

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerangka Teoritis

2.1.1. Definisi Metakognisi

Metakognisi adalah pengetahuan seseorang tentang proses berpikirnya sendiri, atau pengetahuan seseorang tentang kognisinya serta kemampuan dalam mengatur dan mengontrol aktivitas kognisinya dalam belajar dan berpikir (Romli, 2010). Metakognisi diartikan sebagai pemikiran tentang pemikiran kita sendiri yang merupakan interaksi antara tiga aspek penting yaitu: pengetahuan tentang proses berpikir kita sendiri, pengontrolan atau pengaturan diri, serta keyakinan dan intuisi. Metakognisi tidak sama dengan kognisi, misalnya ketrampilan yang digunakan untuk membaca suatu soal berbeda dengan memonitor pemahaman terhadap soal tersebut. Metakognisi mempunyai kelebihan dimana siswa mencoba merenungkan cara berpikir atau merenungkan proses kognitif yang dilakukannya (Afifah, 2013).

Menurut Sudia (2015), menyatakan bahwa metakognisi merupakan tatanan pemikiran yang lebih tinggi yang melibatkan kesadaran, proses dimana seseorang berpikir tentang berpikirnya, yang melibatkan kontrol aktif dalam merencanakan, mengatur dan mengevaluasi proses berpikir seseorang. Metakognisi adalah kesadaran seseorang tentang proses kognitifnya atau kesadaran diri seseorang tentang proses belajarnya sehingga dia mengetahui bagaimana proses belajar, kapan waktu yang tepat untuk belajar, strategi apa yang cocok untuk belajar sehingga apa yang dilakukan dapat terkontrol secara optimal (Rismayanti, 2015). Metakognisi merupakan suatu proses membangkitkan minat sebab seseorang menggunakan proses kognitif untuk merenungkan proses kognitif mereka sendiri. Metakognisi sangat penting karena pengetahuan tentang proses kognitif dapat menuntun siswa di dalam menyusun dan memilih strategi untuk memperbaiki kinerja positif. Dengan demikian metakognisi berhubungan dengan pengetahuan seseorang tentang proses kognitif mereka sendiri dan kemampuan menggunakan proses tersebut. Siswa perlu menyadari akan kelebihan dan kekurangan dari

kemampuan kognitifnya dan berupaya mengorganisasikannya untuk diterapkan secara tepat dalam penyelesaian tugas atau masalah (Rusdi, 2011).

Jadi dapat dinyatakan bahwa metakognisi adalah cara berpikir seseorang tentang apa yang mereka pikirkan terhadap kemampuan mereka dalam mengolah informasi sehingga dengan adanya pemikiran yang mendalam tentang dirinya sendiri dapat memecahkan suatu masalah yang sedang dihadapinya melalui proses berpikirnya tersebut.

2.1.2. Aspek – Aspek Metakognisi

Tiga bagian yang berbeda tetapi berhubungan dengan kategori dari perilaku metakognitif, yaitu sebagai berikut:

1. Kesadaran Diri dari Proses Berpikir Seseorang

Kesadaran metakognitif berhubungan dengan kesadaran dari individu dalam proses pelajarannya atau dalam proses pemecahan masalah, kesadaran individu terhadap pengetahuannya tentang pelajaran atau tentang strategi pemecahan masalah dan kesadaran individu terhadap pengetahuan khusus yang dimilikinya. Termasuk pengetahuan mereka tentang apa yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah, masalah apa saja yang sudah diselesaikan, dan apa yang dapat dilakukan khususnya untuk belajar konteks atau situasi pemecahan masalah. Kesadaran metakognitif meliputi pengetahuan kumulatif seseorang tentang kemampuan yang diperolehnya dan pengetahuan yang berkesinambungan dari proses mental yang sedang terjadi (Risnanosanti, 2008).

Untuk menjadi siswa yang sukses, mereka harus mengetahui apa yang dapat mereka pelajari dan bagaimana cara terbaik mereka belajar. Siswa juga harus mengetahui saat untuk mencari bantuan ketika mereka menemui rintangan/kesulitan dalam pelajaran mereka. Tes di sekolah dapat menyediakan informasi yang bermanfaat tentang kinerja siswa, hanya mereka memberi informasi yang tidak bermanfaat tentang kognitif dan proses metakognitif yang digunakan. Teknik lain diperlukan untuk membantu siswa menjadi sadar akan pemikiran mereka sendiri. Satu teknik yang dapat dilakukan dengan meminta siswa untuk melengkapi suatu "daftar pemikiran" pada akhir pembelajaran suatu

topik. Beberapa pertanyaan yang terdapat pada daftar seperti itu diantaranya adalah: (1) Gagasan dan keterampilan baru apa yang telah saya kuasai? (2) Apa bagian tersulit dari topik ini? (3) Apakah saya telah mencoba untuk mengatasi berbagai kesulitan mempelajari ini? (4) Jenis aktivitas belajar mana yang saya senangi dan sukai? Mengapa?. Guru dapat meminta siswa untuk berbagi refleksi dirinya dari pertanyaan-pertanyaan yang diberikan seperti di atas. Hal ini akan membuat suatu strategi metakognitif yang lebih eksplisit melalui verbalisasi (Risnansanti, 2008).

2. Pengetahuan Deklaratif

Pengetahuan deklaratif disebut sebagai “pengetahuan bahwa/apa”, yang mana pengetahuan ini adalah rekoleksi atau pengingatan kembali informasi secara sadar, yang meliputi fakta-fakta spesifik, keyakinan, pendapat atau kejadian yang dapat dikomunikasikan secara verbal. Ingatan yang kita munculkan kembali ke kesadaran untuk digunakan dengan sengaja, artinya ketika berusaha mengingat sesuatu dan kita melakukannya dengan sadar (Insani, 2016).

3. Pengetahuan strategi

Berkenaan dengan jenis strategi yang digunakan, siswa menggunakan ketiga strategi belajar umum yang ada yaitu pengulangan, organisasi, dan elaborasi. Siswa menerapkan salah satu jenis dari masing-masing strategi yaitu menggarisbawahi (pengulangan), membuat catatan (organisasi), dan membuat rangkuman (Mudiono, 2017).

2.1.3 Metakognisi sebagai Pendekatan Pembelajaran

Menurut Hasruddin (2009) bahwa pendekatan pembelajaran memiliki andil dalam menciptakan kondisi pelajar. Pembelajaran dengan pendekatan metakognitif menitikberatkan pada aktivitas belajar siswa, membantu dan membimbing siswa jika ada kesulitan, serta membantu siswa untuk mengembangkan konsep diri apa yang dilakukan saat belajar (Maulana, 2008).

Menurut Iskandar (2014), belajar juga merupakan metakognitif melalui aktivitas yang digunakan yaitu mengatur dan memantau proses belajar. Adapun kegiatan belajarnya mencakup perencanaan, monitoring, dan memeriksa hasil.

Kegiatan-kegiatan metakognitif ini muncul melalui empat situasi, yaitu: (1) Siswa diminta untuk menjustifikasi suatu kesimpulan atau mempertahankan sanggahan; (2) Situasi kognitif dalam menghadapi suatu masalah membuka peluang untuk merumuskan pertanyaan; (3) Siswa diminta untuk membuat kesimpulan, pertimbangan dan keputusan yang benar sehingga diperlukan kehati-hatian dalam memantau dan mengatur proses kognitifnya; dan (4) Situasi siswa dalam kegiatan kognitif mengalami kesulitan, misalnya dalam pemecahan masalah. Berikut ini merupakan beberapa indikator yang digunakan dalam metakognitif yang telah diadaptasi pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Beberapa Indikator yang Digunakan dalam Metakognisi

No	Level Metakognisi	Sublevel Metakognisi (indikator)
1	Menyadari proses berpikir dan mampu menggambarannya	<ul style="list-style-type: none"> • Menyatakan tujuan • Mengetahui tentang apa dan bagaimana • Menyadari bahwa tugas yang diberikan membutuhkan banyak referensi • Menyadari kemampuan sendiri dalam mengerjakan tugas • Mengidentifikasi informasi • Merancang apa yang akan dipelajari
2	Mengembangkan pengenalan strategi berpikir	<ul style="list-style-type: none"> • Memikirkan tujuan yang telah ditetapkan • Mengelaborasi informasi dari berbagai sumber • Mengetahui bahwa strategi elaborasi meningkatkan pemahaman • Memikirkan bagaimana orang lain memikirkan tugas

Lanjutan Tabel 2.1 Beberapa Indikator yang Digunakan dalam Metakognisi

No	Level Metakognisi	Sublevel Metakognisi (indikator)
3	Merefleksi prosedur secara evaluatif	<ul style="list-style-type: none"> • Menilai pencapaian tujuan • Menyusun dan menginterpretasi data • Mengatasi hambatan dalam pemecahan masalah • Mengidentifikasi sumber-sumber kesalahan dari data yang diperoleh
	Metransfer pengalaman pengetahuan pada konteks lain	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan prosedur/cara yang sama untuk masalah yang lain • Mengembangkan prosedur/cara untuk masalah yang sama • Mengaplikasikan pengalamannya pada situasi yang baru
	Menghubungkan pemahaman konseptual dengan pengalaman prosedural	<ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis kompleksnya masalah • Menyeleksi informasi penting yang digunakan dalam pemecahan masalah • Memikirkan proses berpikirnya selama pemecahan masalah

(Iskandar, 2014)

Guru dapat menerapkan strategi metakognitif yang terdiri dari: (1) Penetapan tujuan pembelajaran; (2) Bagaimana cara mencapai tujuan; (3) Pengecekan apakah tujuan sudah tercapai, apabila belum tercapai bagaimana cara mengatasinya; dan (4) Evaluasi menyeluruh. Dengan menerapkan metakognitif maka peserta diharapkan dapat mengontrol proses konstruk pengetahuan. Hal ini dilakukan untuk melatih siswa dalam menganalisis suatu masalah yang akan dipecahkan olehnya (Iskandar, 2014).

2.2 Defisini Assesmen

Assesmen dapat didefinisikan sebagai suatu proses atau kegiatan yang sistematis dan berkesinambungan untuk mengumpulkan informasi tentang proses dan hasil belajar peserta didik dalam rangka membuat keputusan-keputusan berdasarkan kriteria dan pertimbangan tertentu (Arifin, 2012). Definisi lain yang dikemukakan oleh Erman (2007), bahwa assesmen dapat diartikan sebagai penilaian yang meliputi proses dan hasil belajar siswa, sehingga dengan sistem penilaian ini berbagai cara penilaian bisa dilaksanakan dan berbagai aspek dari siswa dapat pula dinilai. Dengan cara ini hasil penilaian menjadi lebih lengkap karena segala usaha dan kemampuan yang dimiliki siswa (termasuk kognitif, afektif, dan psikomotorik) dapat terungkap dan bisa dihargai berupa nilai. Hasil penilaian menjadi sangat objektif sehingga mencerminkan kondisi siswa secara individu maupun kelompok. Assesmen juga merupakan proses memberikan atau menentukan terhadap hasil belajar tertentu berdasarkan suatu kinerja tertentu (Haris, 2017).

Menurut pendapat Suprananto (2012), bahwa assesmen adalah suatu prosedur sistematis dan mencakup kegiatan mengumpulkan, menganalisis, serta menginterpretasikan informasi yang dapat digunakan untuk membuat kesimpulan tentang karakteristik seseorang atau objek. Secara khusus untuk dunia pendidikan, assesmen sebagai suatu proses sistematis dan mencakup kegiatan mengumpulkan, menganalisis, serta menginterpretasikan informasi untuk menentukan seberapa jauh seorang siswa atau sekelompok siswa mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan, baik aspek pengetahuan, sikap maupun keterampilan.

Berdasarkan pendapat di atas, maka dapat dinyatakan assesmen merupakan suatu usaha yang dijadikan tolak ukur untuk mengetahui seberapa besar kemampuan seseorang dalam mengambil suatu keputusan mengenai hasil belajarnya sehingga dapat diketahui besar skala yang didapatkan oleh orang tersebut.

2.3 Konsep Pemecahan Masalah

Memecahkan masalah yaitu bagaimana seseorang memecahkan masalah jauh lebih penting dan mendasar. Ketika jawaban akhir diutamakan, anak mungkin hanya belajar menyelesaikan satu masalah khusus, namun ketika proses ditekankan, anak tampaknya akan belajar lebih bagaimana menyelesaikan masalah-masalah lainnya. Untuk memperoleh kemampuan dalam pemecahan masalah, seseorang harus memiliki banyak pengalaman dalam memecahkan berbagai masalah. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa anak yang diberi banyak latihan pemecahan masalah memiliki nilai lebih tinggi dalam tes pemecahan masalah dibandingkan anak yang latihannya lebih sedikit (Herman, 2000). Untuk dapat mengajarkan pemecahan masalah dengan baik, ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan antara lain, waktu yang digunakan untuk pemecahan masalah, perencanaan, dan manajemen kelas.

(1) Waktu

Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu masalah sangatlah relatif. Jika seseorang dihadapkan pada suatu masalah dengan waktu yang diberikan untuk menyelesaikannya tidak dibatasi, maka kecenderungannya orang tersebut tidak akan mengkonsentrasikan pikirannya secara penuh pada proses penyelesaian masalah yang diberikan. Sebaliknya, jika seseorang dalam menyelesaikan suatu masalah dibatasi oleh waktu yang sangat ketat, maka seluruh potensi pikirannya mungkin akan dikonsentrasikan secara penuh pada penyelesaian soal tersebut (Herman, 2000).

(2) Perencanaan

Aktivitas pembelajaran dan waktu yang diperlukan, harus direncanakan serta dikoordinasikan sehingga siswa memiliki kesempatan yang cukup untuk menyelesaikan berbagai masalah, belajar berbagai variasi strategi pemecahan masalah, dan menganalisis serta mendiskusikan pendekatan yang mereka pilih. dalam menyediakan variasi permasalahan bagi siswa (Herman, 2000).

(3) Manajemen Kelas

Diskusi tentang pemecahan masalah mungkin lebih baik jika dilakukan melalui kelompok 7 besar, akan tetapi proses pemecahan masalahnya akan efektif bila dilakukan melalui kelompok kecil. Dengan mengelompokkan siswa ke dalam kelompok-kelompok kecil memberi peluang bagi mereka untuk mendiskusikan masalah yang dihadapi, saling tukar ide antar siswa, dan memperdebatkan alternatif pemecahan masalah yang bisa digunakan (Herman, 2000).

2.3.1 Mengukur Keterampilan Pemecahan Masalah

Menurut Suprananto (2012), bahwa ada 17 keterampilan pemecahan masalah yang dapat dijadikan dasar dalam menulis butir soal yang menuntut penalaran tinggi, yaitu sebagai berikut:

(1). Mengidentifikasi masalah

Contoh indikator: Disajikan deskripsi suatu situasi/ masalah, siswa dapat mengidentifikasi masalah yang nyata atau masalah apa yang harus dipecahkan.

(2). Merumuskan masalah dalam bentuk pertanyaan

Contoh indikator: Disajikan sebuah pertanyaan yang berisi sebuah masalah, siswa dapat merumuskan masalah dalam bentuk pertanyaan.

(3). Memahami kata dalam konteks

Contoh indikator: Disajikan beberapa masalah yang konteks kata atau kelompok katanya digarisbawahi, siswa dapat menjelaskan makna yang berhubungan dengan masalah itu dengan kata-katanya sendiri.

(4). Mengidentifikasi masalah yang tidak sesuai

Contoh indikator: Disajikan beberapa informasi yang relevan dan tidak relevan terhadap masalah, siswa dapat mengidentifikasi semua informasi yang tidak relevan.

(5). Memilih masalah sendiri

Contoh indikator: Disajikan beberapa masalah, siswa dapat memberikan satu masalah yang dipilih sendiri.

(6). Mendeskripsikan berbagai strategi

Contoh indikator: Disajikan sebuah pernyataan masalah, siswa dapat memecahkan masalah ke dalam dua cara atau lebih, kemudian menunjukkan solusinya ke dalam gambar, diagram, dan grafik.

(7). Mengidentifikasi asumsi

Contoh indikator: Disajikan sebuah pernyataan masalah, siswa dapat memberikan solusinya berdasarkan pertimbangan asumsi untuk saat ini dan yang akan datang.

(8). Mendeskripsikan masalah

Contoh indikator: Disajikan sebuah pernyataan masalah, siswa dapat menggambarkan sebuah diagram atau gambar yang menunjukkan situasi masalah.

(9). Memberi alasan masalah yang sulit

Contoh indikator: Disajikan sebuah masalah yang sukar dipecahkan atau informasi pentingnya dihilangkan, siswa dapat menjelaskan mengapa masalah ini sulit dipecahkan atau melengkapi informasi pentingnya dihilangkan.

(10). Memberi alasan solusi

Contoh indikator: Disajikan sebuah pernyataan masalah dengan dua atau lebih kemungkinan solusinya, siswa dapat memilih satu solusi yang paling tepat dan memberikan alasannya.

(11). Memberi alasan strategi yang digunakan

Contoh indikatornya: Disajikan sebuah pernyataan masalah dengan dua atau lebih strategi untuk menyelesaikan masalah, siswa dapat memilih satu strategi yang tepat untuk menyelesaikan masalah itu dan memberikan alasannya.

(12). Memecahkan masalah berdasarkan data dan masalah

Contoh indikator: Disajikan sebuah cerita, kartun grafik atau tabel dan sebuah pernyataan masalah, siswa dapat memecahkan masalah dan menjelaskan prosedur yang digunakan untuk menyelesaikan masalah.

(13). Membuat strategi lain

Contoh indikator: Disajikan sebuah pernyataan masalah dan satu strategi untuk menyelesaikan masalahnya, siswa dapat menyelesaikan masalah itu dengan menggunakan strategi lain.

(14). Menggunakan analogi

Contoh indikator: Disajikan sebuah pernyataan masalah dan strategi penyelesaiannya, siswa dapat: (1) mendeskripsikan masalah lain (analog dengan masalah ini) yang dapat diselesaikan dengan menggunakan strategi itu, dan (2) memberikan alasan.

(15). Menyelesaikan secara terencana

Contoh indikator: Disajikan sebuah situasi masalah yang kompleks, siswa dapat menyelesaikan masalah secara terencana mulai input, proses *output*, dan *outcome*.

(16). Mengevaluasi kualitas solusi

Contoh indikator: Disajikan sebuah pernyataan masalah dan beberapa strategi untuk menyelesaikan masalah, siswa dapat: (1) menjelaskan dengan menerapkan strategi itu, (2) mengevaluasinya, (3) menentukan strategi mana yang tepat, (4) memberi alasan mengapa strategi itu paling tepat dibandingkan dengan strategi lainnya.

(17). Mengavaluasi strategi sistematika

Contoh indikator: Disajikan sebuah pernyataan masalah, beberapa strategi pemecahan masalah dan prosedur, siswa dapat mengevaluasi strategi pemecahannya berdasarkan prosedur yang disajikan.

Menurut (Paidi, 2008) terdapat beberapa keterampilan dalam memecahkan masalah, antara lain:

(1). Mengidentifikasi Masalah

Disajikan sebuah pernyataan masalah, kemudian siswa mencari pokok permasalahan dari wacana yang disajikan tersebut.

(2). Rumusan Masalah

Siswa dapat membuat rumusan masalah terkait pokok permasalahan yang telah didapatkannya menjadi sebuah pertanyaan yang sinkron dengan pokok permasalahan yang siswa temukan tersebut.

(3). Mengembangkan solusi sementara

Siswa menemukan jawaban sementara dari hasil rumusan setiap masalah yang telah dibuat menjadi bentuk kalimat pertanyaan.

(4). Menemukan solusi terbaik

Dari setiap solusi / dugaan sementara yang telah ditemukan oleh siswa, maka disini siswa menentukan jawaban / langkah ataupun solusi yang paling tepat untuk menyelesaikan pokok persoalan yang telah ada.

(5). Kelancaran menyelesaikan masalah

Dalam hal ini, siswa mampu menyelesaikan masalah dengan menggunakan berbagai sumber yang terkait dengan pokok persoalan yang telah ditentukan sebelumnya dengan ketepatan waktu yang telah ditentukan.

2.4. Materi *Archaeobakteria* dan *Eubakteria*

Materi *Archaeobakteria* dan *Eubakteria* merupakan materi siswa kelas X SMA yang termasuk pada materi semester ganjil. Materi ini membahas tentang ciri-ciri, bentuk, cara reproduksi, dan peranannya dalam kehidupan sehari-hari.

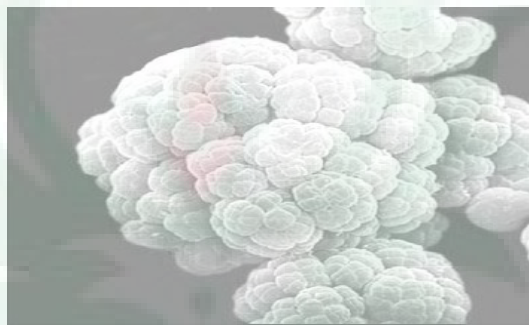
2.4.1. *Archaeobakteria*

Menurut Fictor & Ariebowo (2009), bahwa kelompok *Archaeobakteria* merupakan organisme yang menempati daerah yang ekstrim seperti sumber air panas dan air dengan kadar garam (salinitas) tinggi. Organisme ini merupakan organisme yang sudah langka keberadaannya. Para ilmuwan mengelompokkan *Archaeobakteria* ke dalam tiga kelompok, yaitu metanogenik, halofilik dan termofilik.

a. Metanogenik

Kelompok *Archaeobakteria* ini bersifat anaerobik dan kemosintetik. Bakteri ini memperoleh makanan dengan mereduksi CO_2 menggunakan H_2 menjadi

metana (CH_4). Hidup di rawa-rawa dan danau yang kekurangan oksigen karena konsumsi mikroorganisme lain. Metanogenik juga berperan dalam pembusukan sampah dan kotoran ternak. Metanogenik merupakan bakteri utama dalam pembentukan biogas atau gas metana. Beberapa bakteri metanogenik bersimbiosis dalam rumen herbivora dan hewan pengonsumsi selulosa lainnya. Contohnya *Methanosarcina mazei* pada Gambar 2.1.



Sumber: www.visualunlimited.com;
www.lbl.gov

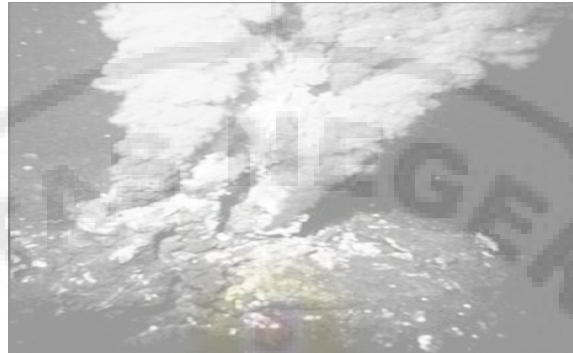
Gambar 2.1. *Methanosarcina mazei*

b. Halofilik

Bakteri Halofilik (*halo*: garam, *philis*: suka) ini hidup pada lingkungan dengan kadar garam tinggi dan sebagian memerlukan kadar garam 10 kali lebih tinggi daripada air laut untuk dapat hidup. Beberapa bakteri halofilik dapat berfotosintesis dan memiliki zat warna yang disebut *bacteriorhodopsin*.

c. Termofilik

Sesuai dengan namanya (*thermo*: panas, *philis*: suka), Archaeobacteria ini hidup di tempat dengan suhu 60°C hingga 80°C . Beberapa bakteri termofilik mampu mengoksidasi sulfur, seperti *Sulfolobus* yang hidup di mata air sulfur pada Gambar 2.2.



Sumber: www.visualunlimited.com;
www.lbl.gov

Gambar 2.2. *sulfobolus*

2.4.2 Eubakteria (Bakteri)

Bakteri merupakan organisme bersel tunggal yang hidup bebas di mana-mana. Bakteri berukuran sangat kecil, yaitu hanya 0,2–10 mikrometer (1 mikrometer = 1/1000 milimeter). Bakteri memegang peranan penting dalam kehidupan di bumi. Kehidupan makhluk hidup lain, seperti hewan, tumbuhan, dan manusia sangat bergantung pada bakteri. Bakteri berguna dalam mendegradasi atau merombak sampah dan jasad mati. Bakteri juga berguna untuk mengubah komponen-komponen organik menjadi anorganik agar dapat diserap oleh tumbuhan.

2.4.3. Ciri-ciri dan Struktur Bakteri

2.4.3.1. Ciri-ciri bakteri

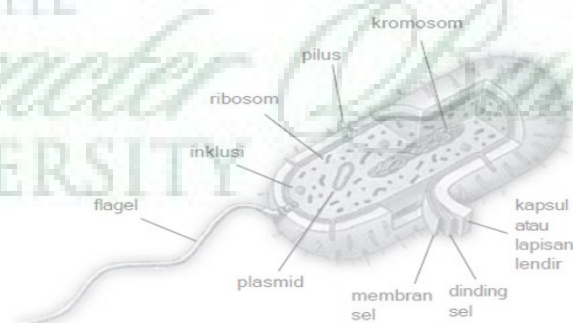
Menurut Nunung & Wijayanti (2016), bahwa secara umum bakteri memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- (1) Bersel tunggal, prokariot, tidak memiliki klorofil sehingga bersifat heterotrof.
- (2) Memiliki dinding sel yang mengandung peptidoglikan.
- (3) Membran plasmanya mengandung lipid dan ikatan ester.
- (4) Selnya mempunyai kemampuan untuk mensekresikan lendir ke permukaan dinding selnya. Lendir ini jika terakumulasi akan dapat membentuk kapsul dan kapsul inilah yang berperan sebagai pelindung untuk mempertahankan diri jika kondisi lingkungan tidak menguntungkan. Bakteri yang berkapsul biasanya lebih patogen daripada bakteri yang tidak memiliki kapsul.

- (5) Sitoplasmanya tersusun atas protein, karbohidrat, lemak ion organik, juga terdapat organel sel, yaitu ribosom yang mengandung satu jenis RNA polimerase dan asam nukleat sebagai penyusun DNA dan RNA.
- (6) Reproduksi aseksualnya dengan cara membelah diri dan seksualnya dengan paraseksual.
- (7) Bakteri terdapat pada semua habitat, dapat dijumpai di udara, tanah, air, bahkan didalam tubuh kita. Bakteri juga tinggal di barang-barang yang ada di sekitar kita, seperti di serbet, handuk, lantai meja, dan dapur. Bakteri dapat tinggal dalam keadaan “benda bernyawa yang tersuspensi” untuk jangka waktu yang sangat lama. Hal ini dapat dibuktikan dengan ditemukannya bakteri pada batuan dan es yang diperoleh dari pengeboran sampai kedalaman 430 m di Benua antartika, selain itu, bakteri juga dapat hidup di hutan yang gelap, gurun, gunung berapi, akar tanaman, makanan kaleng.

2.4.3.2 Struktur Bakteri

Menurut Martono (2009), bahwa bagian tubuh bakteri pada umumnya dapat dibagi atas 3 bagian yaitu dinding sel, protoplasma (di dalamnya terdapat membran sel, mesosom, lisosom, DNA, endospora), dan bagian yang terdapat di luar dinding sel seperti kapsul, flagel, pilus. Di antara bagian-bagian tersebut ada yang selalu didapatkan pada sel bakteri, yaitu membran sel, ribosom dan DNA. Bagian-bagian ini disebut sebagai invarian. Sedangkan bagian-bagian yang tidak selalu ada pada setiap sel bakteri, misalnya dinding sel, flagel, pilus, dan kapsul. Bagian-bagian ini disebut varian terdapat pada Gambar 2.3.



Sumber: [http://www.biologipedia.com/struktur tubuh bakteri](http://www.biologipedia.com/struktur%20tubuh%20bakteri). Html,

Gambar 2.3. Struktur tubuh bakteri

Berdasarkan gambar diatas kita dapat menegetahui bahwa satu sel bakteri tersusun atas materi inti (kromosom), ribosom, plasmid, inklusi, membran sel, dinding sel, kapsul, flagella, dan pili.

a. Materi inti

Materi inti suatu sitoplasma biasanya terdiri atas DNA dan RNA. Materi inti dapat dilihat dengan mikroskop elektron. Penampakan materi inti sebagai suatu jaring DNA, tidak teratur dan seringkali merupakan kumpulan paralel terhadap sumbel sel. Selama perbanyakan sel, DNA bakteri tetap sebagai jaring kromatin yang tersebar dan tidak pernah berkumpul untuk membentuk suatu kromosom yang jelas selama pembelahan sel.

b. Ribosom

Ribosom berperan dalam sintesis protein. Ribosom bakteri ukurannya lebih kecil daripada ribosom sel eukariotik dan tipe RNA-ribosomnya juga berbeda. Kerja ribosom bakteri lebih mudah dihambat oleh antibiotik dibandingkan dengan ribosom sel eukariotik.

c. Plasmid

Plasmid adalah organel sel bakteri yang memiliki peran yang sangat penting dalam proses rekayasa genetika. Plasmid digunakan sebagai vektor atau pembawa gen asing yang akan disisipkan. Gen asing pada plasmid tersebut akan bertambah banyak seiring dengan proses pembelahan sel pada bakteri. Di dalam satu sel dapat ditemukan lebih dari satu plasmid dengan ukuran yang sangat bervariasi, namun semua plasmid tidak mengkodekan fungsi yang penting untuk petumbuhan sel tersebut. umumnya plasmid mengkodekan gen-gen yang diperlukan agar dapat bertahan pada keadaan yang kurang menguntungkan sehingga bila lingkungan kembali normal, DNA plasmid dapat di buang.

d. Inklusi

Inklusi berfungsi sebagai tempat penyimpanan hasil metabolisme, terdapat beberapa jenis inklusi, misalnya inklusi berisi glikogen, volutin (suatu bentuk fosfat anorgnik), dan lemak.

e. Membran sel

Membran sel adalah membran yang menyelubungi sitoplasma tersusun atas lapisan fosfolipid dan protein. Membran sel berperan penting dalam proses transportasi zat dan tempat untuk berlangsungnya reaksi-reaksi biokimia bagi sel. Membran sel terdiri atas lemak dan protein. Di tempat-tempat tertentu pada membran sel terdapat tonjolan ke dalam membentuk struktur yang disebut mesosom. Adanya mesosom akan memperluas permukaan sel sebelah dalam. Pada mesosom terdapat banyak enzim sehingga diperkirakan menjadi tempat pembentukan energi bagi bakteri. Mesosom juga berperan dalam sintesis dinding sel dan pembelahan sel.

c. Dinding sel

Dinding sel pada bakteri menentukan bentuk sel dan pada sebagian besar kelompok bakteri berfungsi untuk melindungi sel terhadap lisis karena tekanan osmosis internal lebih tinggi. Dinding sel mengandung suatu polimer makromolekuler yang disebut peptidoglikan.

d. Kapsul

Di luar dinding sel bakteri, umumnya dijumpai lapisan yang mengandung gelatin yang disebut kapsul. Kapsul berfungsi untuk mempertahankan diri dari serangan sel inang. Umumnya bakteri yang berkapsul lebih sering menimbulkan penyakit dibanding bakteri yang tidak berkapsul.

e. Flagella dan Pili

1) Flagella

Bentuk flagella seperti rambut yang sangat tipis, mencuat menembus dinding sel, fungsinya untuk alat pergerakan pada sel bakteri. Flagella terdiri atas tiga bagian, yaitu tubuh dasar, struktur seperti kait, dan sehelai filamen panjang di luar dinding sel. Panjang flagella beberapa kali lebih panjang dari selnya, tetapi diameternya jauh lebih kecil dibanding diameter selnya.

1) Pili

Bentuknya seperti filamen, tetapi bukan flagella, banyak terdapat pada gram negatif. Ukurannya lebih kecil, lebih pendek, lebih banyak dari flagella. Pili ini

tidak berfungsi untuk pergerakan, tetapi berfungsi sebagai pintu gerbang masuknya bahan genetik selama berlangsungnya perkawinan antibakteri.

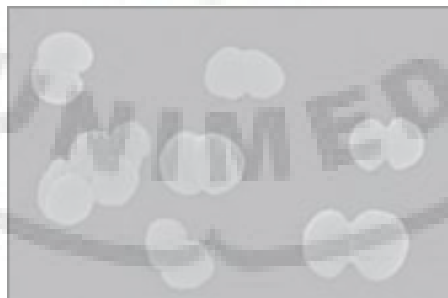
Selain itu, pili juga mempunyai fungsi lain, yaitu sebagai alat untuk melekatnya bakteri pada berbagai permukaan jaringan hewan atau tumbuhan yang merupakan nutriennya. Pada sel-sel bakteri yang melakukan konjugasi (pertukaran materi genetik), pertukaran DNA antara dua sel terjadi melalui pili khusus yang disebut pili seks. Contoh bakteri yang memiliki pili adalah *Escherichia coli* dan *Neisseria gonorrhoeae* (Nunung & Wijayanti, 2016).

2.4.4. Pengelompokan Bakteri

2.4.4.1. Berdasarkan Bentuk Tubuhnya

1) Kokus (bulat)

- a) Streptokokus, misalnya *Streptococcus pyrogenes*, *S. thermophilus*, *S. lactis*.
- b) Stafilocokus, misalnya *Staphylococcus aureus*.
- c) Diplokokus, misalnya *Diplococcus pneumoniae*



Sumber : naturamediterraneo.com

Gambar 2.4. bakteri berbentuk bulat

2) Basil (batang)

- a) Basilus, misalnya *Escherichia coli*, *Salmonella thypi*, *Lactobacillus*.
- b) Streptobasil, misalnya *Azotobacter*, *Bacillus anthracis*.



Sumber : naturamediterraneo.com
Gambar 2.5. Bakteri berbentuk batang

3) Vibrio (koma)

Vibrio, misalnya *Vibrio cholerae*.



Sumber : naturamediterraneo.com
Gambar 2.6. *Vibrio cholerae*

4) Spirillum (spiral)

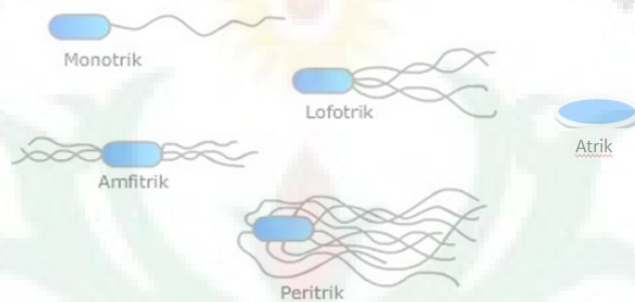
Spirillum, misalnya *Treponema pallidum*.



Sumber : naturamediterraneo.com
Gambar 2.7. *Treponema pallidum*

2.4.4.2. Berdasarkan Kedudukan Flagela pada Selnya

- 1) Atrik , yaitu bakteri yang tidak berflagella
- 2) Monotrik, yaitu bakteri berflagel satu pada salah satu ujung.
- 3)Amfitrik,yaitu bakteri yang fberflagel masing-masing satu pada kedua ujung.
- 4)Lofotrik, yaitu bakteri yang berflagel banyak di satu ujung.
- 5)Peritrik, yaitu bakteri yang berflagel banyak pada semua sisi tubuh.



Sumber: <http://pustaka.pandani.web.id/2014/02/alat-gerak-bakteri.html?m=1>,

Gambar 2.8. Bakteri berdasarkan kedudukan flagel

2.4.4.3. Berdasarkan Pewarnaan Gram (Gram strain)

Pewarnaan gram merupakan salah satu metode pengklasifikasian bakteri. Teknik pewarnaan gram ini dikemukakan oleh Christian Joachim Gram seorang ahli bakteriologi Denmark pada tahun 1884. Sel bakteri diwarnai dengan kristal violet atau pewarna ungu dan kemudian di cuci dengan alkohol atau aseton. Bakteri yang warna ungunya tidak luntur disebut bakteri gram positif. Bakteri ini mempunyai dinding sel yang tebal sehingga pewarna ungu tidak akan larut ketika dicuci dengan alkoho atau aseton. Sementara itu, bakteri yang warna ungunya luntur disebut bakteri gram negatif. Supaya bentuk bakterinnya terlihat lebih jelas, bakteri ini kemudian diwarnai dengan safranin (pewarna merah) ((Nunung & Wijayanti, 2016). Menurut Martono (2009) bahwa berdasarkan pewarnaan gram, bakteri dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

- 1) Bakteri gram-positif

Bakteri gram-positif, dinding sel lebih sederhana, banyak mengandung peptidoglikan. Misalnya *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* dan *Aerococcus*.

2) Bakteri gram-negatif

Bakteri gram-negatif, dinding sel lebih kompleks, peptidoglikan lebih sedikit. Misalnya *Escherichia*, *Citrobacter*, *Salmonella*, *Shigella*, *Enterobacter*, *Vibrio*, *Aeromonas*, *Photobacterium*, *Chromabacterium*, *Flavobacterium*.

2.4.4.4. Berdasarkan kebutuhan oksigen

a. Bakteri aerob

Bakteri aerob, bakteri yang membutuhkan oksigen bebas untuk mendapatkan energi, misalnya *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, *Nitrosococcus*.

b. Bakteri anaerob

Bakteri anaerob, tidak membutuhkan oksigen bebas untuk mendapatkan energi, misalnya *Micrococcus denitrificans*.

2.4.4.5. Berdasarkan cara memperoleh makanan (bahan organik)

a. Autotrop

Autotrop, menyusun makanan sendiri dari bahan-bahan anorganik. Bakteri autotrop, berdasarkan sumber energinya dibedakan atas: fotoautotrop (sumber energi dari cahaya) dan kemoautotrop (sumber energi dari hasil reaksi kimia).

b. Heterotrop

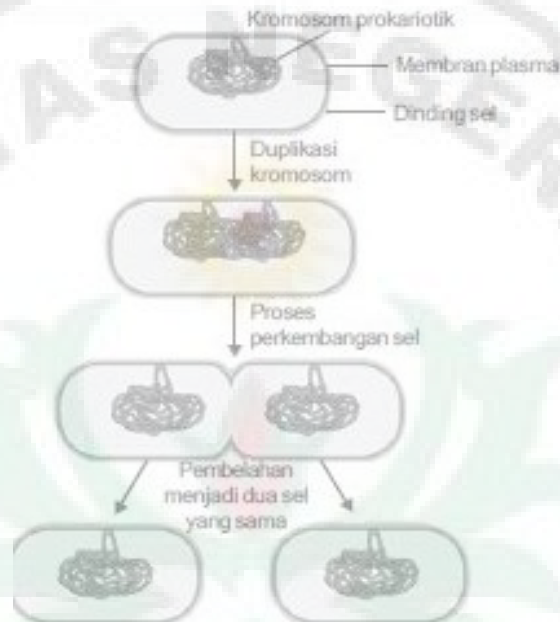
Heterotrop, tidak menyusun makanan sendiri, memanfaatkan bahan organik jadi yang berasal dari organisme lain. Termasuk bakteri heterotrop adalah bakteri saprofit, yaitu bakteri yang mendapat makanan dengan menguraikan sisa-sisa organisme.

2.4.5. Reproduksi Bakteri

1. Reproduksi asexual

Pada umumnya bakteri berkembang biak dengan pembelahan biner, artinya pembelahan terjadi secara langsung, dari satu sel membelah menjadi dua sel anakan. Masing-masing sel anakan akan membentuk dua sel anakan lagi, demikian seterusnya. Proses pembelahan biner diawali dengan proses replikasi DNA menjadi dua kopi DNA identik, diikuti pembelahan sitoplasma dan akhirnya

terbentuk dinding pemisah di antara kedua sel anak bakteri terdapat pada Gambar 2.9.



Sumber: <https://www.google.com/?q=pembelahan+biner+pada+bakteri&client=>

Gambar 2.9. Skema pembelahan biner pada *Streptococcus faecalis*

2. Reproduksi seksual

Bakteri berbeda dengan eukariota dalam hal cara penggabungan DNA yang datang dari dua individu ke dalam satu sel. Pada eukariota, proses seksual secara meiosis dan fertilisasi mengkombinasi DNA dari dua individu ke dalam satu zigot. Akan tetapi, jenis kelamin yang ada pada eukariota tidak terdapat pada prokariota. Meiosis dan fertilisasi tidak terjadi, sebaliknya ada proses lain yang akan mengumpulkan DNA bakteri yang datang dari individu-individu yang berbeda. Proses-proses ini adalah pembelahan transformasi, transduksi dan konjugasi.

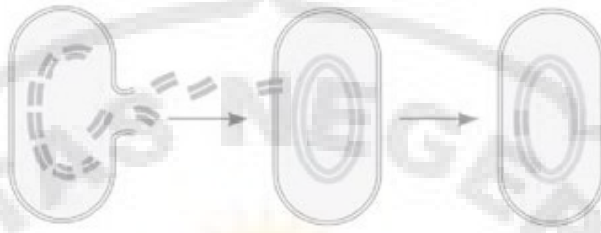
a) Transformasi

Dalam konteks genetika bakteri, transformasi merupakan perubahan suatu genotipe sel bakteri dengan cara mengambil DNA asing dari lingkungan sekitarnya. Misalnya, pada bakteri *Streptococcus pneumoniae* yang tidak berbahaya dapat ditransformasi menjadi sel-sel penyebab pneumonia dengan cara mengambil DNA dari medium yang mengandung sel-sel strain patogenik yang

mati. Transformasi ini terjadi ketika sel nonpatogenik hidup mengambil potongan DNA yang kebetulan mengandung alel untuk patogenisitas (gen untuk suatu lapisan sel yang melindungi bakteri dari sistem imun inang) alel asing tersebut kemudian dimasukkan ke dalam kromosom bakteri menggantikan alel aslinya untuk kondisi tanpa pelapis. Proses ini merupakan rekombinasi genetik - perputaran segmen DNA dengan cara pindah silang (*crossing over*). Sel yang ditransformasi ini sekarang memiliki satu kromosom yang mengandung DNA, yang berasal dari dua sel yang berbeda.

Bertahun-tahun setelah transformasi ditemukan pada kultur laboratorium, sebagian besar ahli biologi percaya bahwa proses tersebut terlalu jarang dan terlalu kebetulan, sehingga tidak mungkin memainkan peranan penting pada populasi bakteri di alam. Tetapi, para saintis sejak saat itu telah mempelajari bahwa banyak spesies bakteri dipermukaannya memiliki protein yang terspesialisasi untuk mengambil DNA dari larutan sekitarnya. Protein-protein ini secara spesifik hanya mengenali dan mentransfer DNA dari spesies bakteri yang masih dekat kekerabatannya.

Tidak semua bakteri memiliki protein membran seperti ini. Seperti contohnya, *E. Coli* sepertinya sama sekali tidak memiliki mekanisme yang teresepialisasi untuk menelan DNA asing. Walaupun demikian, menempatkan *E. Coli* di dalam medium kultur yang mengandung konsentrasi ion kalsium yang relatif tinggi secara artifisial akan merangsang sel-sel untuk menelan sebagian kecil DNA. Dalam bioteknologi, teknik ini diaplikasikan untuk memasukkan gengen asing ke dalam *E. Coli*, gen-gen yang mengkode protein yang bermanfaat, seperti insulin manusia dan hormon pertumbuhan Gambar 2.10.



Sumber: Bio Davidson.com

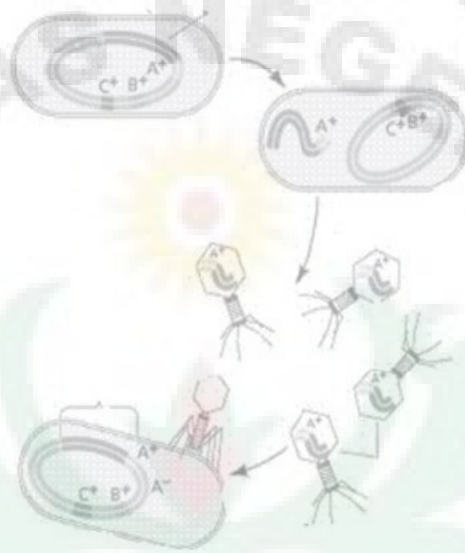
Gambar 2.10. Reproduksi bakteri dengan jalan transformasi

b) Transduksi

Pada proses transfer DNA yang disebut transduksi, faga membawa gen bakteri dari satu sel inang ke sel inang lainnya. Ada dua bentuk transduksi yaitu transduksi umum dan transduksi khusus. Keduanya dihasilkan dari penyimpangan pada siklus reproduktif faga. Diakhir siklus litik faga, molekul asam nukleat virus dibungkus di dalam kapsid, dan faga lengkapnya dilepaskan ketika sel inang lisis. Kadangkala sebagian kecil dari DNA sel inang yang terdegradasi menggantikan genom faga. Virus seperti ini cacat karena tidak memiliki materi genetik sendiri. Walaupun demikian, setelah pelepasannya dari inang yang lisis, faga dapat menempel pada bakteri lain dan menginjeksikan bagian DNA bakteri yang didapatkan dari sel pertama. Beberapa DNA ini kemudian dapat menggantikan daerah homolog dari kromosom sel kedua. Kromosom sel ini sekarang memiliki kombinasi DNA yang berasal dari dua sel sehingga rekombinasi genetik telah terjadi. Jenis transduksi ini disebut dengan transduksi umum karena gen-gen bakteri ditransfer secara acak.

Untuk transduksi khusus memerlukan infeksi oleh faga temperat, dalam siklus lisogenik genom faga temperat terintegrasi sebagai profaga ke dalam kromosom bakteri inang, di suatu tempat yang spesifik. Kemudian ketika genom faga dipisahkan dari kromosom, genom faga ini membawa serta bagian kecil dari DNA bakteri yang berdampingan dengan profaga. Ketika suatu virus yang membawa DNA bakteri seperti ini menginfeksi sel inang lain, gen-gen bakteri ikut terinjeksi bersama-sama dengan genom faga. Transduksi khusus hanya

mentransfer gen-gen tertentu saja, yaitu gen-gen yang berada di dekat tempat profaga pada kromosom tersebut (Martono, 2009).



Sumber : agen.ufl.edu

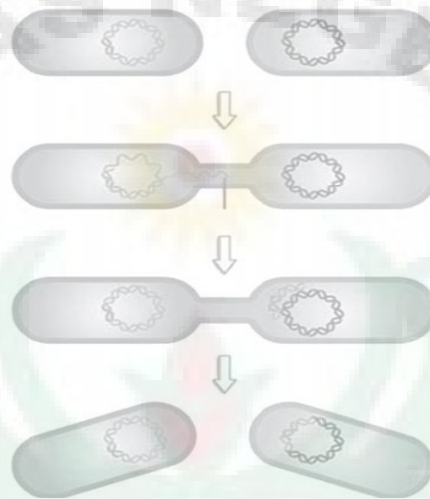
Gambar 2.11. Reproduksi bakteri dengan jalan transduksi

c) Konjugasi dan Plasmid

Konjugasi merupakan transfer langsung materi genetik antara dua sel bakteri yang berhubungan sementara. Proses ini, telah diteliti secara tuntas pada *E. Coli*. Transfer DNA adalah transfer satu arah, yaitu satu sel mendonasi (menyumbang) DNA, dan "pasangannya" menerima gen. Donor DNA, disebut sebagai "jantan", menggunakan alat yang disebut piliseks untuk menempel pada resipien (penerima) DNA dan disebut sebagai "betina". Kemudian sebuah jembatan sitoplasmik sementara akan terbentuk diantara kedua sel tersebut, menyediakan jalan untuk transfer DNA.

Plasmid adalah molekul DNA kecil, sirkular dan dapat bereplikasi sendiri, yang terpisah dari kromosom bakteri. Plasmid-plasmid tertentu, seperti plasmid f, dapat melakukan penggabungan reversibel ke dalam kromosom sel. Genom faga bereplikasi secara terpisah di dalam sitoplasma selama siklus litik, dan sebagai bagian integral dari kromosom inang selama siklus lisogenik. Plasmid hanya memiliki sedikit gen, dan gen-gen ini tidak diperlukan untuk pertahanan hidup dan reproduksi bakteri pada kondisi normal. Walaupun demikian, gen-gen dari

plasmid ini dapat memberikan keuntungan bagi bakteri yang hidup di lingkungan yang banyak tekanan (Martono, 2009).



Sumber : miami.edu

Gambar 2.12. Reproduksi bakteri dengan jalan konjugasi

Keterangan gambar:

1. Sel bakteri Hfr bertemu dengan sel bakteri normal.
2. Terbentuk tabung konjugasi, lalu terjadi perpindahan DNA dan sel Hfr ke sel normal.
3. Terjadi rekombinasi DNA pada sel normal.
4. Kedua sel bakteri berpindah

2.4.6. Peranan Bakteri dalam Kehidupan

Menurut Nunung & Wijayanti (2016), bahwa banyak orang yang ketika mendengar kata bakteri yang pertama kali terbayang oleh mereka adalah penyebab penyakit. Hal ini merupakan pernyataan yang kurang benar bahkan tidak benar karena diantara sekian banyak jenis bakteri, hanya 1% yang menyebabkan penyakit, sedangkan 99% justru merupakan mikroorganisme yang bermanfaat.

Meskipun hanya 1% dari keseluruhan jumlah bakteri yang menyebabkan penyakit tetapi dari jumlah inilah pengetahuan tentang bakteri berkembang. Para peneliti melakukan penelitian tentang penyakit – penyakit kemudian

mempublikasikannya. Oleh karena itu, selain harus mengetahui bakteri yang menyebabkan penyakit, kita juga harus mengetahui manfaat bakteri yang berguna untuk manusia. Bakteri pada umumnya dimanfaatkan dalam industri makanan, lingkungan, dan kimia.

1) Bakteri dan Kesehatan Manusia

Bakteri yang menyebabkan penyakit disebut bakteri patogen. Ilmu tentang penyakit disebut patologi. Umumnya bakteri patogen ini menyebabkan penyakit karena menghasilkan racun(toksin). Toksin yang dihasilkan mungkin diekskresikan ke medium di sekitarnya (eksotoksin) atau disimpan di dalam selnya (endotoksin) sebagian dari sel tersebut.

a) Eksotoksin

Eksotoksin adalah toksin yang dibuat dari protein. Eksotoksin diproduksi oleh bakteri Gram positif. Eksotoksin dapat berdifusi dan diekskresikan dari sel bakteri yang menghasilkan racun tersebut ke dalam sistem peredaran dan jaringan inangnya. Contoh *Clostridium tetani*, bakteri yang menyebabkan penyakit tetanus.



Sumber : http://encitizendium.org/wiki/clostridium_tetani,

Gambar 2.13. *Clostridium tetani*

a. Endotoksin

Endotoksin adalah toksin yang dibuat dari lemak dan karbohidrat. Toksin ini kemudian bergabung dengan membran luar dari Bakteri Gram negatif seperti *Escherchia coli*. Bakteri Gram Negatif tidak mengekskresikan toksin yang terlarut

dalam sel yang utuh dan hidup, tetapi menghasilkan endotoksin yang dilepaskan hanya jika selnya hancur.

b) Peranan Bakteri Bagi Manusia

a. Bakteri yang menguntungkan

Beberapa jenis bakteri dapat menguntungkan manusia, misalnya ada bakteri yang bisa menyuburkan tanah dengan cara mengikat nitrogen bebas di udara dan membentuknya menjadi nitrat yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Adapula bakteri yang bisa menguraikan organisme yang sudah mati. Bahkan kita juga sering memakan makanan yang di olah atau dibuat dengan bantuan bakteri. Beberapa contoh bakteri yang menguntungkan dan zat yang dihasilkannya atau kegunaannya adalah sebagai berikut:

- 1) *Streptomyces aureofaciens*, menghasilkan aureomisin (zat yang dapat membunuh bakteri lain atau virus).
- 2) *Streptomyces venezuelae*, menghasilkan kloromisti dan kloromfenikol.
- 3) *Rhizobium leguminosarum*, terdapat dalam bintil akar kacang-kacangan, dapat mengikat nitrogen bebas di udara sehingga dapat menyuburkan tanah.
- 4) *Azotobakter chroococcum*, bakteri pengikat nitrogen.
- 5) *Escherichia coli*, hidup di usus besa manusia, membantu membentuk vitamin K dalam tubuh.
- 6) *Lactobacillus casei*, dipergunakan dalam pembuatan keju.
- 7) *Lactobacillus bulgaricus*, dipergunakan dalam pembuatan yoghurt.
- 8) *Nitrobacter sp.*, dapat mengubah nitrit (NO_2) yang bersifat racun pada tanaman menjadi nitrat yang dibutuhkan oleh akar tanaman.

b. Bakteri yang merugikan

- 1) Bakteri yang merugikan manusia umumnya bersifat parasit dan menimbulkan penyakit. Beberapa contoh bakteri yang menyebabkan penyakit adalah sebagai berikut:
 - a) *Neisseria gonorrhoeae*, penyebab penyakit gonore (kencing nanah).
 - b) *Neisseria meningitidis*, penyebab penyakit selaput otak.
 - c) *Clostridium tetani*, penyebab tetanus.

- d) *Bacillus anthracis*, penyebab penyakit antraks.
- e) *Vibrio cholerae*, penyebab penyakit kolera.
- f) *Salmonella typhosa*, penyebab penyakit tifus.
- g) *Pasteurella pestis*, penyebab penyakit pes atau sampar.
- h) *Treponema pallidum*, penyebab penyakit sifilis.

2) Bakteri yang merusak bahan makanan

- a) *Acetobakter*, jenis yang dapat mengubah etanol (alkohol) menjadi asam cuka. Proses pengubahan ini merugikan untuk para pengusaha yang memproduksi minuman anggur.
- b) *Pseudomonas*, jenis bakteri ini mampu membentuk asam bongkreng yang bersifat racun pada tempe bongkreng.
- c) *Clostridium botulinum*, jenis bakteri ini dapat menghasilkan racun pada tanaman kaleng sehingga orang yang memakan makanan tersebut akan menderita keracunan.

3) Bakteri yang menyebabkan penyakit pada hewan

- a) *Actinomyces bovis*, penyebab penyakit pada sapi, berupa pembengkakan pada bagian rahang sapi.
- b) *Bacillus anthracis*, penyebab penyakit antraks pada ternak.
- c) *Streptococcus*, penyebab penyakit pada sapi, berupa peradangan pada bagian payudara sapi.
- d) *Sytophaga columnaris*, penyebab penyakit pada ikan.

4) Bakteri yang menyebabkan penyakit pada tumbuhan.

- a) *Xanthomonas oryzae*, penyebab penyakit pada padi, menyerang bagian pucuk batang.
- b) *Xanthomonas campestris*, penyebab penyakit pada tanaman kubis.
- c) *Pseudomonas solanacearum*, penyebab penyakit pada terung-terungan, membuat daun-daunannya menjadi layu.
- d) *Erwinia carotovora*, penyebab penyakit pada tanaman buah-buahan, membuat busuk pada buah-buahan.

2.5. Penelitian yang Relevan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Ghofar (2017) kepada mahasiswa biologi melalui tes esai untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis dan kemampuan metakognisinya ditemukan skor hasil bahwa pencapaian kemampuan berpikir kritisnya berkisar 66,27 dan kemampuan metakognisinya berkisar 66,74. Skor tersebut dikatakan cukup baik. Namun untuk level mahasiswa dengan perkembangan kemampuan berpikir yang tinggi harusnya keterampilan berpikir kritis dan metakognisinya jauh lebih tinggi daripada yang sekarang. Berdasarkan simpulan pada penelitian Yuwono (2014) menyatakan bahwa siswa berkemampuan akademik atas lebih mampu meningkatkan keterampilan metakognisi dibandingkan siswa berkemampuan akademik bawah.

Kemudian menurut penelitian Rusdi (2011) menyatakan bahwa siswa yang strategi metakognisi tinggi mempunyai nilai yang sama baik diajarkan dengan model *problem based learning* maupun diajarkan dengan model konvensional. Dalam arti bahwa siswa yang mempunyai strategi metakognisi tinggi tidak masalah diajarkan dengan model pembelajaran apa saja karena siswa tersebut mampu untuk mengontrol, memantau dan mengendalikan diri dalam pembelajaran, siswa tersebut mandiri dalam belajar. Sedangkan siswa yang strategi metakognisinya rendah lebih baik diajarkan dengan model konvensional, sebab jika diajarkan dengan model *problem based learning* siswa yang strategi metakognisi rendah belum mampu untuk memahami masalah dan memecahkan masalah, siswa tersebut perlu arahan dan bimbingan guru, siswa belum mampu belajar mandiri. Oleh karena itu, peneliti ingin mengetahui sejauhmana tingkat kemampuan metakognisi pada siswa kelas X SMA Negeri 11 Medan jika diberikan tes berupa esai mengenai materi *Archaeobacteria* dan *Eubacteria*.

2.6. Kerangka Konseptual

Kemampuan metakognisi adalah proses dimana seseorang mampu berpikir mendalam tentang dirinya sendiri sehingga dapat mengontrol diri terhadap suatu pengetahuan yang diperoleh. Bisa juga diartikan proses dimana

seseorang belajar bagaimana tentang belajar sesungguhnya hingga seseorang tersebut memperoleh suatu cara dalam menyelesaikan suatu kendala yang sedang dialaminya baik sesuai dengan pola pikirnya ataupun cara dari apa yang pernah dilihatnya. Bagi siswa kemampuan metakognisi sangatlah penting, hal ini disebabkan oleh semakin majunya zaman. Dalam hal ini untuk bisa mengetahui seberapa jauh kemampuan metakognisi siswa dalam proses pembelajaran maka perlu diberi suatu stimulus melalui assesmen pemecahan masalah.

Assesmen pemecahan masalah merupakan suatu cara yang dapat menumbuhkan kemampuan metakognisi siswa untuk dimunculkan dari dalam diri siswa tersebut. Dengan demikian, secara tidak langsung apabila siswa diberi suatu tugas yang berkaitan dengan pemecahan masalah, maka dengan sendirinya siswa akan terbiasa untuk mengembangkan kemampuan metakognisinya tersebut. Salah satu cara yang digunakan untuk memunculkan kemampuan metakognisi siswa adalah dengan cara pemberian soal berbentuk tes esai. Dimana tes ini akan membawa siswa untuk berpikir lebih mendalam sebab tes bentuk esai akan membutuhkan penalaran dalam menjawab setiap butir soalnya sehingga dengan demikian akan membuat kemampuan metakognisi siswa berkembang.

Untuk mengetahui kemampuan metakognisi siswa diperlukan indikator kemampuan metakognisi dalam aktivitas kegiatan belajar yang dilakukan siswa. Hal ini bertujuan untuk mengetahui jenis level metakognisi yang dikuasai siswa dan apabila masih terdapat jenis level metakognisi yang masih belum dikuasai siswa, maka dapat ditingkatkan lagi kemampuan metakognisinya berdasarkan indikator-indikator kemampuan metakognisi melalui tes berupa esai yang berisi soal tentang pemecahan masalah tersebut dan untuk mengetahui proses metakognisinya dalam pemecahan masalah dapat dilakukan melalui angket dengan pernyataan-pernyataan sesuai dengan indikator level metakognisi yang telah ditentukan tersebut.