

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Biologi sel salah satu dari cabang ilmu Biologi yang mempelajari tentang sel merupakan kumpulan materi paling sederhana dan sebagai dasar kehidupan dan bagaimana struktur dan fungsi sel bekerja dalam kehidupan (Alberts, 2004). Hal yang dipelajari dalam biologi sel mencakup sifat-sifat sel seperti struktur sel dan organel yang terdapat di dalam sel, fungsi sel, perkembangan dan evolusi sel, pembelahan sel, hingga kematian sel (Alberts, 2014). Hal-hal tersebut dipelajari baik pada skala mikroskopis yang diamati menggunakan mikroskop, dan Biologi Sel mempelajari baik organisme bersel tunggal seperti bakteri maupun organisme multiseluler seperti manusia (Alberts, 2014).

Pengetahuan akan komposisi dan cara kerja sel merupakan hal mendasar bagi semua bidang ilmu biologi (Alberts, 2014). Pengetahuan akan persamaan dan perbedaan antara struktur sel dan organel serta fungsi sel merupakan hal penting untuk dipelajari (Karp and Paton, 2013). Kehidupan pada tingkat seluler muncul dari keteraturan struktural, yang memperkuat struktur sel, organel sel dan fungsi sel (Alberts, 2004). Menurut Talhouk (2011) pembelajaran Biologi Sel memberikan pemahaman dasar tentang struktur, fungsi dan interaksi fungsional dari komponen sel dan organel dari lingkungan mikronya. Di dalam pembelajaran Biologi Sel, mahasiswa diharapkan dapat menstimulasi dan mengembangkan kemampuan representasi mikroskopis, penalaran ilmiah (*scientific reasoning*), keterampilan menggambar, berpikir analitik, serta memperluas wawasan mahasiswa tentang fenomena kehidupan yang berhubungan dengan struktur, fungsi, serta keterkaitan antara struktur dan fungsi sel. Agar mampu mempelajari konsep Biologi Sel tersebut mahasiswa harus memiliki kemampuan representasi dan penalaran yang logis, berpikir analitik, serta imajinasi yang kuat (Saptono dkk. 2013).

Pembahasan pada Biologi Sel berkaitan dengan struktur sel dan fungsi organel sel, membran plasma sel, metabolisme, pembelahan sel, dan transportasi zat pada membran serta kelainan sel merupakan beberapa materi yang sulit untuk dijelaskan kepada mahasiswa. Oleh karena materi tersebut abstrak, mahasiswa

sulit memahami konsep tentang sel, keterkaitan, serta fungsi sel (Lukitasari & Herawati, 2014). Saptono dkk. (2013) juga berpendapat bahwa masih banyak ditemukan mahasiswa yang tidak mampu memahami materi yang terdapat dalam pembelajaran Biologi Sel. Hal ini disebabkan karena mahasiswa tidak mampu mengembangkan kemampuan berpikir untuk menjawab suatu permasalahan. Mahasiswa lebih banyak menghafalkan konsep-konsep yang terjadi dalam sel daripada menemukan keterkaitan antara organel sel dengan fungsi organel sel. Pendidik seharusnya membimbing mahasiswa secara aktif membangun hubungan antara konsep-konsep Biologi Sel dan keterkaitannya dengan kehidupan sehari-hari, misalnya untuk masalah kesehatan (contohnya kelainan sel pada organel mitokondria, lisosom, dan Aparatus Golgi) (Shupnik, 1999). Dalam hal pembahasan, pemahaman, penguasaan, mengapa dan bagaimana proses yang terjadi pada Biologi Sel diperlukan kemampuan proses berpikir, di antaranya kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah.

Representasi mikroskopis adalah kemampuan seseorang untuk menggambarkan sesuatu yang dilihat dalam ukuran mikroskopis (Suprapto, 2012). Kemampuan representasi mikroskopis sangat diperlukan dalam Biologi Sel. Kemampuan representasi mikroskopis pada pembelajaran Biologi Sel dapat dilakukan dengan membuat sayatan tipis objek dan menggunakan preparat awetan, kemudian diamati menggunakan mikroskop dan menggambar hasil pengamatan dengan menggunakan aplikasi komputer *ebeam capture*. *eBeam capture* merupakan perangkat lunak yang lebih efektif dan efisien untuk membuat suatu materi pembelajaran (Resmiyanto, 2011). *eBeam Capture* adalah sistem papan tulis interaktif yang dikembangkan oleh Luidia, Inc. yang mengubah papan tulis standar atau permukaan lain menjadi tampilan dan permukaan tulisan yang interaktif. Perangkat lunak *eBeam Capture* memungkinkan seorang menulis teks, membuat gambar dan video untuk ditampilkan di layar laptop atau *notebook* dan dapat ditayang ulang, di mana *style* atau penanda interaktif dapat digunakan untuk menambahkan catatan, mengakses menu kontrol, memanipulasi gambar dan membuat diagram dan gambar (Resmiyanto, 2011). Menurut Suprapto (2012), keterampilan pemilihan bahan, keterampilan menyayat bahan dan keterampilan membuat preparat serta keterampilan menggunakan mikroskop sangat

menentukan keberhasilan kemampuan merepresentasikan mikroskopis mahasiswa pada pembelajaran Biologi Sel.

Kemampuan menggambarkan dan memahami struktur sel dan organel sel, membran sel, pembelahan sel, metabolisme sel, transportasi zat pada membran, dan kelainan sel yang sifatnya abstrak dan mikroskopis tersebut dapat dilakukan melalui perkuliahan dan kegiatan praktikum di laboratorium. Data studi pendahuluan yang telah dilakukan di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Bengkulu (2015) terungkap beberapa kelemahan pembelajaran Biologi Sel selama ini, yaitu: (a) kegiatan praktikum saat ini belum efektif dan tidak efisien, karena pada umumnya praktikum dianggap hanya sebagai pelengkap saja, misalnya fasilitas peralatan laboratorium kurang memadai dibanding dengan jumlah mahasiswa, (b) kegiatan praktikum kurang optimal, lebih banyak menyita waktu mahasiswa, (c) pembelajaran Biologi Sel pada umumnya hanya terbatas pada membedakan struktur dan organel sel antara satu kelompok sel dengan kelompok sel yang lain, (d) proses pembelajaran belum dapat memunculkan fenomena, (e) kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran masih rendah dan belum dimunculkan.

Kecenderungan pembelajaran Biologi Sel salah satu dalam Ilmu Pengetahuan Alam selama ini adalah peserta didik hanya mempelajari pokok bahasan dengan menghafalkan konsep, teori dan hukum saja. Keadaan ini diperparah oleh pembelajaran yang berorientasi pada tes atau ujian. Akibatnya pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam khususnya Biologi Sel sebagai proses, sikap dan aplikasi tidak tersentuh dalam pembelajaran (Depdiknas, 2007). Selama ini peserta didik membuat gambar hasil representasi mikroskopis Biologi Sel, misalnya tentang struktur sel dan organel sel kurang memberikan pesan dan kurang dimengerti peserta didik serta sulit mengenali kembali apa yang telah digambar. Proses pembelajaran yang masih berorientasi pada penguasaan teori dan hafalan membatasi pengembangan berpikir peserta didik (Depdiknas, 2007), sehingga inilah yang menjadi permasalahan pendidikan di Indonesia secara umum dan khususnya di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Bengkulu.

Kurikulum di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Bengkulu menuntut peserta didik harus memiliki kecakapan berpikir dan belajar. Kecakapan-kecakapan tersebut di antaranya adalah kecakapan kemampuan berekspresi dengan baik, bernalar dengan baik, berkolaborasi, dan kecakapan berkomunikasi. Semua kecakapan ini dapat dimiliki oleh peserta didik apabila pendidik mampu mengembangkan rencana pembelajaran yang berisi kegiatan-kegiatan yang menantang peserta didik untuk berekspresi dan berpikir nalar ilmiah (Jaoude dkk. 2004).

Kemampuan berpikir dan bernalar diperlukan ketika menghadapi permasalahan sehari-hari. Kemampuan tersebut seyogyanya disertai dengan keyakinan bahwa pengetahuan yang diperoleh di sekolah dapat digunakan untuk memecahkan masalah yang dihadapi. Kemampuan berpikir dan bernalar dapat dikembangkan ketika guru masih berstatus sebagai mahasiswa calon guru melalui beberapa mata kuliah, antara lain mata kuliah Biologi Sel. Biologi Sel pada hakikatnya merupakan salah satu dalam Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) sebagai proses, produk dan sikap. Mengingat bervariasinya kemampuan peserta didik dalam menerima pelajaran maka perlu adanya dukungan berupa strategi yang meliputi pendekatan, model, metode, media pembelajaran. Oleh karena itu, seorang pendidik dalam penyampaian materi pelajaran Biologi Sel haruslah mengetahui pendekatan, model, metode, media pembelajaran yang konstruktivis, kreatif dan inovatif. Jika dalam penyampaian materi digunakan pendekatan, model, metode pembelajaran konvensional tanpa adanya variasi, peserta didik menjadi bosan dan kurang aktif terlibat dalam pembelajaran. Peserta didik akan lebih senang jika pendekatan, model, metode, media pembelajaran yang digunakan bukan hanya sebagai alat untuk menyampaikan informasi saja, melainkan dapat mendorong peserta didik aktif terlibat secara langsung dalam pembelajaran, karena tidak semua materi Biologi Sel dapat dengan mudah dipahami oleh peserta didik.

Dalam pembelajaran Biologi Sel telah banyak digunakan pendekatan, model, metode, media demi menciptakan siswa yang aktif, kritis dan kreatif. Di antaranya, pembelajaran berbasis *ICT*, virtual, *problem solving*, *open ended*, pendekatan realistik, dan pendekatan kontekstual. Namun, metode-metode

tersebut dianggap belum sepenuhnya dapat mengoptimalkan proses pembelajaran Biologi Sel, baik bagi dosen ataupun mahasiswa (Jensen dkk. 2011; Kilic dkk. 2014; Thoron dkk. 2012; Acar dkk. 2012; Malik dkk. 2011; Strom dkk. 2011; Wojcikowski dkk. 2013; Muthivi, 2012; Beaty dkk. 2012; Laius dkk. 2011; Chen dkk. 2015; Evan dkk. 2013; Gutteridge dkk. 2013; Zheng dkk. 2015; Knight dkk. 2013; Kim dkk. 2013). Oleh karena itu, muncullah ide untuk menggunakan strategi baru dalam pembelajaran Biologi Sel yang menekankan kepada kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah pada materi struktur sel dan organel sel, membran plasma, transportasi zat, metabolisme sel, pembelahan sel, kelainan sel dengan menggunakan pendekatan *Drawing-based Modelling (DbM)*.

Drawing-based Modelling atau pemodelan berbasis menggambar adalah pendekatan pembelajaran siswa sendiri yang membuat model gambar fenomena ilmiah (Louca & Zacharia, 2011). Model adalah representasi dari realitas yang digunakan oleh para ilmuwan sebagai sarana untuk memahami fenomena yang mereka pelajari. Koordinasi teori dan bukti merupakan aspek penting dari pemodelan, koordinasi ini adalah proses yang berkesinambungan (Passmore, 2011). Para ilmuwan mengubah model mereka jika ada bukti baru ditemukan yang menunjukkan ketidaksesuaian antara model dan situasi nyata (Duschl, 1990). Dari sudut pandang para peneliti ahli terdahulu tentang peran model, bahwa model memainkan peran penting dalam pembentukan pengetahuan ilmiah. Model memberikan wawasan dalam pemahaman epistemologis hakikat ilmu dan secara luas digunakan dalam pendidikan sains (Grosslight dkk. 1991). Oleh karena itu, pembelajaran berbasis pemodelan sangat berguna untuk membantu siswa dalam belajar konsep ilmiah yang kompleks (Dede dkk. 1999). Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk proses berlangsungnya pembelajaran berbasis *modeling* (Louca & Zacharia, 2011).

Pemodelan dianggap sebagai elemen dasar literasi sains dan dapat digunakan untuk melibatkan para siswa dalam penyelidikan ilmiah (Louca & Zacharia, 2012). Siswa dapat mengkonstruksi model gambar belajar mereka untuk membuat representasi konkret dari hal-hal yang abstrak dan menjadi dasar untuk memotivasi siswa serta meningkatkan keterampilan penalaran ilmiah siswa

(Windschitl, Thompson, & Braaten, 2008). Pendekatan *Drawing Based Modeling* (pemodelan berbasis menggambar) lebih efektif dalam mencapai pemahaman yang bersifat konseptual dan operasional yang dapat menstimulasi keterampilan penalaran ilmiah daripada pendekatan pembelajaran lainnya (Harrison & Treagust, 2000). *Modeling* juga dapat memberikan kesempatan bagi siswa untuk berpikir dan berdiskusi dengan cara ilmiah tentang gagasan mereka (Rouwette, Vennix, & Thijssen, 2000).

Pemodelan dilakukan dengan menggambar sketsa melalui proses aplikasi membangun model dari sistem nyata, melakukan eksperimen dengan model tersebut untuk menjelaskan perilaku sistem, mempelajari kinerja sistem atau untuk membangun sistem baru sesuai dengan kinerja yang diinginkan (Louca & Zacharia, 2012). Untuk melihat bagaimana pendekatan *drawing based modelling* dapat digunakan di dalam kelas dalam rangka menstimulasi representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah, digunakan sebuah program komputer yang disebut *eBeam Capture*. *Ebeam capture* merupakan perangkat lunak yang lebih efektif dan efisien untuk membuat suatu materi pembelajaran (Resmiyanto, 2011). *eBeam Capture* adalah sistem papan tulis interaktif yang dikembangkan oleh Luidia, Inc. yang mengubah papan tulis standar atau permukaan lain menjadi tampilan dan permukaan tulisan yang interaktif. Dalam penggunaan *eBeam Capture* siswa menggambar objek, menetapkan karakteristik dan perilaku untuk objek-objek gambar serta dapat melihat bagaimana *casual network* gambar dengan membuat dan membandingkan gambar yang dibuat antar individu maupun kelompok. Fungsi media pembelajaran berbantuan aplikasi komputer dalam proses belajar mengajar menurut Arsyad (2007) sebagai berikut: 1) media pembelajaran aplikasi komputer dapat memperjelas penyajian pesan dan informasi sehingga dapat memperlancar dan meningkatkan proses dan hasil belajar, 2) media pembelajaran aplikasi komputer dapat meningkatkan dan mengarahkan perhatian anak sehingga dapat menimbulkan motivasi belajar, interaksi yang lebih langsung antara mahasiswa dan lingkungannya, dan kemungkinan mahasiswa untuk belajar sendiri-sendiri sesuai dengan kemampuan dan minatnya, 3) media pengajaran aplikasi komputer dapat mengatasi keterbatasan indera, waktu dan ruang, 4) media pengajaran aplikasi komputer dapat memberikan kesamaan

pengalaman kepada mahasiswa tentang peristiwa-peristiwa dilingkungan mahasiswa, 5) Terjadinya interaksi langsung dengan dosen, masyarakat, dan lingkungan. Media pembelajaran berbasis komputer atau biasa disebut pembelajaran berbantuan komputer adalah salah satu media pembelajaran yang sangat menarik dan mampu meningkatkan motivasi belajar peserta didik (Warsita, 2008). Penggunaan aplikasi *eBeam Capture* berkaitan erat dengan multimedia menurut beberapa pendapat ahli diantaranya: 1) kombinasi dari paling sedikit dua media input atau output. Media ini dapat berupa audio (suara) animasi, video, teks, grafik dan gambar (Turban, 2006), 2) alat yang dapat menciptakan presentasi yang dinamis dan interaktif yang mengkombinasikan teks, grafik, animasi, audio, dan video (Munir, 2009), 3) multimedia dalam konteks komputer adalah pemanfaatan komputer untuk membuat dan menggabungkan teks, grafik, audio, video dengan menggunakan *tool* yang memungkinkan pemakai berinteraksi, berkreasi dan berkomunikasi (Sudarmawan, 2007), 4) Multimedia sebagai perpaduan antara teks, grafik, suara, animasi, dan video untuk menyampaikan pesan kepada publik (Wahono, 2008), 5) multimedia merupakan kombinasi dari data teks, audio, gambar, animasi, video, dan interaksi (Zeembry, 2006). Multimedia adalah media elektronik untuk menyimpan dan menampilkan data-data multimedia (Zeembry, 2006), 6) multimedia interaktif menggabungkan dan mensinergikan semua media yang terdiri dari teks, grafik, audio, dan interaktivitas (Green dan Brown, 2002).

Pada perkuliahan Biologi Sel dibahas materi-materi secara visual dan bersifat abstrak yang seringkali melibatkan urutan peristiwa yang kompleks (O'Day, 2007). Ruang lingkup Biologi Sel yang bersifat abstrak tersebut menyebabkan perlu dibuat pemodelan berupa menggambar materi-materi Biologi Sel, seperti struktur sel dan organel sel, membran plasma, transportasi zat, metabolisme sel, pembelahan sel dan kelainan sel dari fenomena Biologi Sel yang mampu divisualisasi, dapat didengar dan kinestetik serta mampu mendeskripsikan proses yang rumit menjadi lebih mudah dipahami. Peranan tersebut dimungkinkan dengan menggunakan pendekatan *drawing-based modelling* berbantuan aplikasi komputer berupa *eBeam Capture*. Edgar Dale (dalam Arsyad, 2007) memprediksi bahwa perolehan hasil belajar melalui indera penglihatan berkisar 50%, indera

pendengaran sekitar 30% dan indera lainnya sekitar 20%. Penggunaan *drawing-based modelling* memungkinkan semua indera terlibat aktif sehingga proses menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah pada pembelajaran Biologi Sel dapat berjalan dengan baik.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya pada pemodelan berbasis menggambar, siswa membuat gambar sendiri untuk pertama kalinya kemudian membandingkan gambar mereka dengan siswa lain untuk dievaluasi (Joolingen dkk. 2012). Kombinasi gambar yang dibuat oleh siswa mengarah ke pendekatan pembelajaran yang disebut pendekatan pemodelan berbasis menggambar (Joolingen dkk. 2010). Siswa dapat membuat sendiri gambar tanpa membutuhkan latar belakang pemahaman matematika. Pemodelan berbasis menggambar menggunakan aplikasi komputer lebih baik daripada gambar langsung menggunakan pena dan kertas, dengan alasan memungkinkan siswa untuk mengubah gambar, yang memungkinkan mereka untuk menyampaikan gagasan yang lebih kompleks dan dapat dimengerti untuk mengamati perubahan gambar yang dibuat. Selama belajar berlangsung siswa dapat memanipulasi serta mengkonstruksi model gambar yang mereka buat (Frigg & Hartmann, 2009). Aplikasi menggunakan komputer dapat memberikan informasi dan menjadi bukti yang akurat, serta dengan komputer dapat memperjelas proses kegiatan pembelajaran (Frigg & Hartmann, 2009). Semua ini adalah alasan mengapa digunakan aplikasi komputer berupa *eBeam Capture* dalam pendekatan pembelajaran *Drawing Based Modelling*.

Menggunakan aplikasi komputer dalam pembelajaran dengan pendekatan *Drawing Based Modelling* dianggap bermanfaat bagi peserta didik dan pendidik. Aplikasi komputer memungkinkan peserta didik untuk memanipulasi variabel eksperimental dengan kemudahan dan menghasilkan hasil yang lebih dapat diprediksi dan lebih mudah untuk divisualisasikan (Rutten dkk. 2012). Membuat model gambar dengan menggunakan aplikasi komputer adalah cara bagi peserta didik untuk melakukan penelitian seperti yang dilakukan oleh ilmuwan, yang mungkin merangsang mereka untuk menggunakan pola representasi dan penalaran ilmiah (Frigg & Hartmann, 2009). Untuk pendidik, aplikasi komputer relatif mudah diterapkan di kelas, karena tidak ada peralatan lain yang dibutuhkan selain

komputer. Pemodelan berbasis menggambar dengan aplikasi komputer memungkinkan peserta didik untuk tidak hanya membuat pemodelan gambar, tapi untuk merancang eksperimen mereka sendiri dan menggambar objek yang mereka butuhkan, artinya adanya keterlibatan peserta didik secara aktif dalam proses pembelajaran.

Keterlibatan peserta didik dalam proses kognitif sangat penting untuk melatih peserta didik sehingga mereka mempunyai kemampuan representasi dan penalaran ilmiah serta literasi sains yang cukup. Istilah literasi sains sebagai tujuan pembelajaran meliputi pemahaman siswa tentang hakikat sains dan juga penalaran ilmiah (Lawson, 2000, dalam Piraksa, Srisawasdib, & Koulis, 2014). Dalam pembelajaran sains, penalaran ilmiah merupakan salah satu keterampilan yang berperan penting, karena penalaran ini terlibat dalam proses menganalisis/memecahkan masalah, mengintegrasikan/mensintesis bagian-bagian, merancang/merencanakan percobaan, menarik kesimpulan, membuat generalisasi, mengevaluasi dan membuktikan, serta mengaplikasikan kapasitas-kapasitas ini dalam masalah-masalah yang tidak biasa (TIMSS, 2007, dalam Waldrip, 2012).

Pentingnya penalaran ilmiah telah diungkapkan oleh beberapa peneliti, Ding, Wei dan Mollohan (2014) menyebutkan bahwa penalaran ilmiah merupakan salah satu keterampilan berpikir yang memiliki peran penting di dalam sains, teknologi, teknik, dan matematika. Penalaran ilmiah juga berperan untuk mengembangkan kemampuan berpikir dan bertindak dengan cara yang berhubungan dengan inkuiri, berpengaruh terhadap prestasi akademik siswa, dan berperan penting dalam proses perubahan konseptual (National Research Council, 2013, dalam Lazonder & Drost, 2014; Adey & Shayer, 1994, dalam Chen & She, 2014; Lee & She, 2010, dalam Piraksa dkk. 2014). Selain itu, melengkapi siswa dengan penalaran ilmiah sebagai *habits of mind* juga akan membantu mereka memenuhi tanggung jawab sosial dalam membuat keputusan yang berhubungan dengan sains (AAAS, 1990; Driver dkk. 2000, dalam Yang & Tsai, 2010).

Kemampuan siswa untuk bernalar terhadap bukti-bukti yang diperoleh serta berpartisipasi dalam argumentasi ilmiah juga telah dipertimbangkan sebagai tujuan utama perbaikan pendidikan sains (American Association for the Advancement of Science, 1993; National Research Council, 1996, dalam Furtak

dkk. 2008). Duschl dan Gitomer (dalam Furtak dkk. 2008) mengungkapkan bahwa perbaikan pendidikan tersebut melibatkan perkembangan berpikir, bernalar, dan keterampilan memecahkan masalah untuk mempersiapkan siswa berpartisipasi dalam membuat serta mengevaluasi klaim pengetahuan, penjelasan, model, dan desain eksperimen ilmiah. Hal tersebut juga tampak pada upaya perbaikan pendidikan Indonesia melalui kurikulum 2013 dan kurikulum Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) yang menekankan pada proses berpikir dan pengalaman belajar siswa saat memperoleh konsep-konsep ilmiah, sehingga paradigma pendidikan yang memusatkan pembelajaran pada guru atau guru sebagai sumber ilmu kini bergeser. Guru dituntut untuk semakin kreatif menciptakan lingkungan serta kegiatan belajar yang dapat memfasilitasi siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikirnya, termasuk keterampilan penalaran ilmiah. Kemampuan penalaran ilmiah siswa dapat diidentifikasi melalui outputnya yakni keterampilan berargumen (Mercier, & Heintz, 2014).

Pada saat bernalar, siswa menghasilkan dan mengevaluasi alasan yang akan memperkuat argumennya untuk menyakinkan orang lain. Siswa juga harus mengungkapkan bukti-bukti yang kuat sehingga argumennya dapat diterima. Vygotsky (dalam Bekiroglu & Eskin, 2012) mengungkapkan bahwa penalaran pada siswa biasanya terlihat saat mereka berdebat dengan orang lain. Pada saat berdiskusi, misalnya, seorang siswa mungkin memiliki penjelasan yang sama atau berbeda dengan siswa lainnya. Mereka mengajukan penjelasan masing-masing disertai dengan alasan dan bukti yang mereka miliki, sehingga rasionalitas sains ditemukan pada kemampuan untuk mengkonstruksi argumen yang mengajak dan meyakinkan penjelasan teori dengan data hasil observasi (Duschl and Osborne 2002, dalam Yang & Tsai, 2010). Kebiasaan bernalar ilmiah penting dalam kehidupan sehari-hari karena penalaran tersebut berperan dalam membuat keputusan yang benar dan logis mengenai isu yang bersifat kontroversial (Yang & Tsai, 2010). Oleh karena itu karakteristik kunci dalam penalaran ilmiah adalah argumentasi dalam membuat suatu keputusan dan kesimpulan.

Hasil penelitian lain yang dilakukan oleh beberapa ahli (Jensen dkk. 2011; Kilic dkk. 2014; Thoron dkk. 2012; Acar dkk. 2012; Malik dkk. 2011; Strom dkk. 2011; Wojcikowski dkk. 2013; Muthivi, 2012; Beaty dkk. 2012; Laius dkk. 2011;

Chen dkk. 2015; Evan dkk. 2013; Gutteridge dkk. 2013; Zheng dkk. 2015; Knight dkk. 2013; Kim dkk. 2013) menunjukkan bahwa kemampuan penalaran dapat ditingkatkan melalui aplikasi beberapa model pembelajaran seperti *inkuiri*, *PBL*, berbasis *ICT*, bermain peran dan diskusi kelompok. Pada penelitian sebelumnya, seperti penelitian yang dilakukan oleh Joolingen dkk. (2015) tentang memahami astronomi dasar dengan membuat model berbasis menggambar, tujuan penelitian ini untuk melihat kemampuan siswa menggambar model tata surya pada usia siswa 7-15 tahun menggunakan aplikasi *simsketch*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa pada usia 7-15 tahun mampu menciptakan model gambar sistem tata surya dan dapat menggunakan *simsketch* untuk menunjukkan kejadian gerhana. Penelitian yang dilakukan oleh Bollen and Joolingen (2016) adalah tentang *SimSketch*: Simulasi *Multi-Agent* berbasis gambar sketsa pada Pendidikan Sains. Tujuan penelitian ini adalah menggunakan pendekatan simulasi *Multi-Agent* untuk membuat gambar sketsa fenomena pada Pendidikan Sains. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan pendekatan *Multi-Agent* menggunakan *simsketch* dapat menafsirkan simulasi dan mengeksekusi model, sehingga membangun lingkungan belajar yang intuitif, membangun dan mengeksplorasi simulasi fenomena ilmiah pada pendidikan sains. Penelitian yang dilakukan oleh peneliti menggunakan pendekatan *Drawing-based Modelling* pada perkuliahan Biologi Sel dengan berbantuan aplikasi komputer berupa *eBeam Capture* ini bertujuan untuk menstimulasi representasi mikroskopik dan keterampilan penalaran ilmiah serta memberikan kontribusi nyata dalam peningkatan kualitas pembelajaran Biologi Sel.

Antara kemampuan representasi mikroskopik dan penalaran ilmiah tentu saja sangat berkaitan, yaitu kemampuan representasi mikroskopik dan kemampuan penalaran ilmiah dapat distimulasi dengan fasilitas sebuah media bahan ajar, strategi dan model pembelajaran. Menurut Mackey (2015) penalaran ilmiah merupakan suatu ciri dari pemikiran manusia yang dapat mendukung proses penemuan yang mengarah pada apa yang diketahui atau gambaran (representasi), sehingga berujung pada pola pikir yang terarah dan kompleks. Penalaran ilmiah merupakan keterampilan berpikir yang terlibat dalam proses inkuiri, eksperimen, penilaian (evaluasi) bukti, penarikan kesimpulan dan

argumentasi yang dilakukan untuk mendukung representasi siswa (Zimmerman, 2005). Standar Pendidikan Sains Nasional Amerika (NRC, 1996) menyarankan bahwa dalam perkuliahan penyiapan guru sains hendaknya lebih memperhatikan pada kemampuan penguasaan teori, penalaran ilmiah, berepresentasi, dan mengambil keputusan. Penalaran ilmiah juga dapat dilatihkan melalui representasi (Waldrip, 2012; Waldrip dkk. 2013; Sutopo & Waldrip, 2014). Untuk mempelajari sains secara efektif, siswa perlu memahami perbedaan representasi tentang proses dan konsep sains, mampu menterjemahkan satu bentuk representasi ke dalam bentuk lain, dan memahami kegunaannya dalam merepresentasikan pengetahuan ilmiah (Hubber, Tytler & Haslam, 2010; Prain, Tytler & Peterson, 2009, dalam Sutopo & Waldrip, 2014). Pernyataan Waldrip (2012) bahwa representasi membedakan karakteristik relevan dan nonrelevan, merupakan hal penting bagi terjadinya proses penalaran di dalam sains, karena saat siswa memiliki derajat keyakinan yang tinggi tentang pemahaman suatu topik, guru dapat memotivasi bahkan mendesak siswa untuk membenarkan penalarannya dengan merepresentasikan aplikasinya pada konteks tertentu. Adanya kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah yang distimulasi menggunakan pendekatan *drawing based modelling* berbantuan aplikasi *eBeam Capture* pada Biologi Sel dapat membantu memahami konsep Biologi Sel dengan lebih mudah (Doyan, 2014). Selain memahami konsep, penggunaan pendekatan *drawing based modelling* berbantuan aplikasi *eBeam Capture* pada Biologi Sel yang langsung dilakukan oleh mahasiswa dengan kerja otentik dapat meningkatkan kinerja mahasiswa dalam praktikum dan memberikan pengalaman yang menarik dan belajar bermakna bagi mahasiswa (Ellwein, 2014).

Kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah yang masih sangat rendah dan masih kurangnya pemanfaatan fungsi komputer dalam membantu proses pembelajaran Biologi Sel merupakan faktor penyebab rendahnya kualitas mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Bengkulu FKIP Universitas Muhammadiyah Bengkulu, 2015). Hal ini dibuktikan dari data studi pendahuluan yang telah dilakukan oleh peneliti di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Bengkulu (2015) terkait kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah

mahasiswa yang belum optimal, hanya 28 % mahasiswa yang lulus dengan kualitas yang bagus, sedangkan sisanya 72% belum lulus (Prodi Pendidikan Biologi UMB, 2015).

Berdasarkan uraian di atas dan melalui observasi awal yang telah dilakukan pada aspek pembelajaran Biologi Sel, media pembelajaran, kemampuan representasi mikroskopis, penalaran ilmiah, penguasaan konsep, dan keterampilan kinerja mahasiswa maka dilakukan penelitian berjudul **“Pengembangan Pembelajaran Biologi Sel melalui Pendekatan *Drawing Based Modelling* untuk Menstimulasi Kemampuan Representasi Mikroskopis Dan Penalaran Ilmiah Mahasiswa”**. Keberhasilan dalam pengembangan pembelajaran Biologi Sel melalui pendekatan *drawing based modelling*, menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah calon guru biologi melalui pendekatan *Drawing-Based Modelling* berbantuan aplikasi komputer *eBeam Capture* pada pembelajaran Biologi Sel yang bersifat abstrak dan gambar-gambar materi Biologi Sel yang dibuat oleh mahasiswa, serta menemukan hubungan antar variabel penelitian, dapat diklaim sebagai unsur kebaruan dari penelitian ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dirumuskan masalah penelitian secara umum sebagai berikut: Bagaimanakah pengembangan pembelajaran Biologi Sel melalui pendekatan *Drawing-Based Modelling* yang dapat menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa?. Adapun agar lebih fokus, maka rumusan masalah tersebut dijabarkan menjadi beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik pembelajaran Biologi Sel hasil pengembangan menggunakan pendekatan *Drawing-Based Modelling* untuk menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa?
2. Bagaimana kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa melalui pembelajaran dengan pendekatan *Drawing-Based Modelling* pada pembelajaran Biologi Sel?
3. Bagaimana hubungan antara kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa melalui pendekatan *Drawing-Based Modelling* pada pembelajaran Biologi Sel?

4. Bagaimana keunggulan dan keterbatasan pembelajaran Biologi Sel melalui pendekatan *Drawing-Based Modelling* dalam menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah?
5. Bagaimana tanggapan mahasiswa terhadap pendekatan *Drawing-Based Modelling* yang digunakan untuk pembelajaran Biologi Sel?

1.3 Pembatasan Masalah

Pelaksanaan penelitian dibatasi pada beberapa hal agar lebih terarah. Adapun masalah yang diteliti dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Pengembangan pembelajaran Biologi Sel yang dilakukan pada tahapan penelitian (uji coba 1, uji coba 2 dan implementasi), yaitu pada setiap tahapan pendekatan *drawing based modelling*.
2. Pendekatan *Drawing-Based Modelling* pada pembelajaran Biologi Sel menggunakan program aplikasi komputer *eBeam Capture*.
2. Subjek penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Bengkulu semester ganjil dan genap tahun akademik 2017/2018 yang mengambil mata kuliah Biologi Sel.
3. *Drawing-based modelling* yang dimaksud merupakan pendekatan pembelajaran menurut Joolingen (2014, 2012); dan Wang, dkk (2015).
4. Kemampuan representasi mikroskopis merupakan gambaran, gagasan, ide yang dimiliki oleh seseorang untuk mengkonstruksi pengetahuan yang melibatkan lintas tingkat representasi mikroskopis (Waldrip, 2010, 2012, 2013; Tsui dan Treagust, 2013; dan Devetak, 2007).
5. Kemampuan penalaran ilmiah kompleks dengan indikator *generativity*, *elaboration*, *justification*, *explanation*, *logic coherency*, dan *synthesis* menurut Dewi Heijnes (2015).
6. Penguasaan konsep yang dimaksud merupakan penguasaan konsep materi Biologi Sel menurut revisi Bloom.
7. Keterampilan kinerja mahasiswa merupakan keterampilan yang dilakukan oleh mahasiswa melalui praktikum di laboratorium yang berdasarkan panduan praktikum berbasis *drawing based modelling* yang telah dikembangkan menurut Joolingen (2014, 2012).

8. Biologi Sel merupakan mata kuliah dengan pokok bahasan struktur sel dan organel sel, membran sel, transportasi zat, metabolisme sel, pembelahan sel, dan kelainan sel menurut Bruce Alberts (2004, 2009, 2014).

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka tujuan utama dari penelitian ini adalah pengembangan pembelajaran Biologi Sel melalui pendekatan *Drawing-based Modelling* untuk menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Bengkulu.

Tujuan utama penelitian tersebut dijabarkan dalam tujuan penelitian khusus yang meliputi:

1. Mendapatkan produk pengembangan pembelajaran Biologi Sel melalui pendekatan *drawing based modelling* berupa karakteristik pembelajaran Biologi Sel menggunakan pendekatan *Drawing-Based Modelling* untuk menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa.
2. Mengidentifikasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa melalui hasil pengembangan pembelajaran Biologi Sel melalui pendekatan *Drawing-Based Modelling*.
3. Mendapatkan gambaran tentang hubungan antara kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa melalui pendekatan *Drawing-Based Modelling* pada pembelajaran Biologi Sel.
4. Mendapatkan gambaran tentang keunggulan dan keterbatasan pembelajaran Biologi Sel melalui pendekatan *Drawing-Based Modelling* dalam menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa.
5. Mendapatkan gambaran tentang tanggapan mahasiswa terhadap pendekatan *Drawing-Based Modelling* yang digunakan pada pembelajaran Biologi Sel.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Bagi Mahasiswa
 - a. Mahasiswa dapat langsung memodelkan suatu objek permasalahan dalam pembelajaran atau fenomena ilmiah Biologi Sel dengan melakukan tahapan menggambar, mengevaluasi dan merevisi objek gambar materi Biologi Sel yang diinginkan.
 - b. Menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah melalui pendekatan *Drawing-Based Modelling* berbantuan aplikasi komputer *eBeam Capture* pada Biologi Sel.
 - c. Dapat menentukan sendiri objek permasalahan melalui menggambar, mengubah gambaran objek, berkomunikasi dengan mahasiswa lain melalui menggambar.
2. Bagi Dosen
 - a. Memberikan alternatif dalam pemilihan pendekatan pembelajaran, yaitu berupa pendekatan *Drawing-Based Modelling* yang dapat digunakan secara langsung oleh pengajar pembelajaran Biologi Sel.
 - b. Memberikan informasi mengenai kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa melalui pendekatan *Drawing-Based Modelling*, sehingga dapat digunakan sebagai umpan balik untuk lebih meningkatkan kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa.
3. Bagi peneliti lain

Penelitian ini dapat dijadikan referensi ataupun sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian sejenis.

1.6 Definisi Operasional

Untuk memberikan konsepsi yang sama dalam upaya menghindari kesalahan penafsiran terhadap istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian ini, maka perlu dijelaskan definisi operasionalnya sebagai berikut:

1. Pengembangan pembelajaran Biologi Sel melalui pendekatan *Drawing-Based Modelling* adalah langkah-langkah pengembangan mulai dari tahap uji coba 1, uji coba 2, dan implementasi. Pada setiap tahapan yang dikembangkan meliputi langkah-langkah pendekatan *drawing based modelling* berupa *expressive, experiment, evaluative, dan exploratory*. Uji keterlaksanaan program melalui

observasi dan angket tanggapan mahasiswa. Uji keberfungsian program melalui kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah melalui penerapan pendekatan *drawing based modelling*. Konten pembelajaran Biologi Sel yang dimaksud meliputi: Struktur Sel dan Organel Sel, Membran Sel, Transportasi Zat, Metabolisme Sel, Pembelahan Sel, dan Kelainan Sel. Implementasi program diintegrasikan dengan kegiatan praktikum di laboratorium.

2. *Drawing-Based Modelling* merupakan pendekatan pembelajaran dengan cara menggambar sketsa materi-materi Biologi Sel, seperti struktur sel dan organel sel, membran sel, metabolisme sel, pembelahan sel, dan kelainan sel menggunakan program aplikasi komputer berupa *eBeam Capture*. *eBeam Capture* digunakan di dalam kelas untuk membuat gambar dalam menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah dengan tahapan ekspresif, eksperimen, evaluasi dan eksplorasi. *eBeam Capture* digunakan mahasiswa menggambar, mengetahui karakteristik gambar dan *causal network* gambar yang dibuat pada pembelajaran Biologi Sel.
3. Menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa merupakan proses penggunaan pendekatan *drawing based modelling* berbantuan *eBeam Capture* pada pembelajaran Biologi Sel hasil pengembangan.
4. Representasi mikroskopis adalah kemampuan mahasiswa dalam mengungkapkan suatu objek mikroskopis yang ditangkap oleh indera baik dalam bentuk verbal dan visual yang melibatkan mental verbal dan mental visual (mental model) dalam *working memory* mahasiswa memperoleh informasi dasar, mulai dari literatur kemudian membuat gambar materi Biologi Sel yang diukur menggunakan rubrik penilaian kemampuan representasi mikroskopis. Kemampuan representasi mikroskopis juga dibuktikan dengan keterampilan kinerja mahasiswa dan pengetahuan konsep. Data representasi mikroskopis dijaring melalui rubrik penilaian kemampuan representasi mikroskopis, berupa rubrik menggambar.
5. Kemampuan penalaran ilmiah meliputi indikator *generativity*, *elaboration*, *justification*, *explanation*, *logic coherency* dan *synthesis*. Komponen indikator

keterampilan penalaran ilmiah ini menurut pengembangan penalaran ilmiah dari Heijnes yang dijaring menggunakan tes pilihan ganda beralasan.

6. *eBeam Capture* merupakan perangkat lunak komputer untuk membantu membuat gambar materi pembelajaran Biologi Sel menggunakan pendekatan *drawing based modelling*. *eBeam Capture* digunakan dengan prinsip kerja pemanfaatan fitur-fitur pada tampilan *eBeam Capture* yang terpadu dan terintegrasi antar teks, gambar, audio, visual, dan bagan atau grafik.
7. Penguasaan konsep merupakan kemampuan untuk menunjang kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah atau sebagai dampak iringan pada kemampuan yang diukur, yaitu kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah. Data penguasaan konsep dijaring menggunakan tes soal pilihan ganda dan rubrik penilaian pengusaan konsep.
8. Keterampilan kinerja mahasiswa merupakan keterampilan dengan melakukan kegiatan praktikum di laboratorium, yaitu kegiatan keterampilan menggunakan *eBeam Capture*, keterampilan penggunaan dan cara kerja mikroskop, keterampilan membuat gambar, keterampilan penggunaan alokasi waktu dan keterampilan mengamati preparat jadi (awetan). Keterampilan kinerja mahasiswa dijaring menggunakan panduan praktikum dan lembar kegiatan mahasiswa Biologi Sel berbasis *drawing based modelling* yang telah dikembangkan.

1.7 Struktur Organisasi Disertasi

Penyajian isi disertasi ini dibagi kedalam 5 Bab, yaitu Bab I sampai dengan Bab V, ditambah dengan daftar pustaka, lampiran-lampiran, dan daftar riwayat hidup penulis disertasi. Bab I memaparkan tentang pendahuluan, yang isinya berupa latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian. Bab II memaparkan tentang kajian pustaka dan kerangka pikir penelitian, isinya mencakup paparan tentang kemampuan representasi mikroskopis, kemampuan penalaran ilmiah, pendekatan *drawing based modelling*, konsep-konsep Biologi Sel. Bab III memaparkan tentang metode penelitian yang meliputi paradigma penelitian, desain penelitian populasi dan sampel, instrumen penelitian, prosedur penelitian, teknik pengumpulan data, dan analisa data. Bab IV

memaparkan temuan dan pembahasan penelitian meliputi hasil studi penelitian (analisis kebutuhan), struktur program perkuliahan Biologi Sel melalui pendekatan *drawing based modelling*, pengembangan program perkuliahan dengan melakukan uji coba dan implementasi, pembahasan temuan penelitian. Bab V memaparkan tentang simpulan, implikasi dan rekomendasi untuk kegiatan penelitian di masa mendatang atau selanjutnya.