



Integrasi STEM-*Problem Based Learning* melalui Daring Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa Pendidikan Biologi

Nurul Fadhilah*, Nurdiyanti, Anisa, Muhammad Wajdi

Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Muhammadiyah Makassar
Makassar, Indonesia

*Email: nurul.fadhilah@unismuh.ac.id

DOI: 10.24815/jupi.v6i1.22721

Article History:

Received: September 17, 2021
Accepted: January 20, 2022

Revised: November 11, 2021
Published: February 15, 2022

Abstract. The development of technology and information in the 21st century supports the implementation of online learning during the pandemic. The learning process that uses the right approach and learning model will be more effective when combined with the use of technology. The purpose of this study was to determine the effect of STEM-PBL integration through online learning on the critical thinking skills of biology education students. The research was conducted on students of the Biology Education Program in Unismuh Makassar with Pretest Posttest Control Group Design. The research data were collected using a test of critical thinking skills in ten valid essay questions. Hypothesis testing using independent sample t-test. The results showed that there was significant result of STEM-PBL integration on students' critical thinking skills. The improvement of critical thinking skills can be seen from the N-gain value of two classes, where the experimental class got N-gain value of 0.65 and the control class was 0.39. The average N-gain value for both classes was in the medium category. Furthermore, hypothesis testing using the average value of N-gain and obtained a significant value < 0.05 . Based on the results, it can be concluded that learning process that integrates STEM-PBL has a positive influence on students' critical thinking skills.

Keywords: STEM, PBL, Critical Thinking Skill

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara yang terkena wabah *Covid-19*, terhitung sejak bulan Maret 2020 ketika pemerintah mengumumkan kasus pertama *Covid-19* di Indonesia (Asmuni, 2020). Pandemi *Covid-19* menyebabkan seluruh sektor terkena dampak, salah satunya yaitu sektor pendidikan. Untuk menekan penyebaran virus ini, pemerintah mengeluarkan kebijakan tentang sistem pembelajaran yang awalnya dilaksanakan secara tatap muka, diganti menjadi sistem pembelajaran daring khususnya pada perguruan tinggi (Ningsih, 2020). Seluruh perguruan tinggi diinstruksikan untuk melaksanakan pembelajaran jarak jauh dimana mahasiswa belajar dirumah masing-masing (Firman & Rahayu, 2020). Kurang lebih 65 perguruan tinggi yang ada di Indonesia telah menerapkan pembelajaran daring guna menekan penyebaran *Covid-19* (CNN Indonesia, 2020).

Pembelajaran daring merupakan proses belajar yang menjadi alternatif selama pandemi dan memerlukan berbagai perangkat *mobile* untuk mendukung terlaksananya kegiatan tersebut. Menurut Firman & Rahayu (2020), penggunaan perangkat *mobile* akan

memudahkan tercapainya tujuan pembelajaran jarak jauh yang dilaksanakan secara daring. Namun kenyataannya, sebagian mahasiswa merasa kesulitan mengikuti proses pembelajaran tersebut, dan belajar dari rumah secara terus-menerus juga membuat mahasiswa menjadi bosan. Selain itu, penggunaan metode yang monoton, media yang kurang menarik serta model yang kurang tepat membuat mahasiswa hanya fokus memperhatikan serta mendengarkan materi yang disampaikan tanpa ikut terlibat selama proses belajar mengajar berlangsung. Menurut Apriyani, dkk. (2017), proses pembelajaran tersebut disebut *student centered* atau hanya didominasi oleh guru/dosen. Hal tersebut membuat rasa ingin tahu menjadi rendah dan kemampuan berpikir kritis mahasiswa menjadi kurang terasah yang menyebabkan mahasiswa akan kesulitan jika dihadapkan dalam suatu permasalahan. Situasi seperti ini mengharuskan dosen agar lebih bijak dalam menentukan metode, model serta media yang sesuai selama pembelajaran daring agar dapat menghadirkan lingkungan belajar yang tepat sehingga dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis.

Salah satu model pembelajaran yang menjadikan siswa sebagai pusat dalam pemecahan masalah adalah *problem based learning* (PBL) (Ardiansyah, dkk., 2021). Model pembelajaran ini menggunakan masalah yang bersumber dalam kehidupan sehari-hari yang bertujuan agar siswa dapat membangun pengetahuan serta menerapkan ilmunya dalam memecahkan masalah (Putri, dkk., 2020). Selain kemampuan berpikir kritis, PBL juga dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa (Syam & Efwinda, 2019). Selain itu, penerapan PBL dalam pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif (Ariani, dkk., 2021), kemampuan komunikasi (Yanti, 2017), motivasi (LaForce, dkk., 2017), dan sikap sosial siswa (Lestari, dkk., 2016). Model PBL juga dapat meningkatkan rasa percaya diri siswa dalam mengikuti pembelajaran (Isabela, dkk., 2021). Menurut Dotimineli, dkk. (2021), terdapat 3 jenis pembelajaran yang terdapat dalam PBL, yaitu pembelajaran kognitif, kolaboratif dan konten. Pembelajaran kognitif berfokus pada kemampuan berpikir kritis, kreatif dan inovatif. Pembelajaran kolaboratif difokuskan pada keterampilan kolaborasi dan komunikasi, sedangkan pembelajaran konten terfokus pada pengetahuan antar disiplin ilmu seperti *science, technology, engineering, and mathematic* (STEM).

Dasar pembelajaran PBL memiliki kemiripan dengan STEM (Noble, dkk., 2020). STEM terdiri dari komponen sains, teknologi, teknik dan matematika yang diajarkan secara integratif dengan pembelajaran berbasis masalah dan penerapan kontekstualnya (Rahmadani, 2017). Selain itu, pendekatan STEM juga dapat melatih dan membimbing siswa untuk berpikir logis, evaluatif, kreatif serta kritis dalam memecahkan suatu masalah dan mengambil keputusan yang berhubungan dengan masalah kehidupan (Banila, dkk., 2021). Pendekatan STEM dapat membuat siswa lebih baik dalam memecahkan masalah, menemukan hal-hal baru, mandiri, pemikir logis, dan melek teknologi (Yuliati, dkk., 2019). Sebagaimana yang dikatakan oleh Permanasari, dkk. (2021) bahwa pendidikan STEM merupakan pendekatan yang mengintegrasikan pembelajaran sains, teknologi, teknik, dan matematika yang sangat direkomendasikan karena menggabungkan beberapa pendekatan yang diyakini dapat membangun keterampilan abad 21 dan kesiapan menghadapi globalisasi. Integrasi keempat disiplin ilmu tersebut dapat mengembangkan kreativitas siswa dan memunculkan karakter yang baik dalam memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari (Muiz, dkk., 2020).

Model pembelajaran PBL dapat diintegrasikan dengan pendekatan STEM. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Putri, dkk. (2020), integrasi PBL STEM tidak hanya meningkatkan keterampilan berpikir kritis tetapi juga dapat meningkatkan kemampuan literasi sains dan karakter. Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh integrasi STEM-PBL melalui daring terhadap keterampilan berpikir kritis mahasiswa pendidikan biologi.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode *quasi experiment* (eksperimen semu) dengan desain *pretest posttest control group*. Menurut Nazir (2015), eksperimen semu adalah jenis penelitian yang mendekati percobaan sungguhan yaitu tidak memungkinkan untuk mengadakan kontrol/memanipulasikan pada semua variabel yang relevan. Menurut Sugiyono (2019), desain penelitian ini memiliki kelompok kontrol tetapi tidak dapat berfungsi sepenuhnya untuk mengontrol variabel-variabel luar yang mempengaruhi pelaksanaan penelitian, sedangkan menurut Cresswell (2014) eksperimen semu yaitu penelitian yang memiliki desain *pre* dan *posttest*. Pada penelitian ini, *pretest* diberikan pada awal perkuliahan yaitu sebelum kelas diberikan perlakuan, sedangkan *posttest* diberikan setelah diberikan perlakuan. Desain penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Pretest Posttest Control Group Design*

Kelas	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₃		O ₄

Keterangan:

- O₁ : menyatakan *pretest* kelas eksperimen
 O₂ : menyatakan *posttest* kelas eksperimen
 X : perlakuan menggunakan integrasi STEM-PBL
 O₃ : menyatakan *pretest* kelas kontrol
 O₄ : menyatakan *posttest* kelas kontrol

Populasi dalam penelitian ini yaitu mahasiswa Prodi Pendidikan Biologi Unismuh Makassar semester VI tahun akademik 2020-2021 yang berjumlah 50 mahasiswa. Pemilihan subjek dilakukan dengan menggunakan teknik *simple random sampling*. Kelas A sebagai kelas kontrol yang berjumlah 15 mahasiswa diajarkan dengan model pembelajaran konvensional, pembelajaran konvensional yang dimaksud yaitu menggunakan metode ceramah. Kelas B sebagai kelas eksperimen yang berjumlah 18 mahasiswa dan diajarkan dengan model PBL terintegrasi STEM.

Pengumpulan data keterampilan berpikir kritis dilakukan dengan menggunakan tes dalam bentuk *pretest* dan *posttest*, yaitu berupa soal essay yang terdiri atas 10 butir soal. Perolehan data keterampilan berpikir kritis mahasiswa selanjutnya dianalisis secara deskriptif dengan menghitung rata-rata, nilai tertinggi, nilai terendah, simpangan baku, dan perolehan N-gain, serta uji inferensial menggunakan uji *independent t-test* melalui bantuan software SPSS versi 23. Perolehan N-gain selanjutnya dikategorisasikan menurut Hake, dkk. (1999) seperti tampak pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria nilai N-gain

N-gain	Kategori
N-gain > 0,7	Tinggi
0,3 ≤ N-gain ≤ 0,7	Sedang
N-gain < 0,3	Rendah

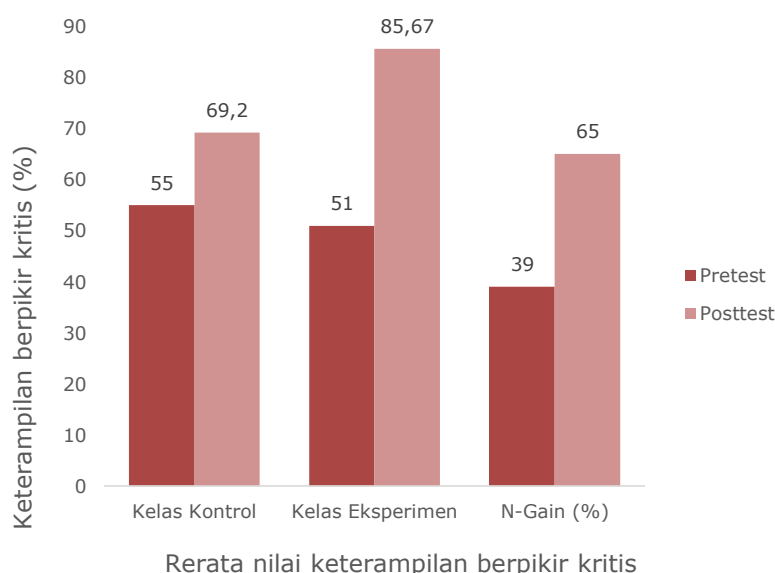
Hasil dan Pembahasan

Data hasil *pretest* dan *posttest* yang diperoleh pada penelitian ini merupakan gambaran dari keterampilan berpikir kritis mahasiswa. *Pretest* diberikan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis mahasiswa sebelum diberikan perlakuan. Setelah diberi perlakuan, selanjutnya mahasiswa diberikan tes kembali untuk menganalisis peningkatan keterampilan berpikir kritisnya. Hasil analisis keterampilan berpikir kritis mahasiswa pada kelas kontrol dan eksperimen disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi keterampilan berpikir kritis mahasiswa

Parameter	Kelas kontrol		Kelas eksperimen	
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
Nilai rata-rata	55	69,20	51	85,67
Nilai tertinggi	69	82	68	89
Nilai terendah	42	48	37	60
Simpangan baku	9,04	9,17	9,56	8,46
N-gain	0,39		0,65	

Tabel 3 menunjukkan rekapitulasi nilai keterampilan berpikir kritis mahasiswa. Nilai berpikir kritis mahasiswa pada kelas kontrol naik 14,2 point, dari 55 menjadi 69,20. Adapun nilai berpikir kritis mahasiswa kelas eksperimen naik 34 point, dari 51 menjadi 85,67. Selisih nilai N-gain berpikir kritis untuk kedua kelas adalah 0,25 dengan rata-rata nilai N-gain untuk kedua kelas termasuk dalam kategori sedang.



Gambar 1. Pencapaian nilai keterampilan berpikir kritis mahasiswa

Berdasarkan Gambar 1, dapat diketahui bahwa rata-rata nilai yang diperoleh pada kelas kontrol yaitu sebesar 62,1. sedangkan rata-rata nilai yang diperoleh pada kelas eksperimen setelah diberikan perlakuan yaitu sebesar 68,3. Nilai tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai antara kedua kelas dimana kelas yang diberikan perlakuan

dengan mengintegrasikan STEM-PBL memperoleh nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional atau ceramah. Model ini mampu melatih peserta didik untuk berpikir aktif dalam memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari (Potturi, dkk., 2016). Masalah yang dimaksud yaitu masalah yang ditemui di lingkungan sekitar yang dijadikan acuan untuk mendapatkan pengetahuan serta konsep melalui kemampuan berpikir kritis dan memecahkan masalah (Fakhriyah, 2014). Selain itu, menurut Ramawati (2016) peserta didik yang belajarkan dengan menggunakan model pembelajaran konvensional sering merasa jenuh sehingga siswa kurang termotivasi dalam mengikuti pembelajaran. Hal tersebut berdampak pada kurangnya kemampuan peserta didik untuk berpikir aktif Ketika dihadapkan pada beberapa masalah.

Pengujian hipotesis pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *independent sample t-test* atau uji t. Uji t pada kelas kontrol dan eksperimen dilakukan untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis mahasiswa setelah proses pembelajaran. Sebelum uji hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat dengan cara menghitung uji normalitas dan homogenitas data.

Tabel 4. Analisis hasil uji prasyarat

Kelas		Uji normalitas	Uji Homogenitas
Eksperimen	<i>Pretest</i>	0,200	0,512
	<i>Posttest</i>	0,200	
Kontrol	<i>Pretest</i>	0,189	
	<i>Posttest</i>	0,200	

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai uji normalitas pada kelas kontrol dan kelas eksperimen telah terdistribusi normal. Selanjutnya untuk uji homogenitas menunjukkan nilai sebesar 0,512 untuk kedua kelas yang artinya kelas kontrol dan eksperimen bersifat homogen. Berdasarkan hasil uji normalitas dan homogenitas, selanjutnya dilakukan pengujian hipotesis dengan menggunakan nilai rata-rata N-gain.

Tabel 5. Analisis Hasil Uji-t Keterampilan Berpikir Kritis

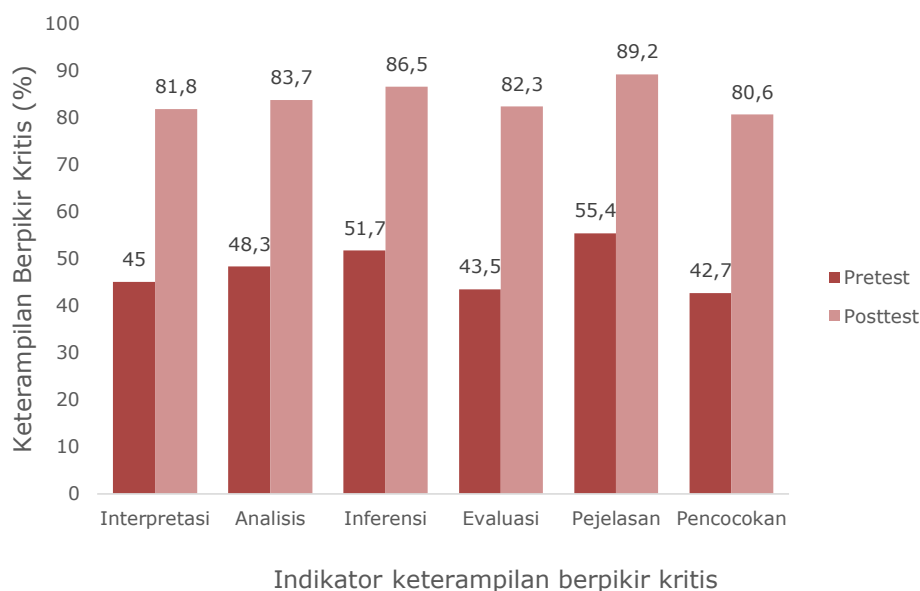
kelas	N	F	t-test	df	Nilai Sig. (2-tailed)	Kriteria
Eksperimen	18	0,006	-3,081	31	,004	< 0,05
Kontrol	15					

Data pada Tabel 5 menunjukkan nilai Sig. (2-tailed) sebesar $0,004 < 0,05$. Dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan hasil berpikir kritis mahasiswa akibat adanya perbedaan model pembelajaran yang digunakan, sehingga dapat juga dikatakan bahwa integrasi STEM-PBL berpengaruh positif terhadap keterampilan berpikir kritis mahasiswa. Hal ini disebabkan oleh pembelajaran STEM-PBL mampu menstimulasi melalui materi, gambar serta kondisi yang sifatnya kontekstual sehingga mahasiswa terdorong untuk mengemukakan pendapat serta pertanyaan kritis yang merupakan point dari model PBL itu sendiri. Zubaidah (2010) menyatakan bahwa berpikir kritis sebagai suatu proses berpikir nalar yang diikuti dengan pengambilan keputusan atau pemecahan masalah. Berpikir kritis juga dapat diartikan sebagai proses dan kemampuan yang digunakan untuk memahami konsep, menerapkan, mensintesis serta mengevaluasi informasi yang diperoleh.

Pembelajaran yang mengintegrasikan STEM-PBL dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa (Adiwiguna, 2019), kemampuan literasi sains (Afriana, dkk., 2016), keterampilan proses sains (Syukri, dkk., 2021), serta kemampuan berkomunikasi (Bicer, dkk., 2015). Selain itu, pengintegrasian STEM PBL juga dapat meningkatkan

keyakinan mahasiswa akan kemampuan, minat dan motivasi yang dimilikinya (LaForce, dkk., 2017). Hal ini sejalan dengan penelitian Febrianto, dkk. (2021) yang mengatakan bahwa penerapan STEM terintegrasi PBL dalam pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam memecahkan masalah. Pendekatan ini dapat membantu mahasiswa dalam menguasai pembelajaran sains dan teknologi serta memberikan solusi dalam suatu pemecahan masalah di dunia nyata. Proses pembelajaran yang didesain berbasis masalah tersebut dapat berupa studi kasus, wacana, gambar, fenomena, skenario atau bentuk yang sifatnya menstimulus. Selain itu, model ini mengaitkan aktivitas berpikir mahasiswa dalam menemukan konsep serta menghubungkan sikap sains dengan materi yang akan dipelajari, sehingga mahasiswa akan lebih giat dan termotivasi dalam mengikuti pelajaran baik itu kegiatan membaca maupun mendengarkan (Davidi, dkk., 2021).

Proses pembelajaran yang menerapkan pendekatan STEM terintegrasi PBL dapat meningkatkan hasil belajar, keterampilan berpikir kreatif serta meningkatkan motivasi mahasiswa dalam mengikuti pembelajaran. Selain itu, mahasiswa menjadi lebih aktif dan fokus untuk mencari solusi suatu masalah dalam pembelajaran (Sarnita, dkk., 2019). Selanjutnya, peninjauan lebih lanjut mengenai peningkatan keterampilan berpikir kritis mahasiswa baik itu sebelum dan setelah mengikuti pembelajaran dengan penerapan STEM-PBL pada setiap aspek keterampilan berpikir kritis disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan nilai keterampilan berpikir kritis setiap indikator

Gambar 2 menunjukkan hasil analisis terhadap setiap indikator keterampilan berpikir kritis mahasiswa. Hasil analisis menunjukkan bahwa setiap indikator keterampilan berpikir kritis mengalami peningkatan dan peningkatan tertinggi adalah keterampilan memberikan penjelasan. Model pembelajaran ini memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk mengemukakan langsung pendapatnya tentang masalah yang diberikan baik itu melalui gambar/fenomena atau wacana. Masalah yang diberikan merupakan masalah yang ada pada keseharian mahasiswa sehingga dapat menstimulus untuk berperan aktif dalam mengemukakan penjelasan terhadap masalah yang diberikan. Hal tersebut sependapat dengan Yogantari, dkk. (2014) yang dalam penelitiannya mengatakan bahwa melibatkan siswa secara aktif selama proses pembelajaran dapat membangun keterampilan berpikir kritis mahasiswa. Selanjutnya, indikator lain yang masuk dalam kategori tinggi yaitu analisis dan inferensi. Hal ini berarti mahasiswa telah mampu menganalisis konsep dan

menyelesaikan masalah dengan menghubungkannya dengan pengalaman yang dimilikinya. Selain itu mahasiswa juga mampu membuat kesimpulan secara logis sesuai dengan konsep yang ada. Sejalan dengan Tiwari, dkk. (2016) yang mengemukakan bahwa dengan menerapkan model PBL, keterampilan berpikir kritis akan meningkat optimal karena mahasiswa menjadi termotivasi dan saling mendukung dengan rekan mereka untuk fokus dalam menganalisis dan menyelesaikan masalah. Penerapan model pembelajaran ini telah terbukti memberikan kontribusi dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Hasil penelitian ini sejalan dengan Davidi, dkk. (2021) yang mengatakan bahwa dengan menerapkan STEM dalam pembelajaran, keempat komponennya yang diintegrasikan dengan PBL akan meningkatkan aktivitas berpikir kritis mahasiswa seperti kemampuan dalam memecahkan masalah, mengambil suatu keputusan, berasumsi, melakukan penyelidikan dan evaluasi.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dikemukakan, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh penerapan model PBL yang terintegrasi STEM melalui daring terhadap keterampilan berpikir kritis mahasiswa pendidikan biologi. Hal tersebut dapat dilihat dari perolehan nilai N-gain dari kedua kelas yang termasuk pada kategori sedang. Penerapan model STEM-PBL menunjukkan hasil berupa peningkatan keterampilan berpikir kritis tertinggi berada pada indikator keterampilan memberikan penjelasan dan terendah pada indikator pencocokan (*self-regulation*).

Daftar Pustaka

- Adiwiguna, S., Dantes, N., & Gunamantha, M. 2019. Pengaruh model problem based learning (PBL) berorientasi stem terhadap kemampuan berpikir kritis dan literasi sains siswa Kelas V SD di Gugus I Gusti Ketut Pudja. *Pendasi: Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 3(2):94-103.
- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. 2016. Penerapan project based learning terintegrasi stem untuk meningkatkan literasi sains siswa ditinjau dari gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2):202-212.
- Apriyani, L., Nurlaelah, I., & Setiawati, I. 2017. Penerapan model PBL untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis ditinjau dari kemampuan akademik siswa pada materi biologi. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 9(1):41-54.
- Ardiansyah, H., Riswanda, J., & Armanda, F. 2021. Pengaruh model PBL dengan pendekatan stem terhadap kompetensi kognitif peserta didik pada materi sistem pencernaan kelas XI di SMA/MA. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan*, 7(1):46-51.
- Ariani, L., Sudarmin, S., & Nurhayati, S. 2019. Analisis berpikir kreatif pada penerapan problem based learning berpendekatan science, technology, engineering, and mathematics. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1):2307-2317.
- Asmuni, A. 2020. Problematika pembelajaran daring di masa pandemi covid-19 dan solusi pemecahannya. *Jurnal Paedagogy*, 7(4):281-288.

- Banila, L., Lestari, H., & Siskandar, R. 2021. Penerapan *blended learning* dengan pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan literasi sains siswa pada pembelajaran biologi di masa pandemi covid-19. *Journal of Biology Learning*, 3(1):25-33.
- Bicer, A., Boedeker, P., Capraro, R., & Capraro, M. 2015. The effects of STEM PBL on students' mathematical and scientific vocabulary knowledge. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 2(2):69-75.
- CNN Indonesia. (n.d.-b). 65 Kampus kuliah dari rumah, sultan yogya ragukan efektivitas. Retrieved from <https://www.cnnindonesia.com/nasional/20200316110707-20-483756/65-kampus-kuliah-dari-rumah-sultan-yogya-ragukan-efektivitas>
- Cresswel, J.W. 2014. *Research design: qualitative, quantitative and moxed method*. In Sage Publications Inc.
- 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.
- Dotimineli, A. & Mawardi, M. 2021. Development of STEM integrated PBL-based student worksheets in energetic materials of first-year students. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1788(1):012045,1-7.
- Fakhriyah, F. 2014. Penerapan problem based learning dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 3(1):95-100.
- Febrianto, T., Ngabekti, S., & Saptono, S. 2021. The effectiveness of schoology-assisted PBL-STEM to improve critical thinking ability of junior high school students. *Journal of Innovative Science Education*, 10(1):222-229.
- Firman, F. & Rahayu, S. 2020. Pembelajaran online ditengah pandemi covid-19. *Indonesian Journal of Educational Science (IJES)*, 2(2):81-89.
- Isabela, I., Surur, M., & Puspitasari, Y. 2021. Penerapan model PBL (*problem based learning*) untuk meningkatkan kemampuan percaya diri siswa. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 5(2):2729-2739.
- Hake, R. 1999. *Analyzing change/gain score*. Indiana: Indiana University.
- LaForce, M., Noble, E., & Blackwell, C. 2017. Problem-based learning (PBL) and student interest in stem careers: the roles of motivation and ability beliefs. *Education Sciences*, 7(4):92-114.
- Lestari, I., Nurmilawati, M., & Santoso, A.M. 2016. Penerapan *problem based learning* (PBL) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan sikap sosial peserta didik kelas VIII. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi, Maret 2015*, p.456-471.
- Muiz, D.A., Sabillah, D.S., & Karlimah, K. 2021. The development of attitude assessment instrument in stem learning in fifth grade elementary schools. *Journal of Physics: Conference Series*, 1987(1):012033,1-5.

- Nazir, M. 2015. *Metodologi penelitian*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Noble, E., Ferris, K.A., LaForce, M., & Zuo, H. 202. A mixed-methods approach to understanding PBL experiences in inclusive STEM high schools. *European Journal of STEM Education*, 5(1):2-17.
- Permanasari, A., Rubini, B., & Nugroho, O.F. 2021. STEM Education in indonesia: science teachers' and students' perspectives. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 2(1):7-16.
- Potturi, G., Singhchaudary, K.B., Agarwal, A., & Rastogi, N. 2016. A comparative study on the efficacy of PBL problem based learning and ABL activity based learning in perceiving anatomy among physiotherapy students. *International Journal of Physiotherapy and Research*, 4(3):1479-1483.
- Putri, C.D., Pursitasari, I.D., & Rubini, B. 2020. *Problem based learning* terintegrasi STEM di era pandemi covid-19 untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 4(2):193-204.
- Rahmadani, D. 2017. Short analysis review of developing method study in integrating science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach in problem based learning model towards students' problem solving ability. *Proceedings of the 2016 International Conference on Mathematics and Science Education, 2016 April*, p.140-142.
- Ramawati, I. 2016. Pemanfaatan lingkungan sekitar sebagai sumber pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis. *Jurnal Geografi Gea*, 16(1):66-87.
- Sarnita, F. & Fitriani, A. 2019. Pengembangan perangkat pembelajaran model pbl berbasis STEM untuk melatih keterampilan berfikir kreatif siswa tuna netra. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 9(1):38-44.
- Syam, M. & Efwinda, S. 2019. Analisis keterampilan berpikir tingkat tinggi dengan menerapkan model *problem-based learning* (PBL) pada mata kuliah fisika dasar di FKIP Universitas Mulawarman. *Prosiding Seminar Nasional Fisika PPs Universitas Negeri Makassar, 2018*, p.1-5.
- Syukri, M., Yanti, D., Mahzum, E., & Hamid, A. 2021. Development of a PjBL model learning program plan based on a stem approach to improve students' science process skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(2):269-274.
- Sugiyono. 2020. *Metode penelitian pendidikan*. Yogyakarta; Alfabeta Bandung.
- Tiwari, A., Lai, P., So, M., & Kwan Y.A. 2016. Comparison of the effects of problem-based learning and lecturing on the development of students' critical thinking. *Medical Education*, 40(6):547-554.

- Yogantari, P., Yulianti, L., & Suyudi, A., 2014. Pengaruh model *integrative learning* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada mata pelajaran fisika kelas X MIA (matematika dan ilmu-ilmu alam) SMAN 3 Malang, *Jurnal Online Pendidikan Fisika Universitas Malang*, 2(1):1-7.
- Yuliati, L., Munfaridah, N., Ali, M., Rosyidah, F.U.N., & Indrasari, N. 2020. The effect of project based learning-STEM on problem solving skills for students in the topic of electromagnetic induction. *Journal of Physics: Conference Ser.*, 1521(2):022025,1-7.
- Zubaidah, S. 2010. Berpikir kritis: kemampuan berpikir tingkat tinggi yang dapat dikembangkan melalui pembelajaran sains. *Conference: Seminar Nasional Sains 2010 dengan Tema "Optimalisasi Sains untuk Memberdayakan Manusia"*, Januari 2010, p.1-14.