda nyata dan dapat ditangkap indera.

- 2) Dikembangkan berdasarkan pengalaman empiris (pengalaman sesungguhnya)
- 3) Memiliki prosedur yang sistematis, bersifat baku, menggunakan cara berpikir logis, dan bersifat deduktif (berpikir dengan menarik kesimpulan dari hal-hal yang khusus menjadi ketentuan yang berlaku umum).
- 4) Hasilnya bersifat obyektif atau apa adanya, terhindar dari kepentingan pelaku (subyektif) (Hasan et al., 2018).

Kedudukan biologi dalam struktur keilmuan menempati posisi yang sangat strategis dan unik. Sebagai bagian dari ilmu pengetahuan alam atau *natural science*, biologi memiliki kesamaan dengan disiplin ilmu lainnya, diantaranya yaitu mempelajari gejala alam, dan merupakan sekumpulan konsep prinsip teori (produk sains). Cara kerja atau metode ilmiah (proses sains), dan didalamnya terkandung sejumlah nilai dan sikap. Sebagai bagian dari ilmu-ilmu yang mempelajari manusia, biologi berbeda dari sosiologi atau psikologi. Biologi mempelajari struktur fisiologis dan genetika manusia sedangkan sosiologi mempelajari aspek hubungan sosial antar manusia, dan psikologi aspek perilaku dan kejiwaan manusia (Hasan et al., 2018).

#### 2.1.2.3 Kurikulum Pembelajaran Biologi

Sistem kurikulum yang berlaku dan ditetapkan di sekolah akan mengikat semua bidang matapelajaran, termasuk mata pelajaran biologi. Biologi sebagai bidang sains dalam proses pembelajarannya harus sesuai dengan sistem kurikulum yang berlaku pada satuan Pendidikan (Makaborang, 2019). Sebagaimana telah dipaparkan sebelumnya, konsep dari kurikulum 2013 menekankan proses pembelajaran berpusat pada siswa dan mengutamakan berpikir ilmiah. Hal ini sesuai dengan dengan tujuan dari kurikulum 2013 yaitu untuk meningkatkan keterampilan peserta didik, baik keterampilan berpikir kritis maupun keterampilan bereksperimen dan melakukan observasi (Vasmin et al., 2020). Pembelajaran biologi berpengaruh dalam mengasah pengetahuan, pemahaman, penalaran, dan berpikir analitis mengenai berbagai fenomena dalam kehidupan. Vasmin et al., (2020) menjelaskan bahwa berdasarkan kurikulum 2013 terdapat penambahan jam pelajaran pada matapelajaran biologi baik untuk kelas wajib ataupun peminatan. Dengan adanya penambahan jam tersebut, guru dituntut dapat menentukan desain

pembelajaran yang menarik agar peserta didik terlibat aktif dalam berkomunikasi, menemukan ide atau permasalahan, serta mencari solusi dari permasalahan yang ditemukan. Dengan kata lain, implementasi kurikulum 2013 pada mata pelajaran biologi disekolah memerlukan adanya pemahaman dari guru agar penerapannya dapat berhasil (Makaborang, 2019). Salah satu upaya yang dapat dilakukan guru dalam mencapai tujuan dari kurikulum 2013 ialah pemilihan sumber dan media pembelajaran yang sesuai, terutama yang sudah dikembangkan sesuai dengan keterampilan yang dibutuhkan oleh peserta didik.

#### 2.1.2.4 Gambaran Umum Materi Biologi Kelas XII

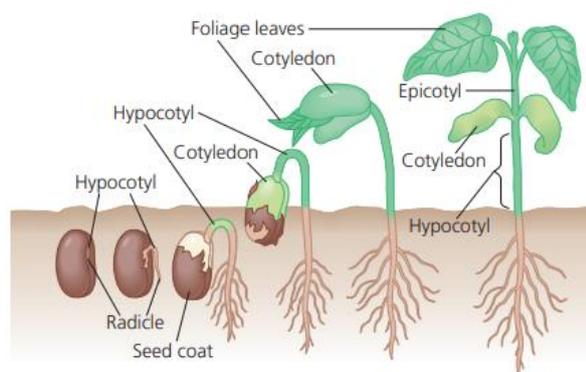
Materi biologi yang dimuat dalam buku teks biologi kelas XII SMA sesuai dengan kurikulum 2013 terdiri dari beberapa materi yang tercantum dalam kompetensi dasar (KD). Materi-materi tersebut terbagi untuk dua semester pembelajaran, yakni ganjil dan genap. Beberapa materi yang dipelajari oleh peserta didik pada semester ganjil diantaranya ialah tentang pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup, enzim dan metabolisme sel, materi genetik, pembelahan sel, serta prinsip pewarisan sifat berdasarkan hukum Mendel. Sementara itu, materi yang dipelajari pada semester genap antara lain tentang pola-pola hereditas makhluk hidup, pola hereditas pada manusia, mutasi, evolusi dalam kehidupan, serta materi bioteknologi untuk kehidupan.

##### 1) Pertumbuhan dan Perkembangan Makhluk Hidup

Pertumbuhan diartikan sebagai penambahan dari sel-sel yang menyusun tubuh makhluk hidup. Pertumbuhan biasanya dicirikan dengan penambahan kuantitas, yaitu penambahannya dapat diukur secara kuantitatif dan bersifat *irreversible* (permanen). Misalnya pertumbuhan tinggi badan dan berat badan. Perkembangan diartikan sebagai perubahan bentuk dan tingkat kematangan dari makhluk hidup (perubahan menjadi dewasa), yang mana akan terjadi diferensiasi sel (perubahan struktur dan fungsi), histogenesis, organogenesis, dan gametogenesis. Perkembangan merupakan peristiwa yang bersifat kualitatif atau tidak dapat diukur.

Pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan diawali dengan peristiwa perkecambahan biji dari keadaan dormansi (Urry et al., 2020) baik yang terjadi

secara epigeal ataupun secara hipogeal (Gambar 2.1). Selanjutnya terjadi pertumbuhan primer yang akan menyebabkan tumbuhan bertambah tinggi dan panjang karena adanya aktifitas pembelahan dari sel-sel meristem. Kemudian, tumbuhan akan mengalami pertumbuhan sekunder yang merupakan hasil pembelahan meristem lateral yang membentuk kambium vaskuler dan kambium gabus. Selanjutnya ialah peristiwa pembungaan yang dapat mengantarkan tumbuhan sampai ke tahap pembentukan buah dan biji (Campbell et al., (2020).



**Gambar 2. 1 Tahapan Pertumbuhan dan Perkembangan pada Tumbuhan**

Sumber: Campbell et al., (2020:830).

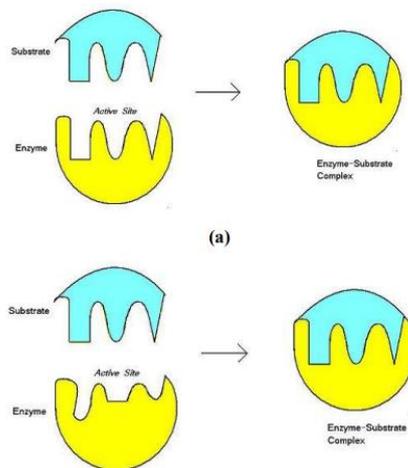
Terdapat dua faktor yang dapat mempengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan, yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal berasal dari faktor genetic yang mana faktor ini dapat mengendalikan hormon dalam proses pertumbuhan dan perkembangan. Hormon ialah senyawa kimia yang dapat menyebabkan reaksi fisiologis. Hormon yang dihasilkan oleh tumbuhan disebut fitohormon, yang terbagi kedalam beberapa jenis, yaitu auksin, giberelin, sitokinin, asam absisat, dan etilen. Sementara faktor eksternal yang dapat berpengaruh dalam proses pertumbuhan dan perkembangan diantaranya adalah nutrisi, cahaya, suhu, kelembapan, dan aerasi (Campbell et al., 2020).

## 2) Enzim dan Metabolisme Sel

Enzim merupakan katalis yang berperan dalam sistem biologis. Enzim dikenal sebagai katalis paling efektif karena dapat meningkatkan laju reaksi hingga  $10^6$ - $10^{12}$  kali dibandingkan reaksi yang tidak dikatalis (Ischak et all., 2017). Secara umum, struktur enzim dibedakan menjadi holoenzim yang tersusun atas apoenzim (protein) dan kofaktor (nonprotein). Kofaktor dalam enzim berada di sebelah kiri

dan di dalamnya terdapat ion anorganik, gugus prostetil, dan koenzim. Selain terdapat kofaktor, pada sisi kiri enzim juga terdapat bagian sisi aktif enzim (bagian yang berikatan langsung dengan substrat).

Enzim memiliki beberapa sifat yang menjadi karakteristik khasnya agar dapat dibedakan dari senyawa lain, diantaranya ialah berperan sebagai katalisator; kerjanya dipengaruhi oleh suhu, pH, konsentrasi enzim/substrat, inhibitor; dapat digunakan terus menerus, bekerja pada substrat yang spesifik; serta memiliki sifat yang sama seperti protein. Selanjutnya, dalam bukunya Ischak et all., (2017) menyebutkan bahwa enzim memiliki dua cara kerja berbeda yakni dikenal dengan istilah *Lock & Key*, dan *Induced-fit*.



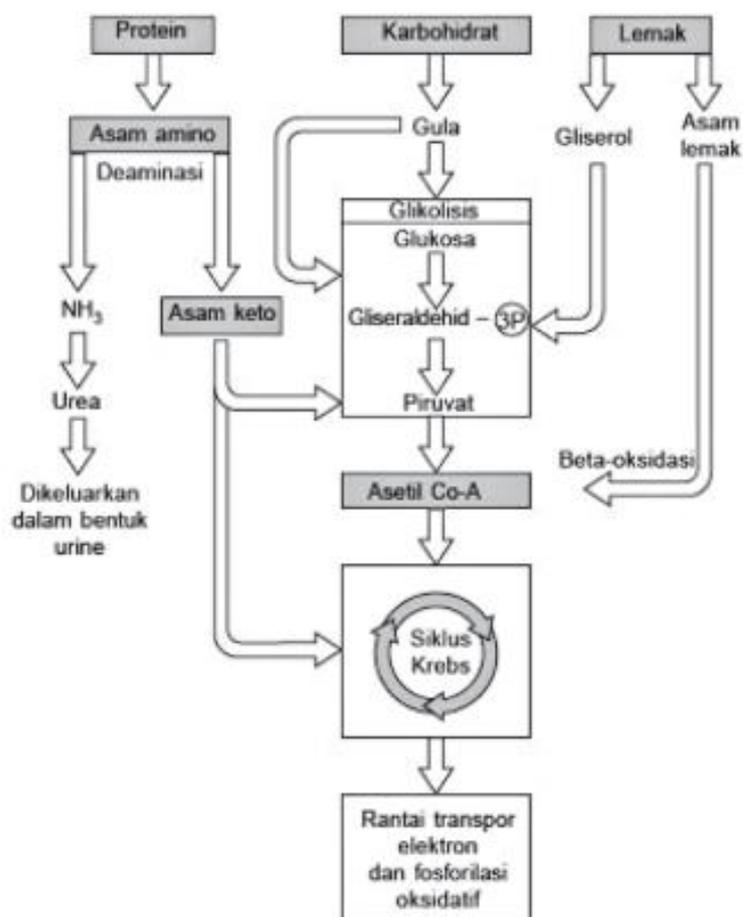
**Gambar 2. 2 Model Pengikatan Enzim-sustrat (a)*Lock & Key* (b)*Induced-fit***

Sumber: Ischak et all., (2017:78)

- Model Kunci dan anak kunci (*Lock and Key*), dikemukakan oleh Fischer. Model ini menganggap bahwa terdapat kesamaan bentuk yang sangat mirip antara struktur substrat dan bentuk geometri dari sisi aktif enzim (Gambar 2.2a). Substrat mengikat pada suatu bagian enzim yang berkomplemen dengan strukturnya seperti layaknya kunci dan gembok.
- Model Induksi pas (*Induced-fit*), diajukan oleh Daniel Koshland. Merupakan model yang luwes karena sisi aktif enzim bukan merupakan struktur yang kaku. Pengikatan substrat dapat menginduksi perubahan konformasi sisi aktif hingga mencapai kedudukan yang tepat agar enzim dan

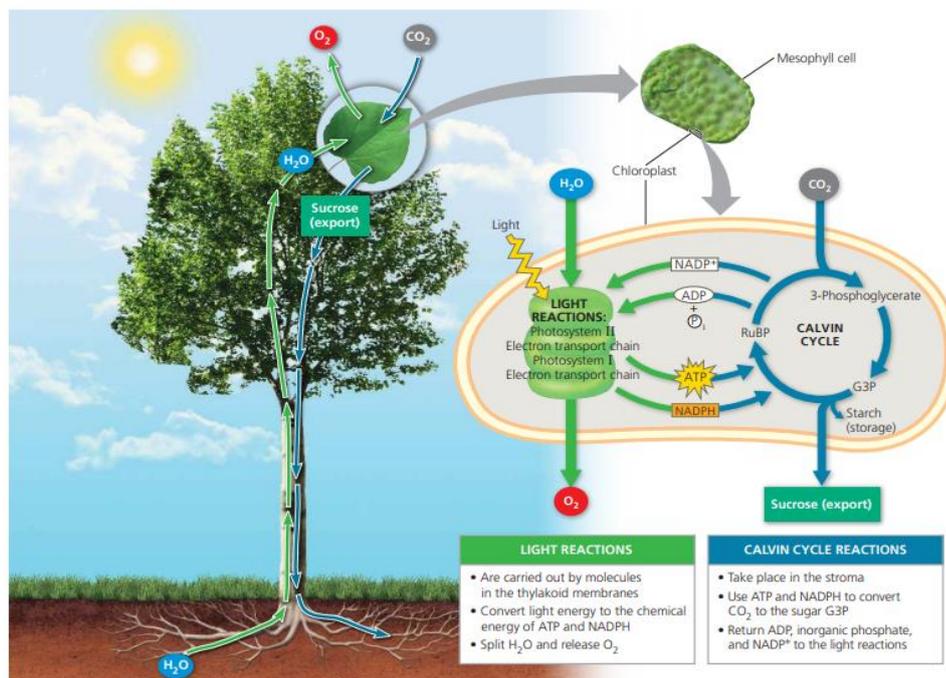
substrat membentuk ikatan (Gambar 2.2b). Jadi sisi aktif enzim mempunyai bentuk tiga dimensi yang berbeda sebelum dan setelah mengikat substrat.

Metabolisme diartikan sebagai keseluruhan reaksi kimia dari suatu organisme yang terdiri dari jalur katabolisme dan anabolisme yang mengatur material dan sumber energi sel. Katabolisme didefinisikan sebagai proses pemecahan molekul kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana. Contohnya ialah katabolisme karbohidrat (peristiwa respirasi dan fermentasi), katabolisme karbohidrat, protein dan lemak (Gambar 2.3). Sementara itu, anabolisme merupakan reaksi pembentukan atau penyusunan molekul kompleks dari molekul sederhana. Berdasarkan jumlahnya, proses anabolisme dibedakan menjadi fotosintesis (menggunakan energi cahaya sebagai sumber energi) dan kemosintesis (menggunakan energi kimia sebagai sumber energi) (Gambar 2.4).



**Gambar 2. 3 Katabolisme Karbohidrat, Protein, dan Lemak**

Sumber: Wahyuni (2013:5)



**Gambar 2. 4 Proses Fotosintesis**

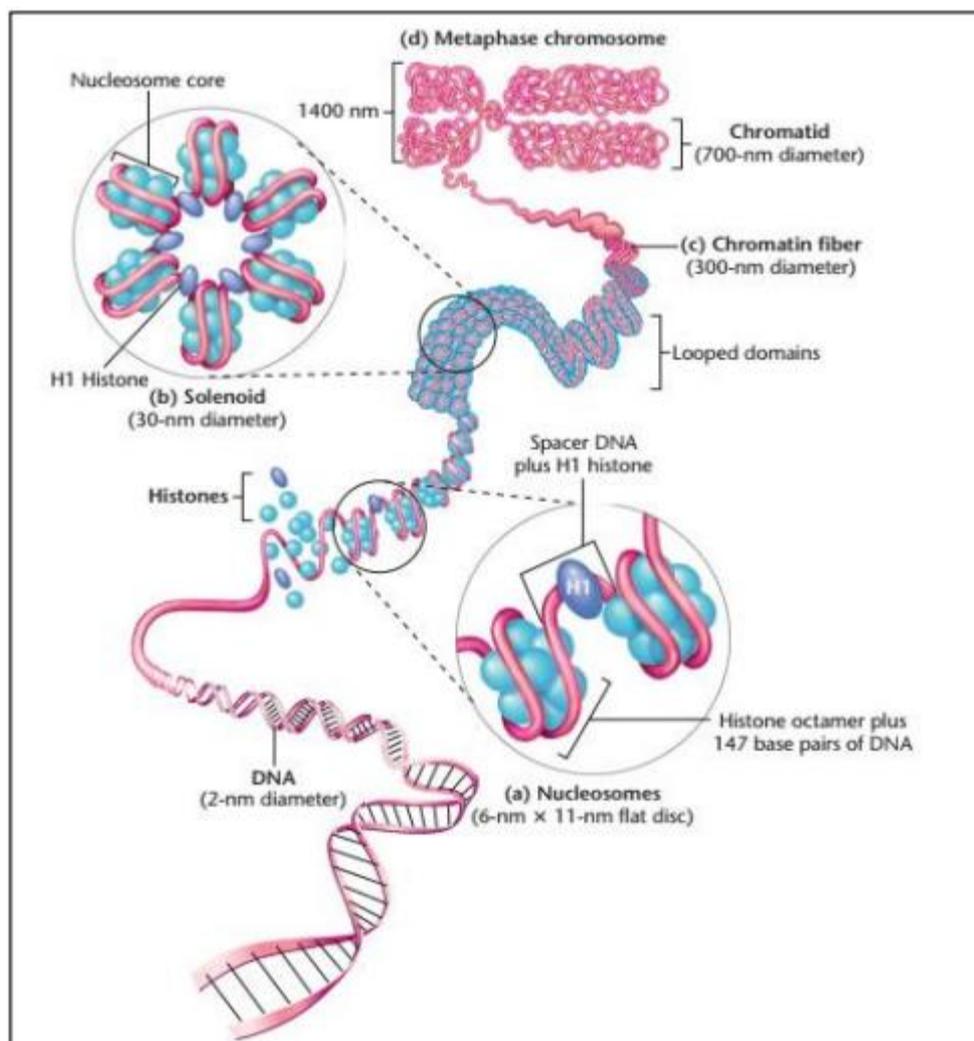
Sumber: Campbell et al., (2020:207).

### c) Materi Genetik

Genetika merupakan bidang sains yang mempelajari pewarisan sifat dan variasi yang diwariskan (Campbell & Reece, 2010). Dalam genetika juga dipelajari substansi materi genetik yang membawa sifat dari induk ke keturunannya. Genetika erat kaitannya dengan kromosom, gen, asam nukleat, dan proses sintesis protein. Kromosom diartikan sebagai struktur pembawa materi genetik yang ditemukan dalam nucleus sel eukariotik. Jika diamati dibawah mikroskop, kromosom memiliki bentuk seperti benang-benang tebal yang di dalamnya terdapat puluhan sampai jutaan gen (unit pembawa informasi genetik). Struktur kromosom (Gambar 2.5) dibedakan menjadi dua bagian, yakni senromer (kepala kromosom) dan lengan kromosom (kromatid) (Campbell et al., 2020).

Secara umum kromosom dibedakan menjadi autosom (kromosom tubuh) dan gonosom (kromosom kelamin) (Urry et al., 2020). Sedangkan berdasarkan letak sentromernya, kromosom terbagi menjadi empat, yakni kromosom metasentrik, kromosom sub metasentrik, kromosom akrosentrik, dan kromosom telosentrik.

Selanjutnya, mengenai banyaknya kromosom yang dimiliki oleh setiap spesies berbeda-beda, sesuai dengan kompleksitas tubuhnya. Organisme dengan struktur tubuh yang kompleks, biasanya memiliki jumlah kromosom yang lebih banyak dibandingkan dengan organisme dengan sederhana.

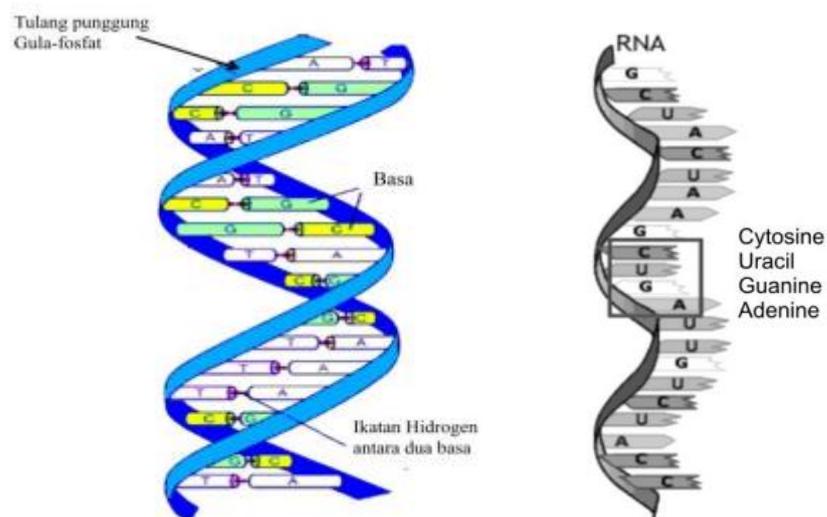


**Gambar 2. 5 Struktur Kromosom**

Sumber: Effendi (2020:10)

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, gen merupakan unit pembawa informasi genetic yang membawa sifat yang akan diturunkan. Wilhelm L. Johannsen adalah orang yang pertama kali mengenalkan istilah gen. Gen memiliki bentuk fisik berupa molekul asam nukleat yang akan menerjemahkan sifat-sifat yang tampak (fenotif) pada organisme. Dalam bukunya, Campbell et al., (2020) menjelaskan bahwa terdapat dua jenis asam nukleat yang terdapat di dalam gen,

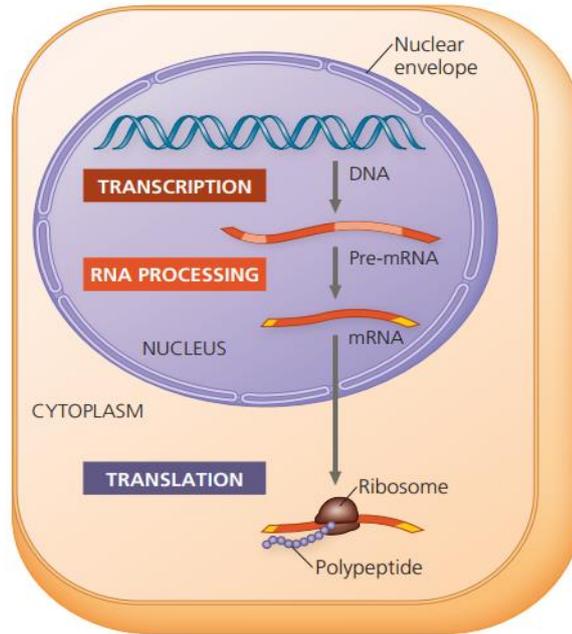
yakni asam deoksiribonukleat (DNA) dan asam ribonukleat (RNA) (Gambar 2.6). DNA sebagai molekul asam nukleat yang beruntai ganda dan membentuk heliks, tersusun atas monomer nukleotida dengan gula deoksiribosa dan basa nitrogen adenin (A), sitosin (C), guanin (G), dan Timin (T); DNA memiliki kemampuan dalam replikasi dan menentukan struktur terwariskan dari protein sel. Sementara, RNA sebagai asam nukleat terdiri dari monomer nukleotida dengan satu gula ribosa dan satu basa nitrogen sama dengan DNA; biasanya beruntai tunggal; berfungsi dalam sintesis protein, regulasi gen, dan sebagai genom dari beberapa virus (Campbell et al., 2020).



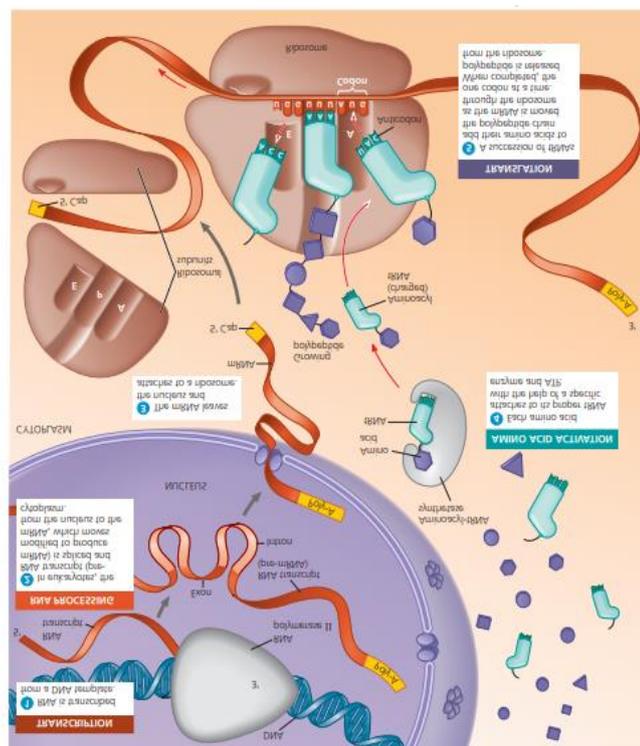
**Gambar 2. 6 Struktur DNA dan RNA**

Sumber: Rosana (2012: 8&29)

Informasi genetik yang dibawa oleh DNA akan diurutkan berdasarkan pasangan basa nitrogen membentuk sebuah kode genetic (kodon) dan ditentukan oleh tiga urutan sehingga disebut kode triplet. Hasil dari salinan kodon ini kemudian akan diterjemahkan menjadi asam amino yang bila digabungkan akan membentuk protein melalui proses sintesis protein yang berlangsung di ribosom. Proses sintesis protein (Gambar 2.7) akan melewati dua tahapan (Gambar 2.8), yakni transkripsi berupa proses penyalinan kode genetic dari DNA oleh mRNA, dan proses translasi yaitu proses penerjemahan kode-kode genetic pada mRNA menjadi asam amino penyusun protein (Campbell et al., 2020).



**Gambar 2. 7 Skema Sintesis Protein**  
 Sumber: Campbell et al., (2020:339).

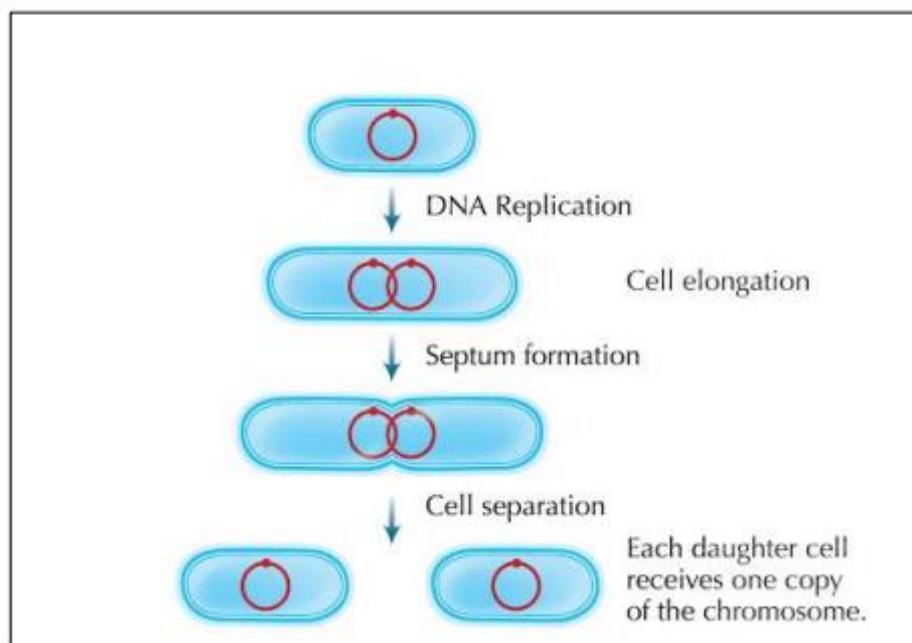


**Gambar 2. 8 Proses Transkripsi dan Translasi**  
 Sumber: Campbell et al., (2020:356).

#### d) Pembelahan Sel

Pembelahan sel atau dikenal dengan reproduksi sel ialah proses membelahnya sel induk menjadi dua sel atau lebih sel anak dengan tujuan reproduksi (perbanyakkan sel), pertumbuhan dan perkembangan, serta untuk regenerasi sel-sel yang rusak atau mati. Terdapat tiga macam tipe pembelahan sel, yaitu amitosis, mitosis dan meiosis.

Pembelahan amitosis (Gambar 2.9) merupakan peristiwa ketika sel membelah diri secara langsung tanpa adanya tahapan pembelahan sel. Amitosis biasa dikenal dengan istilah pembelahan biner (membelah menjadi dua), dengan hasil pembelahan yaitu sel anak memiliki karakteristik yang identic dengan sel induknya (Urry et al., 2020). Pembelahan ini biasa terjadi pada organisme prokariotik dan eukariotik uniseluler seperti pada bakteri dan ganggang hijau biru, amoeba, dan paramecium (Effendi 2020).

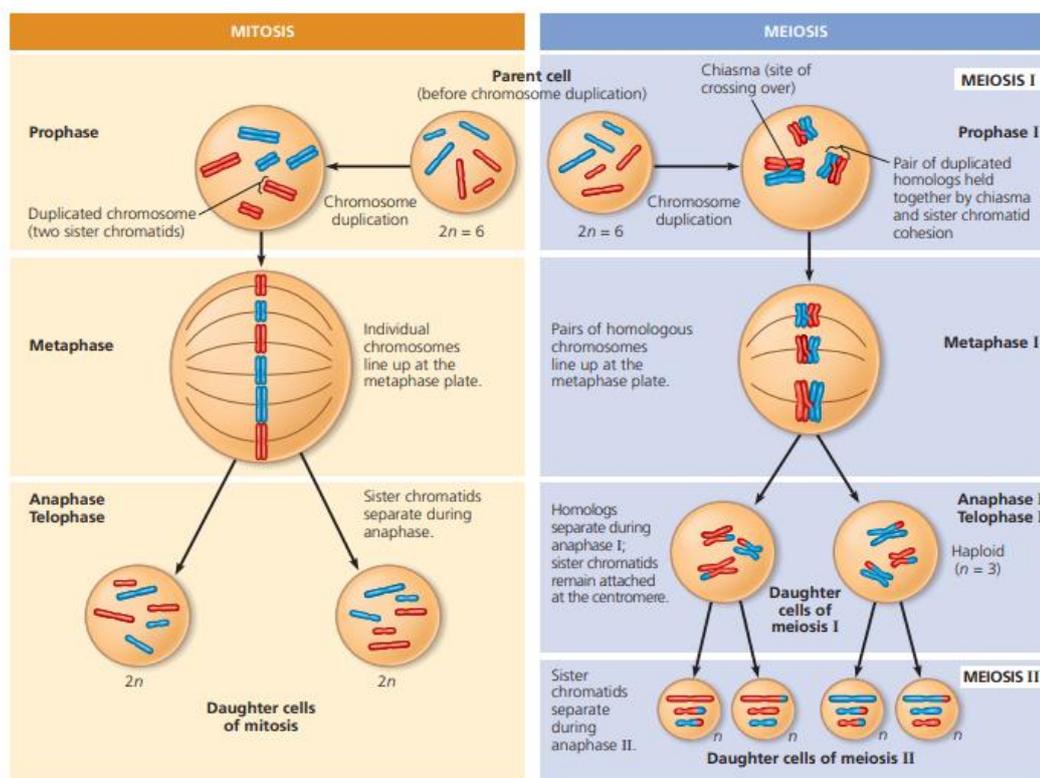


**Gambar 2. 9 Tahapan Pembelahan Sel (Amitosis)**

Sumber: Effendi (2020:13)

Jenis pembelahan yang kedua ialah mitosis (Gambar 2.10-kiri). Pembelahan mitosis ialah pembelahan yang menghasilkan dua sel anak dengan jumlah kromosom sama dengan jumlah kromosom sel induk. Fungsi dari pembelahan mitosis diantaranya untuk pertumbuhan, regenerasi, dan mempertahankan jumlah

kromosom. Pembelahan ini hanya terjadi pada sel eukariotik. Pada tumbuhan pembelahan mitosis terjadi pada jaringan meristem yaitu jaringan muda yang masih aktif membelah seperti pada ujung akar, pucuk, dan ujung batang. Sementara pada hewan, pembelahan ini terjadi pada semua sel tubuh kecuali sel kelamin. Proses pembelahan mitosis melewati tahapan profase, metaphase, anafase, dan telophase (Campbell et al., 2020).

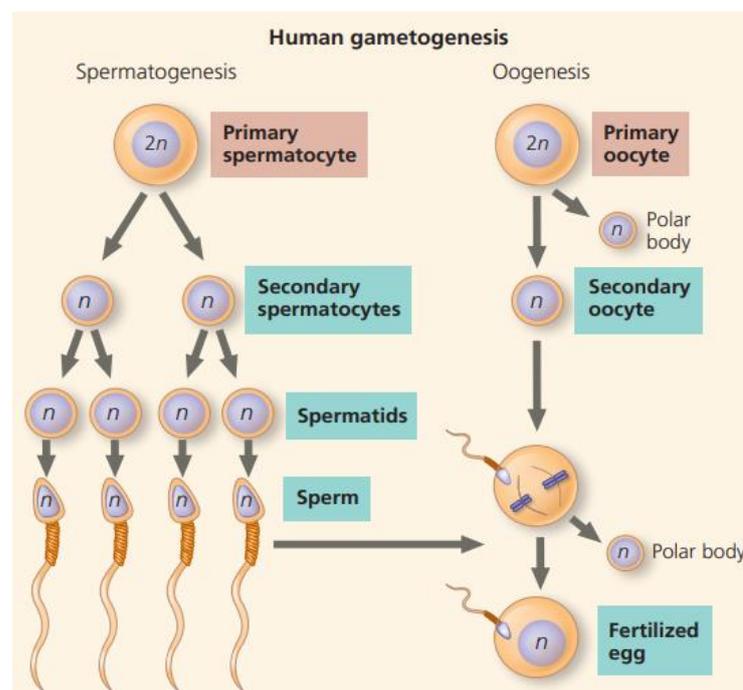


**Gambar 2. 10 Tahapan Pembelahan Mitosis dan Meiosis**

Sumber: Campbell et al., (2020:263).

Berbeda dengan pembelahan mitosis yang menghasilkan jumlah kromosom sel anak identic dengan kromosom induk, pada pembelahan meiosis (Gambar 2.10-kanan) terjadi pengurangan jumlah kromosom induk, sehingga pembelahan ini dikenal dengan pembelahan reduksi. Pembelahan ini hanya terjadi pada sel kelamin yaitu sperma dan ovum. Berdasarkan hal tersebut, diketahui bahwa tujuan dari pembelahan meiosis adalah untuk menjaga agar keturunan hasil reproduksi tetap memiliki jumlah kromosom yang sama dengan induknya. Hasil dari pembelahan meiosis ialah empat sel anak karena terjadi dua kali pembelahan yaitu meiosis I dan

meiosis II dengan masing-masing memiliki setengah jumlah kromosom sel induk. Adapun tahapan dari setiap pembelahan yang terjadi memiliki pola yang sama seperti pembelahan mitosis (Gambar 2.11), hanya saja diantara meiosis I dan meiosis II dipisahkan dengan tahap interfase (Campbell et al., 2020).



**Gambar 2. 11 Gametogenesis (Spermatogenesis & Oogenesis)**

Sumber: Campbell et al., (2020:1028).

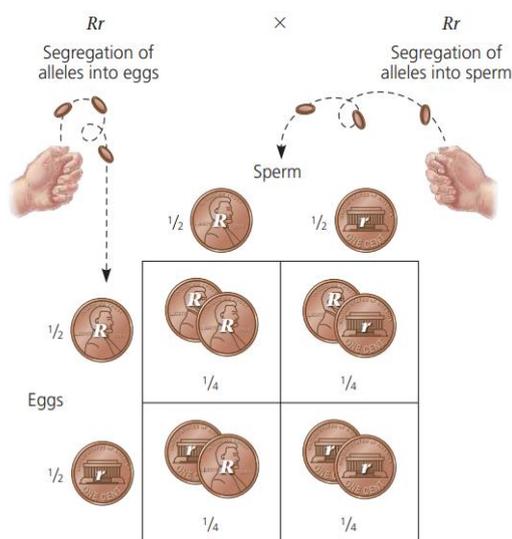
Dalam reproduksi sel, istilah pembentukan sel kelamin / gamet dikenal dengan istilah gametogenesis, yang mana peristiwa ini berlangsung melalui proses pembelahan secara meiosis. Gametogenesis (Gambar 2.11) dibedakan menjadi dua, yakni spermatogenesis (proses pembentukan sperma) yang berlangsung dalam alat kelamin (gonad) jantan, dan oogenesis (proses pembentukan sel telur) yang berlangsung dalam ovarium dan sudah terjadi sejak janin berkembang dalam kandungan dengan proses pematangannya terjadi saat seorang perempuan memasuki masa pubertas (Campbell et al., 2020).

#### e) Prinsip Pewarisan Sifat Berdasarkan Hukum Mendel

Seorang biarawan berkebangsaan Australia, Gregor Johann Mendel atau yang dikenal Mendel semasa hidupnya banyak melakukan penelitian untuk menyelidiki bagaimana sifat tanaman induk dapat diturunkan pada keturunannya

(konsep pewarisan sifat). Mendel mampu meletakkan dasar-dasar genetika sehingga beliau diberi gelar bapak genetika yang mengemukakan hukum genetika yang dikenal dengan hukum Mendel (Hukum Mendel I dan Hukum Mendel II) (Campbell et al., 2020).

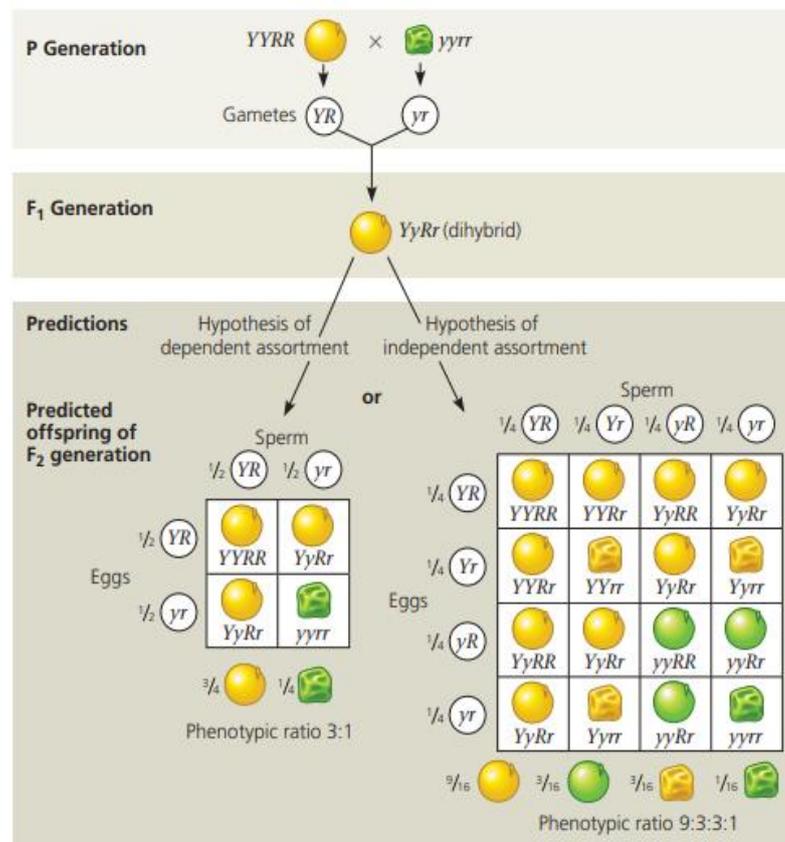
Hukum Mendel I yaitu hukum segregasi bebas atau pemisahan gen yang sealel, yang menyatakan bahwa pada pembentukan gamet kedua gen yang merupakan pasangan alel itu akan memisah sehingga tiap-tiap gamet menerima satu gen dari alelnya. Jika dua gamet bertemu pada saat fertilisasi, keturunan yang terbentuk mengandung dua alel yang mengendalikan satu sifat. Persilangan Hukum Mendel I hanya dapat terjadi secara monohybrid (Gambar 2.12) dengan hasil persilangan menunjukkan rasio 1 : 2 : 1 (Campbell et al., 2020).



**Gambar 2. 12** Pesilangan Monohybrid

Sumber: Campbell et al., (2020:277).

Hukum II Mendel menyatakan bahwa jika dua individu memiliki dua pasang atau lebih sifat, maka akan diturunkan sepasang sifat secara bebas, tidak tergantung pada pasangan sifat yang lain. Hal ini dapat diartikan bahwa alel dengan gen sifat yang berbeda tidak saling mempengaruhi, sehingga gen yang menentukan tidak saling mempengaruhi. Hukum Mendel II hanya berlaku pada persilangan dihybrid (dua sifat berbeda) atau lebih (Gambar 2.13). Hasil dari persilangan dihybrid memberikan rasio 9 : 3 : 3 : 1 (Campbell et al., 2020).



**Gambar 2. 13 Persilangan Dihibrid**

Sumber: Campbell et al., (2020:276).

Dalam kondisi yang normal, hasil persilangan dihibrid menunjukkan rasio 9 : 3 : 3 : 1, namun kenyataannya perbandingan hasil persilangan dapat juga menunjukkan rasio 12 : 3 : 1 atau 9 : 7 atau 15 : 1 yang merupakan variasi dari perbandingan yang normal. Kemungkinan dari penyimpangan tersebut dapat saja terjadi yang diakibatkan karena adanya gen yang saling mempengaruhi dalam menghasilkan fenotif, namun masih mengikuti aturan Hukum Mendel, sehingga kejadian tersebut dinamakan dengan penyimpangan semu Hukum Mendel. Penyimpangan tersebut dapat berupa 1) Komplementer, yang disebabkan karena dua gen dominan saling melengkapi dalam mengeksplor fenotif dan memiliki perbandingan fenotif 9 : 7 ; 2) Polimeri, yang disebabkan karena adanya interaksi gen independent yang saling memperkuat fenotif dan menghasilkan rasio fenotif 15 : 1 ; 3) Epistasis-Hipostasis, yaitu interaksi antar gen dominan yang menutupi fenotif gen dominan lain yang bukan alelnya, dengan rasio fenotif 12 : 3 : 1 ; 4)

Kriptomeri, yaitu ketika fenotif gen dominan yang tersembunyi jika tidak bertemu dengan gen dominan lain, dengan perbandingan fenotif 3 : 9 : 4 ; dan 5) Atavisme, yaitu interaksi gen yang menghasilkan keturunan dengan fenotif yang berbeda dari induknya, dengan rasio fenotif 9 : 3 : 3 : 1 (Campbell et al., 2020).

#### f) Pola-pola Hereditas Makhluk Hidup

Hereditas diartikan sebagai peristiwa pewarisan sifat dari satu generasi ke generasi berikutnya. Saat terjadinya peristiwa pewarisan sifat ini, terdapat bentuk pewarisan atau pola-pola tertentu saat mewariskannya. Beberapa istilah yang berkaitan erat dengan pola hereditas pada makhluk hidup diantaranya determinasi seks, pautan, pindah silang, gagal berpisah, serta gen letal. Determinasi seks diartikan sebagai peristiwa penentuan jenis kelamin suatu organisme yang ditentukan oleh kromosom seks yang diwariskan secara bebas oleh gamet induk pada keturunannya dalam peristiwa meiosis. Dalam penentuan jenis kelamin, terdapat dua hal yang sangat berpengaruh, yaitu faktor genetic dan faktor lingkungan. Terdapat beberapa tipe penentuan jenis kelamin pada beberapa organisme, diantaranya tipe XY (misal pada serangga: lalat buah, mamalia, dan tumbuhan berumah dua), tipe XO (misal pada serangga: belalang dan kecoa), tipe ZW (pada ikan, reptile tertentu, dan unggas), dan tipe haplo-diplo (misal pada serangga ordo Hymenoptera: semut dan lebah) (Campbell et al., 2020).

Posisi gen satu dengan yang lainnya bisa terangkai pada kromosom yang sama, bisa juga terpisah pada kromosom yang berbeda. Adanya tautan berangkai pada kromosom pertama kali dikenalkan oleh Thomas Hunt Morgan seorang Ahli Biologi dari Amerika yang diteliti pada sayap dan warna dada lalat buah (*Drosophilla melanogaster*). Dalam kromosom, tautan diantara gen-gen yang terpaut dapat terjadi secara sempurna atau tidak sempurna. Dikatakan sempurna apabila dalam satu kromosom letak gennya berdekatan, sehingga saat meiosis gen tersebut secara bersamaan menuju satu gamet. Sedangkan gen dikatakan terpaut tidak sempurna apabila letak gen-gen yang berjauhan, sehingga dapat mengalami perubahan letak karena terjadi perubahan segmen kromosom pada sepasang kromosom homolog atau dikenal juga dengan istilah pindah silang (Campbell et al., 2020).

Gen yang terdapat pada kromosom tubuh lebih banyak dibanding dengan gen yang terdapat pada kromosom kelamin (gen terpaut kelamin / pautan kelamin). Terdapat beberapa peristiwa tautan kelamin pada hewan, diantaranya pada lalat buah yang memiliki gen terpaut kelamin yang menentukan warna mata yang terpaut gen W. Contoh lain seperti pada kucing yang memiliki gen terpaut kelamin yang menentukan warna rambut kucing yang terpaut kromosom X. Istilah gagal berpisah menunjuk pada kegagalan kromosom homolog saat memisahkan diri saat proses pembelahan sel (meiosis). Sedangkan gel letal diartikan sebagai gen yang memungkinkan dapat menyebabkan kematian pada individu yang memilikinya terutama saat dalam keadaan homozigot (Campbell et al., 2020).

#### g) Pola Hereditas Pada Manusia

Sama halnya seperti pada makhluk hidup, pola hereditas pada manusia diartikan sebagai bentuk atau pola dari proses penurunan sifat dari induk ke keturunannya melalui gen yang diwariskan. Beberapa pola tersebut diantaranya ialah penentuan jenis kelamin, penyakit keturunan, dan golongan darah. Penentuan jenis kelamin pada manusia memiliki pola yang sama seperti pada serangga, yaitu tipe XY. Kromosom X menentukan seseorang memiliki jenis kelamin perempuan, sedangkan kromosom Y menentukan jenis kelamin laki-laki. Sehingga jumlah kromosom yang dimiliki oleh manusia dapat dituliskan 22AAXX atau 22AAXY, dengan 22AA sebagai pasangan kromosom tubuh (autosom) dan 1 kromosom kelamin antara X atau Y (Campbell et al., 2020).

Sementara itu, pola hereditas pada penyakit keturunan dapat terjadi karena terdapat dari kelainan gen atau disebabkan karena terjadinya ketidaknormalan jumlah kromosom. Beberapa penyakit keturunan yang disebabkan karena adanya kelainan gen diantaranya ialah buta warna karena adanya gen c pada kromosom X. Hemofilia karena adanya gen h pada kromosom X. Albino yaitu kelainan yang ditandai dengan tidak mampu membentuk pigmen melanin. Diabetes mellitus yang ditentukan oleh gen d pada penderita. Talasemia yaitu penyakit yang ditandai dengan eritrosit yang mudah mengalami hemolisis, bentuknya tidak teratur, dan mengandung sedikit hemoglobin. Penyakit talasemia ini ditandai dengan adanya gen Th. Sedangkan beberapa penyakit keturunan yang disebabkan karena adanya

ketidaknormalan jumlah kromosom, baik kelebihan ataupun kekurangan. Penyakit yang dimaksud diantaranya ialah sindrom Turner, sindrom Klinefelter, laki-laki super, perempuan super, dan sindrom Down (Campbell et al., 2020).

Selain itu, pola hereditas pada manusia juga dapat terjadi pada golongan darah. Kita ketahui bersama golongan darah pada manusia bersifat menurun artinya jika seseorang masih memiliki kekerabatan, maka akan memiliki golongan darah yang sama atau yang memungkinkan sesuai dengan alel yang dimilikinya. Penentuan golongan darah ini dapat diketahui dengan beberapa macam, diantaranya dengan sistem ABO yang membagi darah menjadi empat golongan, sistem rhesus yang membagi darah menjadi rhesus (+) dan rhesus (-), serta golongan darah MN yang ditentukan oleh dua alel, yakni alel LM atau alel LN (Campbell et al., 2020).

#### h) Mutasi

Mutasi diartikan sebagai perubahan fisik yang terjadi pada bahan-bahan genetic, baik secara struktur, susunan ataupun jumlah kromosom dan DNA (Urry et al., 2020). Mutasi dapat dikelompokkan menjadi beberapa macam yaitu berdasarkan jenis sel yang mengalaminya, berdasarkan cara terjadinya, dan berdasarkan perubahan pada bahan genetiknya. Berdasarkan jenis sel yang mengalaminya, mutasi dibedakan menjadi mutasi somatic dan mutasi germinal. Mutasi somatic yaitu mutasi yang terjadi pada sel tubuh saat proses pembelahan sel. Mutasi somatic yang terjadi pada tahap akhir perkembangan sel dapat menyebabkan pembelahan dan pertumbuhan sel-sel yang tidak normal, seperti sel kanker. Sedangkan mutasi germinal ialah mutasi yang terjadi pada sel gamet (kelamin) yang dapat menyebabkan perubahan genetic pada gamet sehingga mengakibatkan kelainan genetic seperti hemofilia. Mutasi ini dapat diturunkan pada keturunan berikutnya karena terjadi pada sel yang berperan dalam pembentukan keturunan (Campbell et al., 2020).

Berdasarkan cara terjadinya, mutasi dibedakan menjadi mutase alami dan mutasi buatan. Mutasi alami (mutasi spontan) terjadi karena adanya kesalahan saat proses replikasi DNA seperti terjadinya substitusi basa nitrogen (adenin atau guanin) dengan yang lainnya (sitosin atau timin). Meskipun mutasi ini terjadi secara alami, namun terdapat beberapa faktor yang dapat memicu terjadinya mutasi alami,

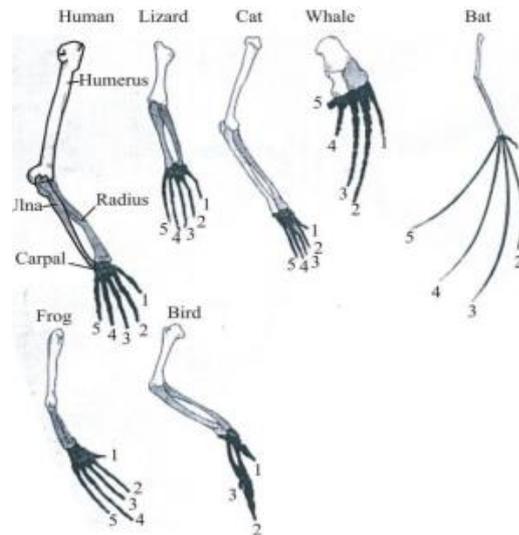
diantaranya ialah sinar kosmik & sinar ultraviolet dari matahari, bahan radio aktif, dan bahan kimia. Sedangkan mutasi buatan (mutasi induksi) ialah mutasi yang dilakukan dengan cara menyisipkan agen penyebab mutasi (mutagen), baik berupa bahan kimia atau macam-macam bentuk radiasi (Campbell et al., 2020).

Selanjutnya berdasarkan perubahan pada bahan genetiknya yang membedakan mutasi menjadi mutasi gen dan mutasi kromosom. Mutasi gen ialah perubahan struktur molekul DNA penyusun gen yang terjadi selama proses sintesis protein tahap translasi atau transkripsi. Sedangkan mutasi kromosom ialah perubahan struktur atau jumlah kromosom yang dapat menyebabkan perubahan sifat individu. Perubahan struktur kromosom dapat menyebabkan delesi, duplikasi, inversi, dan translokasi. Sedangkan mutasi jumlah kromosom dapat menyebabkan euploidi dan aneuploidi. Mutagen atau agen yang dapat menyebabkan mutasi berdasarkan sifatnya dapat digolongkan menjadi mutagen kimia, mutagen fisika, dan mutagen biologi (Campbell et al., 2020).

#### i) Evolusi dalam Kehidupan

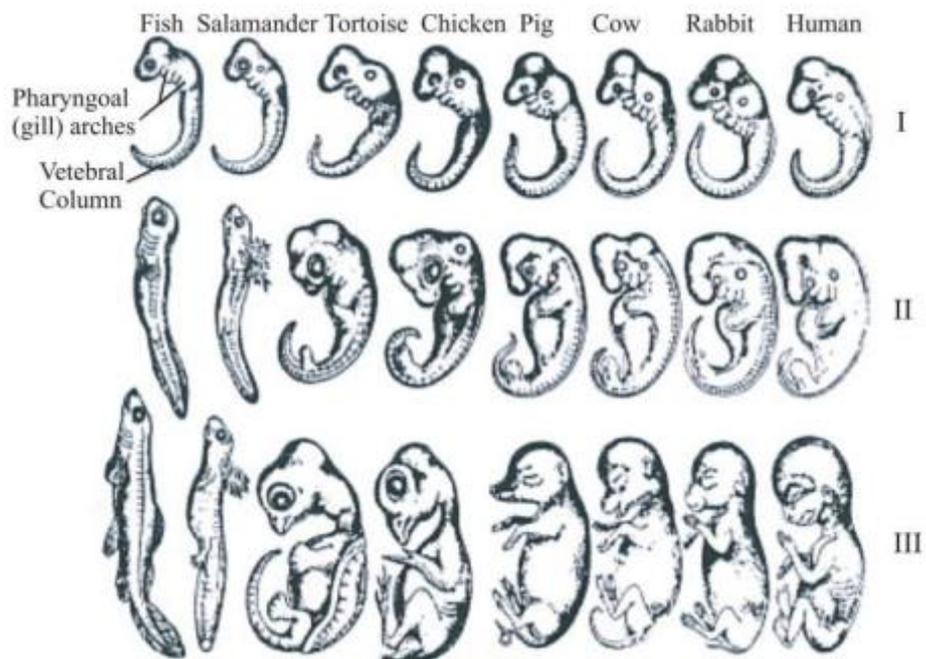
Evolusi diartikan sebagai proses modifikasi (perubahan) struktur makhluk hidup dari yang sederhana menjadi lebih kompleks serta berlangsung dari generasi ke generasi dalam jangka waktu yang sangat lama. Terdapat beberapa ahli biologi dan ahli geologi yang mengemukakan teori evolusi, diantaranya ialah Aristoteles (384 – 322 SM), William Paley (1743 – 1805), George Louis Leclerc (1707 – 1788), Erasmus Darwin (1731 – 1802), Jean Baptiste de Monet de Lamarck (1744 – 1829), George Cuvier (1769 – 1832), Charles Lyell (1797 – 1875), Charles Darwin (1809 – 1882). Namun, dari semua tokoh yang mengemukakan teori evolusi tersebut, Darwin lah yang mampu mengemukakan bukti atau alasan yang mendukung teori evolusi, sehingga beliau dikenal sebagai Bapak Evolusi. Sebagaimana telah disebutkan diawal, bahwa evolusi terjadi dalam jangka waktu yang sangat lama sehingga sangat sulit untuk membuktikan bahwa evolusi itu benar-benar terjadi. Para ahli sepakat, bahwa terjadinya evolusi setidaknya dapat dilihat dari tanda yang dapat dijumpai pada organisme yang tersisa, baik dari organisme yang masih hidup, ataupun sudah menjadi fosil. Sehingga beberapa hal yang dapat dijadikan sebagai petunjuk atau bukti terjadinya evolusi diantaranya ialah fosil, homologi dari alat

tubuh (Gambar 2.14), perbandingan embriologi (Gambar 2.15), perbandingan anatomi (Gambar 2.16), alat tubuh yang tersisa, serta domestikasi (seleksi buatan) (Sari 2020).



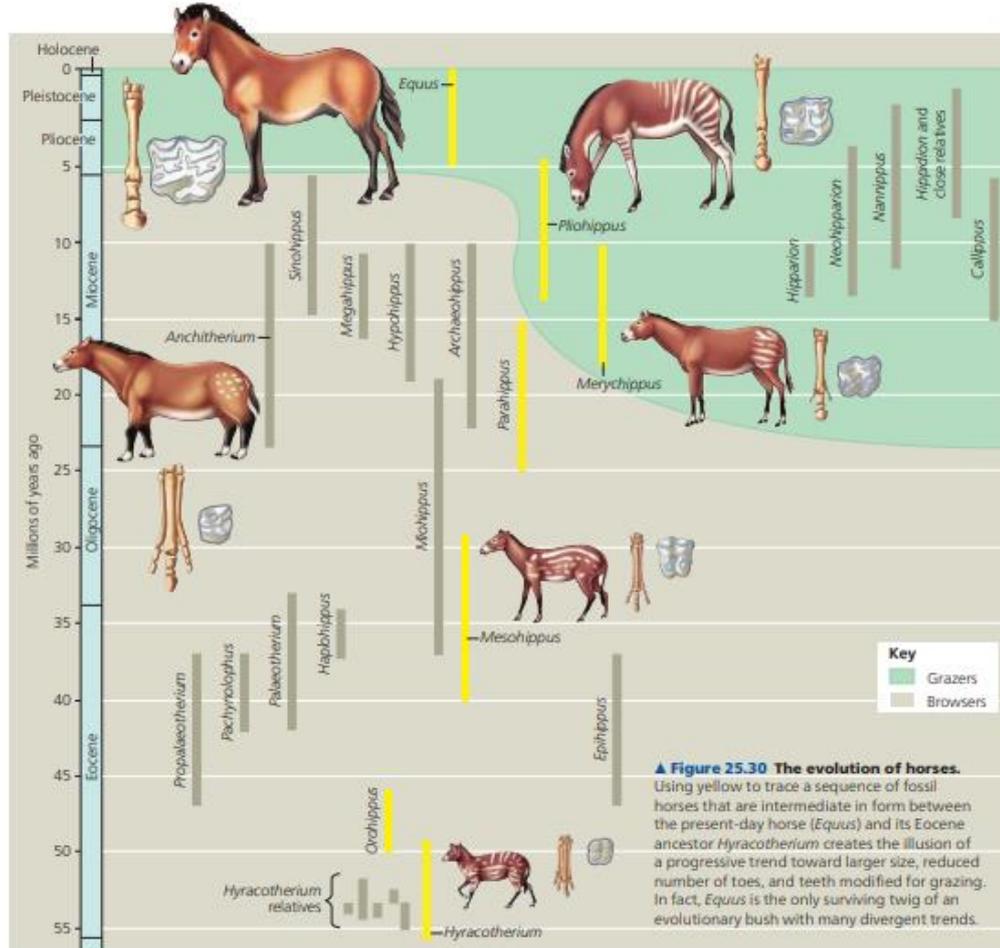
**Gambar 2. 14 Contoh Homologi Alat Tubuh**

Sumber: Sari (2020:26)



**Gambar 2. 15 Embriologi Perbandingan**

Sumber: Sari (2020:27)



**Gambar 2. 16 Perbandingan Anatomi**

Sumber: Campbell et al., (2020:549)

Evolusi yang terjadi karena adanya mekanisme yang meliputi proses seleksi alam dan mutasi gen dalam suatu populasi. Darwin menjelaskan bahwa seleksi alam menyebabkan terjadinya evolusi, yaitu karena adanya tekanan dari lingkungan (tekanan seleksi) seperti kompetisi (persaingan); predasi (pemangsaan); cahaya, udara atau air yang terbatas; variasi suhu, penyakit; bahkan pengaruh manusia. faktor tersebut dapat menyebabkan tekanan seleksi dalam suatu populasi. Dengan kata lain, dikatakan bahwa organisme yang mampu beradaptasi lah yang dapat bertahan hidup. Sementara itu, mutasi gen menjadi salah satu faktor penyebab evolusi dikarenakan proses ini dapat menyebabkan perubahan sifat pada organisme yang mengalaminya karena susunan gennya (DNA) telah berubah pula. Perubahan

sifat akibat adanya mutasi gen akan menimbulkan variasi pada organisme, sehingga memberikan peluang terjadinya evolusi (Campbell et al., 2020).

Pada tahun 1908, seorang ahli matematika Inggris bernama Godfrey Harold Hardy dan seorang dokter Jerman bernama Wilhelm Weinberg secara terpisah melakukan penelitian, dan berhasil menemukan simpulan yang sama, yaitu perubahan secara evolusi hanya terjadi apabila ada sesuatu yang mengganggu keseimbangan genetik. Selanjutnya, konsep ini dikenal dengan hukum Hardy – Weinberg yang menyatakan bahwa dalam kondisi yang stabil, frekuensi gen (alel) dan genotipe selalu tetap atau konstan dari generasi ke generasi (Campbell et al., 2020).

Spesiasi adalah pembentukan dua atau lebih spesies dari satu spesies yang telah ada atau telah punah. Spesies adalah anggota populasi yang masih mungkin mengadakan pertukaran gen atau perkawinan secara alami dan menghasilkan keturunan yang fertil. Spesiasi dapat disebabkan oleh mekanisme pengisolasian, mutasi, dan seleksi alam, serta poliploidi (pada tanaman). Mekanisme pengisolasian adalah beberapa macam penghalang yang secara efektif mencegah terjadinya pertukaran gen antarpopulasi. Ada dua tipe spesiasi yang terjadi karena mekanisme pengisolasian, yaitu spesiasi alopatrik dan spesiasi simpatrik. Spesiasi alopatrik berhubungan dengan isolasi geografis yang disebabkan oleh adanya penghalang-penghalang (sawar) geografis, antara lain sungai, gurun, dan gunung. Spesiasi simpatrik terjadi melalui beberapa cara, yaitu isolasi tingkah laku, isolasi ekologi, isolasi musiman, isolasi mekanis, isolasi gamet, dan isolasi hybrid (Campbell et al., 2020).

#### j) Bioteknologi untuk Kehidupan

Bioteknologi merupakan salah satu cabang ilmu biologi yang berkaitan dengan teknologi pemanfaatan makhluk hidup (bakteri, jamur, dll) secara utuh ataupun bagiannya untuk menghasilkan produk yang berguna. Perkembangan bioteknologi didukung oleh berbagai disiplin bidang ilmu lainnya, seperti biokimia, biologi molekuler, mikrobiologi, genetika, kimia, matematika, fisika, teknologi rekayasa makanan, rekayasa teknik kimia, dan elektronik. Agar suatu proses dikatakan sebagai bioteknologi, maka harus memenuhi beberapa kriteria,

diantaranya ada agen biologi yang digunakan; penggunaan agen biologi sekaligus dengan produk metabolitnya (enzim yang dihasilkan); penggunaan agen biologi melalui cara atau metode tertentu; menghasilkan produk atau jasa yang dapat dimanfaatkan (Smith, 2009).

Berdasarkan metodenya, bioteknologi terbagi menjadi bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern. Bioteknologi konvensional lebih memanfaatkan mikroorganisme seperti jamur dan bakteri untuk melakukan metabolisme, sehingga diperoleh produk yang diinginkan. Mikroorganisme yang digunakan dapat mengubah bahan pangan atau yang lainnya menjadi produk yang memiliki nilai lebih baik dari sebelumnya. Bioteknologi ini dikenal juga dengan bioteknologi tradisional karena masih menggunakan teknik dan alat yang masih sederhana. Contohnya pembuatan anggur dan bir yang memanfaatkan khamir jenis *Aspergillus oryzae*; pembuatan roti dengan bantuan khamir *Shaccaromyces cerevisiae*; keju yang dibuat dengan memanfaatkan bakteri dari genus *Lactobacillus* dan *Streptococcus*; dan lain sebagainya (Smith, 2009).

Sementara itu, bioteknologi modern umumnya sangat berkaitan erat dengan manipulasi atau rekayasa genetika dari materi genetik yang tidak hanya dilakukan pada lingkungan atau media tumbuhnya tapi juga pada susunan gen pada kromosomnya. Adapun materi genetik yang direkayasa ialah DNA yang berasal dari plasmid sel bakteri, sel khamir, dan dari virus. Beberapa contoh dari penerapan bioteknologi modern diantaranya ialah teknik kultur jaringan, teknik hibridoma/DNA Rekombinan, bayi tabung, teknologi plasmid, kloning, dll (Smith, 2009).

Tidak dapat dipungkiri, keberadaan bioteknologi memberikan banyak manfaat dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Diantaranya dalam bidang industri bioteknologi mampu memproduksi makanan dengan nilai gizi tinggi, menciptakan produk makanan dan minuman dari hasil fermentasi alkohol dan asam, bahan penyedap, pembuatan nata, dan sebagainya. Dalam aspek produksi bahan organik juga bioteknologi berperan dalam produksi enzim, produksi asam organik, produksi vitamin serta asam amino. Dalam bidang pertanian dan peternakan, bioteknologi berperan dalam pengadaan tanaman dan hewan transgenik atau yang

memiliki sifat yang diinginkan oleh manusia, selain itu, ditemukannya pupuk hayati atau *biofertilizer* yang dapat membantu dalam menyuburkan tanah, serta teknik kultur jaringan untuk menyediakan benih unggul dalam jumlah yang banyak, seragam, dan dalam waktu yang singkat (Smith, 2009).

Selanjutnya dalam bidang kesehatan, bioteknologi berperan dalam ditemukannya antibiotik yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Ditemukannya bakteri yang dapat membunuh sel kanker, vaksin hepatitis B, hormon insulin, dan lain sebagainya. Dibidang pelestarian lingkungan bioteknologi berperan dalam diproduksinya biogas, etanol, biodiesel, dan proses bioremediasi. Serta dalam bidang pertambangan, bioteknologi membantu dalam proses bioleaching dengan pemanfaatan bakteri kemoautotrof seperti *Thiobacillus ferrooxidans* dan *Thiobachillus thiooxidans* yang dapat membantu dalam mengubah logam tak larut menjadi logam terlarut sehingga memudahkan dalam pengambilan logam dari bijih mineral berkadar rendah seperti tembaga, besi, dan emas (Smith, 2009).

#### 2.1.2.5 Manfaat Mempelajari Biologi

Banyak manfaat yang dapat dirasakan ketika mempelajari biologi bagi kehidupan manusia. Salah satunya ialah dengan adanya pengetahuan tentang biologi menyadarkan manusia mengenai keagungan dan kebesaran dari ciptaan Tuhan Yang Maha Esa. Semua makhluk yang diciptakan Tuhan diciptakan beraneka ragam dengan keteraturannya yang sangat sempurna.

Pengetahuan tentang biologi yang dimanfaatkan dengan cara yang sesuai dapat memberikan dampak yang berguna bagi kesejahteraan manusia. Sebaliknya, jika manusia menyalahgunakan pengetahuannya tentang biologi, maka tentu saja akan sangat membahayakan keberlangsungan makhluk hidup dan juga kelestarian dari alam. Sehingga sudah sepatutnya, ketika mempelajari apa pun, seseorang harus memiliki iman dan pengabdian yang kuat kepada Tuhan Yang Maha Esa.

### 2.1.3 Keterampilan Proses Sains

#### 2.1.3.1 Pengertian Keterampilan Proses Sains

Untuk memaksimalkan potensi dalam belajar peserta didik harus memiliki keterampilan dasar (Puspita, 2019). Salah satu keterampilan dasar yang dapat

melatih keterampilan berpikir peserta didik ialah Keterampilan Proses Sains (KPS). Putri et al., (2020) mengartikan KPS sebagai proses untuk memperoleh pemahaman teori dengan sikap ilmiah. Gasila et al., (2019) juga memandang KPS sebagai jenis keterampilan baik mental, fisik, atau sosial yang diperlukan untuk memperoleh, mengembangkan, dan menerapkan konsep, prinsip, hukum, dan teori ilmiah.

Dalam proses pembelajaran KPS berperan sebagai alat untuk memahami sains. Sebab KPS dapat melatih peserta didik mengenai bagaimana memperoleh pengetahuan baru selain dari pengetahuan yang sudah mereka ketahui sebelumnya. KPS juga dapat melatih kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, sehingga secara tidak langsung dapat melatih kemampuan berpikir kritis (Syukra, I.A, Darvina & Desnita, 2020).

KPS sebagai keterampilan proses yang diarahkan secara utuh (kognitif dan psikomotorik) dapat digunakan untuk menemukan konsep, prinsip, atau teori, mengembangkan konsep yang sudah ada, atau menyangkal keberadaan penemuan (Puspita, 2019). Dimiyati (2019) memaparkan bahwa pada pembelajaran sains, Keterampilan Proses Sains lebih menekankan pada keterampilan untuk memperoleh pengetahuan dan mengkomunikasikan hasil. Sehingga pembelajaran yang menerapkan KPS mengharuskan siswa untuk berperan aktif dan kreatif dalam mengidentifikasi masalah yang perlu dipecahkan dan menghubungkan materi dengan segala sesuatu yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.

Jadi dapat disimpulkan bahwa keterampilan proses sains ialah pendekatan pembelajaran yang berfokus pada pengembangan keterampilan (kognitif dan psikomotor) dalam memproses pengetahuan peserta didik, penemuan atau penciptaan dari fakta, konsep, prinsip, hukum, teori dan nilai lain yang diperlukan. KPS sebagai keterampilan dasar berperan penting dalam melatih kemampuan berpikir kritis, menciptakan suasana belajar yang aktif, menumbuhkan rasa tanggungjawab, meningkatkan ketetapan belajar, serta menyediakan metode penelitian bagi peserta didik dalam proses pembelajaran.

#### 2.1.3.2 Jenis, Indikator, dan Klasifikasi Keterampilan Proses Sains

Terdapat beberapa keterampilan dasar yang harus dimiliki oleh peserta didik agar dapat mempelajari sains dengan baik. Keterampilan dasar tersebut dalam

pembelajaran IPA dikenal dengan Keterampilan Proses Sains (KPS). Dalam bukunya, Rustaman (2014) secara umum menjelaskan jenis-jenis dari Keterampilan Proses Sains sebagai berikut:

1) Observasi dan Inferensi

Keterampilan mengobservasi berhubungan dengan kemampuan peserta didik dalam menggunakan panca indera untuk memperoleh atau mengumpulkan informasi, serta mengidentifikasi suatu objek, peristiwa atau fakta yang sedang diamati. Sementara itu, inferensi berkaitan erat dengan kemampuan peserta didik dalam membuat kesimpulan sementara berdasarkan hasil observasi yang telah didapat.

2) Keterampilan Klasifikasi

Keterampilan klasifikasi merupakan kemampuan untuk mengelompokkan sesuatu sesuai dengan kriteria tertentu. Untuk menguasai keterampilan ini, peserta didik harus dapat mengidentifikasi perbedaan dan persamaan objek yang diamati. Aspek terpenting dari klasifikasi yang perlu diingat ialah membandingkan, mencari persamaan dan perbedaan, mengontraskan ciri khas, serta menemukan dasar kesamaan dalam suatu kelompok.

3) Menafsirkan (Interpretasi)

Interpretasi merupakan proses pengambilan kesimpulan sementara berdasarkan data observasi. Biasanya interpretasi dilakukan ketika terdapat sejumlah data yang dapat ditafsirkan beberapa kali untuk sampai pada kesimpulan. Interpretasi lebih mudah dilakukan ketika terdapat sajian informasi berupa tabel, bagan, atau grafik. Keterampilan interpretasi berkaitan dengan kemampuan peserta didik dalam mencatat data hasil pengamatan, menemukan pola keteraturan dalam pengamatan, serta menemukan hubungan dalam pengamatan.

4) Prediksi

Dugaan atau ramalan mengenai sesuatu yang belum terjadi dikenal dengan istilah prediksi. Untuk memahami prediksi perlu diingat bahwa sains didasarkan pada keyakinan atau asumsi tertentu tentang alam. Para ilmuwan memegang keyakinan bahwa fenomena alam secara teratur diatur oleh hubungan sebab akibat. Dalam pembelajaran, ketika peserta didik mampu menggunakan pola pengamatan

untuk memprediksi apa yang mungkin terjadi sebelum melakukan pengamatan langsung, mereka dikatakan memiliki kemampuan prediktif. Dengan kata lain, keterampilan prediksi berupa keterampilan dalam memperkirakan suatu peristiwa yang belum terjadi berdasarkan data yang sudah ada.

#### 5) Mengajukan Pertanyaan

Dalam pembelajaran, peserta didik harus dapat bertanya sebelum mempelajari suatu materi. Peserta didik harus berani untuk mengajukan pertanyaan agar dapat menemukan jawaban melalui metode ilmiah. Peserta didik dapat meminta penjelasan tentang apa, mengapa, siapa, kapan, dimana dan bagaimana, serta pertanyaan mengenai latar belakang terjadinya suatu hal.

#### 6) Berhipotesis

Keterampilan dalam merumuskan teori atau pendapat yang valid disebut sebagai keterampilan berhipotesis. Untuk mendukung praduga, diperlukan bukti untuk hipotesis. Berhipotesis tidak sama dengan memprediksi. Jika prediksi adalah metode yang menggunakan pengamatan atau data untuk meramalkan peristiwa yang belum terjadi, hipotesis lebih melibatkan bagaimana menjelaskannya dengan mengubah salah satu variabel sehingga variabel lain yang diharapkan dapat terpengaruh. Dalam berhipotesis penjelasan akan hal yang belum terjadi lebih menawarkan cara baru yang berbeda dengan cara sebelumnya.

#### 7) Merancang Percobaan

Peserta didik harus memiliki keterampilan untuk merencanakan percobaan atau penyelidikan sebelum melaksanakannya. Keterampilan ini diantaranya termasuk mencari tahu alat dan bahan yang akan digunakan, menentukan variabel penelitian dan objek yang akan diamati, menentukan prosedur kerja dan teknik dalam pengolahan data hasil percobaan.

#### 8) Menggunakan Alat/Bahan

Keterampilan ini merupakan keterampilan esensial ketika berada di laboratorium. Keterampilan ini menuntut peserta didik untuk mengetahui cara penggunaan alat/bahan juga dapat mengaplikasikannya, serta mengetahui alasan mengapa menggunakan alat/bahan saat melaksanakan percobaan. Misalnya peserta

didik terampil dalam membaca alat ukur, menentukan pengukuran bahan dengan akurat sesuai dengan prosedur.

#### 9) Menerapkan Konsep

Kemampuan menerapkan konsep ialah kemampuan untuk menjelaskan peristiwa baru dengan memanfaatkan konsep yang dipelajari sebelumnya, serta penerapan konsep yang dipelajari sebelumnya untuk situasi baru atau penggunaan rumus untuk memecahkan masalah baru.

#### 10) Berkomunikasi

Hasil percobaan biasanya akan dikomunikasikan kepada orang lain. Begitupun dengan proses saat melaksanakan percobaan atau eksperimen, pasti memerlukan interaksi diantara banyak orang yang terlibat. Komunikasi yang terjadi dapat secara lisan ataupun tulisan. Komunikasi yang disampaikan secara sistematis dibuat dalam bentuk laporan tertulis. Selain itu, keterampilan berkomunikasi juga dapat berupa keterampilan dalam membaca grafik, tabel, dan diagram.

#### 11) Melaksanakan Percobaan

Percobaan atau eksperimen biasanya dilakukan untuk menguji teori yang telah dipelajari atau untuk menunjukkan apakah hipotesis yang dibuat sebelumnya benar atau tidak. Seluruh proses sains, yang dimulai dengan adanya masalah dan metode untuk penyelidikan, dirangkum dalam proses melakukan penyelidikan.

Adapun indikator dari setiap jenis-jenis Keterampilan Proses Sains menurut Rustaman (2014) disajikan dalam tabel 2.1 berikut:

**Tabel 2. 1 Jenis Keterampilan Proses Sains dan Indikatornya**

<b>Jenis Keterampilan Proses Sains</b>	<b>Indikator</b>
Mengamati (Observasi)	a. Mengumpulkan sebanyak mungkin indra. b. Mengumpulkan atau menggunakan fakta yang relevan.
Mengelompokkan (Klasifikasi)	a. Mencatat setiap pengamatan secara terpisah. b. Mencari perbedaan dan persamaan. c. Mengontraskan ciri-ciri.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>d. Membandingkan.</li> <li>e. Mencari dasar pengelompokan atau penggolongan.</li> </ul>
Menafsirkan (Interpretasi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Menghubungkan hasil-hasil pengamatan.</li> <li>b. Menemukan pola dalam suatu seri pengamatan.</li> <li>c. Menyimpulkan.</li> </ul>
Meramalkan (Prediksi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Menggunakan pola-pola hasil pengamatan.</li> <li>b. Mengemukakan apa yang mungkin terjadi pada keadaan yang belum diamati.</li> </ul>
Mengajukan pertanyaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Bertanya apa, bagaimana, dan mengapa.</li> <li>b. Bertanya untuk meminta penjelasan.</li> <li>c. Mengajukan pertanyaan yang berlatar belakang hipotesis.</li> </ul>
Berhipotesis	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Mengetahui bahwa ada lebih dari satu kemungkinan penjelasan dari satu kejadian.</li> <li>b. Menyadari bahwa suatu penjelasan perlu diuji kebenarannya dalam memperoleh bukti lebih banyak atau melakukan cara pemecahan masalah.</li> </ul>
Merencanakan percobaan/penelitian	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Menentukan alat/bahan dan sumber yang akan digunakan.</li> <li>b. Menentukan variabel atau faktor penentu.</li> <li>c. Menentukan apa yang akan diukur, diamati, dicatat.</li> <li>d. Menentukan apa yang akan dilaksanakan berupa langkah kerja.</li> </ul>
Menggunakan alat/bahan	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Memakai alat dan bahan</li> <li>b. Mengetahui alasan mengapa menggunakan alat/bahan.</li> </ul>

	c. Mengetahui bagaimana menggunakan alat dan bahan.
Menerapkan konsep	a. Menggunakan konsep yang telah dipelajari dalam situasi baru. b. Menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi.
Berkomunikasi	a. Memberikan/menggambarkan data empiris hasil percobaan atau pengamatan dengan grafik atau tabel atau diagram. b. Menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis. c. Menjelaskan hasil percobaan atau penelitian. d. Membaca grafik atau tabel diagram. e. Mendiskusikan hasil kegiatan suatu masalah atau suatu peristiwa.
Melaksanakan percobaan/eksperimen	Melakukan Percobaan.

Sumber: Rustaman (2014)

Berdasarkan tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat beberapa indikator-indikator dari setiap aspek Keterampilan Proses Sains (KPS) yang dapat dilatihkan atau diajarkan sebagai upaya agar peserta didik dapat mempelajari sains dengan baik. Selain itu, adanya indikator dari setiap aspek KPS juga dapat membantu guru dalam mengukur keterampilan peserta didik sejauh mana keterampilan proses sains yang telah diajarkan atau yang telah dimiliki. Sehingga memudahkan guru dalam menentukan aspek mana yang belum pernah diajarkan kepada siswa pada saat proses pembelajaran berlangsung. Hal ini sejalan dengan Carin dalam Rustaman (2014) mengemukakan terdapat beberapa alasan tentang pentingnya mempelajari KPS yaitu untuk memahami tatacara dalam mengumpulkan fakta dan menyimpulkan fakta-fakta yang ditemui dengan memperhatikan keterkaitannya; serta KPS dipandang sebagai keterampilan sepanjang hayat (*life-long learning*) dan *life skill*.

Keterampilan Proses Sains sebagai keterampilan dasar selanjutnya diklasifikasikan menjadi dua, yakni *the basic science process skills* (KPS Dasar) dan *integrated science process skills* (KPS Terintegrasi). Hal ini sejalan dengan Karamustafaoğlu (2011); Rezba dalam Rustaman (2014); Warianto dalam Aliyah & Erman (2021); Derilo (2019); Evriani et al., (2017); Mohamad & Ong (2013); Tadda (2020); Yumusak (2016) yang mengelompokkan KPS menjadi KPS Dasar dan KPS Terintegrasi. KPS Dasar dipandang sebagai suatu keterampilan yang harus dimiliki oleh peserta didik dalam mengamati peristiwa atau benda, kemudian dikelompokkan berdasarkan persamaan ataupun perbedaan untuk mendapatkan konsep baru. Sedangkan KPS terintegrasi merupakan suatu keterampilan ketika peserta didik secara mandiri mampu mencari tahu jawaban dari suatu pertanyaan, dan keterampilan dalam merancang suatu penyelidikan untuk menguji ide atau permasalahan (Evriani et al., 2017). Warianto 2011 (dalam Aliyah & Erman, 2021) mengemukakan bahwa KPS Dasar terdiri dari keterampilan mengamati, mengelompokkan, mengukur, menggunakan hubungan ruang dan waktu, memprediksi, menyimpulkan, serta mengkomunikasikan. Sementara itu, keterampilan menyusun definisi operasional variabel, menentukan hipotesis, mengontrol variabel, bereksperimen, dan menafsirkan data hasil eksperimen menjadi KPS Terintegrasi (KPST).

Berdasarkan pernyataan yang telah dikemukakan mengenai jenis-jenis keterampilan proses sains, maka penelitian ini merujuk pada Warianto (dalam Aliyah & Erman, 2021) yang membagi KPS menjadi dua, yakni keterampilan proses sains dasar (KPSD) dan keterampilan proses sains terintegrasi (KPST). Hal ini dikarenakan sangat penting bagi siswa untuk menguasai keterampilan dasar terlebih dahulu sebelum menguasai keterampilan tingkat tinggi (penelitian dan pemecahan masalah) yang lebih rumit dan kompleks agar dalam pelaksanaan proses pembelajaran sains dapat berjalan dengan optimal.

## **2.2 Hasil Penelitian yang Relevan**

Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini diantaranya yang dilakukan oleh Munafi'ah (2021) yang menganalisis Keterampilan Proses Sains pada buku teks Biologi materi sel menunjukkan bahwa aspek KPS dari dua buku

yang dianalisis menunjukkan kategori yang sesuai dari segi konten materi dan kerja sains, namun dari segi latihan soal menunjukkan kategori tidak sesuai. Rizqya Laylan Adha & Jayanti (2022) yang mengkaji tentang representasi aspek KPS pada buku teks SMA materi ekosistem. Penelitian ini menyimpulkan bahwa buku teks Biologi SMA yang paling banyak digunakan di SMA Negeri di salah satu kota di Sumatera Utara sudah sesuai dari segi ketersediaan KPS, namun pada contoh soal dan kegiatan siswa tidak memuat aspek KPS. Kemudian, Purnamasari et al., (2021) menganalisis soal mata pelajaran biologi berdasarkan ketersediaan KPS di SMA Kota Palembang. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah soal UAS ganjil di SMA kota Palembang. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini ialah terdapat 4 indikator KPS yang diterapkan pada instrumen soal dengan kategori kurang yang terdiri dari indikator mengamati/mengobservasi (6,32%), indikator mengelompokkan (18,02%), indikator meramalkan/prediksi (3,75%) dan indikator merencanakan percobaan (2,50%), sedangkan pada indikator menafsirkan, mengajukan pertanyaan, berhipotesis, menerapkan konsep dan berkomunikasi (0%) dengan kategori kurang.

Selanjutnya Solpa et al., (2022) dalam penelitiannya menggambarkan ketersediaan aspek Keterampilan Proses Sains (KPS) dalam buku teks pelajaran IPA SMP kelas VII tema pemanasan global. Hasil analisis kemunculan aspek KPS pada dua buku teks IPA yang dianalisis, kemunculan aspek KPS yang mendominasi yaitu pada Buku A penerbit Kemendikbud dengan tingkat persentase sebesar 75% dengan kategori sesuai. Sedangkan Buku B penerbit Erlangga dengan tingkat persentase kemunculan aspek KPS sebesar 54% dengan kategori cukup sesuai. Serta penelitian yang dilakukan oleh Ramadhani et al., (2019) yang mengkaji keberadaan KPS pada buku teks fisika semester 1 dan penelitian oleh Syukra, I.A, Darvina & Desnita (2020) yang mengkaji keberadaan KPS pada buku teks fisika semester 2 SMA Kelas XI yang diterbitkan di Indonesia dan digunakan di Sumatera Barat. Sampel buku yang dianalisis pada kedua penelitian ini sama, yaitu terbitan MK-ER, KK-GR, MR-YW dan SP-YW. Hasil penelitian menunjukkan dari keempat buku teks yang dianalisis untuk buku Fisika SMA Kelas XI Semester 1 dikategorikan kurang memfasilitasi indikator KPS. Sedangkan aspek Keterampilan

Proses Sains pada buku teks untuk semester 2 ada dalam kategori cukup memfasilitasi. Aliyah & Erman (2021) juga melakukan analisis KPS dalam buku IPA SMP dan menunjukkan bahwa unsur-unsur KPS telah disajikan dengan baik meskipun terdapat unsur yang belum terpenuhi unsur mendefinisikan operasional variabel. Unsur KPS yang paling banyak muncul dalam penelitian ini yaitu unsur mengamati yang merupakan tergolong dalam KPS dasar. penelitian Darmayanti et al., (2022) juga meneliti KPS pada buku teks siswa IPA SD kelas IV dan hasilnya menunjukkan sebanyak 95,16% aspek KPS Dasar sangat memfasilitasi, dengan kegiatan mengamati paling mendominasi namun aspek menyimpulkan ketersediaannya sedikit.

### **2.3 Kerangka Konseptual**

Saat ini sistem pendidikan di Indonesia menerapkan kurikulum 2013. Salah satu yang menjadi ciri khas kurikulum ini adalah menggunakan pendekatan saintifik atau pendekatan ilmiah sebagai langkah-langkah memperoleh pengetahuan. Pendekatan saintifik sendiri pada penerapannya dalam kegiatan pembelajaran tersusun atas beberapa komponen diantaranya mengamati, menanya, mencoba/mengumpulkan informasi, menalar/asosiasi, dan melakukan komunikasi. Berdasarkan penjelasan diatas, pendekatan ini dapat diterapkan dalam kegiatan pembelajaran dengan menggunakan keterampilan proses sains (KPS).

KPS sangat cocok diterapkan dalam pembelajaran Biologi, karena pembelajaran Biologi termasuk dalam ilmu sains yang menjadi bagian dari belajar dengan paradigma proses karena dihasilkan dari kegiatan penelitian yang dilakukan oleh ilmuan-ilmuan. Pembelajaran biologi bertujuan untuk mengembangkan keterampilan dasar biologi. Keterampilan dasar biologi yang dimiliki diharapkan dapat membuat siswa menanamkan nilai-nilai yang positif, membangun sikap ilmiah dan kepekaan siswa dalam memecahkan permasalahan yang ditemui terkait proses kehidupan dalam kehidupannya dilingkungan masyarakat. Oleh karena itu siswa dituntut memiliki sikap ilmiah. Sikap ilmiah perlu dikembangkan sebagai wujud nyata dari pengaplikasian hakikat Pendidikan IPA. Hal ini sesuai dengan prinsip pembelajaran yang digunakan dalam Kurikulum 2013.

Buku teks menjadi salah satu sumber pembelajaran yang berperan penting mempengaruhi mutu pendidikan, karena selain berfungsi sebagai sumber belajar juga dapat digunakan sebagai media belajar yang sangat penting untuk mencapai kompetensi dalam tujuan pembelajaran. Buku teks yang tersedia di lapangan jumlahnya cukup banyak dengan pihak penerbit yang beranekaragam, baik pemerintah maupun swasta. Namun, hal ini menyebabkan adanya perbedaan antara satu buku dengan buku lainnya. Buku teks yang dapat memfasilitasi KPS adalah buku teks yang didalamnya mengembangkan pendekatan saintifik sebagaimana dianjurkan dalam Kurikulum 2013. Oleh karena itu, menjadi hal yang penting untuk menganalisis buku teks yang ada saat ini yang dapat memfasilitasi Keterampilan Proses Sains (KPS).

Khususnya di Kota Tasikmalaya, masih belum diketahui buku mana saja yang memfasilitasi aspek KPS yang diperlukan oleh peserta didik. Pemilihan atau penggunaan buku teks di lapangan (khususnya di Kota Tasikmalaya) hanya berdasarkan ketersediaan buku disekolah. Penelitian sebelumnya tentang analisis KPS pada buku ajar telah dilakukan, namun pada buku ajar mata pelajaran IPA SMP, Fisika SMA, dan ada juga yang meneliti pada mata pelajaran Biologi namun per bagian materi.

#### **2.4 Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka pertanyaan penelitian pada penelitian ini ialah sebagai berikut:

- 1) Buku teks tebitan mana saja yang digunakan sebagai sumber belajar di SMA Negeri di Kota Tasikmalaya?
  - a) Buku teks manakah yang banyak digunakan di SMA Negeri se-kota tasikmalaya?
  - b) Berapa persentase penggunaan buku teks SMA Negeri se-kota tasikmalaya?
- 2) Bagaimana keberadaan aspek keterampilan proses sains pada buku teks biologi kelas XII yang banyak digunakan di SMA Negeri se-kota Tasikmalaya?
  - a) Seberapa banyak keberadaan aspek KPS dasar pada buku teks biologi kelas XII yang banyak digunakan di SMA Negeri se-kota Tasikmalaya pada bagian kegiatan siswa?

- b) Seberapa banyak keberadaan aspek KPS terintegrasi pada buku teks biologi kelas XII yang banyak digunakan di SMA Negeri se-kota Tasikmalaya pada bagian kegiatan siswa?
- c) Berapa persentase keberadaan KPS dasar pada buku teks biologi SMA kelas XII yang banyak digunakan di SMA Negeri se-kota Tasikmalaya pada bagian kegiatan siswa?
- d) Berapa persentase keberadaan KPS terintegrasi pada buku teks biologi SMA kelas XII yang banyak digunakan di SMA Negeri se-kota Tasikmalaya pada bagian kegiatan siswa?