

DRAWING BASED MODELLING BERBANTUAN EBEAM CAPTURE UNTUK MENSTIMULASI REPRESENTASI MIKROSKOPIS CALON GURU BIOLOGI

*Tomi Hidayat*¹, Adi Rahmat², Sri Redjeki³, Taufik Rahman⁴*

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Bengkulu, Jl. Bali I Po. Box 118 Kota Bengkulu 38119, Indonesia

^{1,2,3,4}Program Studi Pendidikan IPA, Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia Jl. Dr. Setiabudhi No. 229, Bandung 40154, Indonesia¹

e-mail: ^{*1}tomihidayat@umb.ac.id, ²adirahmat@upi.edu, ³sri.redjeki.n@gmail.com, ⁴taufikrahman@upi.edu

Abstract. *This study aims to determine the drawing based modeling implementation aid eBeam Capture in stimulating the Microscopic Representation of Prospective Biology Teachers in the Digital Era. This type of research is Mixed Methods Research (qualitative and quantitative mixed methods) with embedded experimental research designs. Data collection is done through interviews, observation and documentation, and tests. The results showed that in general it was seen that the microscopic representation ability of students was 77 people who scored high. The results of this study also showed that Drawing-based modeling aid eBeam Capture was able to stimulate microscopic representations of prospective teachers in Cell Biology lectures, namely by contributing 81% in Cell Biology learning. From the results of the study it can be concluded that Drawing-based modeling assisted by eBeam Capture in Biology Cell lectures can stimulate the microscopic representation of prospective biology teachers.*

Keywords: *Drawing based modeling, eBeam Capture, Microscopic Representation, Cell Biology.*

Abstrak. *Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui implementasi drawing based modelling berbantuan eBeam Capture dalam menstimulasi Representasi Mikroskopis Calon Guru Biologi di Era Digital. Jenis penelitian ini adalah Penelitian Mixed Methods (metode campuran kualitatif dan kuantitatif) dengan desain penelitian embedded experimental. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, observasi dan dokumentasi, dan tes. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum terlihat bahwa kemampuan representasi mikroskopis mahasiswa yaitu 77 orang yang mendapat skor tinggi. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa Drawing based modelling berbantuan eBeam Capture mampu menstimulasi representasi mikroskopis calon guru pada perkuliahan Biologi Sel, yaitu dengan kontribusi 81% dalam pembelajaran Biologi Sel. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Drawing based modelling berbantuan eBeam Capture pada perkuliahan Biologi Sel dapat menstimulasi representasi mikroskopis calon guru biologi.*

Kata Kunci: *Drawing based modelling, eBeam Capture, Representasi Mikroskopis, Biologi Sel.*

PENDAHULUAN

Sekolah dan Perguruan Tinggi merupakan lingkungan institusi yang menentukan parameter pengalaman belajar siswa, sehingga kesuksesan akademik siswa sangat dipengaruhi oleh jenis sekolah yang mereka ikuti (Korir & Kipkemboi, 2014). Selain

lingkungan kampus dan sekolah atau sarana prasarana dalam penentu keberhasilan proses belajar, kemampuan inovasi dalam penggunaan pendekatan pembelajaran juga sangat penting. Guru yang baik dalam menyampaikan materi akan terjadi interaksi antara guru dan siswa yang baik, dalam hal ini guru akan melibatkan siswa didalam proses

belajar mengajar. Seperti yang diutarakan oleh *National Research Council* (NRC) bahwa dalam pembelajaran siswa dilibatkan dalam proses kognitif yang melambangkan cara berfikir para saintis seperti mengajukan pertanyaan yang berorientasi ilmiah, mencari sejumlah bukti sebagai respon terhadap pertanyaan, menyusun penjelasan berdasarkan bukti yang diperoleh, menghubungkan penjelasan dengan pengetahuan ilmiah serta mengkomunikasikan dan membuktikan penjelasan (NRC, 2000, dalam Dolan & Grady, 2010).

Belajar sistem jaringan dan organ tumbuhan pada anatomi tumbuhan, memerlukan kemampuan mengamati (visual) secara mikroskopis dan kemampuan ruang (spasial) yang disatukan dalam imajinasi tiga dimensi (3D), sehingga dapat merepresentasikan struktur jaringan tumbuhan 3D dengan baik (Suprpto, 2010). Berdasarkan hasil kajian literatur dari berbagai sumber dapat disimpulkan bahwa kemampuan representasi mikroskopis merupakan kemampuan seseorang untuk mengungkapkan dan menggambarkan suatu mikroskopis yang ditangkap oleh indera baik dalam bentuk verbal atau visual yang melibatkan mental verbal dan mental visual (mental model) dalam *working memory* seseorang. Solso (1998) menyatakan bahwa berpikir adalah sebuah proses dimana representasi mental baru dibentuk melalui transformasi informasi dengan interaksi dimana sekumpulan atribut-atribut mental seperti penilaian, abstraksi, logika, imajinasi, dan penyelesaian masalah. Dalam menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis diperlukan suatu pendekatan, pendekatan yang digunakan peneliti pada penelitian berupa *drawing based modelling*.

Drawing-based Modelling sebagai pendekatan pembelajaran untuk menstimulasi atau merangsang kemampuan representasi mikroskopis dan penalaran ilmiah pada Biologi Sel diharapkan dapat membantu peserta didik dan pendidik untuk lebih berinteraksi dalam proses pembelajaran.

Drawing-Based Modelling atau pemodelan berbasis menggambar adalah pendekatan pembelajaran dimana siswa sendiri yang membangun model fenomena ilmiah (Louca & Zacharia, 2011). Model adalah representasi dari realitas yang digunakan oleh para ilmuwan sebagai sarana untuk memahami fenomena yang mereka pelajari. Para ilmuwan mengubah model mereka jika ditemukan ada bukti baru yang menunjukkan ketidaksesuaian antara model dan situasi nyata (Duschl, 1990). Dari sudut pandang Louca & Zacharia (2011) tentang peran model, 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). Penelitian tentang penggunaan pendekatan *Drawing-based Modelling* dan simulasi pemodelan dalam pembelajaran telah dilakukan oleh penelitian yang dilakukan oleh Loucha et al. (2005) dalam penelitiannya juga menemukan bahwa penggunaan simulasi virtual pemodelan juga dapat meningkatkan aktivitas belajar siswa.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tersebut menunjukkan bahwa simulasi komputer cukup menjanjikan digunakan sebagai media dalam penanaman konseptual pada diri peserta didik. Penelitian yang dilakukan oleh Schouten (2016) tentang pemodelan berbasis gambar pada pendidikan sains untuk mendukung berpikir ilmiah. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat pemodelan berbasis gambar yang digunakan dalam pendidikan sains untuk mendukung pemikiran ilmiah. Hasil penelitiannya berupa adanya korelasi antara model gambar yang dibuat siswa dengan berpikir ilmiah siswa, yaitu keterampilan penalaran ilmiah,

penguasaan konsep, dan pemecahan masalah. Penelitian yang dilakukan oleh Joolingen et al. (2010) 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 Joolingen (2012) tentang *SimSketch: Simulasi Multi-Agent* berbasis gambar sketsa pada Pendidikan Sains. Tujuan penelitian ini 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.

Kajian penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti terdahulu berupa peningkatan kemampuan berpikir dan pengetahuan menggunakan aplikasi komputer bagian dari teknologi canggih di era digital pada saat ini. Dari beberapa kajian tersebut peneliti tertarik menggunakan pendekatan *drawing based modelling* berbantuan aplikasi komputer *eBeam Capture* yang belum pernah dilakukan oleh peneliti lain terdahulu maupun pada era digital pada saat ini.

Proses belajar mengajar pada era digital saat ini dituntut kepada penguasaan teknologi canggih dan berpikir kompleks. Pembelajaran di era digital merupakan Perkembangan teknologi ke arah serba digital saat ini semakin pesat (Setiawan, 2017). Pada era digital seperti ini, manusia secara umum memiliki gaya hidup baru yang tidak bisa

dilepaskan dari perangkat yang serba elektronik canggih. Teknologi menjadi alat yang mampu membantu sebagian besar kebutuhan manusia. Teknologi telah dapat digunakan oleh manusia untuk mempermudah melakukan apapun tugas dan pekerjaan. Peran penting teknologi inilah yang membawa peradaban manusia memasuki era digital. Era digital telah membawa berbagai perubahan yang baik sebagai dampak positif yang bisa gunakan sebaik-baiknya. Namun dalam waktu yang bersamaan, era digital juga membawa banyak dampak negatif, sehingga menjadi tantangan baru dalam kehidupan manusia di era digital ini. Tantangan pada era digital telah pula masuk ke dalam berbagai bidang seperti politik, ekonomi, sosial budaya, pertahanan, keamanan, dan teknologi informasi itu sendiri. Era digital terlahir dengan kemunculan digital, jaringan internet khususnya teknologi informasi komputer. Media baru era digital memiliki karakteristik dapat dimanipulasi, bersifat jaringan atau internet. Media massa beralih ke media baru atau internet karena ada pergeseran budaya dalam sebuah penyampaian informasi. Kemampuan media era digital ini lebih memudahkan masyarakat dalam menerima informasi lebih cepat. Dengan media internet membuat media massa berbondong-bondong pindah haluan (Setiawan, 2017).

Berdasarkan penjelasan di atas peneliti mendapatkan ide dengan kebaruan dan originalitas yang diimplementasikan ke dalam penelitian yang berjudul "*Drawing based modelling* berbantuan *eBeam Capture* untuk menstimulasi Representasi Mikroskopis Calon Guru Biologi di Era Digital".

METODE

Desain penelitian yang digunakan adalah *embedded design* (desain sisipan), dengan bentuk *embedded experimental one group pretest posttest design* (Creswell & Clark, 2007). Ciri utama dari *embedded design* (desain sisipan) adalah desain metode campuran dimana satu set data memberikan

dukungan pada set data lain yang menjadi peran dalam kajian utamanya. Ada dua varian desain *embedded* yaitu model eksperimental dan model korelasional, berdasarkan tipe permasalahan penelitiannya maka dipilih model eksperimental. Desain *embedded* model eksperimen ini didefinisikan melalui penyisipan data kuantitatif dalam desain eksperimen. Pada desain ini data kuantitatif akan disisipkan (*embedding*) untuk keperluan pengembangan perlakuan, untuk menguji proses intervensi atau untuk menindaklanjuti hasil-hasil dari eksperimen.

Pendekatan yang dipilih ialah pendekatan berurutan (*sequential*) yaitu pendekatan dua fase, pada pendekatan ini pengumpulan dan analisis data dilakukan sebelum, selama dan sesudah intervensi. Pendekatan berurutan ini dipilih karena dibutuhkan informasi kualitatif sebelum pelaksanaan intervensi yaitu untuk membangun bentuk intervensi, mengembangkan instrumen, memilih partisipan. Setelah pelaksanaan intervensi dilakukan interpretasi, yaitu untuk menjelaskan hasil-hasil intervensi atau menindaklanjuti hasil-hasil intervensi, misalnya mengetahui perspektif partisipan tentang implementasi hasil intervensi/*out comes*. Pengumpulan data juga akan dilakukan selama fase intervensi, data itu diperlukan untuk pengujian kuantitatif proses intervensi sebagai tambahan terhadap output kualitatif.

Implementasi *Drawing based modelling* berbantuan *eBeam Capture* dalam menstimulasi Representasi Mikroskopis Calon Guru Biologi di Era Digital diimplementasikan pada semester ganjil dengan tahap pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Penelitian Kualitatif Sebelum Intervensi. Mahasiswa diberi angket persepsi tentang proses pembelajaran biologi sel yang selama ini dilaksanakan. Wawancara semi terstruktur dengan dosen dan mahasiswa untuk mengetahui gambaran pelaksanaan perkuliahan Biologi Sel yang selama ini

telah dilakukan.

2. Penelitian Kualitatif Selama Intervensi. Melakukan observasi pada proses perkuliahan melalui *Drawing based modelling* berbantuan *eBeam Capture*. Wawancara semi struktur pada beberapa orang mahasiswa peserta perkuliahan untuk mendapatkan informasi tentang kesulitan yang dialami selama melaksanakan perkuliahan dengan strategi *Drawing based modelling* berbantuan *eBeam Capture*.
3. Penelitian Kuantitatif Selama Intervensi. Pemberian pre test dan post test kemampuan representasi mikroskopis.
4. Penelitian Kualitatif Setelah Intervensi. Pemberian angket untuk mengetahui persepsi mahasiswa terhadap implementasi perkuliahan dengan strategi *Drawing based modelling* berbantuan *eBeam Capture* pada program perkuliahan. Melaksanakan wawancara semi terstruktur kepada dua orang mahasiswa untuk mengetahui persepsi mereka tentang perkuliahan dengan strategi *Drawing based modelling* berbantuan *eBeam Capture*, manfaat, kelebihan, dan kekurangan yang dirasakan. Serta bagaimana manfaat perkuliahan dengan strategi *Drawing based modelling* berbantuan *eBeam Capture* dalam menstimulasi Representasi Mikroskopis Calon Guru Biologi di Era Digital. Juga memberikan angket persepsi teman sejawat terhadap penggunaan strategi *Drawing based modelling* berbantuan *eBeam Capture* pada perkuliahan Biologi Sel.

Penelitian ini dilakukan di salah satu perguruan tinggi yang ada di Kota Bengkulu. Sampel pada fase pertama adalah seluruh mahasiswa calon guru Biologi pada semester I tahun akademik 2017/2018 yang sedang mengikuti perkuliahan Biologi Sel. Sampel pada fase kedua terdiri dari mahasiswa kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Instrumen penelitian adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur fenomena alam maupun sosial yang diamati. Instrumen

penelitian adalah alat atau fasilitas yang digunakan oleh peneliti dalam mengumpulkan data dengan cermat, lengkap, dan sistematis sehingga mudah diolah. Instrumen pada penelitian ini berupa: 1) Soal Pilihan Ganda Beralasan, 2) Lembar observasi perilaku, bertanya langsung, pengungkapan langsung, dan skala sikap, 3) lembar observasi, angket dan wawancara.

Jenis data yang diperoleh berupa data kuantitatif dan kualitatif yang terdiri dari (1) data hasil tes belajar dan kemampuan representasi mikroskopis, (2) data hasil lembar observasi (aktivitas mahasiswa), (3) Validasi perangkat, (4) Hasil angket berupa keterlaksanaan dan (5) Hasil wawancara dosen tentang pembelajaran.

Data yang akan dianalisis dalam penelitian ini diambil dengan cara

- Data tentang hasil belajar mahasiswa diambil dengan cara menggunakan tes setelah mengikuti proses pembelajaran Devetak (2007) tentang kemampuan representasi mikroskopis.
- Data tentang keterlaksanaan program perkuliahan mahasiswa dengan menggunakan lembar observasi.
- Data tentang validasi perangkat perkuliahan Biologi Sel dengan menggunakan lembar validasi.
- Data tentang persepsi mahasiswa dan dosen terhadap program perkuliahan Biologi Sel melalui *Drawing based modelling* berbantuan *eBeam Capture* menggunakan lembar angket.
- Data tentang persepsi dua mahasiswa tentang program perkuliahan Biologi Sel melalui *Drawing based modelling* berbantuan *eBeam Capture* menggunakan pedoman wawancara semi terstruktur.

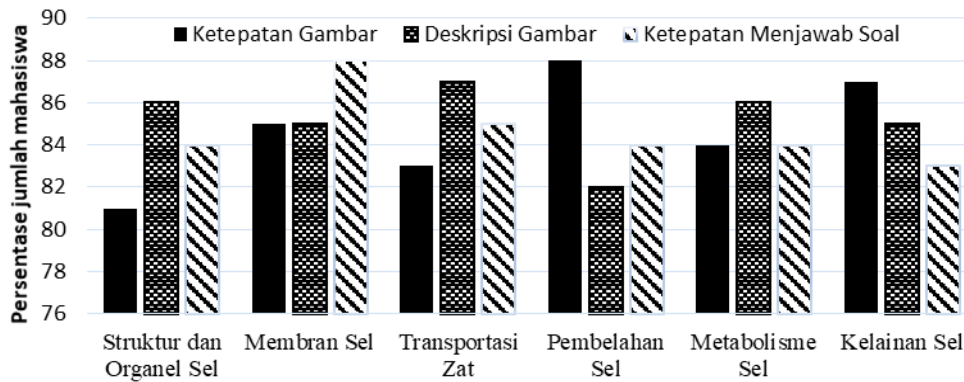
Instrumen tes diuji validitasnya dengan menggunakan teknik korelasi product momen yang dikemukakan oleh Pearson. Analisis Deskriptif, angket persepsi mahasiswa menggunakan skala Likert *four rating scale*, rentang intervalnya ialah jumlah skor ideal

(kriterium) untuk seluruh item dikurangi jumlah skor minimum dan hasilnya dibagi interval jawaban (kelas). Pengumpulan data kualitatif dilakukan dengan cara pengamatan, wawancara, dan pengumpulan dokumen-dokumen yang berhubungan dengan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan grafik data yang ditunjukkan pada Gambar 1 tersebut, dapat diidentifikasi adanya beberapa kecenderungan yang berkaitan dengan kemampuan representasi mikroskopis mahasiswa terhadap keenam materi Biologi Sel yang diajarkan sebagai temuan pada tahap implementasi, yakni: 1) pada materi struktur dan organel sel, kemampuan mahasiswa terlihat pada indikator ketepatan gambar yaitu persentase jumlah mahasiswa yang mendapat nilai baik sebanyak 81% (nilai > 70) dan untuk deskripsi gambar persentase jumlah mahasiswa yang mendapat nilai baik sebanyak 86% (nilai > 70) serta untuk ketepatan menjawab soal jumlah mahasiswa yang mendapat nilai baik sebanyak 84% (nilai > 70).

Untuk materi membran sel kemampuan representasi mikroskopis mahasiswa terlihat pada indikator ketepatan gambar persentase jumlah mahasiswa yang mendapat nilai baik sebanyak 85% (nilai > 70) dan deskripsi gambar persentase jumlah mahasiswa yang mendapat nilai baik sebanyak 85% (nilai > 70) serta untuk ketepatan menjawab soal persentase jumlah mahasiswa yang mendapat nilai baik sebanyak 88% (nilai > 70). Untuk materi transportasi zat kemampuan representasi mikroskopis mahasiswa terlihat dari indikator ketepatan gambar persentase jumlah mahasiswa yang mendapat nilai baik sebanyak 83% (nilai > 70) dan untuk deskripsi gambar persentase jumlah mahasiswa yang mendapat nilai baik sebanyak 87% (nilai > 70) serta untuk ketepatan menjawab soal persentase jumlah mahasiswa yang mendapat nilai baik



Gambar. Kemampuan Representasi Mikroskopis

sebanyak 85% (nilai > 70). Untuk materi pembelahan sel kemampuan representasi mikroskopis mahasiswa terlihat dari indikator ketepatan gambar persentase jumlah mahasiswa yang mendapat nilai baik sebanyak 88% (nilai > 70) dan untuk deskripsi gambar persentase jumlah mahasiswa yang mendapat nilai baik sebanyak 82% (nilai > 70) serta untuk deskripsi gambar persentase jumlah mahasiswa yang mendapat nilai baik sebanyak 84% (nilai > 70).

Untuk materi metabolisme sel kemampuan representasi mikroskopis mahasiswa terlihat dari indikator ketepatan gambar persentase jumlah mahasiswa yang mendapat nilai baik sebanyak 84% (nilai > 70) dan untuk indikator ketepatan menggambar lebih tinggi dibanding indikator deskripsi gambar, yaitu pada materi pembelahan sel dan kelainan sel, sedangkan satu (1) materi pokok bahasan nilai persentasenya sama, yaitu 85; 4) Ada empat (4) orang mahasiswa yang kemampuan representasi mikroskopis pada semua materi pada kedua indikator tersebut mendapat nilai cukup (nilai C=60); 5) Proporsi mahasiswa yang berkategori superior dan memuaskan pada kemampuan representasi mikroskopis dikategorikan tinggi, yaitu mendapatkan nilai 4 dan 3 sebanyak 77 orang dari jumlah seluruh mahasiswa 81 orang.

Berdasarkan Gambar 1 temuan penelitian, strategi *drawing-based modelling* berhasil

deskripsi gambar persentase jumlah mahasiswa yang mendapat nilai baik sebanyak 86% (nilai > 70) serta untuk ketepatan menjawab soal persentase jumlah mahasiswa yang mendapat nilai baik sebanyak 84% (nilai > 70). Untuk materi kelainan sel kemampuan representasi mikroskopis mahasiswa terlihat dari indikator ketepatan gambar persentase jumlah mahasiswa yang mendapat nilai baik sebanyak 87% (nilai > 70) dan untuk deskripsi gambar persentase nilai 85% (nilai > 70); 2) Nilai persentase jumlah mahasiswa pada indikator ketepatan gambar lebih rendah dibanding deskripsi gambar pada tiga materi, yaitu struktur sel dan organel sel, transportasi zat, dan metabolisme sel; 3) Pada dua materi dalam menstimulasi kemampuan representasi mikroskopis. Mahasiswa yang mengikuti perkuliahan Biologi Sel menggunakan pendekatan *drawing based modelling* tertarik karena materi yang diajarkan bersifat kontekstual. Hal ini sejalan dengan pendapat Windyariani (2011) bahwa sains mudah dipelajari ketika yang dipelajari masuk akal dan berkaitan dengan hal-hal kontekstual kehidupan manusia.

Berdasarkan jawaban angket mahasiswa menunjukkan bahwa pendekatan *drawing based* dapat menstimulasi kemampuan

representasi mikroskopis, penalaran ilmiah mahasiswa, belajar mandiri, dan saling tukar pikiran antar sesama mahasiswa dalam kelompok dan antar kelompok. Uraian tersebut sejalan dengan pendapat Piaget (2012) yang menyatakan bahwa pedagogi yang baik harus memberikan anak situasi-situasi dimana anak mandiri melakukan eksperimen/percobaan, perlunya pengalaman belajar langsung, konstruksi pengetahuan oleh mahasiswa sendiri berdasarkan pengalaman belajar yang dilakukan. Representasi dan perolehan pengetahuan seseorang sangat dipengaruhi oleh pengalaman belajarnya. Menurut Dale (dalam Smaldino et al. 2005), pengalaman belajar dapat diilustrasikan dalam bentuk kerucut pengalaman, yang di dalamnya memuat pola interaksi yang dilakukan atau dialami mahasiswa dengan beragam sumber belajar selama rentang waktu proses belajarnya. Sebagai bagian dari literasi sains, representasi merupakan kemampuan menginterpretasi ulang dan membangun hubungan antara fenomena/gejala dengan bentuk pengungkapan dan makna yang

terkandung dari bentuk pengungkapan tersebut (Waldrup et al. 2007).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh simpulan bahwa strategi *Drawing based modelling* berbantuan *eBeam Capture* untuk menstimulasi Representasi Mikroskopis Calon Guru Biologi di Era Digital sudah dapat terstimulasi, hal ini dilihat dari peningkatan nilai dari *pretest* dan *posttest* mahasiswa yang mendapat skor tinggi pada setiap indikator representasi mikroskopis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini, terutama kepada pihak DIKTI yang telah memberikan dana beasiswa (BPPDN) dan para tim pembimbing penelitian ini, yaitu Adi Rahmat, Sri Redjeki, dan Taufik Rahman.

Research in Science Education, Vol 39, 157-179.

DAFTAR PUSTAKA

- Creswell & Clark. 2007. *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. Sage Publications, Inc: United States America.
- Devetak, I., Vogrinc, J., & Glazar, S.A. (2007). Assessing 16-Year-Old Students' Understanding of Aqueous Solution at Submicroscopic Level. *Technol* 21(267):267-275. Doi:10.1007/s10956-011-9314-3.
- Joolingen, Van., Bollen, Leenaars, & Gijlers. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136-153.
- Dolan, E. & Grady, J. (2010). Recognizing Students' Scientific Reasoning: A Tool for Categorizing Complexity of Reasoning During Teaching by *Inquiry*. *Journal of Science Teacher Education*, 21, 31 - 55.
- Joolingen, Van., Bollen, Leenaars. (2010). What can be learned from computer modeling? Comparing expository and modeling approaches to teaching dynamic systems behavior. *J Sci Educ*
- Korir, D. K., & Kipkemboi F. (2014). The Impact of School Environment and Peer Influences on Students' Academic Performance in Vihiga Country. *Kenya. International Journal of Humanities and Social Sciences*, 4 (5).

- Louca, L. T., & Zacharia, Z. C. (2011). Modeling-based learning in science education: cognitive, metacognitive, social, material and epistemological contributions. *Educational Review*, 64 (December 2011), 471-492. doi:10.1080/00131911.2011.628748.
- Schouten, J. H. Y. (2016). Drawing-Based Modelling in Science Education to Support Scientific Thinking. *Research Project (45 ECTS) of Science Education and Communication Freudenthal Institute for Science and Mathematics Education*. Utrecht University.
- Setiawan, W. (2017). Era Digital dan Tantangannya. *Seminar Nasional Pendidikan Universitas Pendidikan Indonesia*, ISBN: 978-602-50088-0-1.
- Smaldino, S.E. (2005). *Instructional Technology and Media for Learning* (8th ed.). Ohio: Merrill Prantice Hall.
- Solso, R. L. (1998). *Cognitive Psychology*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Suprpto, K.P. (2012). Pengembangan Program Perkuliahan Anatomi Tumbuhan Berbasis Visuospatial melalui Representasi Mikroskopis Sistem Jaringan Tumbuhan untuk Meningkatkan Penalaran dan Penguasaan Konsep Calon Guru Biologi. *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Waldrip, B., Prain, V., & Carolan, J. (2007). *Using multi-modal representations in junior secondary science*. Paper presented at the conference of the European association for research in learning and instruction, Budapest.