



BAB III

METODE PENELITIAN

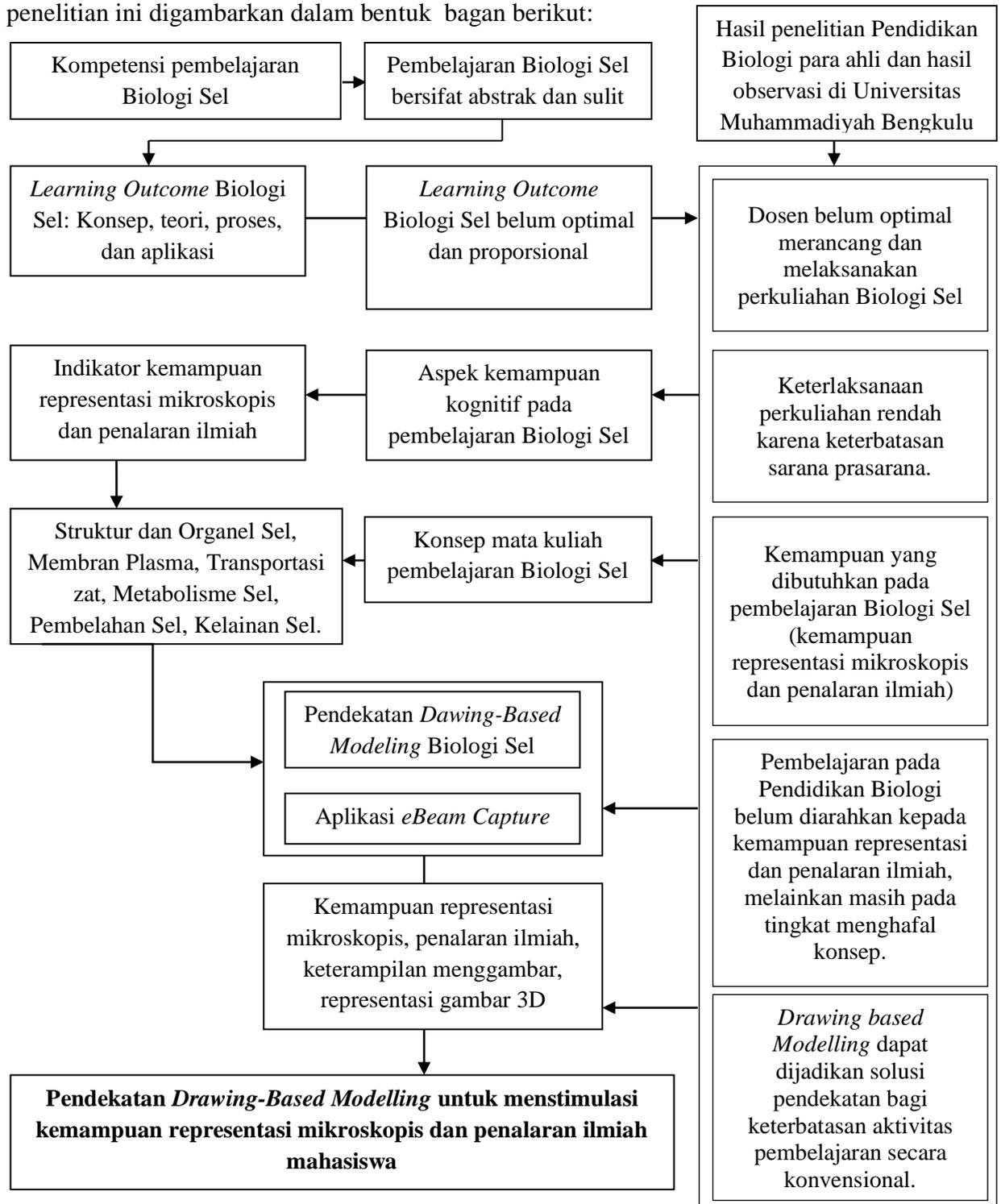
3.1 Paradigma penelitian

Matakuliah Biologi Sel merupakan pembelajaran yang terkait dengan materi Biologi Dasar, yang mendasari bagaimana seseorang memahami proses biologi yang kompleks pada cabang mata kuliah biologi lain yang berhubungan dengan fisiologi, anatomi, dan morfologi yang bersifat abstrak. Sebagian materi dasar ini telah dipelajari sejak SD hingga SMA. Demikian pula di Perguruan Tinggi, sebagian materi Biologi Sel juga menjadi materi fundamental, dan materi penting yang diperdalam pada jenjang S1 Pendidikan Biologi, meskipun demikian *learning outcome* dan hasil tes pra penelitian tentang pembelajaran Biologi Sel (Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Bengkulu, 2015) masih belum optimal, pada mahasiswa angkatan 2015/2016 hanya 28% mahasiswa yang lulus dan sisanya 72% belum lulus.

Mahasiswa calon guru yang akan menjadi tenaga pengajar profesional pada tingkat Sekolah Dasar (SD) dan Sekolah Menengah (SMP dan SMA) akan menjadi guru yang bermutu melalui pembelajaran yang bermutu. Selama ini dosen masih menggunakan pembelajaran konvensional, yaitu pembelajaran yang masih didominasi oleh dosen, mahasiswa hanya mencatat, sedikit diskusi, sehingga mahasiswa bersifat pasif dan hanya kemampuan mengingat saja yang berkembang. Padahal seorang mahasiswa selain dituntut menguasai konsep, juga harus mempunyai dan mengembangkan kemampuan representasi dan keterampilan penalaran ilmiah serta karakter yang baik.

Proses pembelajaran Biologi Sel pada Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Bengkulu selama ini sebenarnya telah sesuai seperti yang dikemukakan dalam kurikulum, yaitu ada perkuliahan teori dan praktikum. Akan tetapi, pelaksanaannya masih kurang optimal karena capaiannya hanya pada penguasaan konsep saja, tidak menstimulasi keterampilan lainnya seperti representasi mikroskopis dan keterampilan penalaran ilmiah. Sedangkan dalam mempelajari Biologi Sel diperlukan kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah yang tinggi, sehingga perlu dirancang suatu pembelajaran Biologi Sel yang dapat menstimulasi kemampuan tersebut dengan menggunakan

pendekatan *Drawing-Based Modelling*. Paradigma penelitian merupakan pola pikir yang menunjukkan hubungan antara variabel yang akan diteliti. Paradigma penelitian ini digambarkan dalam bentuk bagan berikut:

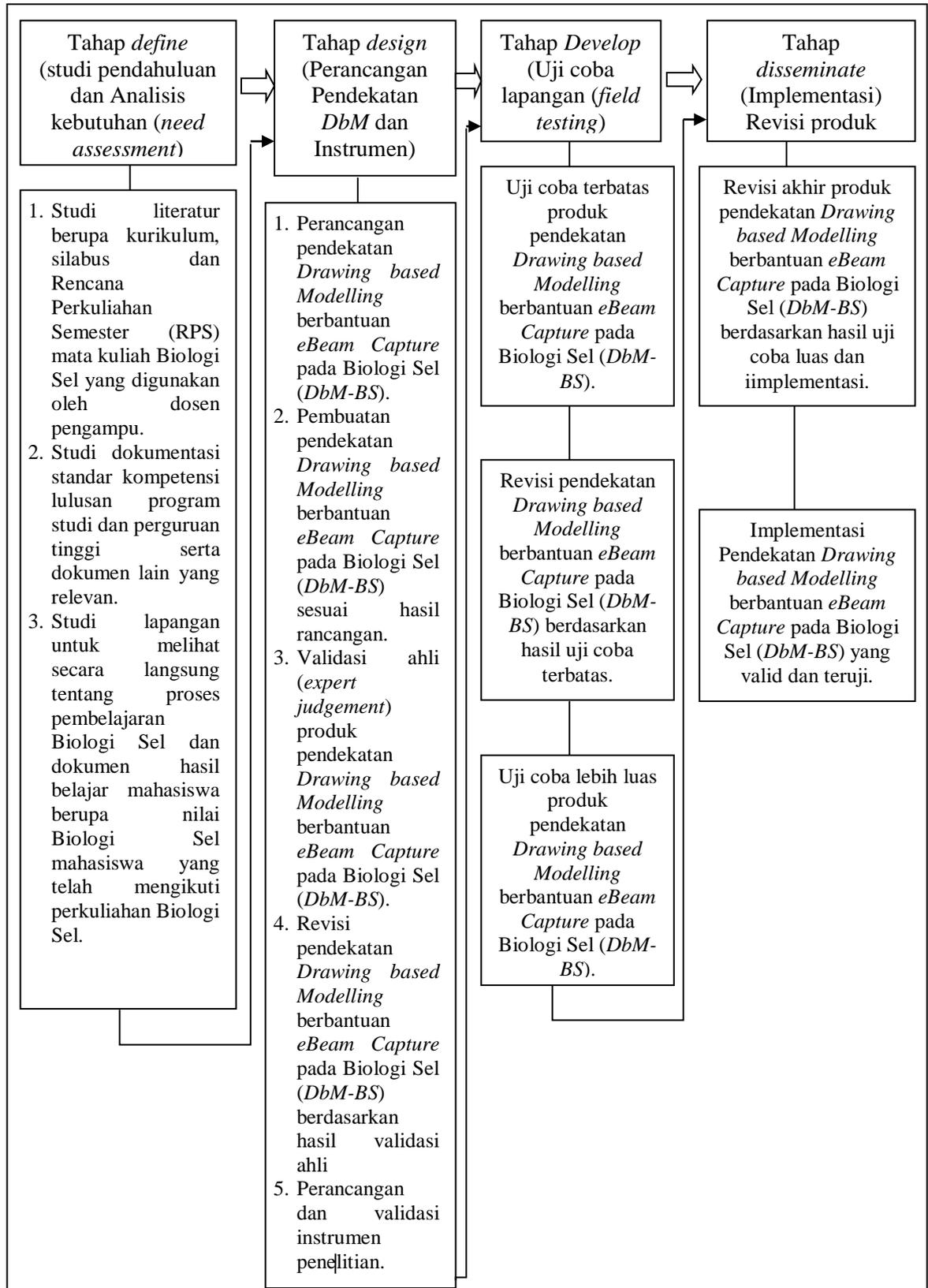


Gambar 3.1. Paradigma Penelitian

Berdasarkan analisis yang dilakukan pada penelitian sebelumnya terkait pemodelan berbasis menggambar mahasiswa membuat gambar sendiri untuk pertama kalinya, kemudian membandingkan gambar mereka dengan siswa lain untuk dievaluasi, (Joolingen dkk. 2012). Pemodelan berbasis menggambar lebih baik dari 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). Media komputer yang digunakan berupa aplikasi *eBeam Capture*. Langkah-langkah penggunaan aplikasi *eBeam Capture* meliputi: 1) download aplikasi di *Play Store*, lalu diinstall; 2) klik aplikasi *eBeam Capture*, tampilan *eBeam Capture* terbuka; 3) sebelum mengoperasikan *eBeam Capture*, klik tombol *record* warna merah pada sudut kiri bawah untuk merekam kegiatan pada *eBeam Capture*; 4) gunakan fitur pensil pada sudut kiri bawah untuk menggambar sketsa yang akan digambar; 5) gunakan fitur penghapus untuk menghapus jika ada kesalahan dalam menggambar; 6) klik fitur warna untuk merubah warna pensil; 7) klik fitur mata pensil untuk ukuran besar kecil mata pensil yang diinginkan; 8) setelah proses menggambar selesai, klik tanda x pada dinding *eBeam Capture* di sudut kanan atas, lalu klik *save* untuk menyimpan, beri nama file dan simpan file di folder yang diinginkan; 9) memutar ulang file yang tersimpan, klik folder tempat menyimpan file *eBeam Capture*, klik file *eBeam Capture*, tampilan file bentuk video akan muncul. Aplikasi komputer memungkinkan peserta didik untuk memanipulasi variabel eksperimental dengan kemudahan dan menghasilkan hasil yang lebih dapat diprediksi dan lebih mudah untuk memvisualisasikan (Rutten dkk. 2012).

3.2 Desain penelitian

Penelitian dilaksanakan berdasarkan desain *Research and Development* (R&D) menurut Gall & Borg (2003) dengan model 4D (*define, design, develop, disseminate*). Keempat tahapan penelitian digambarkan dalam desain penelitian. Secara skematis desain penelitian dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3. 2. Desain penelitian

Tahap pertama *define*, studi pendahuluan atau analisis kebutuhan. Tahap ini dengan metode survey yang kegiatannya mencakup studi literatur berupa kurikulum, silabus dan Rencana Perkuliahan Semester (RPS) mata kuliah Biologi Sel yang digunakan oleh dosen pengampu. Studi dokumentasi dilakukan terhadap standar kompetensi lulusan program studi dan perguruan tinggi serta dokumen lain yang relevan. Studi lapangan dilakukan untuk mengetahui dan melihat secara langsung proses pembelajaran Biologi Sel dan dokumen hasil belajar mahasiswa berupa nilai Biologi Sel mahasiswa yang telah mengikuti perkuliahan Biologi Sel. Fokus kegiatan studi pendahuluan atau analisis kebutuhan ini adalah pengumpulan informasi-informasi yang berkaitan dengan pembelajaran dan nilai Biologi Sel mahasiswa. Selain itu juga kegiatan ini difokuskan pada pengumpulan berbagai informasi dan hasil-hasil penelitian relevan terkait pengembangan, penggunaan, dan inovatif strategi pembelajaran Biologi Sel untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa.

Tahapan kedua *design*, mengembangkan strategi pembelajaran Biologi Sel menggunakan pendekatan *Drawing Based Modelling* berbantuan *eBeam Capture* berdasarkan hasil studi pendahuluan, kondisi objektif lapangan, dan hasil kajian studi literatur yang relevan. Pada tahap ini dilakukan perancangan strategi pembelajaran Biologi Sel menggunakan pendekatan *Drawing Based Modelling* dari Louca and Zacharia (2011) dan Oh & Oh (2011) untuk menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis menurut Devetak dkk. (2007) dan penalaran ilmiah yang dikembangkan oleh Heijnes (2015) di Utrecht University Jerman. Perancangan langkah-langkah strategi pembelajaran Biologi Sel menggunakan pendekatan *Drawing Based Modelling* terdiri dari empat langkah, yaitu: Langkah pertama *Expressive*, mahasiswa mengungkapkan gagasan tentang topik dengan membuat model gambar Struktur dari Organel Sel, Membran Plasma, Transportasi zat, Metabolisme Sel, Pembelahan Sel, Kelainan Sel menggunakan aplikasi *eBeam Capture*. Pada langkah kedua *Experimental*, mahasiswa mengumpulkan data empiris untuk memvalidasi dan meningkatkan model gambar menggunakan aplikasi *eBeam Capture* mereka melalui buku dan penjelasan dosen. Pada langkah ketiga *Evaluative*, mahasiswa melakukan evaluasi gambar yang mereka buat dengan cara membandingkan model gambar mereka dengan

rekan-rekan mereka dan untuk bertukar pemikiran, gagasan kritis dengan satu sama lain. Pada langkah keempat *Exploratory*, dosen memberikan fenomena baru pada setiap pokok bahasan Biologi Sel dengan harapan memfasilitasi mahasiswa untuk memperbaiki gambar yang telah mereka buat menggunakan aplikasi *eBeam Capture*. Setelah mengamati fenomena baru yang diberikan dosen, mahasiswa bereksplorasi membuat gambar baru menggunakan aplikasi *eBeam Capture*. Pada tahap kedua ini juga dilakukan kegiatan perancangan Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM) berbasis *Drawing Based Modelling*, lembar validasi instrumen, lembar observasi dan angket kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah, skala sikap tanggapan mahasiswa terhadap pendekatan *Drawing Based Modelling* dan penggunaannya dalam pembelajaran Biologi Sel. Pada tahap kedua ini dilakukan kegiatan validasi ahli terhadap pendekatan *Drawing Based Modelling*, instrumen penelitian, Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM) berbasis *Drawing Based Modelling*, dan soal tes untuk kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah, revisi berdasarkan saran dan masukan validator ahli. Tahap validasi dan revisi terhadap pendekatan *Drawing Based Modelling*, instrumen penelitian, Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM) berbasis *Drawing Based Modelling*, dan soal tes untuk kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah difokuskan pada penilaian untuk mendapatkan saran perbaikan dari para ahli. Obyek penilaian meliputi berbagai aspek, baik aspek sistematis, konstruksi, maupun isi dari pendekatan *Drawing Based Modelling*, instrumen penelitian, Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM) berbasis *Drawing Based Modelling*, soal tes kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah. Validasi dilakukan oleh tiga orang validator ahli yang berasal dari perguruan tinggi, yaitu validator ahli pedagogik Biologi Sel, ahli konten Biologi Sel, dan ahli *Information and Communication Technology* (ICT).

Tahapan ketiga *develop*, dilakukan uji coba lapangan dari rancangan pembelajaran Biologi Sel menggunakan pendekatan *Drawing Based Modelling* yang telah dibuat dan divalidasi untuk menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa yang dilakukan dua kali uji coba lapangan, yaitu uji coba lapangan terbatas dan uji coba lapangan luas. Uji coba dilaksanakan pada keterlaksanaan dan keberfungsian pembelajaran dengan

pendekatan *Drawing Based Modelling* berupa silabus dan Rencana Perkuliahan Semester (RPS) mata kuliah Biologi Sel serta uji coba empat langkah pendekatan *Drawing Based Modelling*. Uji coba dilaksanakan pada materi pokok Biologi Sel, yaitu tentang Struktur dari Organel Sel, Membran Plasma, Transportasi zat, Metabolisme Sel, Pembelahan Sel, Kelainan Sel. Dari uji coba lapangan ini diperoleh gambaran tentang keterbatasan dan keunggulan dari produk pendekatan *Drawing Based Modelling*, instrumen penelitian, Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM) berbasis *Drawing Based Modelling*, soal tes kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah yang dihasilkan sebagai bahan umpan balik untuk perbaikan dan penyempurnaan pendekatan *Drawing Based Modelling*, dan instrumen penelitian berdasarkan tataran pelaksanaannya (praktisnya), sehingga mudah untuk diaplikasikan dalam pembelajaran Biologi Sel. Tujuan lain dari uji coba pendekatan *Drawing Based Modelling*, instrumen penelitian, Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM) berbasis *Drawing Based Modelling*, soal tes untuk mengetahui potensi dalam menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa calon guru biologi. Pelaksanaan uji coba terbatas (uji coba 1) dari rancangan pendekatan *Drawing based Modelling* yang dihasilkan, dilakukan dengan menggunakan metode *pre-eksperimen* dengan desain *one group pretest-posttest*. Dengan desain ini, pada saat sebelum dan sesudah diberikan perlakuan berupa kegiatan pembelajaran Biologi Sel menggunakan pendekatan *Drawing Based Modelling*, terhadap subyek dilakukan tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*) untuk mengidentifikasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah. Desain *one group pretest-posttest* ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Desain uji coba terbatas *drawing based modelling*

<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
O ₁ ,O ₂	Kegiatan Pembelajaran <i>DbM</i>	O ₁ ,O ₂

Keterangan: O₁ = tes kemampuan representasi mikroskopis

O₂ = tes kemampuan penalaran ilmiah

DbM = pendekatan *Drawing based Modelling*

Metode *quasi-experiment* atau eksperimen semu dengan desain *unequivalent pretest-posttest control group design* digunakan pada kegiatan uji coba luas dan implementasi, sedangkan pada uji coba terbatas digunakan *one-*

sample t-test. Pada desain eksperimen ini digunakan kelas kontrol yaitu kelas yang melaksanakan kegiatan pembelajaran Biologi Sel konvensional yang biasa digunakan oleh dosen pengampu di Program Studi Pendidikan Biologi. Desain *unequivalent pretest-posttest control group design* ditunjukkan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Desain uji coba luas *drawing based modelling*

Kelas	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O ₁ ,O ₂	<i>DbM</i>	O ₁ ,O ₂
Kontrol	O ₁ ,O ₂	<i>Konvensional</i>	O ₁ ,O ₂

Keterangan: O₁ = tes kemampuan representasi mikroskopis

O₂ = tes kemampuan penalaran ilmiah

DbM = pendekatan *Drawing based Modelling*

Tahapan keempat *disseminate*, mengimplementasikan pembelajaran Biologi Sel menggunakan pendekatan *Drawing Based Modelling* yang mengacu pada silabus dan Rencana Perkuliahan Semester (RPS) mata kuliah Biologi Sel. Prosedur implementasi sebagai berikut: 1) Pemberian tes awal (*pretest*) yang diberikan sebelum dilakukan pembelajaran Biologi Sel menggunakan pendekatan *drawing based modelling* baik pada kelas kontrol maupun kelas eksperimen. Tes ini merupakan tes kemampuan representasi mikroskopis, penalaran ilmiah dan penguasaan konsep yang dilakukan untuk mengetahui pengetahuan awal mahasiswa mengenai materi Biologi Sel, 2) Menjelaskan kepada mahasiswa maksud dan tujuan dilakukan implementasi pendekatan *Drawing Based Modelling*, 3) Menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah menggunakan pendekatan *Drawing Based Modelling* dengan bantuan aplikasi komputer berupa *eBeam Capture* pada Biologi Sel, 4) Mahasiswa diminta berdiskusi setelah implementasi pendekatan *Drawing Based Modelling* diakhiri dengan *posttest*, 5) Mahasiswa diminta untuk mengisi lembar skala sikap mahasiswa untuk mengetahui tanggapan mahasiswa terhadap pendekatan *Drawing Based Modelling* dengan bantuan aplikasi komputer berupa *eBeam Capture* pada Biologi Sel, 6) Hasil *pretest* dan *posttest* serta diskusi pada implementasi pendekatan *Drawing Based Modelling* dengan bantuan aplikasi komputer berupa *eBeam Capture* pada Biologi Sel digunakan sebagai umpan balik untuk mengetahui kemajuan pembelajaran Biologi Sel berupa kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa.

3.3 Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah seluruh mahasiswa calon guru Biologi pada semester 1 (ganjil) yang sedang mengikuti perkuliahan Biologi Sel pada Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Bengkulu. Uji coba terbatas (uji coba 1), merupakan uji coba keterlaksanaan dan keberfungsian pendekatan *drawing based modelling* dan penggunaan aplikasi *eBeam Capture* dalam menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa, dengan subjek penelitian 31 orang mahasiswa semester 1 (ganjil) Tahun Akademik 2016/2017, yang mengontrak mata kuliah Biologi Sel. Uji coba terbatas (uji coba 1) juga dilakukan dengan mengujicobakan instrumen penelitian dan pendekatan *drawing based modelling* dengan menggunakan aplikasi *eBeam Capture* dalam menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa pada Biologi Sel yang telah divalidasi oleh pakar dilakukan pada 34 orang mahasiswa semester 5 (ganjil), yang telah selesai menempuh mata kuliah Biologi Sel. Uji coba luas (uji coba 2) merupakan uji coba keberfungsian perangkat perkuliahan, instrumen penelitian, pendekatan *drawing based modelling* dengan menggunakan aplikasi *eBeam Capture* dalam menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa. Uji coba 2, dilaksanakan pada mahasiswa semester 1 (ganjil) Tahun Akademik 2017/2018 dengan subyek penelitian sebanyak 64 orang mahasiswa calon guru biologi. Oleh karena ada perubahan kurikulum KBK menjadi KKNI, implementasi dilaksanakan pada mahasiswa semester 4 (genap) yang mengikuti mata kuliah Biologi Sel sebanyak 81 orang mahasiswa calon guru biologi, yang terdiri atas dua kelas pada tahun akademik 2017/2018. Satu kelas menggunakan pendekatan *drawing based modelling* dengan bantuan *eBeam Capture* pada pembelajaran Biologi Sel, dan satu kelas sebagai kelas kontrol menggunakan metode konvensional pada pembelajaran Biologi Sel.

3.4 Instrumen penelitian

Instrumen penelitian adalah alat yang digunakan untuk mengukur fenomena yang diamati. Instrumen penelitian dan teknik pengumpulan data dinyatakan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Instrumen dan teknik pengumpulan data

No	Data	Instrumen	Sumber Data	Teknik
1	Kemampuan Penalaran Ilmiah	Rekaman diskusi dan Soal kemampuan penalaran ilmiah	Mahasiswa	Rekapitulasi rekaman program <i>eBeam Capture</i> , tes tertulis diawal dan akhir pembelajaran
2	Representasi Mikroskopis	Rubrik penilaian kemampuan representasi mikroskopis dan observasi kemampuan representasi mikroskopis	Mahasiswa	Menggambar, Observasi kemampuan representasi mikroskopis pada pembelajaran Biologi Sel
3	Keterampilan Kinerja Mahasiswa	Panduaan praktikum berupa Lembar Kegiatan Mahasiswa	Mahasiswa	Pengisian Lembar Kegiatan Mahasiswa
4	Penguasaan Konsep	Soal Pilihan Ganda penguasaan konsep	Mahasiswa	Tes tertulis pembelajaran
5	Keterlaksanaan program Pembelajaran: Keterlaksanaan strategi pembelajaran Keberfungsian strategi dalam menstimulasi representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah Keberfungsian perangkat perkuliahan dan instrument	Lembar Observasi dan Catatan Lapangan	Kegiatan Pembelajaran	Pemberian angka pada lembar observasi
6	Pendapat Mahasiswa tentang strategi pembelajaran Biologi Sel	Angket dan Wawancara	Mahasiswa: - Sebelum: Wawancara - Sesudah: Angket dan wawancara	Cheklis angket dan pengisian lembar wawancara

Karakteristik instrumen penelitian dijelaskan secara rinci satu persatu sebagai berikut:

1. Rekaman diskusi dan Soal penalaran ilmiah

Rekaman diskusi, data gambar menggunakan aplikasi *eBeam Capture*, dan soal penalaran ilmiah digunakan untuk mengetahui kemampuan penalaran ilmiah mahasiswa pada tahap uji coba 1, uji coba 2 dan implementasi penelitian. Rekaman diskusi dianalisis untuk mengetahui kemampuan penalaran ilmiah mahasiswa, yaitu dari kemampuan berargumen, mengemukakan gagasan, memberikan pendapat dan penjelasan gambar yang telah dibuat baik gambar yang dibuat individu maupun gambar per kelompok. Soal kemampuan penalaran ilmiah untuk uji coba 1, uji coba 2 dan implementasi yang telah divalidasi oleh 2 orang validator ahli yaitu, validator pedagogik dan konten Biologi Sel. Pada setiap pertemuan perkuliahan dikembangkan indikator kemampuan penalaran ilmiah yang sesuai dengan konsep Biologi Sel yang sedang dibahas. Pemberian skor pada setiap indikator mengacu pada rubrik penilaian yang dikembangkan oleh Heijnes (2015) dengan enam kriteria, yaitu *Generativity*, *Elaboration*, *Justification*, *Explanation*, *Logic coherency*, dan *Synthesis*. Hasil uji validitas, reliabilitas, dan tingkat kesukaran menggunakan aplikasi *software anates* versi 4.0.9 disajikan dalam tabel 3.4.

Tabel 3.4. Reliabilitas dan Validitas soal tes kemampuan penalaran ilmiah

Data	Anates versi 4.0.9	Jumlah Soal
Reliabilitas	0,78	72 (enam pokok bahasan)
Validitas	0,57	72 (enam pokok bahasan)

Berdasarkan data dalam tabel 3.4 tersebut reliabilitas soal tes kemampuan penalaran ilmiah yang digunakan pada uji coba 1 dan uji coba 2 termasuk dalam kategori tinggi.

Kisi-kisi soal kemampuan penalaran ilmiah mahasiswa dirangkum dan disajikan dalam tabel 3.5. Tes pilihan ganda digunakan untuk mengukur indikator penalaran ilmiah *Generativity*, *Elaboration*, *Justification*, *Explanation*, *Coherency Logic*, dan *Synthesis*. Analisis soal kemampuan penalaran ilmiah mahasiswa dilakukan dengan bantuan aplikasi *software anates* versi 4.0.9.

Tabel 3.5. Kisi-kisi soal kemampuan penalaran ilmiah dan penguasaan konsep

Tahap Penelitian	Materi	Jenjang Kognitif	Tes (72 soal)						Jmlh Soal
			<i>G</i>	<i>E</i>	<i>J</i>	<i>Ex</i>	<i>C</i>	<i>S</i>	
Uji Coba 1	Struktur Sel dan organel sel	C1	1,2	-	-	-	-	-	2
		C2	3	4	-	-	-	-	2
		C3	-	5	-	-	-	-	1
		C4	-	-	6	7	-	-	2
		C5	-	-	-	8	10	-	2
		C6	-	-	-	9	-	11,12	3
	Membran plasma	C1	13,14	-	-	-	-	-	2
		C2	-	15	-	19	23	-	3
		C3	-	16	-	-	22	-	2
		C4	-	-	17,18	-	-	24	3
		C5	-	-	-	20	-	25	2
		C6	-	-	-	-	21	-	1
	Transportasi zat	C1	-	-	-	-	-	-	-
		C2	-	-	-	-	-	-	-
		C3	-	-	-	-	34	36,37	3
		C4	-	-	-	33	35	-	2
		C5	26,27	-	-	32	-	-	3
		C6	-	28,29	30,31	-	-	-	4
	Pembelahan sel	C1	-	-	-	-	-	-	-
		C2	-	-	-	-	-	-	-
		C3	-	-	41	-	46	47,48	4
		C4	39	40	42	43,44	45	-	6
		C5	38	-	-	-	-	-	1
		C6	-	-	-	-	-	-	-
Metabolisme sel	C1	-	-	-	-	-	-	-	
	C2	-	-	-	56	-	-	1	
	C3	49	-	-	55	-	-	2	
	C4	50	51	53,54	-	-	59	5	
	C5	-	52	-	-	57,58	60	4	
	C6	-	-	-	-	-	-	-	
Kelainan sel	C1	-	-	-	-	-	-	-	
	C2	-	-	-	-	-	-	-	
	C3	62	-	-	-	67	68	3	
	C4	61	64	-	72	65,66	69,70	7	
	C5	-	63	-	-	-	-	1	
	C6	-	-	71	-	-	-	1	
Jumlah			13	11	10	12	13	13	72
Tahap Penelitian	Materi	Jenjang Kognitif	Tes (72 soal)						Jmlh Soal
			<i>G</i>	<i>E</i>	<i>J</i>	<i>Ex</i>	<i>C</i>	<i>S</i>	
Uji Coba 2	Struktur Sel dan organel sel	C1	1,2	-	-	-	-	-	2
		C2	3	4	-	-	-	-	2
		C3	-	5	-	-	-	-	1
		C4	-	-	6	7	-	-	2
		C5	-	-	-	8	10	-	2
		C6	-	-	-	9	-	11,12	3
	Membran plasma	C1	13,14	-	-	-	-	-	2
		C2	-	15	-	19	23	-	3
		C3	-	16	-	-	22	-	2
		C4	-	-	17,18	-	-	24	3
		C5	-	-	-	20	-	25	2

Lanjutan tabel 3.5

Tahap Penelitian	Materi	Jenjang Kognitif	Tes (72 soal)						Jmlh Soal
			G	E	J	Ex	C	S	
	Transportasi zat	C6	-	-	-	-	21	-	1
		C1	-	-	-	-	-	-	-
		C2	-	-	-	-	-	-	-
		C3	-	-	-	-	34	36,37	3
		C4	-	-	-	33	35	-	2
		C5	26,27	-	-	32	-	-	3
	Pembelahan sel	C6	-	28,29	30,31	-	-	-	4
		C1	-	-	-	-	-	-	-
		C2	-	-	-	-	-	-	-
		C3	-	-	41	-	46	47,48	4
		C4	39	40	42	43,44	45	-	6
		C5	38	-	-	-	-	-	1
	Metabolisme sel	C6	-	-	-	-	-	-	-
		C1	-	-	-	-	-	-	-
		C2	-	-	-	56	-	-	1
		C3	49	-	-	55	-	-	2
		C4	50	51	53,54	-	-	59	5
		C5	-	52	-	-	57,58	60	4
	Kelainan sel	C6	-	-	-	-	-	-	-
		C1	-	-	-	-	-	-	-
		C2	-	-	-	-	-	-	-
		C3	62	-	-	-	67	68	3
		C4	61	64	-	72	65,66	69,70	7
		C5	-	63	-	-	-	-	1
Jumlah	C6	-	-	71	-	-	-	1	
			13	11	10	12	13	13	72
Tahap Penelitian	Materi	Jenjang Kognitif	Tes (72 soal)						Jmlh Soal
Implementasi	Struktur Sel dan organel sel	C1	1,2	-	-	-	-	-	2
		C2	3	4	-	-	-	-	2
		C3	-	5	-	-	-	-	1
		C4	-	-	6	7	-	-	2
		C5	-	-	-	8	10	-	2
		C6	-	-	-	9	-	11,12	3
	Membran plasma	C1	13,14	-	-	-	-	-	2
		C2	-	15	-	19	23	-	3
		C3	-	16	-	-	22	-	2
		C4	-	-	17,18	-	-	24	3
		C5	-	-	-	20	-	25	2
		C6	-	-	-	-	21	-	1
	Transportasi zat	C1	-	-	-	-	-	-	-
		C2	-	-	-	-	-	-	-
		C3	-	-	-	-	34	36,37	3
		C4	-	-	-	33	35	-	2
		C5	26,27	-	-	32	-	-	3
		C6	-	28,29	30,31	-	-	-	4
	Pembelahan sel	C1	-	-	-	-	-	-	-
		C2	-	-	-	-	-	-	-
		C3	-	-	41	-	46	47,48	4
		C4	39	40	42	43,44	45	-	6
		C5	38	-	-	-	-	-	1

Lanjutan tabel 3.5

Tahap Penelitian	Materi	Jenjang Kognitif	Tes (72 soal)						Jmlh Soal
			<i>G</i>	<i>E</i>	<i>J</i>	<i>Ex</i>	<i>C</i>	<i>S</i>	
	Metabolisme sel	C6	-	-	-	-	-	-	-
		C1	-	-	-	-	-	-	-
		C2	-	-	-	56	-	-	1
		C3	49	-	-	55	-	-	2
		C4	50	51	53,54	-	-	59	5
		C5	-	52	-	-	57,58	60	4
	Kelainan sel	C6	-	-	-	-	-	-	-
		C1	-	-	-	-	-	-	-
		C2	-	-	-	-	-	-	-
		C3	62	-	-	-	67	68	3
		C4	61	64	-	72	65,66	69,70	7
		C5	-	63	-	-	-	-	1
		C6	-	-	71	-	-	1	
	Jumlah		13	11	10	12	13	13	72

Keterangan:

G = *Generativity*

E = *Elaboration*

J = *Justification*

Ex = *Explanation*

C = *Coherency logic*

S = *Synthesis*

C1-6 = *Cognitif*

Soal-soal pilihan ganda untuk mengukur kemampuan penalaran ilmiah mahasiswa kemudian di *judge* oleh dua orang dosen ahli, yaitu validator pedagogik dan konten Biologi Sel. Setelah melakukan tahapan *expert judgement* oleh dosen ahli dan melakukan revisi berdasarkan masukan dosen ahli, soal-soal tersebut diuji coba. Hasil uji coba soal selanjutnya dilakukan analisis reliabilitas, validitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda. Uji reliabilitas, validitas, dan tingkat kesukaran soal dilakukan dengan bantuan anates versi 4.0.9. Hasil uji reliabilitas, validitas, dan tingkat kesukaran disajikan dalam tabel 3.6. Hasil lengkap analisis butir soal pilihan ganda untuk mengukur kemampuan penalaran ilmiah disajikan dalam lampiran B2.

Tabel 3.6. Rekapitulasi Hasil Analisis Soal Pilihan Ganda Penalaran Ilmiah dan penguasaan konsep

Aspek Analisis	Kategori	No Soal	Jumlah	Keterangan
Validitas Item (Widoyoko, 2012)	Valid	1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14,15, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 67, 68, 69, 70, 71, 72	61	-

Lanjutan tabel 3.6

Aspek Analisis	Kategori	No Soal	Jumlah	Keterangan
	Tidak valid	3, 6, 16, 18, 28, 29, 43, 44, 45, 65, 66	11	df = 0,576 (11 item soal kurang dari 0,576)
Reliabilitas (Widoyoko, 2012)		0,78 (skala kuat)		Rentang nilai = 0,60-0,79 Skala kuat
Tingkat kesukaran	Sangat Mudah	1, 9, 13, 20, 23, 24, 25, 35, 36, 37, 38, 47, 48, 71, 72	15	-
	Mudah	5, 6, 12, 14, 17, 19, 21, 22, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 49, 50, 60	19	-
	Sedang	2, 3, 4, 7, 8, 10, 11, 15, 16, 18, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69	34	-
	Sukar	28, 62	2	-
	Sangat Sukar	61, 70	2	-
	Daya pembeda (Arikunto, 2012)	Baik sekali	1, 2, 5, 9, 10, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 23, 24, 39, 40, 41, 42, 51, 52, 69	20
Baik		3, 4, 7, 8, 11, 12, 16, 18, 21, 22, 28, 32, 34, 43, 44, 45, 46, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 68, 70	29	DP = 0,41-0,70
Cukup		6, 26, 27, 30, 31, 33, 37, 38, 49, 50, 61, 62, 66, 67, 72	15	DP = 0,21-0,40
Jelek		25, 29, 35, 36, 47, 48, 65, 71	8	DP = 0,00-0,20

Berdasarkan tabel 3.6 terdapat 61 soal (85%) valid dan 11 soal (15%) soal tidak valid. Sebanyak 11 soal yang tidak valid direvisi kembali setelah dikonsultasikan dengan dosen ahli dan digunakan pada tahap implementasi. Hasil uji dan analisis tingkat kesukaran soal Biologi Sel untuk mengukur kemampuan penalaran ilmiah mahasiswa, diperoleh butir soal dengan kategori sangat mudah 15 soal (21%), mudah 19 soal (26%), sedang 34 soal (47%), sukar dua soal (0,3%) dan sangat sukar dua soal (0,3%).

Hasil analisis terhadap soal diperoleh soal dengan daya pembeda baik sekali 20 soal (28%), baik 29 soal (40%), cukup 15 soal (21%) dan jelek delapan soal (11%). Sebanyak delapan soal dengan daya pembeda yang kategori jelek dikonsultasikan dengan dosen ahli dan direvisi. Setelah dilakukan revisi, dari keseluruhan data soal yang ada dapat dinyatakan reliabel dalam skala kuat dan

layak untuk digunakan karena memiliki reliabilitas tes, yaitu 72 soal pilihan ganda dengan skala kuat 0,78.

2. Kemampuan Representasi Mikroskopis (gambar 2D)

Kemampuan representasi mikroskopis yang diukur dalam penelitian ini meliputi: 1) kemampuan mentransformasi antar mode representasi yaitu dari representasi konkret ke mode representasi gambar 2D (Gilbert, 2008; Tsui & Treagust, 2013); menginterpretasikan ciri-ciri struktur berdasarkan mode representasi gambar (Anderson, dkk. 2013); menginterpretasikan representasi mikroskopis untuk membangun penjelasan pada tingkat representasi makroskopis (Kozma & Russel, 2005, Tsui & Treagust, 2013; Anderson, dkk. 2013). Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan teknik menggambar dan dinilai dengan menggunakan rubrik penilaian kemampuan representasi mikroskopis. Mahasiswa calon guru melakukan pengamatan mikroskopis materi Biologi Sel, kemudian menterjemahkan hasil pengamatan dalam mode representasi gambar 2D dan diikuti menginterpretasikan karakteristik struktur hasil pengamatan mikroskopis. Berikutnya mereka diminta membuat penjelasan dengan representasi tingkat representasi mikroskopis. Analisis kemampuan menginterpretasikan materi Biologi Sel pada representasi gambar berdasarkan indikator ketepatan gambar, deskripsi gambar, kerapihan gambar dan kesesuaian gambar (Tsui & Treagust, 2013). Instrumen yang digunakan untuk mengukur kemampuan representasi mikroskopis berupa rubrik penilaian kemampuan representasi mikroskopis. Data gambar *eBeam Capture* dilihat dan dianalisis untuk melihat ketepatan menggambar berupa ketepatan komponen-komponennya dan proporsinya, konstruksi dan deskripsi gambar berupa keterkaitan satu sama lainnya, kerapihan gambar, kesesuaian produk gambar yang dibuat menggunakan *eBeam Capture* (100%). Selain rubrik penilaian kemampuan representasi mikroskopis, untuk mengukur kemampuan representasi mikroskopis mahasiswa, digunakan instrumen observasi kemampuan representasi mikroskopis berupa lembar kegiatan mahasiswa pada perkuliahan Biologi Sel. Observasi kemampuan representasi mikroskopis mahasiswa dirangkum dan disajikan dalam tabel 3.7. Kisi-kisi digunakan untuk mengukur kemampuan representasi mikroskopis.

Tabel 3.7. Kisi-kisi kemampuan representasi mikroskopis (gambar 2D)
(Tsui & Treagust, 2013)

No	Kinerja Representasi Mikroskopis	Materi Biologi Sel
1	Ketepatan komponen-komponennya dan proporsinya	
2	Konstruksi dan deskripsi gambar berupa keterkaitan satu sama lainnya	Struktur dari organel sel, Membran sel, Transportasi zat, Pembelahan Sel, Metabolisme Sel, Kelainan Sel
3	Kerapihan gambar	
4	Kesesuaian produk gambar yang dibuat menggunakan <i>eBeam Capture</i> (100%)	

Pendekatan *drawing based modelling* dibantu oleh aplikasi komputer yaitu *eBeam Capture* untuk menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah. Prinsip kerja penggunaan aplikasi *eBeam Capture* meliputi beberapa hal yaitu, kombinasi media, simpel dan dinamis, interaktif, dan multimedia. Prinsip kerja aplikasi *eBeam Capture* dirangkum dan disajikan dalam tabel 3.8.

Tabel 3.8. Prinsip kerja aplikasi *eBeam Capture*

No	Prinsip Kerja
1.	Media <i>eBeam Capture</i> yang digunakan mengkombinasikan media berupa suara, video, gambar, dan bagan (Turban, 2006).
2.	Media <i>eBeam Capture</i> yang digunakan berupa alat yang dapat menciptakan presentasi yang dinamis dan interaktif (Munir, 2009).
3.	Kualitas dan tampilan <i>eBeam Capture</i> menarik perhatian mahasiswa dan tidak mudah <i>error</i> (Zeembry, 2006).
4.	Media <i>eBeam Capture</i> memiliki <i>tools</i> yang memungkinkan pemakai berinteraksi, berkreasi dan berkomunikasi yang serta dapat menjadi daya tarik mahasiswa dan dapat mengurangi ketergantungan dengan dosen (Sudarmawan, 2007).
5.	Aplikasi <i>eBeam Capture</i> menyediakan konten yang sederhana sehingga mudah dipeajari dan digunakan (Wahono, 2008).
6.	Setiap konten pada aplikasi <i>eBeam Capture</i> berfungsi dengan baik (Green & Brown, 2002).
7.	Aplikasi <i>eBeam Capture</i> memiliki navigasi yang mudah untuk dioperasikan (Green & Brown, 2002).
8.	Menu, navigasi dan <i>icon</i> pada aplikasi <i>eBeam Capture</i> berfungsi baik dan sesuai dengan kebutuhan (Green & Brown, 2002).

3. Keterampilan Kinerja Mahasiswa

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 dijamin menggunakan panduan praktikum dan lembar kegiatan mahasiswa Biologi Sel berbasis *drawing based modelling* yang telah dikembangkan.

4. Lembar Observasi dan Catatan Lapangan

Instrumen penelitian yang digunakan untuk menjaring atau mendapatkan data pendukung dalam penelitian berupa lembar observasi dan catatan lapangan. Lembar observasi sebagai metode pengumpulan data dengan pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap unsur-unsur yang nampak pada objek penelitian. Catatan lapangan diperoleh dari pengamatan langsung dan pencatatan hal-hal yang dianggap penting yang terjadi di dalam kelas saat melakukan tahap implementasi program. Dalam melengkapi data catatan lapangan baik pada uji coba 1, uji coba 2 dan implementasi dilakukan perekaman pembelajaran, yaitu berupa video pembelajaran. Tujuan dari video pembelajaran ini adalah selain melengkapi data, bisa juga untuk mengungkap kondisi-kondisi yang terjadi di kelas sebagai dampak implementasi program dan strategi pembelajaran.

5. Angket dan Pedoman Wawancara

Angket dan pedoman wawancara digunakan dalam mengumpulkan data pada tahap uji coba 1, uji coba 2 dan implementasi. Angket yang dilakukan dengan memberikan seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada mahasiswa setelah tahap penelitian berakhir. Wawancara dilakukan untuk mengumpulkan data penelitian dalam hal tanggapan, pendapat, respon mahasiswa setelah implementasi program dan strategi pembelajaran Biologi Sel.

6. Rubrik kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah

Rubrik penilaian kemampuan representasi mikroskopis merupakan rubrik untuk memberikan skor kemampuan representasi mikroskopis mahasiswa pada setiap indikatornya. Rubrik ini dikembangkan berdasarkan rubrik representasi mikroskopis yang dikembangkan oleh (Gilbert, 2008; Tsui & Treagust, 2013; Kozma & Russel, 2005; Anderson, dkk. 2013). Rubrik kemampuan representasi mikroskopis diuji coba, direvisi dan diimplementasikan. Aspek rubrik direvisi yang diterapkan pada uji coba 2 dan implementasi adalah dengan memisahkan aktivitas dosen dan mahasiswa dalam pembelajaran Biologi Sel. Selain itu, adanya perbaikan penambahan pada setiap aktivitas dosen dan mahasiswa pada setiap

langkah *drawing based modelling* dari uji coba 1 dan uji coba 2 serta pada tahap implementasi penelitian Biologi Sel.

Tabel 3.9. Rubrik penilaian kemampuan representasi mikroskopis (gambar 2D)

Kriteria	0	1	2	3	4
Ketepatan Menggambar berupa ketepatan komponen-komponennya dan proporsinya	Gambar proporsinya tidak benar, tidak teratur, dan tidak bagus	<ul style="list-style-type: none"> Bila gambar yang dikerjakan proporsinya kurang benar, kurang teratur dan kurang bagus Salah menggunakan aplikasi <i>eBeam Capture</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Bila gambar yang dikerjakan proporsinya benar tapi kurang teratur dan bagus Kurang bisa menggunakan aplikasi <i>eBeam Capture</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Bila gambar yang dikerjakan proporsinya benar dan bagus tapi kurang teratur Benar dalam menggunakan <i>eBeam Capture</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Bila gambar yang dikerjakan proporsinya benar, sudah teratur dan bagus Penggunaan Aplikasi <i>eBeam Capture</i> sudah tepat
Konstruksi dan deskripsi Gambar berupa keterkaitan satu sama lainnya	Bila gambar dikerjakan tidak terdapat kesesuaian bentuk, ukuran tidak tepat, satu sama lain tidak terkait, tidak ada kebenaran konstruksi, dan terdapat kesalahan deskripsi gambar	Bila gambar dikerjakan tidak terdapat kesesuaian bentuk, ukuran tidak tepat, satu sama lain tidak terkait, tapi masih ada kebenaran konstruksi, dan terdapat kesalahan deskripsi gmbr.	Bila gambar dikerjakan tidak terdapat kesesuaian bentuk, ukuran tidak tepat, tapi masih ada kebenaran konstruksi dan keterkaitannya.	Bila gambar dikerjakan tidak terdapat kesesuaian bentuk, tapi masih ada kebenaran konstruksi, ketepatan ukuran dan keterkaitan satu sama lainnya	Bila gambar dikerjakan terdapat kesesuaian bentuk, kebenaran konstruksi, ukuran dan keterkaitan satu sama lainnya
Kerapihan Gambar	Bila gambar tidak rapi dan tidak tepat menggunakan pola penempatan gambar	Bila gambar yang dikerjakan mahasiswa tidak rapi dan kurang tepat menggunakan pola penempatan	Bila gambar yang dikerjakan mahasiswa kurang rapi dan kurang tepat menggunakan pola penempatan	Bila gambar yang dikerjakan mahasiswa kurang rapi dan tepat menggunakan pola penempatan	Bila gambar yang dikerjakan mahasiswa rapi dan tepat menggunakan pola penempatan
Kesesuaian produk gambar yang dibuat menggunakan <i>eBeam Capture</i> (100%)	Bila gambar 20% sesuai dengan produk gambar yang dibuat menggunakan <i>eBeam Capture</i>	Bila gambar 40% sesuai dengan produk gambar yang dibuat menggunakan <i>eBeam Capture</i>	Bila gambar 60% sesuai dengan produk gambar yang dibuat menggunakan <i>eBeam Capture</i>	Bila gambar 80% sesuai dengan produk gambar yang dibuat menggunakan <i>eBeam Capture</i>	Bila gambar 100% sesuai dengan produk gambar yang dibuat menggunakan <i>eBeam Capture</i>

Klasifikasi kriteria yang digunakan berdasarkan (Gilbert, 2008; Tsui & Treagust, 2013; Kozma & Russel, 2005; Anderson, dkk. 2013) sebagai berikut:

- Skor 4: Superior
- Skor 3: Memuaskan dengan sedikit kekurangan
- Skor 2: Cukup memuaskan dengan banyak kekurangan
- Skor 1: Tidak memuaskan
- Skor 0: Sangat Tidak Memuaskan

Rubrik penilaian kemampuan penalaran ilmiah merupakan rubrik untuk memberikan skor kemampuan penalaran ilmiah mahasiswa pada setiap

indikatornya. Rubrik ini dikembangkan berdasarkan rubrik penalaran ilmiah yang dikembangkan oleh Heijnes (2015). Rubrik kemampuan penalaran ilmiah diuji coba, direvisi dan diimplementasikan. Aspek rubrik yang direvisi diterapkan pada uji coba 2 dan implementasi adalah dengan memisahkan aktivitas dosen dan mahasiswa dalam pembelajaran Biologi Sel. Selain itu, adanya perbaikan penambahan pada setiap aktivitas dosen dan mahasiswa pada setiap langkah *drawing based modelling* dari uji coba 1 dan uji coba 2 serta pada tahap implementasi penelitian Biologi Sel.

Tabel 3.10. Rubrik penilaian kemampuan penalaran ilmiah mahasiswa (Heijnes, 2015)

Kemampuan	No	Indikator Penilaian	Skor				
			0	1	2	3	4
Penalaran Ilmiah	1.	Generativity. Penalaran dengan jumlah pengamatan, gagasan, atau perkiraan siswa untuk menjelaskan hasil pengamatan.	Tidak ada pengamatan dan gagasan secara umum	Memiliki satu atau dua pengamatan atau konfirmasi secara umum	Memiliki tiga atau lebih pengamatan atau konfirmasi secara umum	Memiliki prediksi, gagasan, dan pernyataan yang tegas	Memiliki tiga atau lebih prediksi, gagasan, dan pernyataan yang tegas
	2.	Elaborasi. Penalaran dengan jumlah konsep-konsep ilmiah yang digunakan untuk menggambarkan dan menjelaskan konsep.	Tidak ada elaborasi	Memiliki satu atau dua elaborasi atau satu gagasan	Memiliki satu atau dua elaborasi atau lebih	Memiliki tiga atau lebih elaborasi dari salah satu gagasan	Memiliki tiga atau lebih dari banyak gagasan
	3.	Justifikasi. Penalaran dengan jumlah aspek berdasarkan bukti, inferensi, atau eksperimen yang digunakan untuk mendukung gagasan.	Tidak ada justifikasi	Memiliki satu kebenaran dari satu gagasan	Memiliki satu kebenaran dari beberapa gagasan	Memiliki justifikasi dari satu gagasan saja	Memiliki justifikasi dari beberapa gagasan
	4.	Eksplanasi. Penalaran dengan jumlah penjelasan dan mekanisme tentang suatu fenomena yang diamati pada suatu topik.	Tidak ada eksplanasi atau penjelasan	Memiliki satu mekanisme dari fenomena	Memiliki mekanisme dari beberapa fenomena	Memiliki banyak mekanisme atau cara dari salah satu fenomena	Memiliki banyak mekanisme atau cara dari banyak fenomena
	5.	Koherensi Logika. Penalaran dengan memiliki hubungan yang jelas, kuat dan masuk akal dalam menjelaskan suatu topik.	Tidak ada logika atau tidak masuk akal	Tidak ada hubungan	Tidak pasti, tidak ada hubungan dalam membuat penjelasan	Memiliki hubungan Jelas dan masuk akal tetapi kurang mendukung	Memiliki hubungan yang masuk akal, yakin dan kuat
	6.	Sintesis. Penalaran dengan jumlah gagasan yang saling berhubungan dan saling mendukung dalam menyelesaikan masalah dan mengambil keputusan.	Tidak memunculkan atau terlihat perbedaan yang jelas	Memiliki ide yang berlawanan dan tidak ada penyelesaian	Memiliki ide yang berlawanan dan tidak ada kombinasi mendalam pada perubahan konsep	Memiliki satu ide yang berlawanan tetapi memberikan dukungan	Memiliki dua atau lebih ide dalam sintesis yang saling berhubungan

Klasifikasi kriteria kemampuan penalaran ilmiah yang digunakan menurut Heijnes (2015) sebagai berikut:

- a. 0-25 = Kurang baik
- b. 26-50 = Cukup baik
- c. 51-75 = Baik
- d. 76-100 = Sangat baik

Rubrik penilaian penguasaan konsep merupakan rubrik untuk memberikan skor penguasaan konsep mahasiswa pada setiap indikatornya. Rubrik ini dikembangkan berdasarkan rubrik penguasaan konsep yang dikembangkan oleh King (2000). Rubrik penguasaan konsep diuji coba, direvisi dan diimplementasikan sebagai dampak iringan dan penunjang kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa sebagai variabel terikat penelitian. Aspek rubrik yang direvisi diterapkan pada implementasi dalam pembelajaran Biologi Sel. Rubrik penilaian penguasaan konsep mahasiswa disajikan dalam tabel 3.11.

Tabel 3.11. Rubrik penilaian penguasaan konsep mahasiswa (King, 2000)

Indikator Penilaian	Skala				
	1	2	3	4	5
Menunjukkan pemahaman terhadap konsep Biologi Sel	√	√	√	√	√
Menerapkan konsep-konsep Biologi Sel dalam bekerja	√	√	√	√	√
Menunjukkan kemampuan dalam mengobservasi	√	√	√	√	√
Mampu mengkomunikasikan pengetahuan konsep Biologi Sel secara lisan	√	√	√	√	√
Mampu mengkomunikasikan pengetahuan konsep Biologi Sel secara tertulis	√	√	√	√	√

Rubrik penilaian keterampilan kinerja mahasiswa merupakan rubrik untuk memberikan skor keterampilan kinerja mahasiswa pada setiap indikatornya. Rubrik ini dikembangkan berdasarkan rubrik keterampilan kinerja mahasiswa yang dikembangkan oleh Fortner (1999). Rubrik keterampilan kinerja mahasiswa diuji coba, direvisi dan diimplementasikan sebagai dampak iringan dan penunjang kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa sebagai variabel terikat penelitian. Aspek rubrik yang direvisi diterapkan pada implementasi dalam pembelajaran Biologi Sel. Rubrik penilaian keterampilan kinerja mahasiswa disajikan dalam tabel 3.12.

Tabel 3.12. Rubrik penilaian keterampilan kinerja mahasiswa (Fortner, 1999)

Penilaian	Perolehan	Rendah	Sedang	Tinggi
Keterampilan mengoperasikan <i>eBeam Capture</i> (KM- <i>eBeam</i>)		Mahasiswa tidak mampu mengoperasikan menu, navigasi, <i>tools, icon</i> pada aplikasi <i>eBeam Capture</i> .	Mahasiswa sudah mampu mengoperasikan menu, navigasi, <i>tools, icon</i> pada aplikasi <i>eBeam Capture</i> , tetapi terkadang masih ada yang tidak mencerminkan fungsi aplikasi untuk eksperimen.	Mahasiswa mampu mengoperasikan menu, navigasi, <i>tools, icon</i> pada aplikasi <i>eBeam Capture</i> dengan baik sesuai kebutuhan eksperimen.
Keterampilan pengenalan dan cara kerja mikroskop (KPCCKM)		Mahasiswa belum dapat mengetahui bagian-bagian mikroskop dan bagiannya. Mahasiswa belum dapat menggunakan mikroskop untuk mengamati obyek atau preparat.	Mahasiswa mengetahui hanya sebagian bagian-bagian mikroskop. Mahasiswa hanya mampu menggunakan sebagian bagian mikroskop untuk mengamati obyek atau preparat.	Mahasiswa dapat mengetahui bagian-bagian mikroskop dan bagiannya. Mahasiswa dapat menggunakan mikroskop untuk mengamati obyek atau preparat.
Keterampilan penggunaan alokasi waktu (KPAW)		Mahasiswa perlu sering diingatkan untuk melanjutkan tugasnya. Sering terlambat dalam pertemuan kerja kelompok.	Mahasiswa kadang-kadang perlu diingatkan untuk melanjutkan tugasnya. Kadang terlambat dalam pertemuan kerja kelompok.	Selalu tepat waktu dalam mengerjakan tugas, dan tepat waktu dalam pertemuan kerja kelompok
Keterampilan mengamati preparat jadi (awetan) (KMPJ)		Pengamatan yang dilakukan tidak akurat atau tidak sesuai konsep Biologi Sel.	Pengamatan yang dilakukan sudah akurat dan benar, tetapi kadang tidak sesuai dengan kebutuhan kelompok.	Pengamatan yang dilakukan sudah akurat dan benar, serta sudah sesuai dengan kebutuhan kelompok.

Lanjutan tabel 3.12

Penilaian	Perolehan	Rendah	Sedang	Tinggi
Keterampilan membuat gambar (KMG)		Objek gambar berupa materi Biologi Sel tidak jelas, kurang optimal dan tidak proporsional.	Objek gambar berupa materi Biologi Sel sudah jelas, optimal dan proporsional. Tetapi belum jelas <i>causal network</i> antara gambar yang dibuat dengan konsep materi Biologi Sel.	Objek gambar berupa materi Biologi Sel sudah jelas, optimal dan proporsional serta sudah ada kesesuaian <i>causal network</i> antara gambar yang dibuat dengan konsep materi Biologi Sel.

3.5 Prosedur penelitian

Adapun Prosedur dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Tahap Studi Pendahuluan (analisis kebutuhan)

Analisis kebutuhan diawali dengan mengadakan analisis kebutuhan terhadap penggunaan pendekatan *drawing-based Modelling* untuk mengumpulkan berbagai data yang diperlukan dalam mendukung penggunaan pendekatan *drawing-based Modelling* untuk menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah. Analisis dilakukan juga terhadap hal yang berkaitan dengan hasil-hasil penelitian yang relevan dengan yang akan digunakan secara langsung, teori-teori yang mendukung terhadap penggunaan pendekatan *drawing-based Modelling*, konsep apa saja yang dianggap esensial pada Biologi Sel dan bagaimana mengajarkannya, kendala-kendala yang dihadapi dosen sejawat dan mahasiswa pada Biologi Sel. Adapun kegiatan studi literatur meliputi: (1) analisis kurikulum, silabus dan Rencana Perkuliahan Semester (RPS) mata kuliah Biologi Sel digunakan, (2) analisis kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah awal mahasiswa, (3) analisis tujuan pembelajaran, (4) analisis pentingnya pendekatan *drawing-based Modelling* pada Biologi Sel dalam menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah (5) analisis materi Biologi Sel. Studi dokumentasi berupa mengidentifikasi standar kompetensi lulusan program studi dan perguruan tinggi serta dokumen lain yang

relevan. Studi lapangan dilakukan untuk mengetahui dan melihat secara langsung tentang proses pembelajaran Biologi Sel dan dokumen hasil belajar mahasiswa berupa nilai Biologi Sel mahasiswa yang telah mengikuti perkuliahan Biologi Sel. Fokus kegiatan studi pendahuluan atau analisis kebutuhan ini adalah pengumpulan informasi-informasi yang berkaitan dengan nilai Biologi Sel mahasiswa. Selain itu juga kegiatan ini difokuskan pada pengumpulan berbagai informasi dan hasil-hasil penelitian relevan terkait pengembangan, penggunaan, dan inovatif strategi pembelajaran Biologi Sel untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa.

2. Tahapan Pengembangan

Pada tahap pengembangan ini dilakukan perancangan strategi pembelajaran Biologi Sel menggunakan pendekatan *Drawing Based Modelling* dari Louca and Zacharia (2011) untuk menstimulasi representasi mikroskopis menurut Wang, dkk. (2015) dan penalaran ilmiah yang dikembangkan oleh Heijnes (2015) di Utrecht University Jerman. Perancangan tahapan strategi pembelajaran Biologi Sel menggunakan pendekatan *Drawing Based Modelling* terdiri dari empat langkah, yaitu: tahap pertama *Expressive*, mahasiswa mengungkapkan gagasan tentang topik dengan membuat gambar Struktur Sel dan Organel Sel, Membran Plasma, Transportasi zat, Metabolisme Sel, Pembelahan Sel, Kelainan Sel, kemudian menggambarkan ide awal mereka. Pada tahap kedua *Experimental*, mahasiswa mengumpulkan data empiris untuk memvalidasi dan meningkatkan gambar mereka melalui buku dan penjelasan dosen. Pada tahap ketiga *Evaluative*, mahasiswa melakukan evaluasi gambar yang mereka buat dengan cara membandingkan model gambar mereka dengan rekan-rekan mereka dan untuk bertukar pemikiran, gagasan kritis dengan satu sama lain. Pada tahap keempat *Exploratory*, dosen memberikan fenomena baru pada setiap pokok bahasan Biologi Sel dengan harapan memfasilitasi mahasiswa untuk memperbaiki gambar yang telah mereka buat. Setelah mengamati fenomena baru yang diberikan dosen, mahasiswa lalu bereksplorasi membuat gambar baru menggunakan aplikasi *eBeam Capture*. Pada tahap pengembangan ini juga dilakukan kegiatan perancangan Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM) Biologi Sel berbasis *Drawing Based Modelling* berbantuan *eBeam Capture*, lembar validasi

instrumen, lembar observasi dan angket kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah, skala sikap tanggapan mahasiswa terhadap pendekatan *Drawing Based Modelling* dan penggunaannya dalam pembelajaran Biologi Sel. Pada tahap pengembangan ini juga dilakukan kegiatan validasi ahli terhadap pendekatan *Drawing Based Modelling*, instrumen penelitian, Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM) berbasis *Drawing Based Modelling*, observasi kinerja kemampuan representasi mikroskopis, dan soal tes untuk penalaran ilmiah. Selanjutnya dilakukan revisi berdasarkan saran dan masukan validator ahli. Tahap validasi dan revisi terhadap pendekatan *Drawing Based Modelling*, instrumen penelitian, Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM) berbasis *Drawing Based Modelling*, observasi kinerja kemampuan representasi mikroskopis, dan soal tes untuk penalaran ilmiah difokuskan pada penilaian untuk mendapatkan saran perbaikan dari para ahli. Obyek penilaian meliputi berbagai aspek, baik aspek sistematis, konstruksi, maupun isi dari pendekatan *Drawing Based Modelling*, instrumen penelitian, Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM) berbasis *Drawing Based Modelling*, observasi kinerja kemampuan representasi mikroskopis, dan soal tes untuk penalaran ilmiah. Validasi dilakukan oleh tiga orang validator ahli yang berasal dari perguruan tinggi, yaitu validator ahli pedagogik Biologi Sel, ahli konten Biologi Sel, dan ahli *Information and Communication Technology (ICT)*.

3. Tahapan Uji Coba

Uji coba lapangan dari rancangan strategi pembelajaran Biologi Sel menggunakan pendekatan *Drawing Based Modelling* yang telah divalidasi dilakukan dua kali, yaitu uji coba lapangan terbatas (uji coba 1) dan uji coba lapangan luas (uji coba 2). Uji coba dilaksanakan pada keterlaksanaan dan keberfungsian pendekatan *Drawing Based Modelling* berupa silabus dan Rencana Perkuliahan Semester (RPS) mata kuliah Biologi Sel serta uji coba empat langkah pada pendekatan *Drawing Based Modelling*. Uji coba dilaksanakan pada materi pokok bahasan Biologi Sel, yaitu tentang Struktur Sel dan Organel Sel, Membran Plasma, Transportasi zat, Metabolisme Sel, Pembelahan Sel, Kelainan Sel. Dari uji coba lapangan ini diperoleh gambaran tentang keterbatasan dan keunggulan dari produk pendekatan *Drawing Based Modelling*, instrumen penelitian, Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM) berbasis *Drawing Based Modelling*, observasi

kinerja kemampuan representasi mikroskopis dan soal tes untuk penalaran ilmiah yang dihasilkan sebagai bahan umpan balik untuk perbaikan dan penyempurnaan pendekatan *Drawing Based Modelling*, dan instrumen penelitian berdasarkan tataran pelaksanaannya (praktisnya), sehingga mudah untuk diaplikasikan lagi dalam pembelajaran Biologi Sel. Tujuan lain dari uji coba pendekatan *Drawing Based Modelling*, instrumen penelitian, Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM) berbasis *Drawing Based Modelling*, observasi kinerja mahasiswa dan soal tes adalah untuk mengetahui potensi dalam menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa calon guru biologi.

Pelaksanaan uji coba terbatas (uji coba 1) dari rancangan pendekatan *drawing based modelling*, dilakukan dengan menggunakan metode *pre-eksperimen* dengan desain *one group pretest-posttest*. Dengan desain ini, pada saat sebelum dan sesudah diberikan perlakuan berupa kegiatan pembelajaran Biologi Sel menggunakan pendekatan *Drawing Based Modelling*, terhadap subyek dilakukan tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*) untuk mengidentifikasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah. Subjek penelitian pada uji coba terbatas ini sebanyak 31 orang mahasiswa semester I Tahun Akademik 2016/2017, yang mengontrak mata kuliah Biologi Sel. Uji coba terbatas (uji coba 1) juga dilakukan terhadap instrumen penelitian dan pendekatan *drawing based modelling* dengan menggunakan aplikasi *eBeam Capture* dalam menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan tes soal penalaran ilmiah mahasiswa pada Biologi Sel yang telah divalidasi oleh pakar dilakukan pada 34 orang mahasiswa semester V, yang telah selesai menempuh mata kuliah Biologi Sel. Uji coba luas (uji coba 2) merupakan uji coba keberfungsian perangkat perkuliahan, instrumen penelitian, pendekatan *drawing based modelling* dengan menggunakan aplikasi *eBeam Capture* dalam menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa. Uji coba 2, dilaksanakan pada mahasiswa semester I Tahun Akademik 2017/2018 dengan subyek penelitian sebanyak 64 orang mahasiswa calon guru biologi.

4. Tahapan Implementasi

Pada tahap implementasi diterapkan perangkat perkuliahan, instrumen penelitian, dan pendekatan *drawing based modelling* yang sudah diuji cobakan

untuk menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa calon guru biologi pada pembelajaran Biologi Sel. Langkah-langkah pembelajaran pada saat implementasi sebagai berikut: 1) Pemberian tes awal (*pretest*) yang diberikan sebelum dilakukan pembelajaran Biologi Sel menggunakan *drawing based modelling* pada kelas eksperimen dan pembelajaran Biologi Sel menggunakan metode konvensional pada kelas kontrol. Tes ini merupakan tes kemampuan representasi mikroskopis, penalaran ilmiah dan penguasaan konsep yang dilakukan untuk mengetahui pengetahuan awal mahasiswa mengenai materi Biologi Sel, 2) Menjelaskan kepada mahasiswa maksud dan tujuan dilakukan implementasi pendekatan *Drawing Based Modelling*, 3) Menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah menggunakan pendekatan pembelajaran *Drawing Based Modelling* dengan bantuan aplikasi komputer berupa *eBeam Capture*. Untuk mengetahui kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa menggunakan pendekatan pembelajaran *Drawing Based Modelling* dengan bantuan aplikasi komputer berupa *eBeam Capture* di akhir pembelajaran dilakukan *posttest*, 4) Mahasiswa diminta berdiskusi setelah implementasi pendekatan pembelajaran *Drawing Based Modelling*, 5) Mahasiswa diminta untuk mengisi lembar skala sikap mahasiswa untuk mengetahui tanggapan mahasiswa terhadap pendekatan pembelajaran *Drawing Based Modelling*, 6) Hasil *pretest posttest* dan diskusi pada implementasi pendekatan pembelajaran *Drawing Based Modelling* dengan bantuan aplikasi komputer berupa *eBeam Capture* digunakan sebagai balikan untuk mengetahui kemajuan pembelajaran Biologi Sel berupa kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa.

Implementasi dilaksanakan pada mahasiswa calon guru biologi semester IV yang mengikuti mata kuliah Biologi Sel sebanyak 81 orang, yang terdiri atas dua kelas pada tahun akademik 2017/2018. Tahap implementasi dilakukan dengan menggunakan penelitian *quasi-experiment* atau eksperimen semu dengan desain *control group pretest-posttest* (Creswell, 2007). Adapun struktur program pembelajaran Biologi Sel yang telah dikembangkan melalui pendekatan *drawing based modelling* kelas eksperimen dan kelas kontrol pada tahap implementasi disajikan dalam tabel 3.13.



Tabel 3.13 Pendekatan *drawing based modelling* dan pendekatan konvensional pada pembelajaran Biologi Sel untuk menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa kelas eksperimen dan kelas kontrol

Kelas Ekperimen			Kelas Kontrol			
Materi Biologi Sel	Tahapan <i>Drawing-based Modelling</i>	Aktivitas Pembelajaran		Materi Biologi Sel	Tahapan Konvensional	Kegiatan Pembelajaran
		Dosen	Mahasiswa			
1. Struktur Sel dan Organel	<i>Expressive</i> (30')	Memfasilitasi pembelajaran Biologi Sel pada materi struktur sel dan Organel atau komponen sel, membran plasma, transportasi zat, metabolisme, pembelahan sel, dan kelainan sel untuk mengungkap	Mengungkapkan pandangan awal dengan membuat gambar struktur sel dan komponen atau bagian sel, membran plasma, transportasi zat, metabolisme, pembelahan sel, dan kelainan sel menggunakan aplikasi <i>eBeam Capture</i> (keterampilan penggunaan aplikasi <i>ebeam capture</i>) (penalaran <i>Generativity</i>).	1. Struktur Sel dan Organel	Pendahuluan	1. Melakukan Apersepsi, dosen meminta mahasiswa untuk berdoa yang dipimpin oleh ketua tingkat.
2. Membran Plasma		gagasan awal mahasiswa dengan memperkenalkan aplikasi komputer berupa <i>eBeam Capture</i> dan mengurutkan kegiatan pemahaman konsep terlebih dahulu setelah itu baru memberikan tes menjawab soal	aplikasi <i>eBeam Capture</i> (keterampilan penggunaan aplikasi <i>ebeam capture</i>) (penalaran <i>Generativity</i>).	2. Membran Plasma		2. Menyampaikan tujuan pembelajaran Biologi Sel, menceritakan asal mula kehidupan makhluk hidup.
3. Transportasi Zat				3. Transportasi Zat		3. Dosen memotivasi mahasiswa dengancara menyampaikan manfaat mempelajari Biologi Sel.
4. Metabolisme Sel				4. Metabolisme Sel		4. Mahasiswa diberi soal <i>pretest</i> mengetahui pengetahuan awal mahasiswa
5. Pembelahan Sel				5. Pembelahan Sel		
6. Kelainan Sel				6. Kelainan Sel		

Lanjutan tabel 3.13



Kelas Ekperimen			Kelas Kontrol			
Materi Biologi Sel	Tahapan <i>Drawing-based Modelling</i>	Aktivitas Pembelajaran		Materi Biologi Sel	Tahapan Konvensional	Kegiatan Pembelajaran
		Dosen	Mahasiswa			
		untuk menghindari <i>split attention</i> .	yang diberikan dosen untuk menghindari <i>split attention</i> .			
1. Struktur Sel dan Organel Sel 2. Membran Plasma 3. Transportasi Zat 4. Metabolisme Sel 5. Pembelahan Sel Kelainan Sel	<i>Experiment (50')*</i>	Meminta mahasiswa melakukan eksperimen dengan melakukan praktik membuat sayatan pada bahan yang telah disediakan untuk mengamati struktur sel dan komponen atau bagian sel, mengamati objek mikroskopis struktur dan komponen atau bagian sel dan membran plasma, dengan menggunakan mikroskop serta materi transportasi zat, metabolisme, pembelahan sel, dan kelainan sel diamati	Bereksperimen dengan melakukan praktik membuat sayatan (keterampilan membuat sayatan) pada bahan yang telah disediakan untuk mengamati komponen sel dan memberikan penjelasan terkait praktik yang dilakukan, mengamati objek mikroskopis struktur dan komponen atau bagian sel dan membran plasma, dengan menggunakan mikroskop	1. Struktur Sel dan Organel Sel 2. Membran Plasma 3. Transportasi Zat 4. Metabolisme Sel 5. Pembelahan Sel Kelainan Sel	Kegiatan Inti	1. Dosen menyampaikan materi Biologi Sel berupa pengertian, fungsi dan proses tentang struktur sel dan organel sel, membran sel, transportasi zat, pembelahan sel, metabolisme sel dan kelainan sel. 2. Dosen meminta mahasiswa membentuk kelompok kecil (5-6 orang) untuk melakukan diskusi tentang materi Biologi Sel. 3. Mahasiswa melakukan diskusi dan membuat gambar terkait materi Biologi Sel yang dipelajari. 4. Mahasiswa melakukan presentasi hasil diskusi dan produk gambar yang telah dibuat di depan kelas. 5. Dosen memfasilitasi presentasi dengan cara memberikan saran atau masukkan kepada kelompok yang sedang presentasi dan kelompok lain juga memberikan saran kepada kelompok yang



Lanjutan tabel 3.13

Materi Biologi Sel	Kelas Ekperimen			Kelas Kontrol		
	Tahapan <i>Drawing-based Modelling</i>	Aktivitas Pembelajaran		Materi Biologi Sel	Tahapan Konvensional	Kegiatan Pembelajaran
		Dosen	Mahasiswa			
		melalui charta gambar dan animasi pada contoh dan studi kasus yang bersifat kontekstual	(keterampilan penggunaan mikroskop) serta materi transportasi zat, metabolisme sel, pembelahan sel, dan kelainan sel diamati melalui charta gambar dan video animasi pada contoh studi kasus yang bersifat kontekstual (penalaran <i>Elaboration, Eksplanation</i> dan <i>Generativity</i>).			sedang presentasi di depan kelas.
1. Struktur Sel dan Organel Sel 2. Membran Plasma 3. Transportasi Zat 4. Metabolisme Sel 5. Pembelahan	<i>Evaluative</i> (40')	Memfasilitasi dan meminta mahasiswa melakukan evaluasi terhadap gambar struktur dan bagian sel, komponen atau membran plasma, membran sel, transportasi zat, metabolisme sel,	Melakukan evaluasi terhadap gambar struktur dan komponen atau bagian sel, membran plasma, transportasi zat, metabolisme, pembelahan sel, dan kelainan sel yang	1. Struktur Sel dan Organel Sel 2. Membran Plasma 3. Transportasi Zat 4. Metabolisme Sel 5. Pembelahan	Penutup	1. Dosen memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk bertanya terkait materi Biologi Sel yang belum dipahami. 2. Mahasiswa bertanya dan dosen menjelaskan ulang sampai mahasiswa yang bertanya dan mahasiswa yang lainnya paham dan mengerti tentang materi Biologi Sel yang ditanyakan.

Lanjutan tabel. 3.13



Materi Biologi Sel	Kelas Ekperimen		Kelas Kontrol			
	Tahapan <i>Drawing-based Modelling</i>	Aktivitas Pembelajaran		Materi Biologi Sel	Tahapan Konvensional	Kegiatan Pembelajaran
		Dosen	Mahasiswa			
6. Kelainan Sel		pembelahan sel, dan kelainan sel yang mereka buat dengan cara membandingkan model gambar mereka dengan mereka terfokus pada bentuk dan proporsi gambar.	mereka buat dengan cara membandingkan model gambar mereka dengan anggota kelompok dan antar kelompok yang terfokus pada bentuk dan proporsi gambar.	Sel 6. Kelainan Sel	Penutup	3. Dosen menyimpulkan seluruh materi yang disampaikan secara singkat. 4. Dosen memberikan <i>posttest</i> berupa tes pemberian soal pilihan ganda dan essai untuk dikerjakan di dalam kelas. 5. Pembelajaran Biologi Sel diakhiri dengan pemberian tugas untuk dikerjakan di rumah (<i>take home</i>) kepada mahasiswa.
1. Struktur Sel dan Organel Sel 2. Membran Plasma 3. Transportasi Zat 4. Metabolisme Sel 5. Pembelahan Sel 6. Kelainan Sel	<i>Exploratory</i> (30') *	Meminta mahasiswa bereksplorasi membuat gambar struktur dan komponen atau bagian sel, membran plasma, transportasi zat, metabolisme, pembelahan sel, dan kelainan sel setelah memberikan fenomena baru yang lebih baik menggunakan aplikasi <i>eBeam</i>	Mengamati fenomena baru yang diberikan dosen, mahasiswa kemudian bereksplorasi membuat gambar struktur dan komponen atau bagian sel, membran plasma, transportasi zat, metabolisme, pembelahan sel, dan kelainan sel baru			



Lanjutan tabel 3.13

Materi Biologi Sel	Kelas Ekperimen		Kelas Kontrol			
	Tahapan <i>Drawing-based Modelling</i>	Aktivitas Pembelajaran		Materi Biologi Sel	Tahapan Konvensional	Kegiatan Pembelajaran
		Dosen	Mahasiswa			
		<i>Capture</i> (memutar ulang video pembuatan gambar pada aplikasi <i>eBeam Capture</i>). Meminta mahasiswa mempresentasikan hasil revisi gambar yang dibuat dengan memberikan alasan logis keterkaitan gambar dengan konsep materi Biologi Sel.	yang lebih baik menggunakan aplikasi <i>eBeam Capture</i> dengan cara memutar ulang video pembuatan gambar pada aplikasi <i>eBeam Capture</i> (penalaran <i>elaboration</i>). Mahasiswa mempresentasikan hasil revisi gambar yang dibuat dengan memberikan alasan logis keterkaitan gambar dengan konsep materi Biologi Sel.			

Keterangan: Tanda bintang (*) dan kalimat dengan huruf yang ditebalkan merupakan perubahan yang terjadi untuk diterapkan pada implementasi.

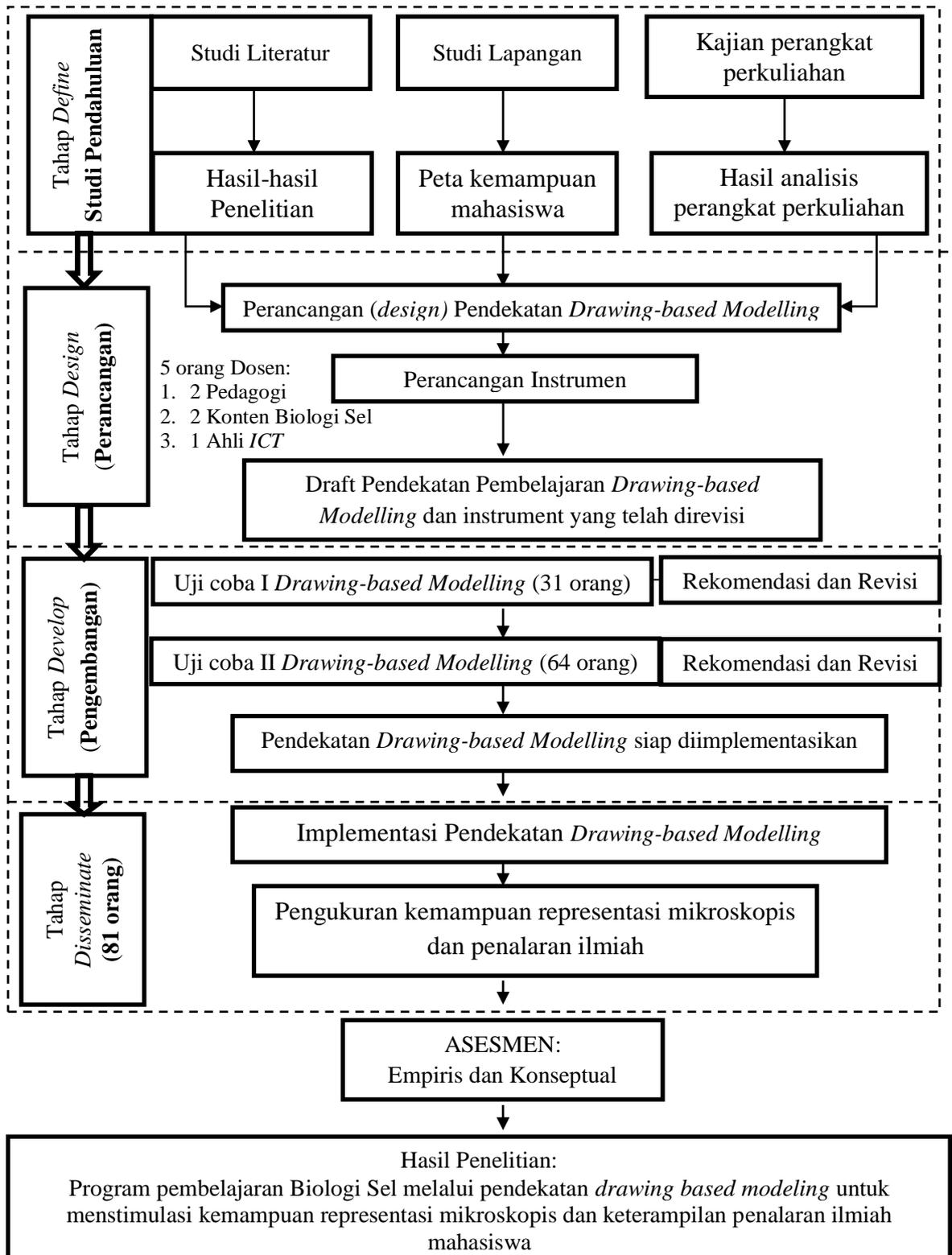
5. Tahap Assesmen dan Data Hubungan Antara Variabel

Assesmen dilakukan dengan cara empiris dan konseptual, yaitu dengan mencocokkan model gambar yang dibuat pada materi Biologi Sel dan fenomena-fenomena nyata yang telah dieksperimenkan oleh dosen maupun oleh mahasiswa serta jawaban soal tes oleh mahasiswa. Analisis data secara statistik dilakukan untuk mengetahui hubungan variabel penelitian yang diukur (kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah). Analisis hubungan antara variabel ini dilakukan dengan cara: uji prasyarat, korelasi, dan uji regresi. Data-data yang diuji regresi yaitu data kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah pada kedua kelas. Perhitungan statistik uji prasyarat, korelasi, dan regresi dilakukan dengan bantuan program *Statistical Package for Social Science (SPSS)* for Windows 22 (Wahana Komputer, 2014). Pedoman untuk memberikan interpretasi koefisien korelasi diambil dari Sugiyono (2007) ditampilkan pada tabel 3.14.

Tabel 3.14. Interpretasi koefisien korelasi

Nilai r	Interpretasi
0,00-0,199	Sangat rendah
0,20-0,399	Rendah
0,40-0,599	Sedang
0,60-0,799	Kuat
0,80-1,000	Sangat kuat

Secara skematik tahapan atau prosedur penelitian pengembangan pembelajaran Biologi melalui pendekatan *Drawing-based Modelling* Sel untuk menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa diperlihatkan pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Prosedur Penelitian

3.6. Teknik pengumpulan data

Untuk mendapatkan data dalam penelitian ini dikembangkan beberapa instrumen. Instrumen yang dikembangkan untuk menjaring data kuantitatif dan kualitatif yang terdiri dari (1) data kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah, (2) data observasi (aktivitas mahasiswa), (3) Hasil angket berupa keterlaksanaan pembelajaran dan (4) Hasil wawancara dosen tentang pembelajaran. Pengambilan data yang akan dianalisis dilaksanakan dengan cara:

- a. Data kemampuan penalaran ilmiah melalui pemberian soal pilihan ganda sebelum dan sesudah pembelajaran serta melihat rekaman pembelajaran dan diskusi pada implementasi *drawing-based modelling* menggunakan aplikasi komputer *eBeam Capture* dan dinilai dengan rubrik penilaian penalaran ilmiah menurut Heijnes (2015). Hasil kemampuan representasi mikroskopis mahasiswa diambil dengan cara analisis gambar yang dibuat oleh mahasiswa menggunakan *ebBeam Capture* dan menggunakan kinerja mahasiswa menggunakan pendekatan *drawing-based modelling* pada Biologi Sel dan dinilai dengan rubrik penilaian kemampuan representasi mikroskopis.
- b. Data tentang keterlaksanaan penggunaan pendekatan *drawing-based modelling* mahasiswa dengan menggunakan lembar observasi dan angket.
- c. Data tentang keberfungsian pendekatan *drawing-based modelling* dalam menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah dilakukan dengan menganalisis data dua kemampuan tersebut.
- d. Data tentang respon atau tanggapan mahasiswa terhadap penggunaan pendekatan *Drawing-based Modelling (DbM)* pada pembelajaran Biologi Sel menggunakan lembar angket skala sikap.

3.7. Analisis data

Data-data yang didapatkan dalam penelitian ini dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif. Analisis data kuantitatif digunakan untuk menganalisis kemampuan representasi mikroskopis berdasarkan rubrik penilaian dan kemampuan penalaran ilmiah mahasiswa berdasarkan hasil skor tes tertulis dan hasil gambar yang dibuat oleh mahasiswa.

1. Analisis data kemampuan representasi mikroskopis. Hasil kinerja mahasiswa dalam bentuk produk representasi gambar diukur dengan menggunakan rubrik penilaian kemampuan representasi mikroskopis, baik individu maupun kelompok. Kemampuan representasi mikroskopis berupa representasi gambar individu dianalisis untuk mengetahui kekurangan gambar yang dibuat, baik dari segi media *eBeam Capture* yang digunakan, materi yang dipelajari, sehingga layak untuk dilakukan pada pembelajaran Biologi Sel. Sedangkan kemampuan representasi mikroskopis berupa representasi gambar kelompok kecil dianalisis untuk menggali informasi semua kendala atau kelemahan yang dihadapi mahasiswa ketika menggunakan program pembelajaran Biologi Sel menggunakan pendekatan *drawing based modelling* berbantuan *eBeam Capture* menurut sudut pandang kelompok tersebut, sehingga layak digunakan secara luas. Analisis kemampuan representasi mikroskopis (Gambar) menggunakan lembar penilaian. Lembar penilaian gambar diadaptasi dari (Gilbert, 2008; Tsui & Treagust, 2013; Kozma & Russel, 2005; Anderson, dkk. 2013), sebagai berikut: (a) Gambar yaitu merupakan hasil representasi mikroskopis dengan menggambarkan apa yang dilihat, menirukannya dalam bentuk gambar. Gambar tersebut merupakan hasil bentuk, ciri khusus, pola sel, Struktur Sel dan Organel Sel, Membran Plasma, Transportasi zat, Metabolisme Sel, Pembelahan Sel, Kelainan Sel yang diamati. Lembar penilaian gambar berisi bentuk keseluruhan objek yang harus digambar, bentuk rinci sel, ukuran sel, letak sel dan keterangan gambar, (b) Gambar merupakan hasil konstruksi dari pengamatan. Lembar penilaian gambar meliputi bentuk keseluruhan objek, bentuk rinci sel, ukuran sel, letak sel dan melengkapinya dengan keterangan gambar.
2. Analisis data kemampuan penalaran ilmiah diukur dengan menggunakan rubrik penilaian penalaran ilmiah (Heijnes, 2015). Tes ini terdiri atas 72 (setiap pokok bahasan terdiri dari 12 soal) item tes tertulis bentuk pilihan ganda dengan 5 (lima) pilihan, yang terdiri dari enam indikator penalaran ilmiah, yaitu *generativity*, *elaboration*, *justifikation*, *eksplanation*, *logic coherency*, dan *synthesis*. Hasil keterampilan penalaran ilmiah dikategorikan,

yakni kurang baik (skor 0-25), cukup baik (skor 26-50), baik (skor 51-75) dan sangat baik (skor 76-100).

Untuk menganalisis perbedaan skor kelas eksperimen dan kelas kontrol pada *pretest* dan *posttest* kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah digunakan bantuan SPSS versi 22.0, yaitu uji-t *unequivalent pretest-posttest control group design*.

3. Analisis data kualitatif digunakan untuk melihat bagaimana keterlaksanaan penggunaan pendekatan *drawing-based modelling* dalam menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah mahasiswa. Hasil analisis data kuantitatif dan kualitatif yang diperoleh selanjutnya diinterpretasikan untuk melihat keberfungsian pendekatan *drawing based modelling* dan instrumen serta perangkat pembelajaran pada perkuliahan Biologi Sel. Selain itu dilakukan analisis data kualitatif pada data yang diperoleh selama proses perkuliahan Biologi Sel melalui pendekatan *drawing based modelling*, untuk mengetahui keunggulan dan keterbatasan perkuliahan Biologi Sel melalui pendekatan *drawing based modelling*. Adapun data kualitatif meliputi observasi keterampilan mahasiswa dalam perkuliahan Biologi Sel berupa: 1) alokasi waktu; 2) keterampilan menggunakan mikroskop; 3) keterampilan menggunakan *ebeam capture*; 4) keterampilan membuat sayatan dan pengamatan preparat jadi. Tahap akhir dari analisis kuantitatif dan kualitatif untuk mengetahui apakah masing-masing data saling mendukung satu dengan yang lain. Data-data yang dianalisis dan dikaji secara komprehensif selanjutnya ditarik kesimpulan mengenai keterlaksanaan program perkuliahan sesuai tujuan.
4. Analisis data peningkatan kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah, dianalisis dengan menggunakan konsep *gain* yang dinormalisasi (*Normalized gain*, $\langle g \rangle$) berdasarkan data nilai *pretest* dan *posttest*. *Normalized gain* merupakan selisih antara skor *pretest* dan *posttest* yang telah dinormalisasi. *Gain* yang dinormalisasi menggambarkan peningkatan yang terjadi dalam kompetensi hasil pembelajaran antara sebelum dan sesudah pembelajaran dilaksanakan. Perhitungan rata-rata *gain* dinormalisasi ($\langle g \rangle$) dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.1 (Hake, 1998):

$$\langle g \rangle = \frac{\langle S_{pos} \rangle - \langle S_{pre} \rangle}{100 - \langle S_{pre} \rangle} \quad (3.1)$$

Keterangan: $\langle g \rangle$: rata-rata *N-gain*

S_{pre} : rata-rata skor *pretest*

S_{pos} : rata-rata skor *posttest*

5. Analisis keefektifan penggunaan pendekatan *drawing based modelling* untuk menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah. Keefektifan penggunaan pendekatan *drawing based modelling* untuk menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah ditentukan dengan cara menghitung jumlah mahasiswa pada setiap kategori peningkatan pada kedua kemampuan tersebut. Tabel 3.15 menunjukkan klasifikasi keefektifan penggunaan pendekatan *drawing based modelling* untuk menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah pada mahasiswa calon guru biologi.

Tabel 3.15. Klasifikasi keefektifan penggunaan pendekatan *drawing based modelling* untuk menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah

Jumlah mahasiswa (N) yang mencapai peningkatan ($\langle g \rangle$) tinggi (%)	Klasifikasi keefektifan
$75 < N \leq 100$	Tinggi
$50 < N \leq 75$	Sedang
$N \leq 50$	Rendah

6. Teknik pengolahan dan analisis data tanggapan mahasiswa terhadap implementasi pendekatan *drawing based modelling* untuk menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah

Data respon atau tanggapan mahasiswa terhadap implementasi pendekatan *drawing based modelling* untuk menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah pada Biologi Sel diolah menggunakan perhitungan persentase jumlah responden yang memberikan persetujuan dan tidak setuju terhadap butir pernyataan yang diajukan. Tanggapan yang diberikan mahasiswa dinyatakan dalam tanggapan Sangat Setuju (SS) , Setuju (S), Sangat Tidak Setuju (STS), dan Tidak Setuju (TS). Proses perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.2.

$$PTR (\%) = \frac{JR}{JSR} 100\% \quad (3.2)$$

Keterangan:

PTR (%) : Persentase responden terhadap suatu tanggapan

JR : Jumlah responden pada suatu tanggapan

JSR : Jumlah seluruh responden

Data respon atau tanggapan diinterpretasi berdasarkan tanggapan penggunaan kriteria seperti ditunjukkan pada tabel 3.16 (Riduwan, 2012).

Tabel 3.16. Kriteria jumlah responden terhadap suatu tanggapan

Jumlah responden yang memberikan tanggapan terhadap penggunaan pendekatan <i>Drawing based Modelling</i> (%)	Klasifikasi keefektifan
PTR = 0	Tak seorang pun
$1 \leq PTR \leq 24$	Sebagian kecil
$25 \leq PTR \leq 49$	Hampir sebagian
PTR = 50	Sebagian
$51 \leq PTR \leq 75$	Sebagian besar
$76 \leq PTR \leq 99$	Hampir seluruhnya
PTR = 100	Seluruhnya