

BAB 2

TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Miskonsepsi

2.1.1.1 Definisi Miskonsepsi

Kesulitan belajar yang dialami peserta didik dapat berasal dari sulitnya memahami suatu konsep sehingga pemahaman peserta didik terhadap suatu konsep atau materi seringkali tidak sesuai atau salah pemahaman dengan yang disampaikan oleh para ahli. Ketidaksesuaian atau kesalahpahaman terhadap suatu konsep atau materi tersebut akan menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan belajar. Kesalahpahaman terhadap suatu konsep atau materi disebut dengan miskonsepsi. Berikut merupakan beberapa definisi miskonsepsi menurut beberapa ahli yang peneliti cantumkan.

Konsep merupakan informasi dasar yang harus dimiliki peserta didik sehingga dapat membentuk berbagai prinsip sesuai pemahamannya, konsep yang ditemukan dapat berasal dari peristiwa, pengalaman pribadi yang dapat berubah sesuai dengan berkembangnya ilmu pengetahuan (Irani et al., 2020). Sedangkan konsep merupakan suatu istilah, gagasan atau penjelasan yang umum dan abstrak yang diterima dalam pikiran seseorang (Mukhlisa, 2021).

Miskonsepsi merupakan kondisi ketika peserta didik memiliki pemahaman atau pengetahuan yang tidak sesuai dengan yang disampaikan oleh para ahli dan sulit untuk diubah (Qian & Lehman, 2017). Sejalan dengan pernyataan tentang miskonsepsi tersebut Suwanto (2017) mengemukakan bahwa miskonsepsi merupakan suatu ketidaksesuaian antara konsepsi peserta didik dengan konsepsi yang dikemukakan oleh para ahli.

Selain itu menurut Pesman (dalam Ismail et al., 2015) “miskonsepsi merupakan prasangka atau pemahaman tentang suatu konsep yang diyakini secara kuat namun konsep yang diyakini tidak sesuai dengan konsep ilmiah para ahli”. Selanjutnya definisi dari miskonsepsi merupakan kekeliruan dalam memahami

konsep yang ditandai dengan ketidaksesuaian konsep yang dipahami dengan konsep yang diterima para ahli dalam bidangnya (Annisa et al., 2019).

Pengetahuan awal peserta didik yang keliru akan menjadi penghalang bagi peserta didik dalam merangkai pengetahuan dan mengembangkan kemampuan dalam memahami suatu konsep (Andariana et al., 2020). Sejalan dengan hal tersebut menurut Hermita (dalam Rosita et al., 2020) mengemukakan bahwa miskonsepsi dianggap sebagai penghambat dalam proses pembelajaran, pembentukan pengetahuan dan penguasaan suatu konsep peserta didik.

Selain itu miskonsepsi juga akan menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam menghubungkan atau mengembangkan antara konsep yang satu dengan konsep yang lainnya yang saling berkaitan (Farihah et al, 2016). Menurut Lestari dalam (Putri, R.E, 2021) mengemukakan bahwa miskonsepsi memiliki dampak yang tidak baik karena kemungkinan peserta didik akan mengalami miskonsepsi kembali pada konsep lain yang lebih kompleks dan berpengaruh buruk terhadap hasil belajar peserta didik, sehingga tidak boleh dibiarkan dan perlu dilakukannya identifikasi miskonsepsi sebagai upaya menangani miskonsepsi agar tidak terus berlanjut.

Berdasarkan beberapa uraian mengenai definisi dari miskonsepsi tersebut, maka peneliti menyimpulkan bahwa miskonsepsi merupakan kekeliruan pemahaman yang diyakini peserta didik terhadap suatu konsep namun tidak sesuai dengan konsep yang disepakati oleh para ahli. Miskonsepsi memiliki pengaruh buruk terhadap penguasaan dan pemahaman konsep peserta didik dan juga hasil belajarnya, maka perlu dilakukannya identifikasi miskonsepsi sebagai upaya mengatasi miskonsepsi tersebut.

2.1.1.2 Penyebab Miskonsepsi

Sebelum berlangsungnya proses pembelajaran peserta didik sudah memperoleh pengetahuan awal dari hasil pengalamannya dalam berinteraksi dengan lingkungan sehingga pengetahuan awal tersebut dibawa oleh peserta didik ke sekolah. Sejalan dengan hal tersebut menurut Suhermiati et al., (2015) mengemukakan bahwa pengetahuan awal yang diperoleh peserta didik ketika berlangsungnya pendidikan formal dapat berasal dari hasil pengalaman di

lingkungannya dengan sumber yang berbeda-beda maupun dari proses belajarnya secara mandiri, sehingga pengetahuan awal tersebut dianggap berpengaruh terhadap proses belajar selanjutnya.

Pada proses pembelajaran miskonsepsi ini sangat wajar terjadi namun tidak dibenarkan, maka harus segera diperbaiki agar tidak menghambat proses pembelajaran (Febriana & Nada, 2021). Menurut Puspitasari et al., (2019) miskonsepsi dapat terjadi pada peserta didik di tingkat Sekolah Dasar (SD), Sekolah Menengah Pertama (SMP), Sekolah Menengah Atas (SMA), bahkan pada jenjang Perguruan Tinggi. Miskonsepsi ini dianggap berbahaya dalam proses pembelajaran peserta didik maka harus diketahui penyebab terjadinya miskonsepsi tersebut untuk meminimalisasi terjadinya miskonsepsi.

Penyebab terjadinya miskonsepsi pada setiap peserta didik akan berbeda-beda. Menurut Gabel (dalam Suwanto, 2017) penyebab miskonsepsi pada peserta didik yaitu:

- 1) Hasil pengamatan terhadap fenomena alam di sekitar siswa, kadang-kadang perasaan dapat menipu mereka dalam memahami fenomena tersebut,
- 2) Konsep yang diajarkan tidak terjangkau oleh perkembangan mental siswa. Artinya, informasi yang berasal dari luar dan dalam kelas berpotensi sebagai sumber miskonsepsi, jika informasi yang diserap tidak menjadikan gambaran mental siswa menjadi benar.

Sedangkan menurut Suparno (2013) mengemukakan bahwa penyebab miskonsepsi pada peserta didik dibagi menjadi lima kelompok yaitu peserta didik, guru, buku teks, konteks, dan metode dalam pengajaran. Penyebab miskonsepsi yang berasal dari peserta didik yaitu karena pembentukan prakonsepsi yang menyimpang, ketidakmampuan menggeneralisasikan konsep, menganggap materi biologi sulit karena banyaknya istilah ilmiah, dan rendahnya minat dan ketertarikan terhadap materi yang dipelajari. Penyebab miskonsepsi yang berasal dari guru yaitu karena ketidakmampuan guru dalam memahami konsep, kurang menguasai bahan ajar, dan cara mengajar yang tidak tepat. Miskonsepsi yang disebabkan oleh buku teks yaitu terdapat penjelasan yang salah sehingga ketika dibaca oleh guru maupun peserta didik berakibat salah memahami konsep. Metode mengajar yang tidak tepat pun menjadi penyebab terjadinya miskonsepsi karena ketika hanya menekankan

kebenaran pada satu sisi akan memunculkan salah pengertian pada peserta didik. Berikut ini penyebab miskonsepsi secara skematis dapat dilihat dalam tabel 2.1

Tabel 2.1 Penyebab Miskonsepsi

Sebab Utama	Sebab Khusus
Peserta didik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prakonsepsi/ konsep awal peserta didik 2. Pemikiran asosiatif 3. Pemikiran humanistik 4. Reasoning yang tidak lengkap/ salah 5. Intuisi yang salah 6. Tahap perkembangan kognitif peserta didik 7. Kemampuan peserta didik 8. Minat belajar peserta didik
Guru/ Pengajar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak kompeten/ tidak menguasai bahan ajar 2. Bukan lulusan dari bidangnya 3. Tidak membiarkan peserta didik mengungkapkan gagasan/ide 4. Relasi guru dan peserta didik yang tidak baik
Buku teks	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penjelasan yang keliru 2. Salah tulis, terutama dalam rumus 3. Tingkat kesulitan buku yang terlalu tinggi bagi peserta didik 4. Peserta didik tidak tahu membaca buku teks 5. Buku fiksi sains kadang-kadang konsepnya menyimpang demi menarik minat pembaca
Konteks	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengalaman peserta didik 2. Bahasa sehari-hari yang berbeda 3. Teman diskusi yang salah 4. Keyakinan dan ajaran agama 5. Penjelasan orang tua/ orang lain yang keliru

	6. Konteks hidup peserta didik (TV, radio, film yang keliru)
Cara mengajar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hanya berisi ceramah dan menulis 2. Tidak mengungkapkan miskonsepsi peserta didik 3. Tidak mengoreksi PR yang salah 4. Model analogi 5. Model praktikum 6. Model diskusi 7. Non-multiple intelligence

Sumber: (Suparno, 2013)

Berdasarkan beberapa pernyataan mengenai penyebab miskonsepsi, maka peneliti menyimpulkan bahwa penyebab miskonsepsi terdapat dari banyak sumber. Miskonsepsi ini dapat bersumber dari peserta didik, guru/ pendidik, bahan ajar, dan juga metode mengajar pendidik yang tidak tepat. Penyebab miskonsepsi yang terjadi pada satu peserta didik dengan peserta didik yang lain dapat berbeda-beda.

2.1.1.3 Jenis-Jenis Miskonsepsi

Jenis miskonsepsi yang dialami peserta didik pasti tidaklah sama. Terdapat beberapa jenis miskonsepsi yang sering dialami peserta didik. Jenis miskonsepsi yang pertama menurut *Committee on Undergraduate Science Education*, Brown and Clement, dan Marshall (dalam Nurulwati et al., 2014) yaitu:

- 1) Pemahaman konsep awal. Jenis miskonsepsi ini terjadi berdasarkan hasil dari pengalaman sehari-hari peserta didik, baik yang ada di sekolah maupun di luar sekolah. Adanya keyakinan akan konsep awal yang tetap tidak berubah meskipun setelah dilakukannya proses belajar mengajar, maka dapat menjadi penyebab miskonsepsi dalam proses pembelajaran.
- 2) Keyakinan tidak ilmiah. Keyakinan tidak ilmiah muncul dari sumber-sumber yang dipelajari oleh peserta didik yang tidak sesuai dengan pendapat yang disepakati para ahli.
- 3) Kesalahpahaman konseptual”. Miskonsepsi ini biasanya muncul ketika peserta didik berhubungan dengan pendapat ahli dengan cara yang tidak menyebabkan

peserta didik menyelesaikan paradoks atau konflik karena anggapan konsep awal dan keyakinan tidak ilmiah. Sejalan dengan hal tersebut saat mengakhiri pembelajaran peserta didik akan merasa tidak puas dan tidak dapat menjelaskan apa yang telah mereka pelajari.

- 4) Jenis miskonsepsi yang keempat menurut Committee on Undergraduate Science Education, 1997; Marshall, 2003 (dalam Nurulwati et al., 2014) dikenal dengan “miskonsepsi bahasa daerah” miskonsepsi ini muncul dari penggunaan kata-kata yang berarti sesuatu bagi banyak orang yang bukan ahli, sehingga ketika dibahas menggunakan sudut pandang ilmiah akan sangat berbeda.
- 5) Miskonsepsi berdasarkan fakta, dimana kesalahan ini terjadi pada masa kanak-kanak dan tetap tidak berubah sampai dewasa. Sumber dari kesalahan ini dapat berasal dari orang tua, guru, dan bahkan buku teks yang mereka pelajari.

Menurut Lambi (dalam Nurulwati et al., 2014) ada banyak cara agar kesalahpahaman dapat terjadi. Data ilmiah terus berubah dari waktu ke waktu. Tidak ada yang bisa mengikuti semua temuan informasi terbaru, yang berarti bahwa setiap orang akan terkesan dengan perubahan informasi dari waktu ke waktu. Sebagai seorang guru haruslah mengajarkan informasi yang baik dan terkini; namun, selama buku teks ditulis dan diterbitkan, beberapa informasi sudah ketinggalan zaman. Kesalahpahaman informasi dapat disebabkan karena ketidakmampuan untuk tetap *up to date* atau ketidakmampuan untuk mengikuti perubahan informasi dari waktu ke waktu.

2.1.1.4 Cara Mengidentifikasi Miskonsepsi

Miskonsepsi yang terjadi pada peserta didik perlu diidentifikasi agar tidak terjadi kesalahpahaman yang berkepanjangan karena pemahaman konsep awal peserta didik akan saling berhubungan dengan konsep-konsep selanjutnya. Konsepsi yang dimiliki peserta didik dapat diketahui melalui berbagai tes. Sejalan dengan hal tersebut menurut Kaltakci-Gurel et al (2017) mengemukakan bahwa diperlukan alat diagnostik untuk mengetahui pemahaman siswa. Menurut Suwanto (2017) mengemukakan bahwa cara mengidentifikasi miskonsepsi dapat menggunakan peta konsep, tes uraian tertulis, wawancara klinis, dan diskusi dalam

kelas. Sejalan dengan hal tersebut Suparno (2013) juga mengemukakan bahwa cara untuk mengidentifikasi miskonsepsi yang terjadi pada peserta didik dapat menggunakan peta konsep, tes *multiple choice* dengan *reasoning* terbuka, tes esai tertulis, wawancara diagnosis, diskusi dalam kelas, dan praktikum dengan tanya jawab.

Selain itu menurut Alwan (2011) mengemukakan bahwa untuk mengidentifikasi miskonsepsi yang terjadi pada peserta didik dapat menggunakan instrumen tes diagnostik. Kegunaan dari tes diagnostik ini yaitu dapat mengetahui kesulitan belajar termasuk kesalahpahaman konsep (miskonsepsi) yang dialami peserta didik. Konsep-konsep yang belum dipahami maupun sudah dipahami oleh peserta didik akan terungkap melalui tes diagnostik tersebut (Suwanto, 2017). Menurut Kirbulut & Geban (dalam Rosita et al., 2020) mengemukakan bahwa instrumen tes diagnostik untuk mengidentifikasi miskonsepsi yang paling banyak digunakan yaitu tes pilihan ganda.

2.1.2 Tes Diagnostik *Four Tier*

2.1.2.1 Identifikasi Miskonsepsi dengan Tes Diagnostik *Four-tier*

Identifikasi miskonsepsi sangat penting dilakukan untuk mendiagnosa terjadinya miskonsepsi pada peserta didik yang akan mengakibatkan kesulitan belajar serta rendahnya hasil belajar peserta didik *Multiple tier test* atau tes multi tingkat merupakan salah satu tes diagnostik yang dapat mendiagnosa miskonsepsi. *Multiple tier test* pertama kali dikembangkan oleh Treagust 1986 yaitu menyusun instrumen tes diagnostik *two tier test*. Berdasarkan beberapa cara untuk mengidentifikasi miskonsepsi, tes diagnostik termasuk cara yang paling mudah dan sering digunakan (Suwanto, 2017). Menurut Rusilowati (2015) mengemukakan bahwa tes diagnostik merupakan suatu tes yang akan memberikan gambaran mengenai kekuatan dan kelemahan peserta didik dalam mempelajari suatu konsep sehingga dapat diberikan tindak lanjut. Tes diagnostik pilihan ganda memiliki beberapa bentuk tes diantaranya: tes diagnostik satu tingkat (*one tier*), dua tingkat (*two-tier*), tes diagnostik tiga tingkat (*three tier*), dan tes diagnostik empat tingkat (*four-tier*)

Selain itu tes diagnostik merupakan suatu tes yang digunakan untuk mengidentifikasi kelemahan (miskonsepsi) pada peserta didik agar dapat diperbaiki dengan melihat hasil respon yang diberikan peserta didik (Suwanto, 2017). Menurut Sion & Jingan (dalam Suwanto, 2017) mengemukakan bahwa dengan dilakukannya tes diagnostik akan memberikan informasi kepada guru mengenai kemampuan awal dan adanya miskonsepsi pada peserta didik.

Bentuk tes diagnostik yang dapat digunakan salah satunya yaitu *four tier multiple choice diagnostic test* (tes diagnostik empat tingkat). Sejalan dengan hal tersebut menurut Amin et al., (2016) mengemukakan bahwa instrumen untuk menganalisis penguasaan konsep peserta didik dapat menggunakan instrumen bentuk *four tier test*. Instrumen *four tier test* ini memiliki empat tingkatan (*tier*). *Tier* pertama yaitu soal pilihan majemuk mengenai pertanyaan pengetahuan, *tier* kedua berisi pilihan tingkat keyakinan terhadap *tier* pertama. Pada *tier* ketiga yaitu menanyakan alasan dari pertanyaan *tier* pertama. Sedangkan *tier* keempat berisi pilihan tingkat keyakinan terhadap *tier* ketiga.

Menurut Hermita; Yasthopi; dan Ritonga (dalam Agustina, 2021) tes diagnostik *four tier* merupakan pengembangan dari tes diagnostik *three tier* yaitu dengan adanya penambahan tingkat keyakinan pada alasan sehingga pada tes diagnostik *four tier* ini akan menunjukkan tingkat keyakinan pada pertanyaan dan juga pada alasan jawaban pertanyaan yang dipilih, maka dari itu peneliti akan lebih mudah dalam menelusuri konsepsi peserta didik, mendiagnosis secara tepat miskonsepsi yang dialami peserta didik, dan juga dapat menentukan dengan tepat cara untuk mengatasinya. Maka dari itu peneliti memilih untuk menggunakan *four-tier test* dalam mengidentifikasi miskonsepsi yang ada

2.1.2.2 Penyusunan Instrumen Tes Diagnostik *Four-tier*

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya bahwa instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tes diagnostik *four tier*. Tes diagnostik *four tier* ini merupakan instrumen *binary choice* atau *multiple choice* yang berisi empat *tier* (empat tingkatan). Tes diagnostik *four tier* merupakan pengembangan dari tes diagnostik yang sebelumnya yaitu *two tier* dan *three tier* yaitu dengan adanya penambahan tingkat keyakinan (*confidence rating*) pada alasan pertanyaan yang

dipilih. Berikut ini tahapan penyusunan instrumen tes diagnostik *four tier* yang diadaptasi dari Treagust (1988), yang terdiri dari tiga tahap yaitu:

1) Menentukan materi/konten

Pada tahap ini peneliti terlebih dahulu mengetahui proposisi dari topik/konten yang akan diidentifikasi/dianalisis konsep. Misal dengan analisis kompetensi dasar sesuai dengan kurikulum yang ada.

2) Mengumpulkan data mengenai miskonsepsi peserta didik

Pada tahap ini peneliti mengumpulkan data terkait miskonsepsi peserta didik yang ditemukan melalui observasi pra penelitian dan telaah literatur atau bahan ajar yang digunakan oleh peserta didik.

3) Mengembangkan instrumen *four-tier diagnostic test*

Pada tahap ini peneliti melakukan pengembangan instrumen *four tier test* yang dimulai dari penyusunan kisi-kisi soal sesuai dengan materi/ konsep yang akan dianalisis pada tahap pertama, kemudian menyusun *tier* pertama yang berupa soal *multiple choice* yang memiliki empat pilihan jawaban atau *binary choice item*. Selanjutnya melakukan penyusunan untuk *tier* kedua berupa *tier confidence rating* berdasarkan keyakinan atas jawaban pada *tier* pertama, *tier* ketiga yaitu berupa pilihan alasan atas jawaban yang dipilih pada *tier* pertama, dan terakhir *tier* keempat yaitu berupa *tier confidence rating* atas keyakinan alasan pada *tier* ketiga.

Menurut Caleon & Subramaniam (2010) terdapat skala yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat keyakinan (*confidence rating*) peserta didik dalam menjawab *tier* kedua dan *tier* keempat, yang terdapat pada tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2.2 Skala *Confidence rating* (CR)

Tingkat Confidence Rating (CR)	Kriteria
1	Hanya menebak
2	Sangat tidak yakin
3	Tidak yakin
4	Yakin
5	Sangat yakin
6	Sangat yakin sekali

Sumber: (Caleon & Subramaniam, 2010)

Kombinasi jawaban *four tier test* yang dipilih peserta didik tidak akan sama antara satu dengan yang lainnya, maka akan diinterpretasikan pada tabel 3, sebagai berikut:

Tabel 2.3 Kombinasi jawaban *four tier diagnostic test*

No	Kategori	Jawaban (<i>tier pertama</i>)	CR pada jawaban (<i>tier kedua</i>)	Alasan (<i>tier ketiga</i>)	CR pada alasan (<i>tier keempat</i>)
1.	Miskonsepsi	Salah	Yakin	Salah	Yakin
2.	Tidak Paham Konsep	Salah	Yakin	Salah	Tidak yakin
3.		Salah	Tidak yakin	Salah	Yakin
4.		Salah	Tidak yakin	Salah	Tidak yakin
5.	Paham konsep	Benar	Yakin	Benar	Yakin
6.	Paham Sebagian	Benar	Yakin	Benar	Tidak yakin
7.		Benar	Tidak yakin	Benar	Yakin
8.		Benar	Tidak yakin	Benar	Tidak yakin
9.		Benar	Yakin	Salah	Yakin
10.		Benar	Yakin	Salah	Tidak yakin
11.		Benar	Tidak yakin	Salah	Yakin
12.		Benar	Tidak yakin	Salah	Tidak yakin
13.		Salah	Yakin	Benar	Yakin
14.		Salah	Yakin	Benar	Tidak yakin
15.		Salah	Tidak yakin	Benar	Yakin
16.		Salah	Tidak yakin	Benar	Yakin
17.	Tidak dapat dikodekan	Apabila salah satu, dua, tiga, atau semuanya tidak diisi			

Sumber: (Amin et al., 2016)

2.1.2.3 Kelebihan dan Kelemahan Tes Diagnostik *Four tier*

Menurut Rusilowati (2015) tes diagnostik *four tier* memiliki keunggulan yaitu guru dapat menelusuri lebih dalam mengenai miskonsepsi pada peserta didik yang teridentifikasi dari hasil jawaban instrumen tes diagnostik *four tier*,

menganalisis lebih mendalam mengenai miskonsepsi yang terjadi pada peserta didik, dapat menetapkan bagian-bagian materi yang memerlukan penekanan lebih, serta dapat merancang dan menyiapkan metode pengajaran yang lebih efektif, bermakna, dan menyenangkan agar dapat mengurangi miskonsepsi.

Menurut Boro et al., (2020) menyebutkan bahwa melalui jawaban instrumen *four tier test* tingkat kepercayaan peserta didik dapat terungkap. Selain itu menurut Oktavia dan Admoko (dalam Agustina, 2021), dengan menggunakan tes diagnostik *four tier* peneliti akan mendapatkan informasi secara lengkap, karena jika menggunakan instrumen tes diagnostik *two tier* dan *three tier* peneliti tidak akan mendapatkan gambaran konsepsi siswa dari hasil analisis jawaban, alasan, dan tingkat keyakinan. Sehingga *four tier test* ini dianggap paling akurat.

Selain memiliki kelebihan, ternyata instrumen tes diagnostik *four tier* ini memiliki kelemahan yaitu dalam kegunaan instrumen ini hanya terbatas untuk keperluan tes diagnostik dan membutuhkan waktu tes yang lebih lama (Caleon & Subramaniam, 2010).

2.1.3 Deskripsi Materi Sel

2.1.3.1 Penemuan Sel dan Teori Tentang Sel

Sel merupakan bagian dari materi biologi yang sudah tidak asing didengar terutama oleh pendidik dan peserta didik. Namun pada kenyataannya kita hanya mengetahui istilah sel nya saja tanpa tahu ruang lingkup sel seperti apa. Pada dasarnya organisasi kehidupan biologi tersusun atas sel. Sel dapat ditemui pada organ tubuh makhluk hidup. Menurut Campbell et al., (2012) “sel merupakan unit dasar bagi struktur dan fungsi organisme”. Menurut Suharsono & Nuryadin, (2017) menjelaskan sejarah penemuan dan perkembangan sel sebagai berikut:

- 1) *Robert Hooke* (1665) dalam bukunya “*Micrograpia*” menyebutkan bahwa ketika melihat irisan gabus kayu dibawah mikroskop sederhana hasil ciptaannya dengan pembesaran 30 kali, terlihat irisan gabus kayu seperti kamar-kamar kecil yang kosong dan diberi nama “sel” berasal dari kata *cella* (bahasa latin) yang berarti lobang.
- 2) *Antonie van Leeuwenhoek* (1674) dengan mikroskop temuannya digunakan untuk mengamati mikroba dalam air serta bagian-bagian yang mungkin terkandung dalam suatu cairan tubuh makhluk hidup. Beliau menemukan berbagai macam mikroba, sehingga dijuluki sebagai bapak mikrobiologi dan ia pula orang yang pertama kali menemukan sperma.

- 3) *T. Schwan* dan *M.Schleiden* (1839) merumuskan suatu teori sel yang berbunyi “sel adalah unit dasar kehidupan, semua tumbuhan dan hewan dibangun atas sel-sel”.
- 4) *Robert Brown* (1831) adanya inti dalam sel, serta menyimpulkan bahwa inti merupakan komponen dasar yang selalu ada di dalam sel.
- 5) *H.J Dutrochet* (1824) mengemukakan bahwa semua tumbuhan dan hewan terdiri dari sel berbentuk gembungan yang sangat kecil.
- 6) *J. Purkinje* (1840) dan *Hugo von Mohl* (1864) memperkenalkan istilah protoplasma yaitu cairan yang mengisi ruang sel. Dipelajari juga stilah pembelahan sel dengan kesimpulan bahwa inti dan plasma sel mengalami pembelahan untuk menjadi dua sel anak.
- 7) *R. Virchow* (1869) berkesimpulan bahwa semua sel berasal dari sel yang telah lebih dulu ada (*omnis cellula e cellula*), dia juga berpendapat bahwa bahan hereditas diwariskan kepada keturunannya dari generasi ke generasi
- 8) *W. Fleming* (1870) memperlihatkan bahwa inti sel memelihara kelangsungan hidup suatu jenis makhluk hidup dari suatu generasi ke generasi berikutnya serta mengenal istilah mitosis bagi pembelahan sel.
- 9) *Hertwigh* (1875) membuktikan bahwa inti spermatozoa Bersatu dulu dengan inti ovum untuk terjadinya embrio atau generasi baru, dia juga memperkenalkan cabang biologi yaitu sitologi.
- 10) *Schlutze* (1860) mengatakan bahwa protoplasma adalah dasar fisik seluruh kehidupan, protoplasma dibagi atas unit-unit di dalam sel.

Berdasarkan teori para ahli mengenai sejarah penemuan dan perkembangan sel maka penulis menarik kesimpulan bahwa sel merupakan unit struktural dan fungsional terkecil yang menyusun kehidupan makhluk hidup/organisme.

2.1.3.2 Komponen Kimiawi Penyusun Sel

Sel tersusun atas komponen kimiawi yang berasal dari aktivitas sel, dapat berupa senyawa maupun unsur. Komponen kimiawi yang menyusun sel meliputi senyawa anorganik dan senyawa organik (Suharsono & Nuryadin, 2017). Menurut Campbell et al., (2012) Senyawa anorganik terdiri atas air, gas-gas, dan garam mineral. Sedangkan senyawa organik terdiri atas karbohidrat, lipid, protein, dan asam nukleat. Sedangkan dalam bentuk unsur terdiri dari unsur makro dan juga unsur mikro. Komponen-komponen tersebut akan dijabarkan lebih lanjut di bawah ini:

Air menjadi komponen penting dalam kehidupan. Jumlah air dalam sel kurang lebih 60 – 95% hal tersebut bergantung pada tempat kelangsungan hidup dari makhluk hidup. Makhluk hidup yang tinggal di darat memiliki jumlah air yang lebih sedikit dibanding dengan makhluk hidup yang berada di air. Air berfungsi

sebagai pelarut yang paling baik, sebagai hidrolisa pada ion-ion H^+ dan ion OH^- , sebagai absorpsi panas, sebagai pengangkut bahan-bahan yang dibutuhkan oleh sel serta mengangkut bahan-bahan yang tidak diperlukan seperti sisa-sisa metabolisme di angkut keluar lewat media air, sebagai medium berbagai proses seperti pada proses-proses kimia, fisika, maupun biologi, dan berfungsi sebagai bahan baku karbohidrat contohnya seperti pada proses fotosintesis yang didalamnya memerlukan air dan karbon dioksida sebagai bahan baku utamanya (Suharsono & Nuryadin, 2017).

Gas merupakan salah satu senyawa anorganik yang juga menyusun sel. Gas dapat berwujud seperti oksigen (O_2), karbon dioksida (CO_2), nitrogen (N_2), dan amonia (NH_3) (Campbell, 2010). Sejalan dengan hal tersebut menurut Suharsono dan Nuryadin (2017) melalui proses respirasi gas oksigen akan masuk kedalam sel dan berguna untuk oksidasi bahan makanan yang akan menghasilkan energi (ATP), Karbon dioksida dalam sel merupakan sisa dari metabolisme bahan makanan, gas nitrogen masuk dalam sel bersamaan dengan gas oksigen, biasanya gas nitrogen ini tidak dipergunakan, namun oleh sel tumbuhan tertentu gas ini digunakan untuk membentuk nitrat. Sedangkan amonia merupakan sisa metabolisme protein dalam sel hewan yang dikeluarkan tubuh karena sebagai racun, namun ada yang diubah sebagai ureum, asam urat, dan nitrat.

Senyawa anorganik lain yang menyusun sel yaitu garam-garam mineral. Garam-garam mineral merupakan senyawa yang terbentuk dari dua atau lebih unsur-unsur. Seperti $NaCl$, $MgCl$, $NaOH$, HCl , dan sebagainya yang berfungsi untuk mempertahankan tekanan osmotik, dan keseimbangan asam basa dalam sel.

Komponen penyusun sel selain senyawa anorganik juga terdapat senyawa organik diantaranya karbohidrat, lipid, protein, dan asam nukleat. Karbohidrat tersusun atas unsur karbon, hidrogen, dan oksigen. Menurut susunan molekulnya karbohidrat digolongkan menjadi tiga yaitu polisakarida, disakarida, dan monosakarida (Suharsono & Nuryadin, 2017). Monosakarida merupakan karbohidrat yang paling sederhana sehingga dikenal dengan gula sederhana. Disakarida terdiri dari dua monosakarida yang digabungkan oleh reaksi dehidrasi,

sedangkan polisakarida terdiri dari beberapa ratus hingga beberapa ribu monosakarida yang digabungkan oleh tautan glikosidik (Campbell et al., 2012).

Lipid merupakan senyawa organik yang bersifat hidrofobik dan sukar larut dalam air, bahkan mungkin tidak dapat bersatu, dimana hal tersebut disebabkan oleh struktur molekul yang dimilikinya. Lipid tersusun atas unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O₂). Lipid ini memiliki bentuk dan fungsi yang beragam. Adapun kelompok yang terpenting dari lipid yaitu, lemak, fosfolipid, dan steroid (Campbell et al., 2012)

Protein merupakan komponen penting dalam seluruh kegiatan organisme/makhluk hidup. Protein membentuk lebih dari 50% dari berat kering dari sebagian besar sel sehingga sering disebut sebagai senyawa organik terbesar yang menyusun sel. Protein berfungsi sebagai struktur penyokong, sebagai senyawa yang menyampaikan informasi ke bagian lain, membantu pergerakan, serta berfungsi sebagai pertahanan dalam menghadapi benda asing (Campbell et al., 2012). Protein terdiri dari unsur C, H, O, N atau terkadang unsur S, dan P. Protein merupakan polimer yang disusun oleh kombinasi dari 20 asam amino. Antara satu protein dengan protein lainnya berbeda-beda dan masing-masing mempunyai struktur dan fungsi spesifik. Protein digolongkan menjadi tiga kelompok yaitu protein sederhana, protein gabungan, dan protein tambahan (Suharsono & Nuryadin, 2017).

Asam nukleat termasuk makromolekul yang juga dianggap penting dalam kelangsungan hidup organisme. Asam nukleat ini merupakan polimer nukleotida yang berperan besar dalam proses penurunan sifat dan pembentukan berbagai protein. Menurut Suharsono & Nuryadin (2017) mengemukakan bahwa asam nukleat terdiri dari dua jenis yaitu DNA (*Deoxyribose Nucleic Acid*) dan RNA (*Ribose Nucleic Acid*). DNA berbentuk rantai ganda (*double helix*) sedangkan RNA berbentuk rantai tunggal. RNA terdiri dari tiga macam yaitu RNA-m, RNA-t, dan RNA-r.

Selain senyawa, komponen penyusun sel juga terdapat unsur yang terdiri dari unsur makro dan unsur mikro. Unsur makro terdiri dari C, H, O, P, K, N, S, Mg, Ca, Na, dan lain-lain. Sedangkan unsur mikro diantaranya Pada unsur Cu, Co,

Mn, Zn, Mo, Bo, Si, Fe dan Cl menempati 60–80% bahan kimia sel. Unsur-unsur tersebut memiliki fungsi yang beragam (Suharsono & Nuryadin, 2017).

Makromolekul yang merupakan bahan organik adalah molekul besar yang terdiri dari banyak atom atau blok penyusun. Sebagian besar makromolekul berupa polimer atau suatu molekul panjang yang terdiri atas banyak blok penyusun identik dan dihubungkan dengan ikatan-ikatan kovalen. Blok penyusun dari suatu polimer adalah molekul kecil yang disebut monomer. Sel hidup terdiri dari empat makromolekul senyawa organik yaitu diantaranya karbohidrat, lipid, protein, dan asam nukleat (Campbell et al., 2012)

2.1.3.3 Bentuk dan Ukuran Sel

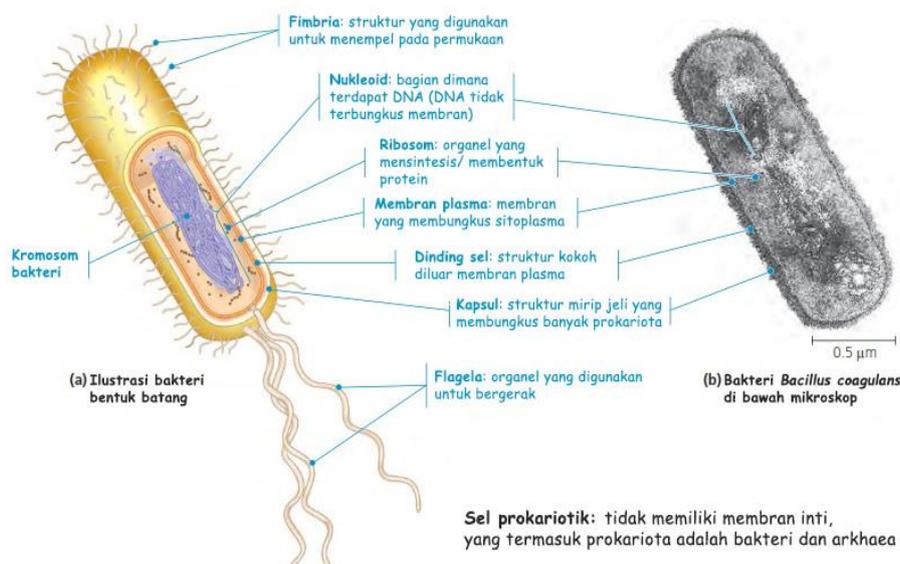
Bentuk sel dapat beraneka ragam, baik pada makhluk hidup bersel tunggal maupun makhluk hidup bersel banyak (*multiseluler*) hal tersebut bergantung pada fungsi dan pengaruh lingkungan sekitar sel itu sendiri. Pada makhluk hidup bersel tunggal bentuk asalnya adalah bundar namun dapat berubah menjadi gepeng atau lonjong bahkan tidak beraturan seperti pada amoeba, hal tersebut diakibatkan karena pengaruh gerakan dan cara hidup ataupun karena kebutuhannya memperoleh makanan (Suharsono & Nuryadin, 2017).

Sel memiliki ukuran yang kecil yaitu sebagian besar berdiameter antara 1 – 100 mikrometer dengan volume berkisar antara 1 – 1000 μm^3 (Juwono & Juniarto, 2012). Sejalan dengan hal tersebut menurut Suharsono & Nuryadin (2017) mengemukakan bahwa pada umumnya sel itu berukuran mikroskopis yang hanya dapat dilihat menggunakan mikroskop. Besarnya berkisar 1 – 100 μm . Sel yang terkecil disebut PPLO (*Pleuro Pneumonia Like Organism*), sedangkan sel terbesar yaitu sel telur (*ovum*) yang memiliki ukuran besar karena mengandung *deutoplasma* atau *yolk* dan selaput pelindung. Ukuran sel akan semakin besar jika makin banyak cadangan makanan. Sel telur yang paling besar adalah sel telur burung onta.

2.1.3.4 Tipe Sel

Berdasarkan struktural dan fungsional sel, terdapat dua tipe sel yaitu sel prokariot dan eukariot (Campbell et al., 2012). Sel prokariot merupakan jenis sel yang tidak memiliki membran inti, Sel prokariot berasal dari kata pro yang artinya sebelum/sederhana, dan karyon yang berarti inti. Contohnya seperti pada bakteri

dan ganggang biru. Sedangkan sel eukarion merupakan sel yang sudah memiliki membran inti dimana batas sitoplasma dengan inti sudah jelas. Bahan inti termasuk kromatin-kromatin yang ada di dalam inti terlindungi dengan baik oleh selaput inti, contoh dari sel eukarion yaitu sel hewan, sel tumbuhan, serta kebanyakan makhluk hidup termasuk manusia (Suharsono & Nuryadin, 2017). Untuk Sel prokariotik dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut ini:



Gambar 2.1 Sel Prokariot

Sumber: (Campbell et al., 2012)

Perbedaan utama dari sel prokariot dan eukarion terletak pada lokasi DNA-nya. Pada sel eukarion sebagian besar DNA berada dalam nukleus sedangkan pada sel prokariot DNA terkonsentrasi pada wilayah yang tidak terselubungi oleh membran atau disebut nukleoid (Campbell et al., 2012). Perbedaan lain antara sel prokariot dan eukarion disajikan dalam tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4. Perbedaan sel prokariot dan eukarion

Perbedaan	Sel Prokariot	Sel Eukarion
Contoh organisme	Bakteri dan ganggang hijau-biru	Protista, fungi, tumbuhan, dan hewan
Ukuran sel	Umumnya 1 – 10 µm	Umumnya 5 – 100 µm
Metabolisme	Anaerob dan aerob	Aerob
Organel	Sedikit atau tidak ada	Nukleus, mitokondria, kloroplas, RE, dll

DNA	Sirkular dalam sitoplasma	Sangat panjang, terdapat dalam inti
RNA dan protein	Disintesis dalam beberapa kompartemen	Sintesis RNA terjadi dalam nukleus, protein di sintesis dalam sitoplasma.
Sitoplasma	Tidak ada sitoskeleton	Sitoskeleton tersusun atas filament protein
Pembelahan sel	Kromosom memisahkan diri oleh adanya pemisah membrane plasma	Kromosom memisah melalui glendong pembelahan
Organisasi seluler	Umumnya uniseluler	Umumnya multiseluler

Sumber: (Suharsono & Nuryadin, 2017)

2.1.3.5 Ultra Struktur Sel

Perkembangan pengetahuan mengenai struktur dan fungsi sel terjadi setelah diperkenalkannya mikroskop electron pada tahun 1950-an. Namun dengan kapasitas tersebut belum mampu menjangkau ultrastruktur sel, sehingga muncul mikroskop elektron player (*Scanning electron microscope*, SEM) dan mikroskop elektron transisi (*transmission electron microscope*, TEM) (Campbell et al., 2012).

Struktur sel merupakan suatu gabungan atau rangkaian dari berbagai macam elemen penyusun sel yang bersatu menjadi satu kesatuan. Dengan pengamatan secara ultrastruktur sel dapat membedakan bagian-bagian yang ada pada sel. Adapun pada dasarnya sel memiliki struktur/ bagian utama yaitu membran plasma, inti sel (nukleus), sitoplasma serta organel-organel sel.

1) Membran Plasma

Membran plasma dikenal juga dengan istilah membran sel atau plasmalemma. Membran plasma ini tampak tersusun atas gabungan antara molekul lemak dan protein (Suharsono & Nuryadin, 2017). Membran sel bersifat *selektif permeabel* atau *semiper meabel* karena hanya dapat dilewati oleh ion, molekul, dan senyawa-senyawa tertentu saja. Pada sel tumbuhan membran sel dikelilingi oleh dinding sel, sedangkan pada sel hewan dan manusia membran sel ini terletak di bagian terluar. Membran sel tersusun atas bahan lipid (fosfolipid, kolestrol, dan glikolipid), protein, dan karbohidrat.

Membran sel berfungsi sebagai transportasi zat yang menontrol keluar masuknya zat, sebagai reseptor (menerima rangsang) dari luar sel, sebagai perintang selektif yang memungkinkan lalu lintas oksigen, nutrient, dan zat buangan yang cukup untuk melayani keseluruhan sel. (Campbell, 2012; Suharsono & Nuryadin, 2017).

Komponen utama pada membran sel yaitu lipid (fosfolipid, kolestrol, dan glikolipid) dan protein dan karbohidrat. Fosfolipid merupakan molekul amfipatik yaitu memiliki bagian hidrofilik (kepala fosfolipid) dan hidrofobik (ekor fosfolipid). Selain lipid dalam membrane sel juga terdapat protein. Protein membrane terdiri dari protein integral (menembus penuh membran plasma) dan protein perifer (tidak menembus sepenuhnya membran). Sedangkan karbohidrat pada membran berikatan dengan lipid membentuk glikolipid dan berikatan dengan protein membentuk glikoprotein (Campbell et al., 2012).

2) Inti Sel (Nukleus)

Seluruh kegiatan dan informasi yang dibutuhkan oleh tubuh diatur oleh inti sel (nukleus). Sejalan dengan hal tersebut menurut Campbell (2012) Inti sel (nukleus) pada sel eukariot didalamnya mengandung sebagian besar gen, sedangkan sebagian gen yang lain terletak pada mitokondria dan kloroplas.

Inti biasanya berbentuk agak bulat, dibungkus suatu selaput dan cairan inti yang disebut nukleoplasma. Didalam nukleoplasma terdapat kromosom yang berisi DNA dan protein. Sedangkan di dalam nucleus terdapat satu atau lebih anak inti (nucleolus). Biasanya Nukleolus berbentuk seperti butiran dan serabut dan tidak dibatasi oleh selaput, dan berisi RNA, DNA, serta sejumlah protein lain seperti fosfoprotein, orthosfat, dan enzim protease. Fungsi dari nukleolus yaitu sebagai tempat pembuatan protein yang akan digunakan untuk ribosom dan juga sebagai tempat mengadakan sintesis protein sehingga kandungan protein pada nukleolus sangat tinggi. DNA dan RNA pada nucleolus inilah yang akan berfungsi membawa informasi yang dibutuhkan tubuh (Mulyani, 2006).

3) Sitoplasma

Substansi homogen yang tidak dan jernih di dalam sel disebut dengan sitoplasma. Menurut Mulyani (2006) menyebutkan bahwa “Secara fisik sitoplasma

terlihat seperti senyawa yang liat serta agak bening jika terkena sinar yang dapat dilihat, sementara secara kimia sitoplasma memiliki struktur yang sangat rumit dan komponen utamanya terdiri atas 85-90% air”.

Sitoplasma terdiri atas matriks atau sitosol sebagai tempat terbenamnya organel, sitoskeleton, dan timbunan karbohidrat, lipid, dan figmen dan merupakan substansi homogen yang tidak terbentuk dan terlihat jernih (Subowo, 2020). Sitoplasma berperan sebagai tempat organel dan inklusio. Dalam sitoplasma dimungkinkan terjadinya pergerakan organel sel oleh aliran sitoplasma. Di dalam sitoplasma terjadi proses kimiawi serta menjadi tempat penyimpanan molekul-molekul organik, misalnya karbohidrat, lemak, protein, dan enzim.

Berdasarkan pernyataan di atas penulis menarik kesimpulan bahwa sitoplasma atau cairan sel merupakan benda setengah cair yang terdiri dari matriks atau sitosol yang berada di bagian dalam membrane plasma tetapi di luar nukleus yang merupakan tempat terbenamnya organel dan inklusio.

4) Organel-organel Sel

a) Ribosom

Ribosom merupakan suatu organel yang terlihat seperti granula yang berbentuk butiran kecil dengan diameter 20-22 nm. Ribosom merupakan kompleks yang terbuat dari RNA ribosom dan protein, yang merupakan komponen seluler yang melaksanakan sintesis protein. Jumlah ribosom tergantung dari laju sintesis protein pada sel, jika sel memiliki laju sintesis protein tinggi maka jumlah ribosom banyak (Campbell et al., 2012).

Dalam sitoplasma terdapat dua bentuk ribosom, yaitu ribosom bebas dan ribosom terikat. Ribosom bebas tersebar dalam matriks sitoplasma dan berfungsi mengadakan sintesis protein yang nantinya digunakan untuk pertumbuhan dan pembelahan sel, sedangkan ribosom terikat menempel pada dinding/ membrane retikulum endoplasma atau selaput nukleus dan berfungsi mengadakan sintesis protein yang akan dikeluarkan dari sel melalui organel yang memiliki fungsi ekskresi.

b) Retikulum Endoplasma

Retikulum endoplasma memiliki bentuk yang berupa lembaran yang melipat-lipat mengelilingi sebuah ruangan yang disebut dengan lumen atau sisterna. Ukuran organ retikulum endoplasma ini lebih tipis dari membran sel (Sumadi & Marianti, 2007). Retikulum endoplasma (RE) dibedakan menjadi dua yaitu RE kasar dan RE halus. RE kasar merupakan RE yang pada membrannya ada yang ditempeli banyak ribosom sehingga terlihat kasar. Sedangkan RE halus merupakan RE yang tidak ditempeli oleh ribosom sehingga terlihat halus. Antara RE kasar dan RE halus ini saling berhubungan dan melakukan kerjasama untuk menjalani aktivitas sel (Suharsono & Nurayadin, 2017).

RE kasar berfungsi dalam hal sintesis protein yang akan disekresi, sintesis glikogen atau polisakarida, glikosilasi protein tertentu yang sudah disintesa, dan sintesis lemak. Sedangkan RE halus berfungsi untuk sintesis protein yang tidak disekresi, sintesis steroid pada kelenjar buntu, metabolisme dan transpor lemak dan zat yang terlarut dalam lemak, metabolisme glikogen, detoksikasi obat, bekerjasama dengan RE kasar untuk mensintesis antibody (Suharsono & Nuryadin, 2017).

c) Aparatus Golgi

Aparatus golgi atau disebut juga badan golgi berfungsi sebagai penyortir dan pengirim produk sel. C Golgi (1898) menemukan struktur halus yang berebentuk seperti jala pada sitoplasma sel saraf yang kemudian diberi nama "*The internal Retucular Apparatus*", letak organel ini yaitu disekitar inti dan berwarna kuning gelap (Suharsono & Nuryadin, 2017). Sejalan dengan hal tersebut menurut Campbell (2012) mengemukakan bahwa:

Produk-produk yang dihasilkan oleh RE misalnya protein akan dimodifikasi dan disimpan kemudian akan dikirimkan ke berbagai tujuan lainnya, sehingga aparatus golgi dikenal sebagai suatu pusat pembuatan, penggudangan, pemilihan, dan pengiriman maka tidaklah mengherankan jika apparatus golgi sangat ekstensif pada sel-sel yang terspesialisasi untuk sekresi.

Jadi aparatus golgi ini berhubungan erat dengan RE kasar dalam penyusunan molekul lipoprotein yang biasanya terjadi pada sel-sel hati.

d) Mitokondria

Pada sel eukariotik, mitokondria adalah organel yang berperan penting dalam memenuhi kebutuhan ATP yang digunakan untuk kerja sel. Mitokondria berfungsi dalam respirasi seluler, proses metabolik yang menghasilkan ATP dengan cara mengambil energi dari gula, lemak, dan bahan bakar lain dengan bantuan oksigen (Campbell, 2012).

Mitokondria adalah organel yang berbentuk silinder atau lonjong yang diselubungi oleh dua membran yaitu membran dalam dan membran luar. Membran dalam mitokondria berlekuk-lekul yang sering disebut dengan krista. Krista memiliki bentuk lempeng yang disebut juga lamella dan bentuk pembuluh. Krista pada mitokondria yaitu berupa cairan yang mengandung banyak enzim dan butiran yang berperan dalam transport ion dan air. Pada krista juga ditemukan DNA dan ribosom serta enzim.

e) Lisosom

Lisosom merupakan kantong membran yang didalamnya berisi enzim-enzim hidrolitik yang digunakan sel hewan untuk mencerna makromolekul contohnya seperti enzim nuklease yang menghidrolisis asam nukleat (Campbell, 2012). Lisosom berbentuk seperti gelembung bundar yang ditemukan dalam sitoplasma sel. Lisosom dalam jumlah yang banyak ditemukan di leukosit dan makrofag. Duve dkk (1955) mengemukakan bahwa lisosom merupakan kantong yang berisi enzim hidrolisa yang aktif dalam media yang memiliki pH asam (Suharsono & Nuryadin, 2017).

Lisosom mengandung kurang lebih 80 enzim yang dikelompokkan dalam 6 kelompok yaitu protease, lipase, glucosidase, fosfatase, nuclease, dan sulfatase. Fungsi dari lisosom yaitu sebagai sekresi, transport zat, absorpsi, reabsorpsi, pembersih, pertahanan, menawarkan zat, dan pembuahan (Suharsono & Nuryadin, 2017).

f) Vakuola

Vakuola merupakan vesikel yang dibatasi membran dengan fungsi yang berbeda-beda pada jenis sel yang berbeda-beda. Vakuola makanan mampu menyimpan cadangan senyawa organik yang penting, misalnya protein yang

ditumpukkan (Campbell et al., 2012). Vakuola berfungsi dalam mengatur air atau cairan dalam sel, contohnya seperti osmo regulasi, penyimpanan, dan pencernaan (Mulyani, 2006).

g) Sentiol

Sentiol merupakan organel yang hanya terdapat dalam sel hewan saja. Sentiol letaknya berdekatan dengan inti. Sentiol berbentuk silinder dengan rangka mikrotubul yang bersusun secara radial. Sentiol berfungsi dalam pembelahan sel, membentuk rangka organel gerak serta mengontrol pergerakannya, membentuk rangka sel, mikrotubul dan mikrofilamen (Suharsono & Nuryadin, 2017).

h) Plastida

Plastida merupakan organel yang terdapat pada sel tumbuhan yang memiliki jumlah banyak. Plastida terdiri dari tiga macam yaitu leukoplast, kromoplast, dan kloroplast. Leukoplast merupakan plastida yang berwarna dan berfungsi mensintesis dan mencadangkan amilum, kromoplast merupakan plastida yang mengandung zat warna figmen tertentu (xantofil, karoten, dan likopen). Sedangkan kloroplast memiliki bentuk lonjong atau bervariasi dan mengandung grana, lamella, dan stroma. Kloroplast berfungsi untuk fotosintesis (Campbell et al., 2012).

i) Peroxisom

Peroxisom merupakan suatu organel yang berbentuk seperti kantung agak bulat, mengandung krista, dan diselubungi membran tunggal. Dalam peroksisom terkandung enzim oksidase dan enzim katalase. Fungsi dari enzim oksidase yaitu memindahkan hidrogen dari suatu substrat agar dapat bereaksi dengan oksigen dan menghasilkan hidrogen peroksida (H_2O_2) untuk produk sampingan (Campbell et al., 2012).

2.1.3.6 Perbedaan Sel Hewan dan Sel Tumbuhan

Sel tumbuhan dan hewan secara struktural memiliki persamaan dan perbedaan. Selain itu sel tumbuhan biasanya berukuran lebih besar dibanding sel hewan (Suharsono & Nuryadin, 2017). Sejalan dengan hal tersebut Irianto (2017) mengemukakan bahwa sel tubuh manusia berbeda dengan sel tumbuhan, baik dari

segi morfologi, fisiologi, dan reproduksi. Lebih lanjut Irianto (2017) menjelaskan perbedaan-perbedaan tersebut sebagai berikut:

- 1) Secara morfologi, sel hewan dan sel tumbuhan memiliki ukuran yang hampir sama. Sel hewan mempunyai membran sel. Oleh sebab itu bentuk selnya berubah-ubah tergantung pada tekanan permukaannya. Sel tumbuhan umumnya berdinding keras yang mengelilingi membran sel. Oleh sebab itu bentuk sel tumbuhan tetap.
- 2) Secara fisiologi, misalnya dinding sel tumbuhan mencegah pengembangan sel. Oleh sebab itu, bila sel menyerap air akan menjadi turgor (tekanan pada dinding sel). Sebaliknya sel hewan bersifat permeabel sehingga kondisi memungkinkan membran sel mengembang pada batasan tertentu.
- 3) Berdasarkan reproduksi, ada sedikit perbedaan pada sel tumbuhan yang sedang berbunga tidak ditemukan sentrosom.

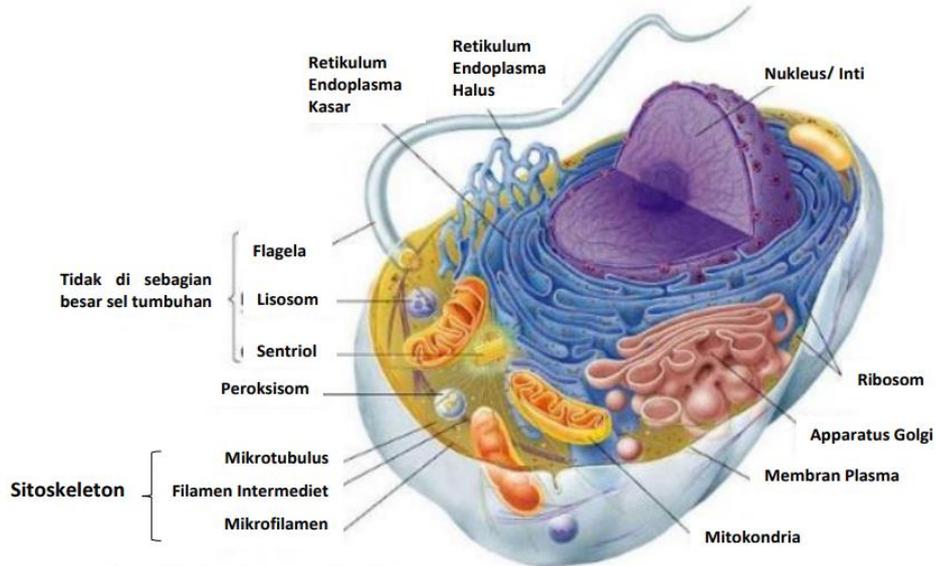
Berdasarkan uraian di atas penulis menarik kesimpulan bahwa pada sel tumbuhan dan hewan memiliki persamaan dan perbedaan baik dari struktur, morfologi, fisiologi dan reproduksi. Contohnya seperti pada struktur sel tumbuhan yang memiliki dinding sel sedangkan pada sel hewan tidak ada dinding sel, kemudian pada sel hewan terdapat lisosom sedangkan pada sel tumbuhan tidak terdapat lisosom. Pada sel tumbuhan terdapat plastida sedangkan pada sel hewan tidak ada plastida. Lebih lanjut perbedaan struktur sel tumbuhan dan sel hewan disajikan dalam tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.5. Perbedaan Sel Tumbuhan dan Sel Hewan

No	Bagian Struktur Sel	Sel Tumbuhan	Sel Hewan
1.	Dinding Sel	Ada	Tidak ada
2.	Membran plasma	Ada	Tidak ada
3.	Nukleus	Ada	Ada
4.	Sitoplasma	Ada	Ada
5.	Ribosom	Ada	Ada
6.	Retikulum endoplasma	Ada	Ada
7.	Aparatus golgi	Ada	Ada
8.	Mitokondria	Ada	Ada
9.	Plastiada	Ada	Tidak Ada
10.	Vakuola	Ada	Tidak Ada
11.	Peroksisom	Ada	Tidak Ada
12.	Lisosom	Tidak ada	Ada
13.	Sentriol	Tidak ada	Ada

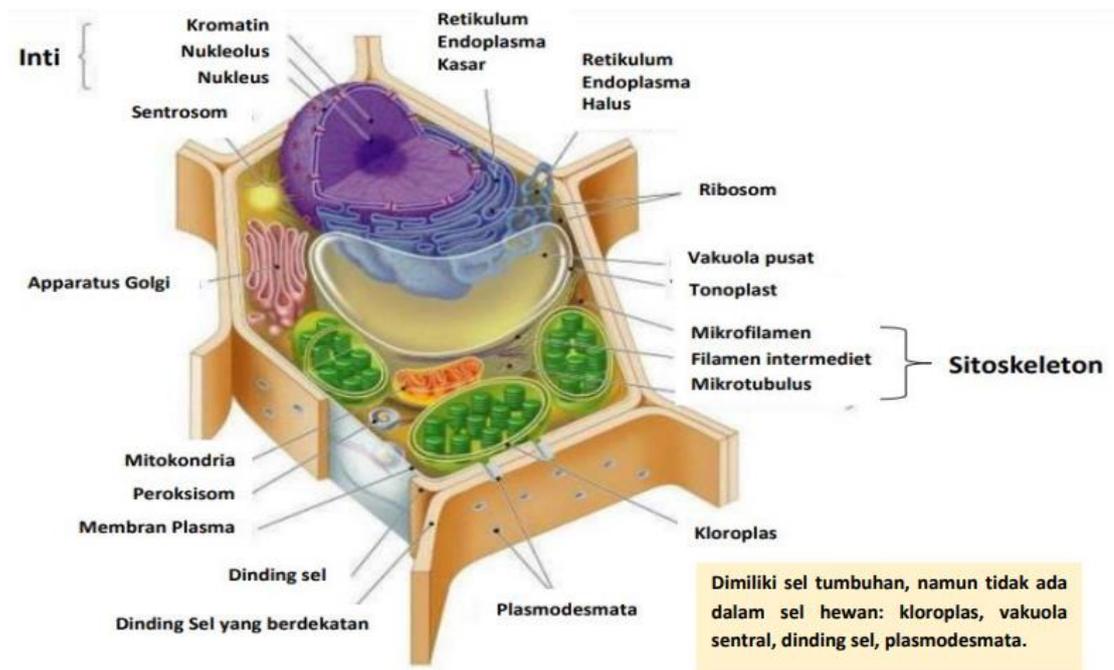
Sumber: (Suharsono & Nuryadin, 2017)

Struktur organel sel hewan dan sel tumbuhan disajikan pada gambar 2.2 dan gambar 2.3 sebagai berikut:



Gambar 2.2. Sel Hewan

Sumber: (Suharsono & Nuryadin, 2017)



Gambar 2.3. Sel Tumbuhan

Sumber: (Campbell et al., 2012)

2.1.3.7 Bioproses dalam Sel

Sel disebut sebagai unit struktural dan fungsional terkecil dalam kehidupan sehingga didalamnya berlangsung proses-proses kehidupan atau disebut dengan bioproses dalam sel. Bioproses dalam sel terdiri dari transpor membran, reproduksi sel, dan sintesis protein.

Untuk mempertahankan kelangsungan hidup sel, baik satu sel dengan sel lainnya ataupun dengan lingkungannya dibutuhkan suatu interaksi sel. Interaksi tersebut dilakukan dengan cara transpor melalui membran plasma. Terdapat dua jenis transport membran yaitu transpor aktif dan transpor pasif.

Transpor aktif merupakan transportasi zat yang membutuhkan energi berupa ATP untuk melawan gradien konsentrasi dimana dalam hal ini zat yang memiliki konsentrasi rendah akan merembes/ masuk ke dalam zat yang berkonsentrasi tinggi melawan proses alamiah. Contohnya pada pompa natrium kalium, endositosis, eksositosis (Campbell et al., 2012; Suharsono dan Nuryadin, 2017)

Transpor pasif merupakan suatu peristiwa perpindahan molekul atau ion tanpa menggunakan energi sel. Transpor pasif terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi antara zat yang berada di dalam sel dengan zat yang berada di luar sel. Transpor pasif meliputi difusi, difusi terfasilitasi, dan osmosis (Campbell et al., 2012)

Difusi merupakan proses pergerakan partikel, molekul, ion, gas, atau cairan dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah baik melalui membran plasma ataupun tidak dan sampai tercapai suatu kesetimbangan (Campbell et al., 2012). Difusi terfasilitasi atau disebut juga difusi terikat merupakan difusi yang dapat dipermudah oleh protein membrane (Suharsono & Nuryadin, 2017). Sedangkan osmosis merupakan pergerakan molekul air dari larutan dengan konsentrasi zat terlarut yang lebih rendah (larutan hipotonik) ke larutan dengan konsentrasi zat terlarut tinggi (larutan hipertonik) melalui membrane selektif permeable (Campbell et al., 2012)

Reproduksi sel merupakan bioproses dalam sel yang dapat terjadi secara amitosis, mitosis, dan meiosis. Amitosis merupakan jenis reproduksi sel dimana sel membelah diri secara langsung tanpa disertai tahap-tahap pembelahan sel.

Contohnya terjadi pada bakteri. Mitosis adalah suatu pembelahan dari sel tunggal menjadi dua sel yang identik. Pembelahan mitosis bertujuan untuk pertumbuhan dan regenerasi sel. Sedangkan meiosis merupakan proses pembelahan sel yang terjadi pada sel gonad (sel kelamin) (Campbell et al., 2012).

Bioproses yang terakhir yaitu sintesis protein. Sintesis protein merupakan proses pembentukan asam amino melalui kode gen yang dibuat di DNA. Sintesis protein terdiri dari dua tahap yaitu transkripsi dan translasi. Transkripsi merupakan sintesis RNA dari salah satu rantai DNA, terdiri dari tiga tahapan yaitu inisiasi, elongasi, dan terminasi. Hasil dari proses transkripsi akan ditranslasikan dalam ribosom (Suharsono & Nuryadin, 2017).

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Hasil penelitian yang relevan mengenai analisis miskonsepsi peserta didik pada materi sel adalah hasil penelitian yang dilakukan oleh Hayati (2021) dimana pada penelitiannya menggunakan instrument *three tier test*. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa terdapat miskonsepsi pada materi sel dengan persentase sebesar 20,03%. Berdasarkan tujuh indikator pembelajaran terdapat empat indikator dengan jumlah miskonsepsi yang tinggi yaitu indikator 1 (teori sel, 27%), indikator 2 (tipe sel, 21%), indikator 4 (organel sel dan fungsinya, 31%), dan indikator 5 (perbedaan sel hewan dan tumbuhan, 16%).

Penelitian yang relevan selanjutnya yaitu mengenai analisis miskonsepsi peserta didik menggunakan instrumen *four tier diagnostik test* adalah hasil penelitian yang dilakukan oleh Jayanti & Susantini (2020) mengemukakan bahwa identifikasi miskonsepsi dengan menggunakan tes diagnostik *four tier* perlu dilakukan pada materi lain dalam biologi. Selain itu perlu dilakukannya upaya dalam menerapkan strategi pembelajaran yang dapat menarik dan dapat menghindarkan peserta didik dari miskonsepsi. Hasil penelitiannya menggunakan instrumen *four tier diagnostic test* pada materi kingdom animalia pada peserta didik kelas XI MIPA 4 SMAN 1 Gersik menunjukkan miskonsepsi pada kategori sedang yaitu sebesar 33,82%. Miskonsepsi tertinggi yaitu pada konsep amfibi dan lapisan tubuh hewan yaitu sebesar 55,56%, sedangkan miskonsepsi terendah yaitu pada

konsep pisces sebesar 13,89%. Adapun sumber penyebab terjadinya miskonsepsi berasal dari peserta didik, guru, buku, cara mengajar, dan konteks.

2.3 Kerangka Konseptual

Belajar dan pembelajaran merupakan dua hal yang saling berhubungan dan tidak dapat dipisahkan. Proses belajar dan pembelajaran akan melibatkan pendidik dan peserta didik yang diarahkan untuk mencapai tujuan tertentu. Tujuan utama dalam proses pembelajaran adalah bertambahnya pengetahuan peserta didik sehingga dapat memahami konsep atau materi yang dijelaskan atau dipelajari, namun dalam mencapai tujuan tersebut tidak terlepas dari masalah yang dapat terjadi. Salah satu masalah yang dapat terjadi dalam proses pembelajaran yaitu miskonsepsi. Fenomena miskonsepsi ini tidak disadari oleh peserta didik maupun pendidik. Miskonsepsi ini merupakan perbedaan pemahaman terhadap suatu konsep antara konsep yang dipahami peserta didik dengan konsep yang telah disepakati oleh para ahli. Fenomena miskonsepsi ini dapat berdampak buruk karena akan menghambat peserta didik dalam membangun pengetahuan dan proses pembelajarannya serta dapat menjadi mata rantai kesalahan dalam memahami konsep-konsep selanjutnya sehingga akan menyebabkan rendahnya hasil belajar peserta didik. Oleh karena biologi merupakan ilmu yang mencakup faktual, konseptual, dan prosedural dimana didalamnya terdapat banyak konsep-konsep yang kompleks dan abstrak sehingga beberapa materi biologi sudah teridentifikasi miskonsepsi termasuk dalam materi sel. Berdasarkan temuan miskonsepsi yang sudah dilakukan tidak menutup kemungkinan bahwa di SMA Negeri 3 Tasikmalaya juga terdapat fenomena miskonsepsi pada materi sel.

Penyebab miskonsepsi pada peserta didik sangat beragam, diantaranya dapat berasal dari peserta didik yang memiliki prakonsepsi yang salah yang berasal dari pengalaman peserta didik dalam berinteraksi dengan lingkungannya, pendidik, bahan ajar yang digunakan, konteks, serta metode mengajar yang tidak sesuai. Selain itu situasi pandemi COVID-19 yang saat ini terjadi pun dapat menjadi faktor penyebab terjadinya miskonsepsi pada peserta didik karena situasi COVID-19 yang mengharuskan belajar daring membuat siswa mengalami kejenuhan dalam belajar.

Oleh karena fenomena miskonsepsi ini dianggap mempengaruhi proses belajar bagi peserta didik maka harus segera diidentifikasi. Karena jika tidak segera diidentifikasi maka akan terus berkepanjangan dan terjadi miskonsepsi pada konsep-konsep selanjutnya sehingga terjadi kesulitan dan kegagalan dalam proses belajar. Untuk menganalisis fenomena miskonsepsi ini dapat dilakukan dengan mengidentifikasi miskonsepsi serta penyebab terjadinya miskonsepsi pada peserta didik

Tes diagnostik merupakan tes yang dianggap mampu untuk mendiagnosa atau mengidentifikasi miskonsepsi yang dialami peserta didik. Tes diagnostik merupakan tes yang digunakan untuk mengungkap miskonsepsi yang terjadi pada peserta didik melalui hasil respon yang peserta didik berikan. Salah satu bentuk tes diagnostik yaitu *four tier test*. *Four tier test* ini merupakan pengembangan dari tes diagnostik sebelumnya yaitu *two tier* dan *three tier*. Melalui penggunaan tes diagnostik *four tier* ini dapat dibedakan peserta didik yang mengalami miskonsepsi, paham konsep, dan paham sebagian konsep sehingga diharapkan dengan penggunaan tes diagnostik *four tier* ini guru dapat mengidentifikasi konsep yang salah, serta dapat memperbaiki/memecahkan permasalahan miskonsepsi agar tidak terjadi berkepanjangan.

Berdasarkan uraian tersebut, maka peneliti berharap bahwa tes diagnostik *four tier* ini mampu memberikan gambaran miskonsepsi yang terjadi pada peserta didik dalam materi sel di kelas XI MIPA SMA Negeri 3 Tasikmalaya Tahun Ajaran 2021/2022.

2.4 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah peneliti uraikan sebelumnya maka pertanyaan pada penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Bagaimana kategori miskonsepsi peserta didik pada materi sel di kelas XI MIPA SMA Negeri 3 Tasikmalaya?
- 2) Apa saja sumber penyebab miskonsepsi peserta didik pada materi sel di kelas XI MIPA SMA Negeri 3 Tasikmalaya?
- 3) Bagaimana cara menangani miskonsepsi peserta didik pada materi sel di kelas XI MIPA SMA Negeri 3 Tasikmalaya?