

Buku Ajar Berbasis Penelitian *In Silico* pada Matakuliah Teknik Analisis Biologi Molekuler untuk Mahasiswa Strata 1 Biologi

Nanda Hilda Khikmawati¹, Mohamad Amin¹, Endang Suarsini¹

¹Pendidikan Biologi-Pascasarjana Universitas Negeri Malang

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima: 26-04-2018

Disetujui: 17-09-2018

Kata kunci:

textbooks;
in silico;
engineering and molecular
analysis;
buku ajar;
in silico;
teknik dan analisis molekuler

Alamat Korespondensi:

Nanda Hilda Khikmawati
Pendidikan Biologi
Pascasarjana Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang
E-mail: nandahildakh@gmail.com

ABSTRAK

Abstract: The aim of this research is developing textbook based in silico research result for Molecular Biology Engineering and Analysis. The development of this textbook is based on the results of the need assessments of the Biology students who have taken Molecular Biology Engineering and Analysis subject, 50% said that books related to the subject are hard to find and subject material is molecularly difficult to understand due to limited visualization. Textbooks related to in silico materials are expected to aid learning considering in silico can enable molecular visualization. The validation results show that developed textbooks are quite feasible to be used with 80% validation values for practicality of use, 88.6% for display modules and 90% for language usage.

Abstrak: Tujuan penelitian ini ialah untuk mengembangkan buku ajar berdasarkan hasil penelitian *in silico* untuk matakuliah Teknik dan Analisis Biologi Molekuler. Pengembangan buku ajar ini didasarkan atas hasil analisis kebutuhan terhadap mahasiswa Biologi yang telah menempuh matakuliah Teknik dan Analisis Biologi Molekuler 50% mengatakan bahwa buku terkait matakuliah Teknik dan Analisis Biologi Molekuler susah dicari dan materinya bersifat molekuler susah dipahami karena visualisasi yang terbatas. Buku ajar terkait materi *in silico* diharapkan dapat membantu pembelajaran mengingat *in silico* dapat memungkinkan visualisasi molekuler. Hasil validasi menunjukkan buku ajar yang dikembangkan cukup layak digunakan dengan nilai validasi 80% untuk kepraktisan penggunaan, 88,6% untuk tampilan modul, dan 90% untuk penggunaan bahasa.

Kehidupan manusia semakin kompleks seiring dengan perkembangan pengetahuan dan teknologi. Beberapa permasalahan yang muncul pada abad 21 sebagai dampak IPTEK yaitu peningkatan potensi sumber daya manusia, ketersediaan sumber daya alam (SDA) yang mulai menipis, penguasaan teknologi, dan keberlanjutan kehidupan masyarakat (Martin, 2007). Greenstein (2012) menyebutkan terdapat empat domain utama yang perlu dikembangkan untuk mengatasi tantangan abad 21 yaitu kemampuan berpikir baik kritis maupun kreatif, kreatif dalam memecahkan masalah, berkomunikasi secara efektif serta kolaboratif dan mengembangkan kemampuan literasi. Kemampuan literasi terbagi dalam dua macam, yakni literasi visual dan digital (Turiman, Omar, Daud, & Osman, 2012). Literasi digital meliputi dua hal yaitu literasi teknologi dan literasi sains (NCREL, 2003). Literasi sains merupakan kemampuan untuk memecahkan masalah dengan metode ilmiah, sementara literasi teknologi merupakan kemampuan pemecahan masalah dengan menggunakan teknologi (Turiman et al., 2012). Literasi teknologi merupakan kemampuan utama yang perlu dimiliki sebagai bekal untuk menghadapi tantangan abad 21 sebab hampir setiap aspek kehidupan seperti pendidikan (Akpan, 2010; Fontella, 2002; Miller, Michalski, & Steven, 2002), kesehatan (Arber & Brauchbar, 2000; Lubitz, 2011), ekonomi (Dierkes, Hofmann, & Marz, 2000), komunikasi dan transportasi (Miller et al., 2002) terintegrasi dengan teknologi.

Tantangan abad 21 pada berbagai bidang kehidupan membutuhkan sumber daya manusia yang memadai ialah pendidikan. Pendidikan merupakan sarana untuk menyiapkan peserta didik untuk memiliki kompetensi tertentu dalam menghadapi tantangan abad 21 (Foroushani, Mahini, & Reza, 2012). Upaya peningkatan pendidikan untuk menyiapkan sumber daya manusia perlu dipikirkan secara matang. Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) menjelaskan bahwa lulusan Sarjana strata (S1) harus memiliki kualifikasi level 6 yaitu kemampuan untuk mengaplikasikan IPTEKS dalam menyelesaikan masalah (DIKTI, 2005).

Salah satu upaya agar kemampuan level 6 bisa tercapai yaitu dengan mengintegrasikan *Integration, Communication, and Technology* (ICT) dalam pembelajaran (Pheeraphan, 2013). Akan tetapi, kenyataan di lapangan penggunaan teknologi hanya sebagai sarana pembelajaran, bukan diajarkan pada peserta didik sebagai sarana fungsional untuk memecahkan masalah (Oyarzo, 2011). Salah satu bidang sains yang memanfaatkan teknologi untuk menyelesaikan suatu masalah ialah Bioinformatika (Luscombe, Greenbaum, & Gerstein, 2001). Bioinformatika terbagi menjadi dua bahasan utama yaitu *software* dan *database* molekuler untuk analisis molekuler (Xiong, 2006). Bioinformatika dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan melakukan percobaan berpendekatan *in silico*, yaitu sebuah simulasi yang mewakili kondisi sebenarnya untuk memudahkan suatu penelitian dengan mempersingkat waktu dan biaya penelitian (Meier, Michalski, & Steven, 2017). S

alah satu Program Studi di Universitas Negeri Malang yaitu S1 Biologi memfasilitasi mahasiswa untuk menghadapi permasalahan di bidang Biologi. Salah satu matakuliah yang disajikan untuk membekali mahasiswa mengatasi permasalahan di bidang Biologi terutama bidang molekuler ialah matakuliah Teknik dan Analisis Biologi Molekuler. Hasil angket yang disebar kepada 30 mahasiswa Biologi yang telah menempuh matakuliah ini menunjukkan bahwa sekitar 53% mahasiswa tidak hanya menggunakan teknologi sebagai sarana, tetapi juga sebagai alat untuk memecahkan masalah. Salah satu teknik yang pernah lakukan ialah Bioinformatika. Namun, sebanyak 63% mahasiswa mengalami kesulitan dalam mengikuti pembelajaran. Sebanyak 40% mahasiswa menyatakan bahwa kesulitan yang dialami saat mengikuti perkuliahan ialah rujukan yang didapat. Oleh karena itu, diperlukan suatu penelitian pengembangan untuk mengembangkan suatu rujukan yang relevan dalam menunjang matakuliah tersebut.

Rujukan yang dikembangkan dalam penelitian ini ialah buku ajar berbasis penelitian *in silico*. Buku ajar merupakan buku yang disusun untuk keperluan pembelajaran berisi materi ajar yang akan disampaikan kepada mahasiswa (Prastowo, 2014). Buku ajar dipilih sebab dapat menjadi sumber rujukan yang lengkap bagi mahasiswa (Prastowo, 2014), hal ini sesuai dengan kebutuhan mahasiswa yang menyatakan bahwa mereka kesulitan memperoleh rujukan berupa buku sebanyak 40%. Buku ajar yang dikembangkan berdasarkan penelitian *in silico* karena bahan ajar yang dikembangkan berdasarkan hasil penelitian dapat melatih peserta didik untuk menerapkan ilmunya terhadap permasalahan yang lebih kontekstual (Amin, 2010). Penelitian *in silico* dipilih untuk lebih meningkatkan kemampuan teknologi peserta didik, sebab penelitian *in silico* berkaitan erat dengan pemanfaatan teknologi terutama terkait hal komputasi (Xiong, 2006). Selain itu, penelitian *in silico* ialah suatu bentuk pendidikan penelitian yang memanfaatkan data virtual untuk mensimulasikan kondisi yang sebenarnya. Penelitian *in silico* biasanya terkait dengan kondisi molekuler yang tidak bisa diamati secara langsung. Hal ini tentu membantu pembelajaran matakuliah Teknik Analisis Biologi Molekuler (TABM) mengingat 30% mahasiswa menyebutkan bahwa materi Teknik Analisis Biologi Molekuler sulit dipahami karena kurangnya ilustrasi yang membuat mereka memahami materi.

METODE

Model penelitian dan pengembangan menggunakan model ADDIE (*analyze, design, development, implementation, dan evaluate*) yang dikembangkan oleh Branch (2009). Penelitian yang dilakukan terbatas pada tahap *development*, sebab materi yang diusung dalam penelitian terbilang baru sehingga bila diimplementasikan membutuhkan persiapan yang cukup lama. Tahap awal penelitian ini ialah analisis kebutuhan yang dilakukan dengan menyebarkan angket terkait perkuliahan terhadap 30 mahasiswa Biologi S1 Universitas Negeri Malang yang telah menempuh matakuliah Teknik Analisis Biologi Molekuler.

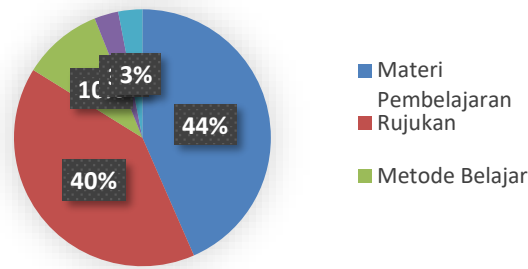
Design merupakan tahap untuk merancang produk yang akan dikembangkan. Prototype yang dihasilkan dari tahap *design*, berasal dari analisis capaian pembelajaran yang diinginkan. Pada tahap *design* juga ditentukan bagian hasil penelitian yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan produk bahan ajar.

Development merupakan tahap pengembangan produk sesuai prototype yang disusun. Pada akhir tahap *development* terdapat tahap revisi formatif untuk menentukan kelayakan produk yang dikembangkan. Kelayakan produk dinilai berdasarkan hasil validasi ahli dan uji keterbacaan bagi mahasiswa.

HASIL

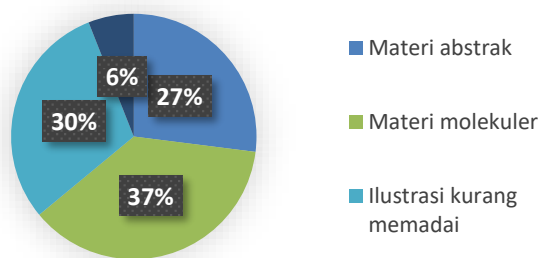
Tahap *Analyze*

Pada tahap *analyze* dilakukan analisis kebutuhan untuk mengetahui kondisi pembelajaran di lapangan dan kebutuhan pembelajaran. Analisis kebutuhan dilakukan dengan penyebaran angket terhadap 30 mahasiswa untuk mengetahui gambaran perkuliahan Teknik dan Analisis Biologi Molekuler. Pertanyaan yang diajukan terkait kesulitan pembelajaran yang dialami mahasiswa. Hasil pengisian angket terkait kesulitan yang dialami mahasiswa disajikan pada Gambar 1.



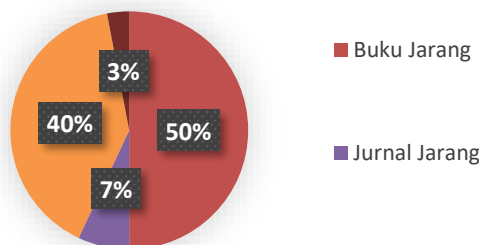
Gambar 1. Hasil Pengisian Angket terkait Kesulitan Mahasiswa Selama Kegiatan Pembelajaran

Hasil angket menunjukkan bahwa sebagian besar kesulitan yang dialami mahasiswa selama pembelajaran ialah akibat materi yang sulit dengan persentase 44% serta kesulitan dalam memperoleh rujukan dengan persentase sebesar 40%. Alasan kesulitan mahasiswa dalam memahami materi berdasarkan hasil pengisian angket disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Persentase Penyebab Kesulitan Pemahaman Materi Mahasiswa

Hasil pengisian angket terkait penyebab kesulitan mahasiswa dalam memahami materi didominasi oleh objek belajar molekuler sebanyak 37% dan tidak adanya ilustrasi sebanyak 30% untuk merepresentasikan objek pembelajaran yang sulit dilihat secara langsung. Sementara hasil pengisian angket terkait dengan kesulitan dalam penggunaan rujukan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Persentase Kesulitan Mahasiswa dalam Penggunaan Rujukan

Hasil pengisian angket menunjukkan bahwa faktor terbesar yang menyebabkan mahasiswa mengalami kesulitan dalam menggunakan rujukan saat proses pembelajaran ialah kesulitan memperoleh buku rujukan dengan persentase sebesar 50%.

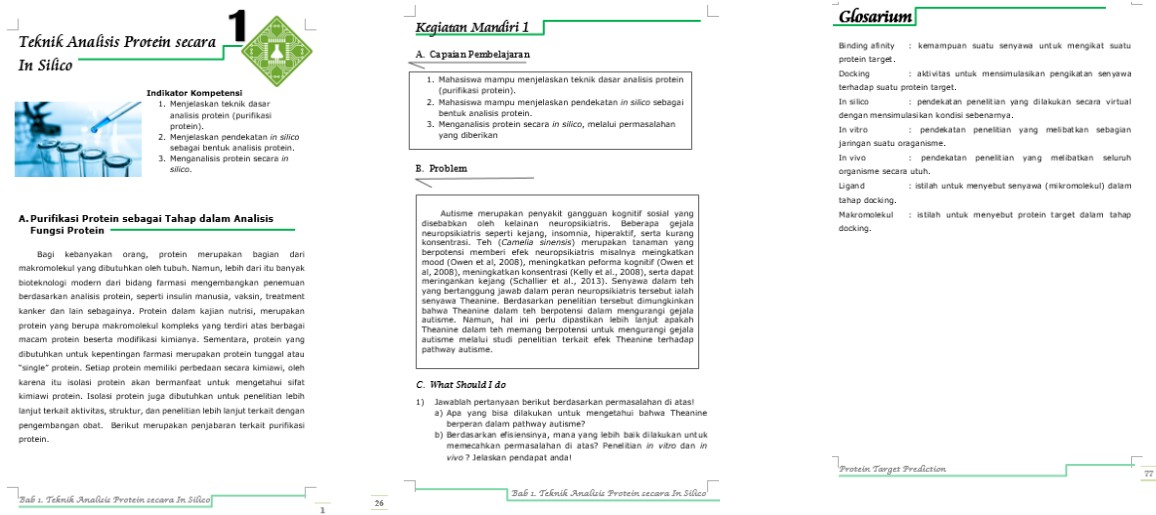
Tahap Design

Tahap *design* merupakan tahap untuk menyusun prototype produk yang akan dikembangkan. Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa produk yang dibutuhkan dalam pembelajaran ialah buku ajar. Buku ajar yang dikembangkan didasarkan berdasarkan hasil penelitian *in silico* untuk memberikan gambaran bagi mahasiswa terkait visualisasi aspek molekuler dalam Biologi. Kompetensi dasar yang dipilih dalam penelitian ini ialah kemampuan untuk menjelaskan dan melaksanakan analisis protein yang dilakukan secara *in silico*, dengan indikator kemampuan untuk menjelaskan purifikasi protein, menjelaskan pengertian *in silico*, melakukan analisis protein secara *in silico*, menjelaskan langkah *protein target prediction*, dan menggunakan teknik *protein target prediction* untuk menentukan potensi senyawa sebagai obat.

Tahap Development

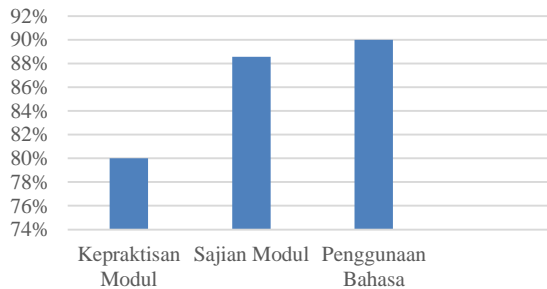
Tahap *development* merupakan tahap mengembangkan prototype produk menjadi produk yang sebenarnya. Buku ajar yang dikembangkan dalam penelitian ini terdiri atas capaian pembelajaran, materi pembelajaran, tugas mandiri, ringkasan konsep, uji kompetensi, pembahasan tugas mandiri, glosarium, dan daftar rujukan. Deskripsi modul yang dikembangkan dijabarkan sebagai berikut.

Capaian pembelajaran berisi kompetensi dasar dan indikator kompetensi yang akan dicapai mahasiswa selama proses pembelajaran. Jabaran materi menyesuaikan capaian kompetensi yang dicapai. Tugas mandiri disusun sebagai bentuk latihan untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa. Ringkasan konsep berisi uraian singkat hal penting yang perlu dipahami dalam tiap bab. Uji kompetensi berisi pertanyaan untuk melatih pemahaman mahasiswa. Glosarium berisi istilah-istilah sulit yang perlu dipahami mahasiswa. Contoh hasil pengembangan buku ajar disajikan pada Gambar 4.



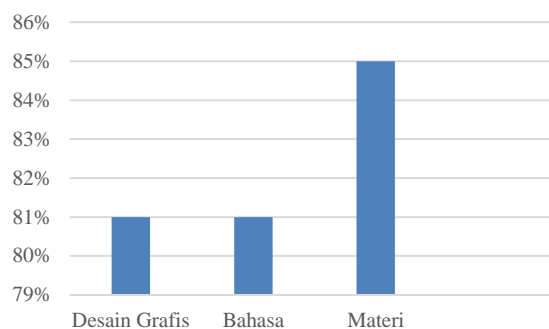
Gambar 4. Contoh Produk Buku Ajar yang Dikembangkan

Tahap berikutnya setelah menyusun ialah melakukan validasi modul dan uji keterbacaan pada modul pada mahasiswa yang telah menempuh matakuliah TABM. Hasil validasi modul disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Validasi Produk

Setelah melakukan validasi tahap berikutnya ialah uji keterbacaan pada mahasiswa yang telah menempuh matakuliah Teknik Analisis Biologi Molekuler. Mahasiswa yang melakukan uji keterbacaan merupakan mahasiswa angkatan 2015 sebanyak 25 mahasiswa. Hasil uji keterbacaan disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Uji Keterbacaan

PEMBAHASAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa 50% menyatakan bahwa kesulitan untuk memperoleh rujukan ialah karena kurangnya buku terkait materi kuliah kurang. Oleh karena itu, produk yang dikembangkan ialah buku ajar sebab buku ajar menyediakan materi terkait kompetensi yang ingin dicapai serta dapat digunakan sebagai sumber rujukan bagi mahasiswa (Prastowo, 2014). Buku ajar yang dikembangkan didasarkan hasil penelitian *in silico*. Amin (2010) menjelaskan bahwa buku ajar yang dikembangkan berdasarkan hasil penelitian lebih bagus karena membiasakan peserta didik untuk mempraktikkan secara langsung konsep pengetahuan yang mereka peroleh untuk memecahkan masalah. Penelitian *in silico* dipilih untuk memudahkan mahasiswa mempelajari materi molekuler yang susah menurut 37% mahasiswa karena tidak ada visualisasi yang menggambarkan objek pembelajaran. Luscombe, et al. (2001) menyebutkan bahwa penelitian pendekatan *in silico* mengupayakan visualisasi molekuler dengan memanfaatkan komputasi data virtual.

Tahap terakhir dari penelitian ini ialah evaluasi formatif yang dilakukan dengan penilaian yang dilakukan dengan cara validasi produk dan uji keterbacaan. Hasil validasi menunjukkan buku ajar yang dikembangkan memperoleh kelayakan sebesar 80% untuk aspek kepraktisan, 88,6% untuk aspek sajian, dan 90% untuk aspek bahasa. Akbar (2013) menyebutkan bahwa kelayakan di atas 80% dapat dikatakan bahwa suatu produk sudah cukup valid. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa buku ajar yang dikembangkan sudah cukup valid. Untuk uji keterbacaan buku ajar yang dikembangkan memperoleh kelayakan terbaca sebesar 81% pada desain grafis, 81% pada aspek bahasa, dan 85% pada aspek materi. Aspek materi memperoleh nilai yang cukup banyak sebab berdasarkan pengisian lembar uji keterbacaan, mahasiswa menyebutkan bahwa materi yang disajikan pada buku ajar cukup membantu dalam meningkatkan kemampuan mereka dalam memanfaatkan teknologi. Hal ini dikarenakan buku ajar yang dikembangkan berdasarkan hasil penelitian *in silico* yang memanfaatkan kajian bioinformatika. Xiong (2006) menjelaskan bahwa kajian bioinformatika menyangkut dua hal, yaitu *database* dan *software* tertentu yang erat kaitannya dengan teknologi.

SIMPULAN

Hasil pengembangan buku ajar berdasarkan hasil penelitian *in silico* untuk matakuliah Teknik Analisis Biologi Molekuler sudah cukup layak digunakan dilihat dari hasil validasi dan uji keterbacaan sudah cukup layak digunakan untuk membantu proses perkuliahan dan berpotensi meningkatkan kemampuan teknologi mahasiswa. Pada penelitian pengembangan berikutnya sebaiknya dilakukan uji efektivitas dengan menerapkan buku ajar yang dikembangkan pada proses pembelajaran, sehingga kekurangan buku ajar saat digunakan dalam pembelajaran dapat dijadikan sebagai bahan revisi.

DAFTAR RUJUKAN

- Akbar, S. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Akpan, Ben B. (2010). Innovations in Science and Technology Education Through Science Teacher Associations. *Science Education International*, 21(2), 67—79.
- Amin, M. (2010). *Implementasi Hasil-Hasil Penelitian Bidang Biologi Dalam Pembelajaran*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Pendidikan Biologi FKIP UNS 2010.
- Branch. (2009). *International Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer.
- Dierkes, M., Hofmann, J., & Marz, L. (2000). Technological Development and Organisational Change: Differing Pattern. *21st Century Technologies, Promise and Perils of A Dynamic Future* (pp. 97-122). German: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Dikti. (2015). *Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jendral Pembelajaran dan Kemahasiswaan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Indonesia.
- Foroushani, Z. J., Mahini, F., & Reza, A. (2012). Moral education as learner's need in 21 century: Kant ideas on education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 47, 244–249. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.646>

- Fontela, E. (2000). Enabling Macro Condition for Realising Technology's Potential. *21st Century Technologies, Promise and Perils of A Dynamic Future* (pp. 123-146). German: Organisation for Economic Co-Operation and Development.
- Greenstein, L. (2012). *Assesing 21st Century Skills*. California: Corwin.
- Lubitz, Dag Von. (2010). *Healthcare Among The People: Teams of Leaders Concept (TOL) and The World of Technology oriented Global Healthcare*. New York: Medical Information Science Reference
- Luscombe, N. M., Greenbaum, D., & Gerstein, M. (2001). What is Bioinformatics ? A Proposed Definition and Overview of the Field, 346–358.
- Martin, B. J. (2007). The 17 Great Challenges of the Twenty-First Century, (3), 3–5.
- Meier, R., Ruttkies, C., Treutler, H., & Neumann, S. (2017). Bioinformatic Can Boost Metabolismics Research. *Journal of Biotechnology*, 261, 137-141.
- Miller, R., Michalski, W., & Stevens, B. (2000). The Promises and Perils of 21st Century Technology: An Overview of The Issues. *21st Century Technologies, Promise and Perils of A Dynamic Future* (pp. 7-32). German: Organisation for Economic Co-Operation and Development.
- NCREL. (2003). *Engauge 21st century skills: literacy in the digital age. North Central Regional Educational Laboratory and the Metiri Group*. Retrieved from http://www.grrec.ky.gov/SLC_grant/engauge21st_Century_Skills.pdf.
- Oyarzo, F. (2011). Competencies for the 21st Century : Integrating ICT to Life, School and Economical Development. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 28, 54–57. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.11.011>
- Pheeraphan, N. (2013). Enhancement of the 21 st Century Skills for Thai Higher Education by Integration of ICT in Classroom. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 103, 365–373. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.346>
- Prastowo, A. (2014). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Turiman, P., Omar, J., Daud, A. M., & Osman, K. (2012). Fostering the 21 st Century Skills through Scientific Literacy and Science Process Skills, 59, 110–116. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.253>