

Pelatihan Pembuatan E-Modul Pembelajaran Kimia Berbasis *Project Based Learning* (PJBL) Dengan Pendekatan STEM Pada MGMP Kimia Kota Palu

Baharuddin Hamzah^{a,*}, Sitti Rahmawati^a, Afadil^a, & Muhammad Fath Azzajjad^b

^aUniversitas Tadulako, Jl. Soekarno Hatta No.KM. 9, Tondo, Kec. Mantikulore, Kota Palu, 94148, Indonesia

^bUniversitas Sembilanbelas November, Jl. Pemuda No.339, Tahoa, Kec. Kolaka, Kabupaten Kolaka, 93561, Indonesia

Abstract

E-modul adalah modul digital non-cetak yang dibuat dengan komputer dan elemen multimedia untuk membuatnya lebih menarik dan interaktif. Memadukan model pembelajaran berbasis proyek (PjBL) dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan siswa untuk berpikir kritis, kreatif, dan bekerja sama. Ini adalah salah satu inovasi yang dapat digunakan. Namun, tidak ada e-modul kimia berbasis PjBL-STEM yang tersedia di Kota Palu. Guru MGMP kimia di kota tersebut menghadapi kesulitan dalam membuat e-modul yang interaktif dan relevan dengan pendekatan tersebut. Dengan bantuan masyarakat, mereka diberi pelatihan tentang desain e-modul, pembuatan e-modul berbasis PjBL-STEM, dan penerapan pembelajaran berbasis proyek. Sebagai hasilnya, guru MGMP kimia di Palu berhasil mengembangkan e-modul yang meningkatkan literasi numerasi. Luaran dalam bentuk modul berbasis PjBl dengan pendekatan STEM yang ber-ISBN dan HaKi.

Keywords: E-modul, Guru Kimia, STEM, PjBL, Literasi Numerasi.

1. Pendahuluan

Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) kimia kota Palu yang mempunyai anggota kelompok sekitar 47 orang guru. Anggotanya berasal dari 9 SMA Negeri yakni SMAN 1, SMAN 2, SMAN 3, SMAN 4, SMAN 5, SMAN 6, SMAN 7, SMAN 8, dan SMAN 9 beserta SMA swasta di kota Palu yakni SMA Muhammadiyah, SMA Karunadipa, SMA Katolik, SMA BK, SMA Berdikari, SMA Swadaya, SMA GKST, SMA Advent, dan SMA Mamboro. Kelompok guru kimia yang tersebar di sekolah tersebut, kurang aktif mengikuti MGMP. Persentase kehadiran yang mengikuti MGMP hanya sekitar 35 %.



Gambar 1. Suasana MGMP Kimia Materi Evaluasi

Materi yang dibahas dalam MGMP masih terbatas pada perangkat pembelajaran (penyusunan RPP), evaluasi pembelajaran dan penelitian tindakan kelas (Gambar 1). Karena itu masih banyak permasalahan-permasalahan yang esensial yang dibutuhkan di sekolah-sekolah belum terungkap di MGMP yang tidak kalah pentingnya adalah peran teknologi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran, seperti penggunaan model, pendekatan dan media pembelajaran

* Corresponding author:

E-mail address: baharuddin13041957@gmail.com

interaktif (Daryanto, 2013). Para guru Kimia dituntut untuk dapat mengembangkan kemampuan mereka dalam menggunakan teknologi untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang lebih menarik dan relevan bagi siswa, seperti penggunaan model dan media pembelajaran yang tepat.

Media pembelajaran interaktif yang dapat digunakan dapat berupa modul elektronik (e-modul). E-modul adalah modul versi elektronik, dimana akses dan penggunaannya dilakukan melalui alat elektronik seperti komputer, laptop, tablet, atau bahkan smartphone (Nopiani dkk, 2021). Kelebihan e-modul dari bahan ajar cetak adalah e-modul lengkap dengan media interaktif seperti video, audio, animasi dan fitur interaktif lain yang dapat dimainkan dan diputar ulang oleh peserta didik saat menggunakan e-modul. E-modul dinilai bersifat inovatif karena dapat menampilkan bahan ajar yang lengkap, menarik, interaktif, dan mengemban fungsi kognitif yang bagus. Modul digunakan untuk memudahkan peserta didik memahami materi yang disajikan secara mandiri atau melalui bimbingan pendidik dengan isi materi modul yang menarik (Hamid & Alberida, 2021).

Modul lebih menarik akan menjadi lebih baik, maka para guru juga perlu inovasi dalam mengembangkan modul, yaitu modul berbasis pendekatan, metode atau model. Permasalahan terkait dengan model pembelajaran abad 21 yang populer dan banyak diimplementasikan, meliputi model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL), *Inquiry Based Learning* (IBL), dan yang saat ini sedang gencar dipublikasikan adalah pendekatan STEM-PjBL (Triana dkk, 2020). STEM merupakan akronim dari *science, technology, engineering, and mathematics* (Davidi dkk, 2021). Perpaduan penerapan pendekatan STEM dengan model pembelajaran *project based learning* (PjBL) dapat mendorong terjalin kerja sama antara lembaga pendidikan dan industri. Model PjBL menekankan pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM yang menuntut integrasi antara ilmu pengetahuan alam, teknologi, rekayasa, dan matematika. Perpaduan tersebut dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif pada siswa mereka.

Berdasarkan observasi awal diperoleh kenyataan dilapangan berdasarkan wawancara dengan ketua MGMP kimia kota Palu Ibu Rohmala Enar, belum tersedia e-modul pembelajaran kimia yang berbasis PjBL dengan pendekatan STEM untuk guru dan siswa di Kota Palu. Hal tersebut disebabkan masih banyak guru yang belum memiliki keterampilan yang memadai tentang 1) prinsip-prinsip dan desain e-modul yang menarik dan interaktif serta aplikasi/software yang digunakan. dalam: pembuatan e-modul, 2) penerapan *Project Based Learning* (PjBL) yang efektif dan sesuai dengan kurikulum, 3). Pendekatan STEM, yang menggabungkan sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam pembelajaran kimia.

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan, dapat disimpulkan bahwa kemampuan guru khususnya yang tergabung dalam MGMP kota Palu dalam menyusun e-modul berbasis PjBL dengan pendekatan STEM masih perlu ditingkatkan. Oleh karena itu, dalam upaya membantu guru meningkatkan pemahamannya tentang pembuatan e-modul tersebut, perlu diadakan suatu pelatihan bagi guru-guru. Tim pengabdian dari Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Tadulako tergugah untuk melaksanakan suatu kegiatan pengabdian kepada masyarakat, dengan judul “Pelatihan Penyusunan e-modul berbasis PjBL dengan pendekatan STEM untuk Mengembangkan Kemampuan literasi numerasi Guru Kimia di kota Palu”. Melalui pelatihan ini, kami berharap para guru Kimia di Kota Palu dapat merespons tantangan zaman dengan memanfaatkan teknologi secara optimal dalam proses pembelajaran. Dengan demikian, kami percaya bahwa pelatihan ini akan memberikan kontribusi positif dalam peningkatan kualitas pendidikan di Kota Palu dan mempersiapkan generasi muda untuk menghadapi tuntutan masa depan yang semakin kompleks dan beragam.

2. Metode

Metode pendekatan yang telah dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan mitra adalah: 1). Penyajian materi berkaitan dengan prinsip-prinsip desain e-modul yang menarik dan interaktif. 2) Penyajian materi berkaitan dengan analisis dan interpretasi materi kimia yang berkaitan dengan pembelajaran berbasis project, 3). Penyajian materi berkaitan dengan analisis materi kimia berkaitan dengan sains, teknologi, teknik, dan matematika serta teknik penggabungannya dalam pembelajaran kimia (STEM), 4) Diskusi dan tanya jawab berkaitan dengan materi prinsip-prinsip desain e-modul yang menarik dan interaktif, PjBL dan STEM 5) Pemberian pelatihan dan praktek penyusunan e-modul berbasis PjBL dengan pendekatan STEM., pembuatan buku bank soal ber-isbn yang dapat digunakan oleh mitra disekolah masing-masing. 6) Melakukan pendampingan untuk memastikan bahwa materi yang disampaikan kepada mitra dapat dilaksanakan dengan baik sehingga hasil yang diperoleh dapat mencapai sasaran yaitu guru-guru mitra dapat membuat e-modul berbasis PjBL dengan pendekatan STEM.

Program pengabdian pada mitra MGMP kimia kota Palu dilaksanakan di SMAN 4 Palu. Kegiatan pengabdian yang dilaksanakan adalah:

- a. Sosialisasi dengan pihak sekolah dan Dinas
- b. Penjelasan kepada peserta tentang prinsip-prinsip desain e-modul yang menarik dan interaktif, analisis materi kimia berkaitan dengan PjBL dan STEM serta melatih/ mempraktekkannya untuk memberikan pengalaman langsung membuat modul/e-modul sehingga mendapatkan informasi tambahan pengetahuan dalam mengembangkan kemampuan literasi numerasi Kelompok Mitra
- c. Kerja praktek pembuatan/penyusunan modul/e-modul materi kelas X-XII, yang dilakukan langsung oleh guru-guru yang tergabung dalam MGMP kimia kota Palu didampingi tim pelaksana pengabdian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pelaksanaan Pelatihan

Pelaksanaan pengabdian diawali dengan sosialisasi dengan instansi terkait, MGMP Kimia Kota Palu. Sosialisasi ini bertujuan untuk memberi informasi kepada instansi terkait mengenai pengabdian dan agar peserta mengetahui maksud dari pelaksanaan program tersebut oleh tim pelaksana agar tidak terjadi kesalahan informasi. Selanjutnya setelah penyampaian rencana program secara menyeluruh dilanjutkan dengan pemberian pelatihan yang berkenaan dengan tema pengabdian yaitu: Pelatihan Penyusunan e-modul berbasis PjBl dengan pendekatan STEM untuk Mengembangkan Kemampuan literasi numerasi Guru Kimia di kota Palu.

Pelatihan dilaksanakan di SMAN 4 Palu. Dalam pelaksanaan pelatihan tersebut, peserta yang terlibat adalah anggota MGMP Kimia kota Palu. Jumlah peserta yang diikuti dalam pelatihan ini sebanyak 30 orang.

Materi pelatihan meliputi: Prinsip-prinsip desain e-modul yang menarik dan interaktif, Teknik Analisis dan interpretasi materi kimia berbasis PjPL dengan pendekatan STEM, Teknik pembuatan modul/e-modul berbasis PjBL pendekatan STEM serta Teknik Pembuatan Hak cipta (HaKi) serta mempraktekkan secara langsung serta untuk memberikan pengalaman langsung menyusun modul/e-modul untuk materi kimia kelas 10 sampai 12 serta pendampingan pembuatan modul/e-modul berbasis PjBl dengan pendekatan STEM materi Kimia kelas X - XII.

Pembelajaran berbasis pendekatan STEM adalah sebuah pendekatan pembelajaran yang menekankan pada hubungan pengetahuan dan keterampilan *science, technology, engineering, and mathematics* (STEM) dengan memfokuskan proses pendidikan pada pemecahan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari. Tujuan pembelajaran berbasis pendekatan STEM adalah agar pemahaman dan pengetahuan peserta didik mengenai pendekatan STEM dapat meningkat, sehingga dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dan membuat suatu keputusan untuk kemajuan manusia. Pembelajaran berbasis pendekatan STEM penting diterapkan dalam proses belajar mengajar karena memiliki beberapa keunggulan, antara lain: (1) Dapat menyiapkan generasi penerus yang siap menghadapi perkembangan zaman, (2) Membantu mengembangkan inovasi dalam kehidupan, (3) Meningkatkan ketertarikan peserta didik terkait profesi dibidang *science, technology, engineering, and mathematics* (STEM), (4) Menjadikan pembelajaran makin sesuai dengan kehidupan, (5) Membantu peserta didik untuk membangun konsep diri secara aktif, dan (6) Meningkatkan literasi peserta didik mengenai STEM.

Pembelajaran berbasis pendekatan STEM juga dapat dikaitkan dengan kebutuhan pengembangan keterampilan abad 21 bagi peserta didik, yakni keterampilan *critical thinking, creativity, collaboration, dan communication*. Sejalan dengan hal tersebut, pembelajaran berbasis pendekatan STEM juga menuntut peserta didik untuk mengidentifikasi suatu masalah, menciptakan sesuatu guna menyelesaikan permasalahan, berkolaborasi dengan teman-teman sekelas untuk memecahkan masalah, serta berkomunikasi secara efektif serta menanggapi ide satu sama lain. Untuk menerapkan pembelajaran berpendekatan STEM, peserta didik didorong untuk menemukan cara sistematis dan berulang untuk merancang objek, proses, dan sistem untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia (*engineering*).

Unsur *engineering* dalam pendekatan STEM dapat dimulai dari suatu masalah, kebutuhan, atau keinginan dengan kriteria terukur yang kemudian diuji untuk mengidentifikasi kendala atau batasan. Kegiatan pengembangan inovasi tersebut, dapat dilakukan didalam kelas dengan mengadopsi serangkaian proses yang digunakan engineer (insinyur) dalam menciptakan sebuah produk atau teknologi tertentu agar sesuai kriteria yang sudah ditetapkan.

Model pembelajaran *project based learning* (PjBL) bertujuan untuk memfokuskan peserta didik pada permasalahan kompleks yang diperlukan dalam memahami pelajaran melalui investigasi. Model ini membimbing peserta didik dalam sebuah proyek kolaboratif yang mengintegrasikan sebagai subyek (materi) kurikulum, memberikan kesempatan kepada para peserta didik untuk menggali konten (materi) dengan menggunakan berbagai cara bermakna

bagi dirinya, dan melakukan eksperimen secara kolaboratif. Model tersebut menggunakan masalah sebagai langkah awal dalam mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru berdasarkan pengalaman dan beraktifitas secara nyata (Hariyanto dkk, 2019; Daryanto & Raharjo, 2012).



Gambar 2. Pelaksanaan Pelatihan Penyusunan modul/e-modul berbasis PjBl dengan pendekatan STEM

Model pembelajaran *project based learning* (PjBL) memiliki manfaat, yaitu peserta didik menjadi lebih aktif dalam memecahkan masalah, memperoleh pengetahuan dan keterampilan baru, melatih kolaborasi atau kerja sama kelompok, dan memberi kesempatan peserta didik untuk mengorganisasi proyek. Pengorganisasian proyek dilakukan dengan cara peserta didik membuat sebuah kerangka kerja untuk menyelesaikan masalah yang sudah ditentukan. Kemudian peserta didik merancang proses pekerjaan tersebut mulai dari mencari dan mengelola informasi, melakukan proses pengerjaan proyek sampai mengevaluasi hasil pekerjaan.

3.2. Kerja Praktek Penyusunan e-modul berbasis PjBl dengan pendekatan STEM

Praktek penyusunan modul/e-modul berbasis PjBl dengan pendekatan STEM peserta dibagi menjadi 3 kelompok yaitu: kelompok materi kelas X, kelompok materi kelas XI dan materi kelas XII, dengan masing-masing kelompok didampingi oleh tim pelaksana pengabdian dan tenaga lapangan. Kegiatan yang dilaksanakan pada kerja praktek adalah para peserta dibimbing/didampingi mulai dari mengidentifikasi materi yang akan dibuat modul/e-modul berbasis PjBl dengan pendekatan STEM, teknik pembuatan modul/e-modul, sehingga tujuan pengabdian yang diinginkan dapat tercapai. Selanjutnya dibimbing membuat modul berdasarkan materi/pokok bahasan. Pembagian materinya antara lain: Struktur Atom (Beri) dan Ikatan Kimia (Mazda), Redoks (Alamsyah) dan elektrokimia (Gamar), Stoikiometri (Hukum-hukum dasar (Ima), Konsep mol (Surianti), pereaksi pembatas (Titin), perhitungan campuran, perhitungan hidrat), Larutan (konsep asam basa (Elizabeth), pH asam basa (Rosida), larutan penyangga (Azlifah), Hidrolisis garam (Nurfaida), Sifat koligatif (Sinta), Kesetimbangan Kimia (azwar) Kesetimbangan dalam larutan (Asrade), Termokimia (Alif), Laju reaksi (Armin), Senyawa karbon (Azizah), makromolekul: Karbohidrat (Diana), protein (Madinah), lemak (Alfiana), polimer (Oma), gugus fungsi (Zahra), koloid (risma), benzene (Nurjannah), Kimia unsur (Fatma). Semua kegiatan tersebut dilakukan sedemikian rupa agar memudahkan peserta pelatihan melakukan hal tersebut secara berkelanjutan.

Langkah-langkah model pembelajaran project based learning (PjBL) yang dipadukan dengan pendekatan STEM :

Refleksi (Reflection)

Tujuan tahap pertama adalah untuk membawa peserta didik dalam konteks masalah dan memberikan inspirasi untuk hal-hal yang dapat di selidiki oleh peserta didik (Fortus dkk, 2005). Fase ini juga di maksudkan untuk menghubungkan apa yang diketahui dengan apa yang perlu di pelajari (Diaz & King, 2007).

Research (Riset)

Tahap kedua pembelajaran PjBL-STEM, berupa proses penelitian peserta didik. Guru sebagai memfasilitasi peserta didik untuk memilih bacaan yang relevan, atau metode lain untuk mengumpulkan informasi yang relevan (Fortus dkk, 2005). Pada proses pembelajaran ini, peserta didik berkembang dari pemahaman konkrit ke abstrak tentang masalah (Diaz & King, 2007). Selama fase penelitian, guru memimpin diskusi untuk menentukan apakah peserta didik sedang mengembangkan pemahaman konseptual yang tepat dari proyek dan konsep yang relevan (Satchwell & Loepp, 2002).

Discovery (Penemuan)

Tahap ketiga pembelajaran PjBL-STEM adalah penemuan. Proses dalam tahapan ini menjembatani penelitian dan informasi yang di ketahui dengan kebutuhan proyek. Langkah ini adalah ketika peserta didik mulai mengambil alih proses pembelajaran dan menentukan apa yang masih belum di ketahui (Satchwell & Loepp, 2002).

Beberapa model proyek pendekatan STEM memecah peserta didik menjadi kelompok kerja kecil untuk menyajikan solusi yang mungkin untuk masalah, untuk berkolaborasi dengan sesama peserta didik (Fortus dkk, 2005). Model lain menggunakan langkah ini untuk mengembangkan kemampuan peserta didik untuk merefleksikan “kebiasaan pikiran” bahwa proses di rancang untuk membangun (Diaz & King, 2007).

Application (Aplikasi)

Pada tahap keempat pembelajaran PjBL-STEM adalah penerapan. Penerapan atau aplikasi tujuannya adalah untuk memodelkan solusi yang cukup memecahkan masalah. Dalam beberapa kasus, peserta didik menguji model terhadap persyaratan, yang hasilnya mengarahkan peserta didik untuk mengulangi langkah sebelumnya (Diaz & King, 2007). Dalam model lain, tahap ini memperluas pembelajaran ke konteks diluar pendekatan STEM (Satchwell & Loepp, 2002).

Communication (Komunikasi)

Tahap kelima pembelajaran PjBL-STEM adalah komunikasi. Tahap ini merupakan langkah penting dalam proses pembelajaran karena keinginan untuk mengembangkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi serta kemampuan untuk menerima dan menerapkan umpan balik yang konstruktif (Diaz & King, 2007). Seringkali, pengulas menilai penilaian otentik (rubrik) berdasarkan penyelesaian langkah terakhir ini (Satchwell & Loepp, 2002).

E-modul atau modul elektronik merupakan modul digital non-cetak yang dikembangkan dengan aplikasi khusus dengan berbantuan komputer, serta diberikan elemen multimedia untuk lebih menarik dan interaktif. E-modul disebut juga media untuk belajar mandiri karena telah dilengkapi petunjuk untuk belajar sendiri. E-modul dapat diisi materi dalam bentuk pdf, video serta animasi yang mampu membuat user belajar secara aktif.

Karakteristik e-modul tidak beda jauh dengan modul cetak. Menurut Anwar & Ilham (2010) karakteristik e-modul, yaitu : 1) *Self instructional*, siswa mampu membelajarkan diri sendiri, tidak tergantung pada pihak lain. 2) *Self contained*, seluruh materi pembelajaran dari satu unit kompetensi yang dipelajari terdapat di dalam satu modul utuh. 3) *Stand alone*, modul yang dikembangkan tidak tergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan media lain. 4) *Adaptif*, modul hendaknya memiliki daya adaptif yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi. 5) *User friendly*, modul hendaknya juga memenuhi kaidah akrab bersahabat/akrab dengan pemakainya.



Gambar 3. Praktek penyusunan e-modul didampingi Tim Pengabdian

3.3. Pendampingan

Kegiatan pendampingan dilakukan untuk memastikan bahwa materi / teknologi yang disampaikan kepada mitra dapat dilaksanakan dengan baik sehingga hasil yang diperoleh dapat mencapai sasaran.



Gambar 4. Foto bersama guru-guru yang tergabung dalam MGMP Kimia Kota Palu

Luaran yang telah dicapai, adalah modul/e-modul materi Kimia kelas X, XI dan XII dari mitra MGMP Kimia kota Palu.

4. Kesimpulan

Hasil pengabdian kepada masyarakat ini menekankan betapa pentingnya pembuatan e-modul pembelajaran kimia berbasis proyek (PjBL) dengan pendekatan STEM. E-modul digital non-cetak ini, yang dilengkapi dengan komponen multimedia, diharapkan dapat meningkatkan daya tarik dan interaktivitas pembelajaran. Namun, seperti yang ditunjukkan oleh wawancara dengan ketua MGMP kimia Kota Palu, ada kesulitan untuk membuat e-modul yang tepat karena anggota MGMP tidak memahami desain, pembuatan, dan pelaksanaan pembelajaran PjBL yang efektif.

Untuk mengatasi masalah ini, ada pelatihan dan workshop yang berfokus pada prinsip desain e-modul yang menarik dan teknik pembuatan e-modul berbasis PjBL. Mereka juga membahas bagaimana sains, teknologi, teknik, dan matematika dapat diintegrasikan dalam pembelajaran kimia. Tujuan utama dari pengabdian ini adalah untuk meningkatkan kemampuan guru di MGMP kimia Kota Palu dalam literasi-numerasi dengan membuat e-modul berkualitas tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa anggota kelompok mitra berhasil membuat e-modul berbasis PjBL menggunakan pendekatan STEM. Modul-modul ini kemudian dipublikasikan sebagai buku atau modul dengan ISBN dan HaKi, selain meningkatkan kemampuan literasi-numerasi mereka. Oleh karena itu, pengabdian ini meningkatkan kualitas pembelajaran kimia Kota Palu.

Acknowledgements

Kami ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pimpinan Universitas Tadulako dan LPPM Universitas Tadulako karena telah mendukung dan membimbing kami dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Kami juga berterima kasih kepada mitra kami yang telah bekerja sama untuk memastikan bahwa kegiatan ini berhasil. Sangat penting bagi kami untuk bekerja sama dan berkomitmen untuk meningkatkan kualitas pendidikan, terutama dalam pengembangan e-modul pembelajaran kimia berbasis PjBL dengan pendekatan STEM. Kami berharap kerja sama ini dapat berlanjut untuk mencapai tujuan bersama dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi.

References

- Anwar, Ilham. (2010). *Pengembangan bahan ajar. bahan kuliah online*. Bandung: Direktori UPI.
- Daryanto, D. (2013). *Media pembelajaran peranannya sangat penting dalam mencapai tujuan pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media.

- Davidi, E. I. N., Sennen, E., & Supardi, K. (2021). Integrasi pendekatan stem (*science, technology, enggeenering and mathematic*) untuk peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 11(1), 11–22.
- Daryanto dan Rahardjo, M. 2012. Model Pembelajaran Inovatif. Yogyakarta : Gava Media.
- Diaz, D., & King, P. (2007). *Adapting a post-secondary STEM instructional model to k-5 mathematics instruction*. Clemson: Clemson University.
- Fortus, D., Krajcik, J., Dershimer, R. C., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Design-based science and real-world problem-solving. *International Journal of Science Education*, 27(7), 855-879.
- Hamid, A., & Alberida, H. (2021). Pentingnya Mengembangkan E-Modul Interaktif Berbasis Flipbook di Sekolah Menengah Atas. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(3), 911-918.
- Hariyanto, H., Yamtinah, S., Sukarmin, S., Saputro, S., & Mahardiani, L. (2019). Penerapan model project based learning (PjBL) terintegrasi STEM dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik disalah satu sekolah daerah Tangerang Selatan. *Seminar Nasional Pendidikan Sains*.
- Nopiani, R., Suarjana, I. M., & Sumantri, M. (2021). E-modul interaktif pada pembelajaran tematik tema 6 subtema 2 hebatnya cita-citaku. *MIMBAR PGSD Undiksha*, 9(2). <https://doi.org/10.23887/jjpsd.v9i2.36058>
- Satchwell, R. E., & Loepp, F. L. (2002). Designing and Implementing an Integrated Mathematics, Science, and Technology Curriculum for the Middle School. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 41-66.
- Torlakson. T. (2014). *Innovate a bluepoint for science, technology, engineering, and mathematics in california public education*. California: State Superintendent of Public Instruction.
- Triana, D., Anggraito, Y. U., & Ridlo, S. (2020). Effectiveness of environmental change learning tools based on STEM-PjBL towards 4C skills of students. *Journal of Innovative Science Education*, 9(2), 181-187.