

PROFIL KOMPETENSI REPRESENTASIONAL MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI BERDASARKAN KEMAMPUAN REPRESENTASI MIKROSKOPIS STRUKTUR PERKEMBANGAN TUMBUHAN

Sumarno¹⁾, Prasetyo¹⁾

¹⁾Program Studi Pendidikan Biologi Universitas PGRI Semarang
email: blokoi121@gmail.com

REPRESENTATIONAL COMPETENCE PROFILE OF BIOLOGY PROSPECTIVE TEACHER BASED ON MICROSCOPIC REPRESENTATION OF PLANT STRUCTURE DEVELOPMENT MATERIAL

ABSTRACT

This study was conducted to describe the representational competence of Biology prospective teacher. This representational competence measured was focused on microscopic level. 34 prospective teachers followed microscopic representation test, the ability to represent microscopic observation in visual mode and an ability to explain and predict phenomena in macroscopic representation level of the structure of plant development. The result showed that the prospective teacher was capable to transform the presentation mode, but they couldn't use that mode to build an explanation based on microscopic representation.

Keywords: microscopic representation, pre service teacher, representational competence.

ABSTRAK

Penelitian dilakukan dalam rangka mendeskripsikan kompetensi representasional mahasiswa calon guru biologi. Kompetensi representasional yang diukur fokus pada kemampuan merepresentasikan pada tingkat mikroskopis. Mahasiswa calon guru biologi sebanyak 34 mengikuti tes kemampuan representasi mikroskopis yaitu kemampuan merepresentasikan hasil pengamatan mikroskopis ke dalam mode representasi visual serta kemampuan menjelaskan dan menggunakan pemahaman representasi tingkat mikroskopis untuk menjelaskan dan memprediksi fenomena pada representasi tingkat makroskopis pada struktur perkembangan tumbuhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa calon guru mampu mentransformasikan mode representasi, namun belum mampu menggunakan untuk membangun penjelasan berdasarkan representasi mikroskopis.

Kata kunci: calon guru, kompetensi representasional, representasi mikroskopis.

PENDAHULUAN

Biologi memiliki obyek kajian berhubungan kehidupan yang sangat dinamis dan kompleks. Ilmuwan untuk dapat memahami kehidupan yang dinamis dan kompleks ini melakukan pengamatan, investigasi dan menginterpretasikan secara ilmiah (Eilam dan Gilbert, 2014). Berkaitan dengan tujuan tersebut ilmuwan mengisolasi fenomena secara spesifik dan representative untuk mempelajari dan memeriksa fitur-fitur dari fenomena tersebut. Contoh model fenomena dibutuhkan terkait dengan penyelidikan ilmiah di lapangan dan peningkatan kompleksitas fenomena yang ditangani sehingga berakibat pada kebutuhan mode representasi secara visual dari entitas, hubungan keterkaitan dan sebab-akibat, dengan demikian model dan representasi sangat penting dalam produksi pengetahuan (Gilbert, 2008). Pengetahuan tersebut kemudian dikomunikasikan kepada masyarakat ilmiah melalui berbagai mode seperti, teks dan gambar, maupun bagan atau diagram, serta mengalami perubahan secara terus menerus karena kritik, pemeriksaan ulang maupun ditemukannya bukti baru, dan berikutnya mode representasi tersebut sebagai dasar untuk pengambilan keputusan dan pemecahan masalah dalam kehidupan sosial (Eilam dan Gilbert, 2014). Dengan demikian kemampuan representasi merupakan keterampilan yang telah digunakan oleh ilmuwan dalam rangka menemukan dan mengkomunikasikan penjelasan ilmiah fenomena alam.

Representasi merupakan bagaimana penggambaran model yang dibuat seseorang, sehingga orang yang bersangkutan dapat melihat apa yang telah dilakukan dan dapat berbagi dengan orang lain (Gilbert, Justi, dan Queiroz, 2010). Representasi meliputi domain representasi internal dan eksternal. Representasi internal merupakan citra mental yang terdapat dalam alam pikiran dan dimiliki oleh seseorang berdasarkan pengalaman (Gilbert, 2008). Representasi eksternal meliputi beberapa variasi yaitu analogi, metafora, visualisasi, wacana, multi level dan mode representasi (Tsui dan Treagust, 2013). Dengan demikian representasi internal dapat distimulasi oleh penggunaan representasi eksternal, dan sebaliknya pemahaman terhadap representasi eksternal dipengaruhi oleh representasi internal.

Sumarno, Prasetyo, Profil Kompetensi Representasional

Kajian Biologi dibedakan atas empat level representasi untuk memahami fenomena alam, meliputi : (1) level makroskopik di mana struktur biologis terlihat dengan mata telanjang; (2) level mikroskopis di mana struktur biologis hanya dapat dilihat di bawah mikroskop; (3) level molekuler atau submikroskopis , misalnya yang melibatkan struktur DNA, protein, dan berbagai biokimia; dan (4) tingkat simbolik yang menyediakan mekanisme penjelas dari fenomena diwakili oleh simbol-simbol, rumus, persamaan kimia, jalur metabolisme, perhitungan numerik, genotipe, pola pewarisan sifat, pohon filogenetik dalam evolusi, dan sebagainya (Tsui dan Treagust, 2013). Di sisi lain Estiti (1995) menyatakan bahwa penafsiran berbagai fungsi struktur tumbuhan bermula pada pengetahuan yang baik tentang sel dan jaringan yang berkaitan dengan fungsi tersebut. Menurut Campbell, *et al.* (2012) kajian struktur tumbuhan melibatkan hubungan mekanisme molekuler dan seluler dengan struktur tumbuhan dan perubahan struktur serta fungsi tumbuhan akibat interaksi tumbuhan dengan lingkungan pada skala waktu masa lampau maupun yang akan datang. Eilam dan Gilbert (2014) menyatakan bahwa untuk memahami fungsi dan struktur, maka harus memeriksa struktur pada tingkat mikroskopis yang terdiri atas sel dan organel maupun molekul yang berbeda, memahami pada level makroskopis tanpa pengetahuan tentang struktur mikroskopis akan menyebabkan defisiensi pemahaman proses seperti transformasi materi. Dengan demikian berdasarkan perspektif level representasi, kajian tentang struktur perkembangan tumbuhan, representasi mikroskopis dan molekuler merupakan kunci untuk memahami fenomena pada level makroskopis.

Prain dan Waldrip (2010) menyatakan bahwa konstruksi dan interpretasi mahasiswa terhadap representasi memiliki berbagai konsekuensi, yaitu mode representasi merupakan alat penting untuk membangun dan mengkomunikasikan pemahaman pengetahuan, penyusunan representasi menyesuaikan tujuan pedagogis, dan mahasiswa terlibat dalam membangun dan menafsirkan representasi serta menganalisis kekuatan dan keterbatasan representasi. Pada kesempatan lain Prain dan Waldrip (2005) juga menemukan bahwa penggunaan representasi dalam pembelajaran secara terstruktur hanya terfokus untuk mempromosikan belajar secara mendetail yang tidak mudah diakomodasi. Sedangkan Lee (2015) menegaskan bahwa pembelajaran yang fokus pada

fitur struktural representasi dapat menghambat kemampuan seorang pemula untuk mengembangkan pemahaman konseptual yang kuat. Menurut Kozma (2000) hal tersebut akan menjadi masalah karena penggunaan dan pemahaman berbagai fitur representasi merupakan bagian penting dari pengkajian sains. Estiti (1995) juga berpendapat bahwa pemahaman terhadap fitur struktur dibutuhkan dalam merepresentasikan pengetahuan struktur dan perkembangan tumbuhan, karena sebab dalam perkembangan, struktur yang belum, sedang dan telah selesai terdeferensiasi akan amat berbeda, dan perbedaan itu sering terkait dengan fungsi. Hal tersebut mengimplikasikan pembelajaran dengan memanfaatkan representasi untuk mengkaji struktur perkembangan tumbuhan membutuhkan kompetensi representasional.

Ainsworth (2006) mengungkapkan bahwa belajar melibatkan beberapa representasi dari konsep-konsep sains, mahasiswa harus mampu untuk memahami kode dan penanda dalam representasi, memahami hubungan antara representasi dan konsep atau proses target, menerjemahkan fitur kunci dari konsep seluruh representasi, dan mengetahui fitur-fitur utama dalam merancang dan membangun representasi mereka sendiri. Menurut Tsui dan Treagust (2013) belajar biologi dengan melibatkan lintas tingkat representasi, mahasiswa dapat memproses informasi dari tingkat representasi simbolik, molekuler atau mikroskopis untuk membuat penjelasan ilmiah, membuat prediksi maupun memecahkan masalah fenomena makroskopis. Berdasarkan teori *dual coding*, informasi yang dikodekan dengan mode representasi visual dan verbal, seperti gambar, akan lebih baik diingat dari pada informasi yang dikodekan dengan hanya satu dari dua mode representasi, terutama bila hanya representasi kata saja, sehingga meningkatkan fungsi pedagogis representasi (Clark dan Paivio, 1991). Dengan demikian, seorang mahasiswa berada pada tingkat tertinggi kompetensi representasional, ketika mampu menginterpretasikan informasi yang disediakan pada tingkat representasi dibawahnya dengan menggunakan berbagai mode representasi untuk membangun penjelasan ilmiah, membuat prediksi maupun memecahkan masalah tentang entitas, hubungan maupun sebab-akibat dari tingkat representasi yang lebih tinggi.

Kompetensi representasional merupakan satu set keterampilan dan praktek yang memungkinkan seseorang untuk menggunakan berbagai pernyataan atau visualisasi,

Sumarno, Prasetyo, Profil Kompetensi Representasional

secara sendiri-sendiri maupun bersama-sama, untuk berpikir, berkomunikasi, dan bertindak terhadap fenomena yang didasari sebuah entitas fisik, persepsi dan proses (Kozma dan Russell, 2005). Purwati (2012) melaporkan bahwa kemampuan representasi mikroskopis mahasiswa calon guru dalam kategori rendah, mahasiswa belum sepenuhnya menyajikan fitur-fitur fisik secara proposional dalam gambar 2D. Kompetensi representasional merupakan keterampilan penting bagi mahasiswa untuk belajar ilmu pengetahuan, namun demikian mahasiswa tidak mengembangkan kompetensi representasional meskipun pengetahuan konten meningkat secara signifikan (Nitz, *et.al.*, 2014). Berkaitan dengan hal tersebut, maka dilakukan penelitian untuk menganalisis kemampuan representasional mahasiswa tingkat pertama dalam mengidentifikasi dan menganalisis fitur dari representasi mikroskopis dan menggunakannya sebagai bukti untuk mendukung klaim atau untuk menjelaskan, menarik kesimpulan, dan membuat prediksi tentang hubungan antara fenomena makroskopis dan mikroskopis terkait dengan konsep struktur perkembangan tumbuhan.

MATERIAL DAN METODE

Subyek Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi dari populasi yang digeneralisasi dari sampel terpilih. Populasi dalam penelitian ini yaitu mahasiswa calon guru pada tahun pertama yang memprogram perkuliahan Struktur Perkembangan Tumbuhan di Universitas PGRI Semarang. Teknik pengambilan sampel dilakukan secara simple random sampling, sehingga setiap anggota sampel memiliki peluang yang sama, dilakukan secara acak dan tanpa memperhatikan strata (Sugiyono, 2011). Sampel sebanyak 34 mahasiswa yang terdiri atas 6 laki-laki dan 28 perempuan.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian ini menggunakan butir soal tes dengan *rubric* penilaian untuk menilai gambar mode representasi 2D hasil pengamatan mikroskopis meliputi aspek-

aspek bentuk keseluruhan obyek, diferensiasi gambar, proporsionalitas, bentuk rinci struktur (Suprpto, 2012).

Prosedur Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang diarahkan untuk mengkaji fakta atau gejala terkait dengan kompetensi representasional mahasiswa calon guru biologi (Rianto, 1996).

Aspek kompetensi representasional 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); mengkodekan dan menginterpretasikan ciri-ciri struktur berdasarkan mode representasi gambar (Anderson, *et al.*, 2013); menginterpretasikan representasi mikroskopis untuk membangun penjelasan pada tingkat representasi makroskopis (Kozma & Russel, 2008, Tsui & Treagust, 2013; Anderson, *et al.*, 2013). Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan teknik tes. Mahasiswa calon guru melakukan pengamatan mikroskopis struktur tumbuhan, kemudian menterjemahkan hasil pengamatan dalam mode representasi gambar 2D dan diikuti dengan mengkodekan dan menginterpretasikan karakteristik struktur hasil pengamatan mikroskopis. Berikutnya mereka diminta membuat penjelasan dengan representasi tingkat representasi mikroskopis. Analisis kemampuan mengkodekan dan menginterpretasikan ciri-ciri struktur pada mode representasi gambar berdasarkan aspek ketepatan pelabelan dan kesesuaian dengan deskripsi ciri-ciri struktur (Anderson, *et al.*, 2013). Taksonomi SOLO (Stalne, Kjellstrom, dan Utriainen, 2015) digunakan untuk menganalisis kemampuan menginterpretasikan representasi mikroskopis untuk membangun penjelasan pada tingkat representasi makroskopis.

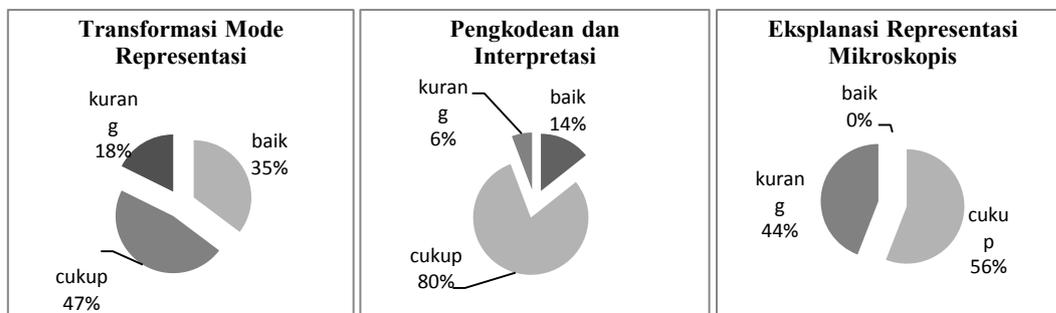
Analisis dan Interpretasi Data

Data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan profil kompetensi representasional. Selain itu juga dilakukan analisis hubungan berbagai aspek kompetensi representasional. Hasil analisis hubungan sebagai dasar untuk

membangun pemahaman bagaimana hubungan beberapa aspek kompetensi representasional tersebut dan dasar sintesis untuk memberikan masukan implikasi kompetensi representasional dalam pembelajaran struktur perkembangan tumbuhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kompetensi representasional mahasiswa calon guru biologi pada tahun pertama perkuliahan dalam representasi tingkat mikroskopis sebagaimana disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kompetensi representasional mahasiswa calon guru biologi pada tahun pertama perkuliahan dalam representasi tingkat mikroskopis

Kompetensi representasional mentransformasikan mode representasi merupakan kemampuan untuk menterjemahkan atau menyajikan kembali dari satu mode representasi ke mode representasi yang lain (Tsui dan Treagust, 2013). Gambar 1 menunjukkan bahwa kemampuan mahasiswa calon guru biologi secara umum mampu mentransformasikan dari mode representasi konkret ke mode representasi gambar 2D, namun demikian terdapat 35% mahasiswa kurang menguasai kemampuan mentransformasikan mode representasi. Berdasarkan Tabel 1, mahasiswa mampu menggambar struktur secara lengkap, namun demikian belum mampu mendifferensiasi struktur jaringan. Struktur sel-sel penyusun jaringan direpresentasikan dengan bentuk yang serupa dan tidak merepresentasikan fungsi yang berbeda. Hal ini berkorespondensi dengan temuan Kelley, Davidson dan Nelson (2008) bahwa gambar-gambar biologi yang dihasilkan mahasiswa banyak mengungkap struktur tetapi tidak merepresentasikan fungsi.

Kemampuan mengkodekan dan menginterpretasikan mode representasi merupakan kemampuan yang diperlukan untuk menafsirkan sebuah mode representasi termasuk mengkodekan struktur penyusunnya (Anderson, *et al.*, 2013). Berdasarkan Gambar 1, mahasiswa calon guru biologi secara umum memiliki kemampuan untuk mengkodekan dan menginterpretasikan mode representasi kategori cukup. Hal tersebut dikarenakan mahasiswa meskipun telah mampu mengkodekan struktur pada tumbuhan, namun demikian belum mampu menginterpretasikan fitur-fitur penting terkait dengan struktur pada sistem jaringan penyusun organ. Sebagaimana tersajikan pada Tabel 1., kemampuan menginterpretasikan kurang dari cukup, yaitu rata-rata 1.79. Kozma (2000) menyatakan bahwa kemampuan menginterpretasikan dan pemahaman berbagai fitur-fitur dari representasi merupakan bagian penting dari pengkajian sains. Kemampuan memahami fitur-fitur struktur dibutuhkan untuk memahami karakteristik dan perkembangan struktur, sebab struktur yang belum, sedang dan telah selesai terdeferensiasi akan amat berbeda (Estiti, 1995).

Tabel 1. Rata-rata kemampuan representasi mikroskopis mahasiswa calon guru.

No	Aspek	M	SD
<i>A</i>	<i>Transformasi Mode Representasi</i>		
1	kelengkapan struktur	2.21	0.69
2	differentiasi struktur sel	1.85	0.74
3	proporsi ukuran struktur	1.97	0.67
<i>B</i>	<i>Pengkodean dan Interpretasi</i>		
4	Kesesuaian penamaan struktur	2.00	0.43
5	Interpretasi ciri-ciri struktur	1.79	0.59
<i>C</i>	<i>Eksplanasi Representasi Mikroskopis</i>		
6	mengkategorisasikan berdasarkan struktur mikroskopis	2.12	0.95
7	menjelaskan tingkat perkembangan struktur	1.56	0.61
8	meretrospeksi kehidupan berdasarkan struktur	2.18	1.00

Entitas pada tingkat mikroskopis dapat digunakan untuk membangun penjelasan, termasuk memberikan penjelasan pada tingkat makroskopis (Tsui dan Treagust, 2013). Implikasi dari hal tersebut adalah kemampuan merepresentasikan struktur tumbuhan secara mikroskopis untuk memahami fenomena tumbuhan secara makroskopis,

Sumarno, Prasetyo, Profil Kompetensi Representasional

termasuk meretrospeksi kehidupan tumbuhan (Cambell, *et al.*, 2012). Secara umum kemampuan mahasiswa dalam membangun eksplanasi berdasarkan struktur mikroskopis, berdasarkan Gambar 1., terkategori cukup. Mahasiswa hanya menggunakan bukti-bukti struktur secara terbatas membangun eksplanasi. Kemampuan membuat eksplanasi yang menunjukkan relasional antar struktur organisasi tumbuhan secara horisontal maupun vertikal, serta mengabstraksi prinsip-prinsip relasional antar struktur tumbuhan secara hierarki. Hal ini tersebut mengimplikasikan bahwa pembelajaran perlu melibatkan proses mental lintas tingkat representasi, sehingga mahasiswa dapat memproses informasi dari tingkat representasi mikroskopis untuk membuat penjelasan ilmiah, membuat prediksi maupun memecahkan masalah fenomena makroskopis (Tsui dan Treagust, 2013).

Berkenaan dengan hal tersebut, maka dilakukan pengujian bagaimana hubungan diantara aspek-aspek kompetensi representasional. Hasil uji korelasi disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Uji korelasi aspek-aspek kompetensi representasional mahasiswa calon guru.

No	Aspek	1	2	3
1	Transformasi Mode Representasi			
2	Pengkodean dan Interpretasi	0.48*		
3	Eksplanasi Representasi Mikroskopis	0.36*	0.25	

Keterangan : * : signifikan pada $p : 0.05$

Berdasarkan Tabel 2. tersebut kemampuan transformasi mode representasi memiliki hubungan yang positif terhadap kemampuan mengkode, menginterpretasikan, serta membuat membangun eksplanasi. Hal ini mengindikasikan bahwa dibutuhkan upaya untuk melatih mahasiswa bekerja menggunakan berbagai mode representasi. Kemampuan mentransformasi mode representasi berimplikasi terhadap kemampuan membangun pemahaman konsep yang bermakna konsep dan membangun keterampilan penalaran sistematis (Yulianti, 2015). Pembelajaran dengan melibatkan fenomena makroskopis-submikroskopis dengan menggunakan beberapa representasi dapat meningkatkan mental model mahasiswa (Suyono, Yaunita dan Muslimin, 2015).

KESIMPULAN

Kemampuan merepresentasikan merupakan citra mental yang terdapat dalam alam pikiran dan dimiliki oleh seseorang yang dapat digunakan untuk menganalisis fitur-fitur suatu obyek sehingga dapat menjelaskan, menarik kesimpulan, dan membuat prediksi tentang hubungan sebagai bukti untuk mendukung klaim. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa calon guru biologi Universitas PGRI Semarang pada tahun pertama telah mampu menggunakan penalaran untuk mentransformasikan mode representasi baik pada mode konkret, gambar maupun teks. Namun demikian perlu dikembangkan lebih lanjut kemampuan untuk membangun penjelasan terhadap fenomena makroskopis berdasarkan representasi tingkat mikroskopis.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainsworth, S. 2006. DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and instruction*, 16 (3): 183-198.
- Anderson, T. R., Schönborn, K. J., du Plessis, L., Gupthar, A. S., & Hull, T. L. 2013. Identifying and developing students' ability to reason with concepts and representations in biology. In *Multiple representations in biological education* (pp. 19-38). Springer Netherlands.
- Campbell, N. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. 2012. Biologi Jilid 2-Edisi Kedelapan. Jakarta : Erlangga.
- Clark, J. M., & Paivio, A. 1991. Dual coding theory and education. *Educational psychology review*, 3 (3): 149-210.
- Eilam, B., & Gilbert, J. K. 2014. The Significance of Visual Representations in the Teaching of Science. In *Science Teachers' Use of Visual Representations* (pp. 3-28). Springer International Publishing.
- Estiti, B. Hidayat. 1995. *Anatomi tumbuhan berbiji*. Bandung: ITB Bandung
- Gilbert, J. K. (2008). Visualization: An emergent field of practice and enquiry in science education. In *Visualization: Theory and practice in science education* (pp. 3-24). Springer Netherlands
- Gilbert, J. K., Justi, R., & Queiroz, A. S. 2010. The use of a model of modelling to develop visualization during the learning of ionic bonding. *Contemporary science education research: international perspectives*. 43-51.

Sumarno, Prasetyo, Profil Kompetensi Representasional

- Kelley, D. J., Davidson, R. J., & Nelson, D. L. 2008. An imaging roadmap for biology education: from nanoparticles to whole organisms. *CBE-Life Sciences Education*, 7 (2): 202-209.
- Kozma, R. 2000. Representation and language: The case for representational competence in the chemistry curriculum. In *th Biennial Conference on Chemical Education, Ann Arbor, MI*.
- Kozma, R., & Russell, J. 2005. Students becoming chemists: Developing representational competence. In *Visualization in science education* (pp.121-145).Springer Netherlands.
- Lee, T. D. 2015. *Science Teachers' Representational Competence and Systems Thinking*.North Carolina State University.
- Nitz, S., Ainsworth, S. E., Nerdel, C., &Prechtel, H. 2014. Do student perceptions of teaching predict the development of representational competence and biological knowledge?. *Learning and Instruction*, 31: 13-22.
- Prain, V., & Waldrip, B. 2010. Representing science literacies: An introduction. *Research in Science Education*, 40 (1): 1-3.
- Prain, V., & Waldrip, B. 2005. Teachers' perspectives on using multi-modal and multiple representations of concepts to enhance student learning in science. *Proceedings of ESERA'05*, 1626.
- Rianto, Y. 1996. *Metode Penelitian Pendidikan Suatu Tinjauan Dasar*. Surabaya: SIC Surabaya.
- Stalne, K., Kjellstrom, S., & Utriainen, J. 2015. Assessing complexity in learning outcomes—a comparison between the SOLO taxonomy and the model of hierarchical complexity. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 1-16.
- Sugiyono, D. 2011. *Metode Penelitian kuantitatif, kualitatif dan kombinasi (Mixed Methodes)*. Bandung: CV Alfabeta.
- Suprpto, P. K. 2012. *Pengembangan Program Perkuliahan Anatomi Tumbuhan Berbasis Visuospasial Melalui Representasi Mikroskopis Sistem Jaringan Tumbuhan untuk Meningkatkan Penalaran dan Penguasaan Konsep Calon Guru Biologi*. Disertasi, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Suyono, Yuanita, L., & Ibrahim, M. 2015. Supporting Students in Learning with Multiple Representation to Improve Student Mental Models on Atomic Structure Concepts. *Science Education International*, 26 (2): 104-125.
- Tsui, C. Y., &Treagust, D. F. 2013. Introduction to multiple representations: Their importance in biology and biological education. In *Multiple representations in biological education* (pp. 3-18).Springer Netherlands.

Yulianti, D. 2015. Introductory Study on Student's Mental Models in Understanding the Concept of Atomic Structure. *The Online Journal of New Horizons in Education*–October, 5(4).