

**PENGUATAN *SELF-EFFICACY* DAN KEMAMPUAN MULTIREPRESENTASI
MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI MELALUI PENERAPAN
*DIFFERENTIATED LEARNING***

Sigit Saptono*, Siti Alimah, Yustinus Ulung Anggraito, Ibnul Mubarak
Departemen Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang

*E-mail: sigit_biounnes@mail.unnes.ac.id

Abstrak

Materi yang harus dikuasai mahasiswa calon guru Biologi mencakup fakta, konsep, hubungan antarkonsep, proses metabolisme, hubungan antarmetabolisme, hingga kemampuan berpikir sistemik proses fisiologis makhluk hidup. Variabel yang dapat berkontribusi terhadap penguasaan materi tersebut antara lain penguatan self-efficacy dan kemampuan multirepresentasi yang seharusnya dilatihkan dan dimiliki mahasiswa selama proses belajar. Namun demikian, kedua variabel tersebut belum menjadi perhatian utama dan tujuan perkuliahan yang melibatkan proses belajar mahasiswa. Model Differentiated Learning merupakan salah satu model pembelajaran yang menekankan pada pemberian variasi fasilitas belajar yang dapat mengakomodir penguatan self-efficacy dan kemampuan multirepresentasi mahasiswa. Tujuan penelitian ini adalah: 1) mengembangkan dan mengimplementasikan model spesifik Differentiated Learning hasil pengembangan untuk penguatan self-efficacy dan kemampuan multirepresentasi mahasiswa calon guru Biologi, 2) menganalisis perkembangan self-efficacy mahasiswa calon guru Biologi, dan 3) menganalisis perkembangan kemampuan multirepresentasi mahasiswa calon guru Biologi. Penelitian ini merupakan Research and Development (R&D) dengan model ADDIE. Subjek dalam penelitian ini adalah 60 orang mahasiswa Pendidikan Biologi UNNES yang mengambil mata kuliah Biologi Sel (33 mahasiswa) dan Biologi Molekuler (27 mahasiswa). Data self-efficacy mahasiswa diperoleh melalui angket berskala, kemampuan multirepresentasi mahasiswa diambil menggunakan variasi tes, yaitu naratif, bergambar, interpretasi data pada tabel, dan diagram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model Differentiated Learning hasil pengembangan dapat diaplikasikan dengan baik dan memberikan efek positif terhadap pengembangan self-efficacy dan kemampuan multirepresentasi mahasiswa calon guru Biologi.

Kata kunci: *Differentiated learning, self-efficacy, kemampuan multirepresentasi, mahasiswa, calon guru Biologi.*

PENDAHULUAN

Universitas Negeri Semarang (UNNES) memiliki komitmen yang kuat menjadi perguruan tinggi bereputasi internasional. Semua kegiatan, baik yang bersifat akademik maupun non-akademik yang diprogramkan oleh UNNES diupayakan dapat mencerminkan kualitas dan mewujudkan lulusan yang kompetitif dalam skala internasional. Salah satu kegiatan Tri Dharma perguruan tinggi yang dilaksanakan di UNNES adalah pendidikan dan pengajaran. Terkait dengan amanah universitas berwawasan konservasi dan bereputasi internasional, maka kegiatan pendidikan dan pengajaran yang diselenggarakan harus memberikan sentuhan pengembangan, pencapaian, dan pelestarian kemampuan formal akademis, pembentukan karakter unggul, dan perilaku positif yang diperoleh lulusan selama proses belajar.

Hingga saat ini kemampuan lulusan yang masih perlu mendapat perhatian lebih adalah kemampuan kognitif, sikap dan perilaku, serta keterampilan psikomotorik. Hal tersebut tercermin pada format Rencana Perkuliahan Semester (RPS) yang dirumuskan oleh Badan Penjaminan Mutu UNNES. Selain kemampuan kognitif, sikap dan perilaku, serta keterampilan psikomotorik, terdapat potensi kemampuan lain yang perlu mendapat perhatian dan memberi kontribusi yang besar pada pencapaian tujuan belajar mahasiswa. Kemampuan yang dimaksud adalah kemampuan *self-efficacy* (keyakinan atau sikap terhadap kemampuan diri) dan penguasaan multirepresentasi (pengetahuan komprehensif)

yang seharusnya dapat dikembangkan juga oleh mahasiswa selama menempuh perkuliahan.

Mahasiswa calon guru Biologi juga menghadapi masalah belajar yang tidak jauh berbeda. Cakupan materi yang harus ditempuh mahasiswa tersebut antara lain penguasaan tentang fakta, konsep, hubungan antarkonsep, proses-proses metabolisme, hubungan antarproses metabolisme, hingga kemampuan sistemik terkait dengan fenomena biologi di alam dan permasalahannya. Kemampuan pemahaman dan analisis pada setiap topik belum cukup untuk memenuhi harapan menjadi calon guru Biologi yang kompetitif. Guru Biologi yang mumpuni dan kompetitif harus memiliki keyakinan diri yang kuat dan kemampuan multirepresentasi yang memadai agar dapat mengembangkan proses pembelajaran Biologi yang dinamis dan berkualitas.

Permasalahan yang muncul jika penguatan *self-efficacy* dan kemampuan multirepresentasi mahasiswa tidak berkembang dengan baik selama proses perkuliahan, maka secara linier prestasi yang diperoleh mahasiswa tidak maksimal dan masa studi yang harus diselesaikan cenderung lama, bahkan ditemukan mahasiswa yang tidak mampu menyelesaikan studinya. Data yang dihimpun hingga akhir tahun 2021, mendeskripsikan bahwa mahasiswa masih kesulitan untuk menguasai konsep-konsep dan hubungan antarkonsep pada beberapa mata kuliah yg bersifat komprehensif, seperti Biologi Sel, Mikrobiologi, Genetika, Biologi Molekuler, Fisiologi Tumbuhan, dan Fisiologi Hewan. Kemampuan multirepresentasi yang seharusnya dapat dikembangkan mahasiswa selama proses belajar tidak terjadi. Mahasiswa cenderung mempelajari materi secara terpisah dan tidak mampu membuat hubungan antara topik yang satu dengan lainnya. Mahasiswa juga belum terlatih belajar dengan memahami konten melalui fenomena yang direpresentasikan dalam bentuk diagram, bagan, grafik, *flowchart*, animasi, dan peta konsep.

Program studi Pendidikan Biologi dan Magister Pendidikan IPA Pascasarjana UNNES merupakan program studi dengan akreditasi A yang proses perkuliahannya menekankan pada penelaahan fenomena sains sebagai konten pengetahuan, dan menggunakan kemampuan berpikir tingkat tinggi, seperti *logical thinking*, *reasoning*, *problem solving*, *analysis thinking*, dan *creative thinking*, selain kemampuan sosial seperti kolaborasi dan komunikasi. Kemampuan berpikir tingkat tinggi tersebut tidak berdiri sendiri-sendiri, melainkan secara komprehensif terintegrasi satu dengan yang lain dalam memahami fenomena sains. Untuk mendalami fenomena sains secara ilmiah tidak hanya dibutuhkan kemampuan kognitif, *attitude*, dan psikomotorik, melainkan diperlukan juga rasa percaya diri dan kemandirian (*self-efficacy*) dalam melakukan eksplorasi untuk mendukung kemampuan kognitif (Wieman & Gilbert, 2015; McBride, *et al.*, 2019; Yang, *et al.*, 2020).

Multirepresentasi merupakan bentuk informasi yang mewakili suatu fenomena dan dapat mendukung proses belajar mahasiswa untuk memahami konsep-konsep komprehensif. Gambar, grafik, diagram, tabel, peta konsep dapat dimaknai sebagai bentuk multirepresentasi dalam pembelajaran Biologi yang memberikan kontribusi dan memudahkan mahasiswa memahami fenomena yang direpresentasikan (Treagust & Tsui, 2013; Verhoeff, *et al.*, 2013; Won, *et al.*, 2014). Dalam implementasi proses pembelajaran, mahasiswa akan terlatih mengembangkan kemampuan analogi, interpretasi, dan berpikir sistemik. Kemampuan multirepresentasi yang dimiliki mahasiswa akan membangun

pengetahuan lebih mendalam melalui abstraksi, ekstensi, dan integrasi antara pengetahuan yang satu dengan pengetahuan lain. Adapun *self-efficacy* dapat dipahami sebagai rasa percaya diri seseorang terhadap kemampuannya untuk melakukan keputusan yang berpengaruh terhadap kualitas kinerjanya. *Self-efficacy* seseorang memberikan kontribusi terhadap cara berpikirnya, hingga memotivasinya untuk berperilaku tertentu. Bandura (1997) menyatakan bahwa *self-efficacy* dapat mempengaruhi empat proses perilaku seseorang, yaitu kemampuan kognitifnya, motivasinya, sikapnya, dan seleksi dalam pengambilan keputusan (Kirbulut & Uzuntiryaki-Kondakci, 2019; Yang *et al.*, 2020). Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa *self-efficacy* dapat mempengaruhi keberhasilan seseorang, termasuk mahasiswa, untuk berpikir dan berperilaku positif menyelesaikan tugas belajarnya dengan baik.

Salah satu model pembelajaran yang dapat mengakomodir penguatan *self-efficacy* dan kemampuan multirepresentasi mahasiswa adalah *Differentiated Learning*. Model pembelajaran ini menekankan pada prinsip perbedaan kemampuan yang dimiliki oleh mahasiswa, dan pemberian variasi fasilitas proses pembelajaran yang seharusnya dikembangkan oleh pengajar. Variasi dalam penjelasan fenomena, bentuk latihan dan tugas, *feed-back* selama proses belajar, dan asesmen kemajuan belajar mahasiswa merupakan aspek penting dalam penerapan model pembelajaran tersebut (Imbeau & Tomlinson, 2010)

Berdasarkan permasalahan yang dipaparkan, maka perlu dilakukan penelitian tentang efek positif pengembangan model *Differentiated Learning* terhadap penguatan *self-efficacy* dan kemampuan multirepresentasi mahasiswa calon guru Biologi. Sebagai realisasinya, dalam penelitian ini dikembangkan model pembelajaran spesifik yang akan diimplementasikan pada beberapa mata kuliah program studi Pendidikan Biologi FMIPA UNNES.

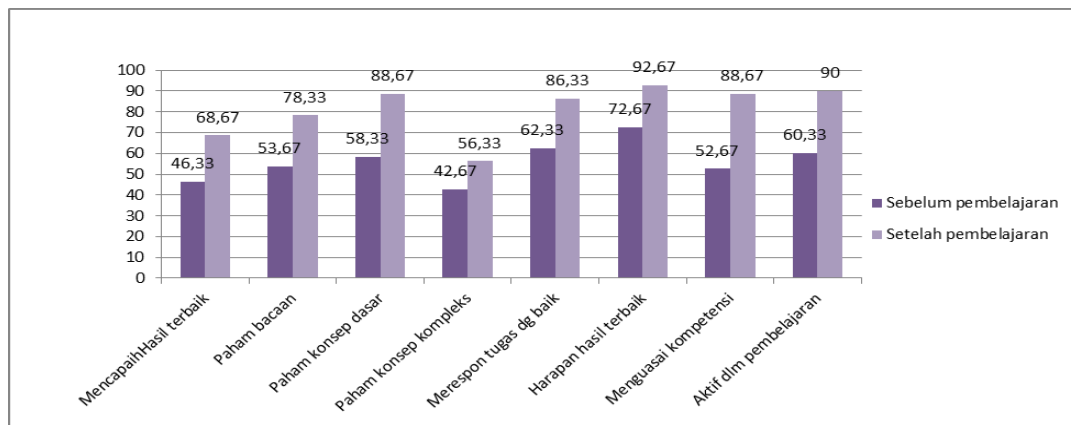
METODE

Penelitian dilaksanakan di Universitas Negeri Semarang (UNNES). Desain penelitian menggunakan *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE (*Analysis – Design – Development – Implementation – Evaluation*). Subjek penelitian ini adalah 60 orang mahasiswa Magister Pendidikan IPA UNNES yang mengambil mata kuliah Biologi Sel (33 mahasiswa) dan Biomolekuler (27 mahasiswa). Fokus utama penelitian ini adalah pengembangan model *Differentiated Learning* dan penerapan model tersebut untuk penguatan *self-efficacy* dan kemampuan multirepresentasi. Data *self-efficacy* diperoleh melalui angket, sedangkan kemampuan multirepresentasi diperoleh melalui tes narasi, bergambar, interpretasi data pada tabel, dan diagram.

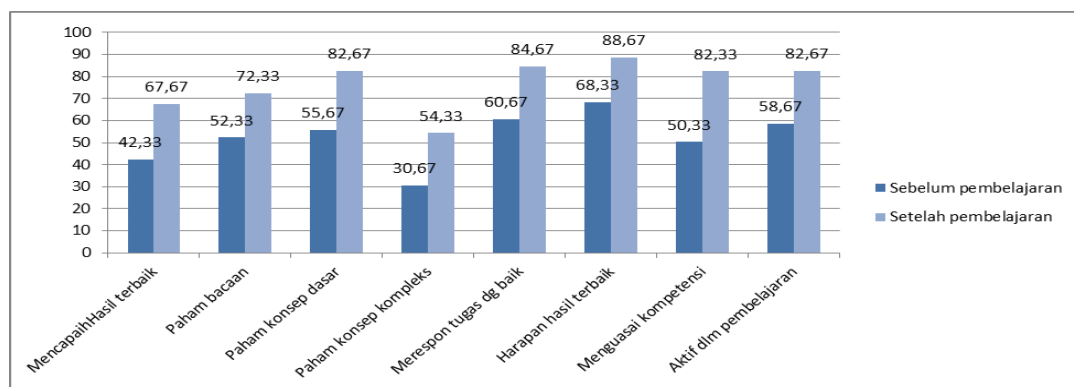
HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan *self-efficacy* mahasiswa

Hasil analisis data tentang perkembangan *self-efficacy* mahasiswa dalam perkuliahan Biologi Sel dan Biomolekuler dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1 Rerata skor *self-efficacy* mahasiswa pada mata kuliah Biologi Sel

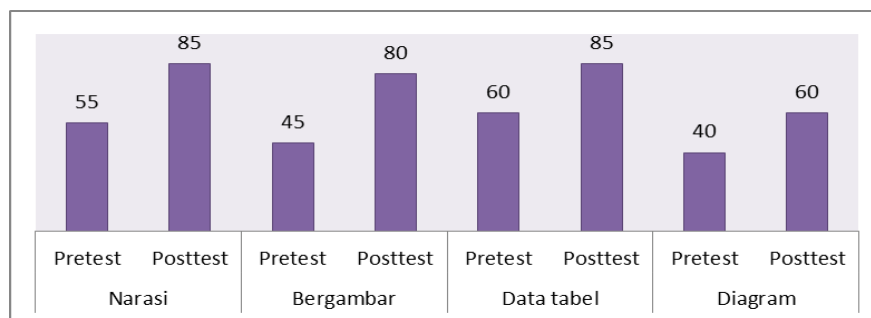


Gambar 2 Rerata skor *self-efficacy* mahasiswa pada mata kuliah Biomolekuler

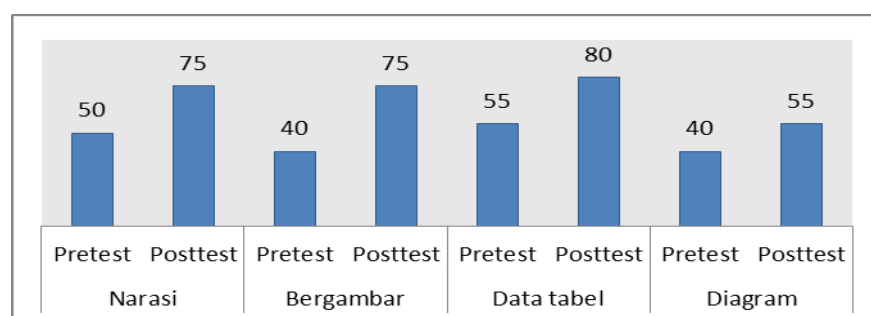
Data pada Gambar 1 dan 2 dapat diinterpretasikan bahwa secara umum terjadi peningkatan skor pada setiap aspek *self efficacy* yang diukur, yaitu kepercayaan diri dapat mencapai hasil terbaik, memahami bacaan dengan baik, memahami konsep-konsep dasar, memahami konsep-konsep yang kompleks, merespon tugas-tugas dengan baik, memiliki harapan memperoleh hasil terbaik, menguasai kompetensi, dan aktif dalam proses belajar di kelas. Pada perkuliahan kedua mata kuliah, yaitu Biologi Sel dan Biomolekuler, terdapat kecenderungan yang sama dalam peningkatan setiap aspek tersebut. Semua aspek meningkat dan mencapai skor di atas 70, tetapi peningkatan pada aspek kepercayaan diri dapat mencapai hasil terbaik dan memahami konsep-konsep yang kompleks tidak mencapai skor 70. Hal tersebut dapat dimaknai bahwa peningkatan pada kedua aspek tersebut belum mencapai standar minimal *self efficacy* yang seharusnya dimiliki oleh mahasiswa.

Perkembangan kemampuan multirepresentasi mahasiswa

Hasil analisis data tentang perkembangan kemampuan representasi mahasiswa dalam perkuliahan Biologi Sel dan Biomolekuler dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3 Rerata skor kemampuan multirepresentasi mahasiswa pada mata kuliah Biologi Sel



Gambar 4 Rerata skor kemampuan multirepresentasi mahasiswa pada mata kuliah Biomolekuler

Berdasarkan Gambar 3 dan 4 rerata skor kemampuan multirepresentasi mahasiswa pada mata kuliah Biologi Sel dan Biomolekuler memiliki kecenderungan meningkat. Peningkatan terjadi pada aspek representasi naratif, bergambar, dan interpretasi data pada tabel, sedangkan kemampuan mahasiswa yang masih lemah terjadi pada pemecahan masalah dengan diagram.

Penerapan model *Differentiated Learning* hasil pengembangan telah memberikan efek positif terhadap kemampuan *self efficacy* dan kemampuan multirepresentasi mahasiswa selama mengikuti perkuliahan Biologi Sel dan Biomolekuler. *Self-efficacy* mahasiswa mengalami peningkatan yang signifikan pada semua aspek. Namun demikian, temuan menunjukkan pada aspek kepercayaan diri terkait pemahaman konsep yang kompleks, mahasiswa masih belum mencapai kemampuan yang maksimal. Rerata skor yang diperoleh setelah perkuliahan untuk aspek tersebut masih di bawah skor 60, yang dapat dimaknai bahwa kepercayaan diri mahasiswa pada aspek tersebut masih perlu dilatih.

Model *Differentiated Learning* juga memberikan efek positif terhadap perkembangan kemampuan multirepresentasi mahasiswa, baik pada mata kuliah Biologi Sel maupun Biomolekuler. Meskipun demikian, kemampuan mahasiswa pada representasi dalam bentuk diagram masih belum maksimal pencapaiannya. Pencapaian skor 60 pada akhir perkuliahan belum sesuai harapan. Hal tersebut kemungkinan besar disebabkan oleh belum terbiasanya mahasiswa diberi tantangan permasalahan dengan menggunakan diagram. Pemaknaan diagram harus disertai dengan pemahaman yang kuat serta kemampuan analisis yang memadai. Selain itu, factor lain yang kemungkinan

memberikan kontribusi terhadap kemampuan representasi adalah latar belakang budaya dan lingkungan mahasiswa (Boelens, *et al.*, 2018). Kemampuan multirepresentasi yang baik dapat menginisiasi berkembangnya kemampuan analogi, interpretasi, dan berpikir sistemik. Kemampuan multirepresentasi memberikan kontribusi agar peserta didik mampu membangun pengetahuan lebih detail melalui integrasi antara pengetahuan yang satu dengan pengetahuan lain (Clément & Castéra, 2013).

Terdapat tiga perlakuan utama penerapan model *Differentiated Learning* dalam penelitian ini. Pertama, model tersebut memungkinkan mahasiswa mengembangkan kemampuannya, dengan mengidentifikasi pengetahuan dan pemahaman yang telah diperoleh selama mengikuti perkuliahan. Kedua, model tersebut memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengeksplorasi lebih jauh tentang kemampuan multirepresentasi terkait dengan apa yang dipelajari. Mahasiswa dapat membuka wacana dan pengetahuan lebih luas terkait bentuk-bentuk representasi pengetahuan dan analisis materi yang dibahas dalam perkuliahan. Ketiga, model tersebut dilakukan secara formatif, artinya dilakukan secara periodik disesuaikan dengan materi ajar perkuliahan. Hal tersebut memungkinkan mahasiswa memperkuat kompetensinya secara berjenjang dengan kemampuan yang bervariasi sesuai dengan representasi yang dipelajari. Model tersebut memberikan efek pada motivasi dan berkembangnya kemampuan *self-assessment* peserta didik, sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Widiartini & Suddirtha, (2019) dan Farida, *et al.* (2020).

Benawa (2018) memberikan deskripsi bahwa *self-efficacy* merupakan kekuatan internal dan rasa percaya diri seseorang terhadap kemampuannya untuk melakukan keputusan yang berpengaruh terhadap kualitas kinerjanya. *Self-efficacy* seseorang memberikan kontribusi terhadap cara berpikirnya, hingga memotivasinya untuk berperilaku tertentu. Bandura (1997) menyatakan bahwa *self-efficacy* dapat mempengaruhi empat proses perilaku seseorang, yaitu kemampuan kognitifnya, motivasinya, sikapnya, dan seleksi dalam pengambilan keputusan (Kirbulut & Uzuntiryaki-Kondakci, 2019; Yang *et al.*, 2020).

Pemberian kesempatan dan latihan kepada mahasiswa tentang ragam representasi pengetahuan seperti gambar, grafik, diagram, tabel, peta konsep dapat dimaknai sebagai bentuk multirepresentasi dalam pembelajaran Biologi yang memberikan kontribusi dan memudahkan mahasiswa memahami fenomena yang direpresentasikan (Treagust & Tsui, 2013; Verhoeff, *et al.*, 2013; Won, *et al.*, 2014). Selama proses pembelajaran berlangsung, mahasiswa diberi kesempatan untuk berlatih mengembangkan kemampuan analogi, interpretasi, dan berpikir sistemik. Kemampuan multirepresentasi yang dimiliki mahasiswa akan membangun pengetahuan lebih mendalam melalui abstraksi, ekstensi, dan integrasi antara pengetahuan yang satu dengan pengetahuan lain.

Model *Differentiated Learning* merupakan kerangka filosofi proses pembelajaran yang efektif karena model ini mengakomodir perbedaan dan keberagaman kemampuan peserta didik dalam mempelajari konten, proses berpikir, membangun pengetahuan, mengemukakan gagasan, sehingga kebutuhan peserta didik terpenuhi. Tomlinson (2004) & Rock, *et al.* (2008) mendeskripsikan bahwa *Differentiated Learning* adalah proses belajar yang menekankan pada materi yang harus dipelajari peserta didik dan bagaimana peserta didik dapat mempelajarinya dengan baik. Materi ajar yang dipelajari akan sangat terkait

dengan kemampuan masing-masing peserta didik. Boelens, *et al.* (2018) menambahkan bahwa perbedaan dalam proses pembelajaran klasikal mencakup dua dimensi, yaitu administratif di luar kelas dan kemampuan belajar kelas. Dimensi administratif mencakup aspek latar belakang, tingkat sosio-ekonomi, gender. Adapun dimensi kemampuan belajar di kelas mencakup aspek konten atau materi ajar, proses belajar, produk belajar, dan efek proses belajar.

Untuk penguasaan konten, pengajar sebaiknya mengadaptasikan dengan keberagaman kemampuan peserta didik. Kemungkinan ada peserta didik yang lebih mudah memahami jika narasi disertai dengan gambar, diagram, animasi, atau yang lain. Konten dapat dikemas secara sederhana atau mencakup tantangan, tergantung pada kesiapan dan kemampuan peserta didik. Proses pembelajaran juga dapat divariasikan, kadang klasikal, kelompok kecil, individual, proyek kelompok, eksplorasi lapangan, *field trip*, atau yang lain. Produk belajar dapat disesuaikan dengan kemampuan siswa, kadang dalam bentuk laporan naratif, diagram, animasi, video, atau yang lainnya (McKee, 2020).

Dalam implementasinya, keberhasilan pengembangan dan penerapan model *Differentiated Learning* tergantung pada tingkat kesiapan belajar, ketertarikan belajar, dan preferensi peserta didik (Algozzine & Anderson, 2007; Zervoudakis, *et al.*, 2019). Sebagai tahapan awal, sebaiknya pengajar melakukan pra-asesmen dengan mengidentifikasi kemampuan peserta didik terkait dengan materi yang akan dibahas. Dengan demikian, pengajar tidak akan mengembangkan strategi pembelajaran yang merugikan proses belajar peserta didik.

KESIMPULAN

Simpulan yang diperoleh melalui penelitian ini adalah (1) penerapan model *Differentiated Learning* memberikan efek positif terhadap perkembangan *self-efficacy* mahasiswa. Delapan indikator *self-efficacy* mengalami peningkatan skor setelah perkuliahan. Terdapat dua predictor yang perkembangannya belum maksimal, yaitu keyakinan mencapai yang terbaik dan kemampuan menguasai konsep kompleks, (2) model *Differentiated Learning* juga memberikan kontribusi positif terhadap perkembangan kemampuan multirepresentasi mahasiswa selama perkuliahan berlangsung. Kemampuan memecahkan masalah naratif, bergambar, interpretasi data pada tabel mengalami peningkatan yang signifikan. Sementara itu, kemampuan representasi dalam bentuk diagram yang dimiliki mahasiswa masih perlu ditingkatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Algozzine, B. & Anderson, K.M. (2007). Differentiating Instruction to Include All Student. *Preventing School Failure Alternative Education for Children and Youth*, 51 (3): 49-54.
- Benawa, A. (2018). The important to growing self-efficacy to improve achievement motivation. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 126 (2018) 012086 DOI:10.1088/1755-1315/126/1/012086
- Boelens, R., Voet, M., De Wever, B. (2018). The design of blended learning in response to student diversity in higher education: Instructors' views and use of differentiated instruction in blended learning. *Computers & Education*, 120: 197–212. doi:10.1016/j.compedu.2018.02.009. hdl:1854/LU-8550786. ISSN 0360-1315.

- Clément, P. & Castéra, J. (2013). Multiple representations of human genetics in biology textbooks. D.F. Treagust, D.F. & Tsui, C.Y. *Multiple Representations in Biological Education*, Springer: 147-164.
- Ketelhut, D.J. (2007). The impact of student self-efficacy on scientific inquiry skills: An exploratory investigation in river city, a multi-user virtual environment. *Journal of Science Education and Technology*, 16 (1) DOI: 10.1007/s10956-006-9038-y
- Kirbulut, Z.D. & Uzuntiryaki-Kondakci, E. (2019). Examining the mediating effect of science self-efficacy on the relationship between metavariabls and science achievement. *International Journal of Science Education*, 41 (8): 995-1014, DOI: 10.1080/09500693.2019.1585594
- McKee, C. (2020). Differentiation techniques and their effectiveness for video game art and design lectures in higher education. *The Computer Games Journal*, 9: 75–90. doi:10.1007/s40869-020-00096-3. S2CID 210716123.
- Rock, M.L., Gregg, M., Ellis, E., Gable, R.A. (2008). REACH: A framework for differentiating classroom instruction. *Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth*, 52 (2): 31–47. doi:10.3200/PSFL.52.2.31-47. ISSN 1045-988X. S2CID 144948134.
- Tomlinson, C.A. (2004). Point/counterpoint. *Roeper Review*. 26 (4):188-189. doi:10.1080/02783190409554268. ISSN 0278-3193.
- Tsui, C.Y. & Treagust, D.F. (2013). Introduction to multiple representations: Their importance in biology and biological education. Book Chapter: Treagust, D.F. & Tsui, C.Y. *Multiple Representations in Biological Education*, Springer: 3-18.
- Verhoeff, R.P., Boersma, K.T., Waarlo, A.J. (2013). Multiple Representations in Modeling Strategies for the Development of Systems Thinking in Biology Education. Book Chapter: Treagust, D.F. & Tsui, C.Y. *Multiple Representations in Biological Education*, Springer: 331-348.
- Widiartini, N.K., & Sudirtha, I.G. (2019). Effect of KWL Learning Method (Know-Want-Learn) and Self-Assessment on Student Learning Independence Vocational High School. *International Journal of Social Sciences and Humanities*, 3(2), August 2019, 277~284. <https://doi.org/10.29332/ijssh.v3n2.331>.
- Won, M., Yoon, H., Treagust, D.F. (2014). Students' Learning Strategies With Multiple Representations: Explanations of the Human Breathing Mechanism. *Science Education*, 98:840–866.
- Yang, X., Zhang, M., Kong, L., Wang, Q., Hong, J.C. (2020). The effects of scientific self-efficacy and cognitive anxiety on science engagement with the “Question-Observation-Doing-Explanation” model during school disruption in covid - 19 pandemic. *Journal of Science Education and Technology*.
- Yusuf, M. (2011). The impact of self-efficacy, achievement motivation, and self-regulated learning strategies on students' academic achievement. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15 (2011): 2623–2626.
- Zervoudakis, K., Mastrothanasis, K., Tsafarakis, S. (2019). Forming automatic groups of learners using particle swarm optimization for applications of differentiated instruction. *Computer Applications in Engineering Education*, 28 (2): 282–292. doi:10.1002/cae.22191. S2CID 214199080.