



Implementasi Model *Problem Based Learning* Dipadu LKPD Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Pencemaran Lingkungan

**Zainatul Hasanah¹, Andi Ulfa Tenri Pada^{*1}, Safrida¹,
Wiwit Artika¹, Mudatsir²**

¹Program Studi Magister Pendidikan Biologi FKIP Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

²Bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

*Email: andi_ulfa@unsyiah.ac.id

DOI: 10.24815/jpsi.v9i1.18134

Article History:

Received: September 28, 2020

Accepted: January 1, 2021

Revised: December 30, 2020

Published: January 9, 2021

Abstract. The learning process only focuses on the material by memorizing concepts, students do not use LKPD to do practical work optimally, so the biology learning process in schools does not encourage students to practice critical thinking skills. This study aims to improve students' critical thinking skills by using the PBL learning model combined with STEM-based worksheets on environmental pollution concept in class 10th SMA Negeri Bireuen district. The approach used is experimental design, the method used is quasi-experimental, with a pretest-posttest design non-equivalent control group design. Population in class 10th IPA SMAN 1 and SMAN 2 Peusangan designed 252 people. The sampling technique used was purposive sampling technique. The research sample was 140 students. The number of samples in the experimental class was 71 people and 69 people in the control class. The instrument used was a reasoned multiple choice question accompanied by a rubric. The data analysis used was n-gain and independent t-test. The results showed that the critical thinking skills obtained was 0.93, with an increase in class critical thinking skills including the high category. The results of the independent sample t-test obtained Sig. (0,000) < α (0.05) then H_a is accepted, so it is suggested that there are differences in the critical thinking skills of students between the experimental class and the control class on environmental pollution material in class X SMAN Bireuen. The implementation of PBL learning model combined with STEM-based LKPD can improve students' critical thinking skills on environmental pollution material in class 10th SMA Negeri Bireuen Regency.

Keywords: Problem based learning, STEM based worksheets, critical thinking skills, environmental pollution concept.

Pendahuluan

Keterampilan abad ke-21 ini meliputi berpikir kritis dan pemecahan masalah, kreativitas, inovasi, komunikasi, dan kolaborasi. Pengembangan keterampilan abad ke-21 ini dapat dilakukan pada semua disiplin ilmu. Keterampilan berpikir kritis (KBK) dapat diperoleh melalui pendidikan (Ritonga, dkk., 2020). Berpikir kritis pertama kali dikembangkan oleh Edward Glatser pada tahun 1941 (Zulmaulida, dkk., 2018). Kondisi keterampilan berpikir di Indonesia saat ini para peserta didik masih berpikir di level tingkat rendah. Keterampilan berpikir yang membutuhkan daya nalar tinggi bukan hanya pada saat ujian, tetapi harus dilakukan pada proses pembelajaran. Keterampilan tersebut

penting bagi peserta didik untuk menghubungkan konsep dan materi sehingga mampu memahami dan menyelesaikan permasalahan dalam kelas (Beers, 2011).

Penelitian KBK peserta didik di Indonesia sudah dilakukan oleh beberapa peneliti, hasil penelitiannya tersebut menjelaskan bahwa kelemahan KBK peserta didik masih dalam kategori rendah dan belum optimal dalam proses pembelajaran (Rusmansyah, dkk., 2019). KBK peserta didik masih rendah dalam pembelajaran (Jainal, 2019). Dari analisis enam sub-KBK (interpretasi, analisis, evaluasi, kesimpulan, penjelasan, dan pengaturan diri), sub keterampilan interpretasi berada dalam kategori rendah karena lebih dari 60% peserta didik mampu menggambar interpretasi yang baik. Selain itu, sub-keterampilan evaluasi, analisis, dan pengaturan diri menjadi sub-KBK terendah yang dikuasai oleh peserta didik dibandingkan dengan sub KBK lainnya. Oleh karena itu perlu adanya penelitian lebih lanjut bagaimana cara membentuk KBK peserta didik agar mempengaruhi hasil belajar peserta didik (Basri, 2019).

Hasil observasi terhadap peserta didik dan proses pembelajaran di SMAN 1 Peusagan dan SMAN 2 Peusangan, terlihat bahwa peserta didik mempunyai KBK yang rendah, proses diskusi mengenai pemecahan masalah masih terlihat pasif. Rendahnya KBK disebabkan karena dalam proses pembelajaran hanya berfokus kepada materi saja dengan hafalan konsep, peserta didik tidak melakukan praktikum secara optimal, sehingga peserta didik tidak diberikan kesempatan untuk menganalisis suatu permasalahan, mengidentifikasi, menyimpulkan ataupun memunculkan ide-ide baru atau suatu tindakan terhadap suatu permasalahan. Pada kenyataannya, penelitian menunjukkan bahwa proses pembelajaran biologi di sekolah kurang mendorong peserta didik untuk berpikir kritis. LKPD yang digunakan dalam pembelajaran tidak mengarahkan peserta didik untuk berpikir.

Solusi yang akan dilakukan yaitu dengan menerapkan model PBL dipadu dengan LKPD berbasis STEM. Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yaitu tentang penggunaan *problem based learning* (PBL) pernah dilakukan oleh Lapuz & Fulgencio (2020) penggunaan PBL dapat meningkatkan KBK yang signifikan sebelum dan sesudah kegiatan belajar. Model PBL memiliki pengaruh yang lebih tinggi terhadap KBK dan sikap lingkungan dibandingkan dengan model konvensional. Penggunaan model PBL dalam kegiatan memecahkan masalah lingkungan mendorong kemampuan berpikir kritis siswa untuk menumbuhkan sikap lingkungan (Amin, dkk., 2020). Terdapat perbedaan yang signifikan hasil belajar antara peserta didik yang memiliki KBK tinggi dan rendah (Mulyanto, dkk., 2018). Model PBL memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menemukan pengetahuan baru ke pengetahuan prasyarat mereka untuk memecahkan masalah. Oleh karena itu, mereka berpartisipasi dalam proses aktif untuk menciptakan solusi inovatif terhadap masalah tersebut melalui pengalaman (Yazar, 2015). Model PBL dapat meningkatkan prestasi belajar (Sartika, 2018).

LKPD berbasis STEM secara efektif dapat meningkatkan KBK peserta didik. Indikator menunjukkan bahwa fenomena sains memiliki nilai tertinggi dan indikator penarikan kesimpulan memiliki nilai terendah (Sulistiyowati, dkk., 2018). Penggunaan LKPD berbasis STEM mendapat tanggapan baik dari peserta didik dan dapat digunakan dalam proses pembelajaran (Aristo & Togi, 2019). Pembelajaran STEM terintegrasi efektif secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir ilmiah peserta didik (Agustina dkk., 2020).

Model pembelajaran PBL membantu peserta didik untuk mengembangkan kemampuan dalam mengidentifikasi masalah dan peserta didik dituntut bekerja sama dalam menyelesaikan masalah yang diperoleh dari kehidupan nyata mereka. Peserta didik menyadarinya pembelajaran dibutuhkan untuk memecahkan dan memahami masalah yang sangat penting (Barrows, 2002). Selain itu, PBL dipadu dengan pendidikan STEM untuk menghasilkan pembelajaran yang bermakna melalui integrasi sistematis pengetahuan, konsep, dan keterampilan (Tseng, dkk., 2013). Model PBL merupakan pembelajaran aktif dan sangat efektif dalam menciptakan pengetahuan, dan dapat

meningkatkan kemampuan analisis, evaluasi dan penciptaan). Model PBL lebih efektif untuk mengajar daripada diskusi ceramah tradisional (Tarhan & Ayyildiz, 2015).

Model PBL dipadu dengan LKPD berbasis STEM diterapkan di kelas eksperimen dan pada kelas kontrol yang digunakan yaitu pembelajaran konvensional. Tujuan penelitian untuk menganalisis peningkatan KBK peserta didik dengan menggunakan model pembelajaran PBL dipadu dengan LKPD berbasis STEM pada materi pencemaran lingkungan di kelas X SMAN 1 Peusangan dan SMAN 2 Peusangan. Hipotesis dalam penelitian ini, implementasi model pembelajaran PBL dipadu dengan LKPD berbasis STEM dapat meningkatkan KBK peserta didik pada materi pencemaran lingkungan di kelas X SMAN 1 dan SMAN 2 Peusangan. Manfaat dari hasil penelitian ini, antara lain dapat membantu peserta didik untuk memahami dan mengalami proses penyelidikan ilmiah dalam belajar secara langsung, mengembangkan keterampilannya untuk menerapkan pengetahuan mereka, sehingga mempengaruhi motivasi dan prestasi belajarnya.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 1 Peusangan dan SMAN 2 Peusangan. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Maret-April semester genap tahun ajaran 2019/2020 di kelas X IPA. Pengambilan sampel di kedua sekolah tersebut berdasarkan nilai UN pada mata pelajaran biologi pada tahun 2019 yang menunjukkan di kedua tersebut memiliki nilai rata-rata terendah.

Pendekatan yang digunakan yaitu kuantitatif. Jenis penelitian *quasi eksperimen* dan menggunakan metode terapan untuk mengetahui perbedaan yang muncul dari suatu perlakuan pada variabel eksperimen. Perlakuan kedua kelompok eksperimen dan kelompok kontrol untuk menguji akibat dari perlakuan yang digunakan dalam pembelajaran.

Penelitian ini menggunakan rancangan *pretest-posttest non-equivalent control group design*. Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah (1) memberikan pretes KBK untuk kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, (2) memberikan perlakuan dengan menerapkan model PBL dipadu dengan LKPD berbasis STEM pada kelompok eksperimen dan pembelajaran konvensional pada kelompok kontrol, dan (3) memberikan postes KBK untuk kedua kelas. Desain ini akan membandingkan nilai pretes dan nilai postes kelas eksperimen dan kelas kontrol. Rancangan *pretest-posttest non-equivalent control group design* yaitu pada Tabel 1.

Tabel 1. *Pretest-Posttest Non-Equivalent Control Group Design*

Kelompok	Pretes	Perlakuan	Postes
A (Perlakuan)	P1	X1	P2
B (Kontrol)	K1	X2	K2

Keterangan:

A : Perlakuan

B : Kontrol

P₁ : Nilai Pretes (Sebelum dilakukan pembelajaran)

P₂ : Nilai Postes (Sesudah dilakukan pembelajaran)

K₁ : Nilai Pretes (Sebelum dilakukan pembelajaran konvensional)

K₂ : Nilai Postes (Sesudah dilakukan pembelajaran konvensional)

X₁ : Perlakuan menggunakan PBL dipadu dengan LKPD berbasis STEM

X₂ : Perlakuan menggunakan pembelajaran konvensional

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas X IPA SMAN 1 Peusangan dan SMAN 2 Peusangan yang berjumlah 252 orang peserta didik. Sampel dalam

penelitian ini berjumlah 140 orang peserta didik. Peneliti menentukan kelas sampel penelitian menggunakan *purposive sampling*. Pengambilan kelas eksperimen dan kelas kontrol ditentukan dengan melihat nilai standar deviasi dari hasil pretes peserta didik yang homogen (kemampuan peserta didik yang homogen). Instrumen yang digunakan untuk mengukur KBK yaitu soal pilihan ganda beralasan yang disertai dengan rubrik. Parameter dalam penelitian adalah mengukur KBK peserta didik dengan menggunakan enam indikator yaitu *focus* (fokus), *reason* (alasan), *inference* (simpulan), *situation* (situasi), *clarity* (kejelasan), dan *overview* (memeriksa kembali) (Ennis dalam Hapsari, 2016).

Pelaksanaan penelitian ini menggunakan beberapa teknik antara lain: rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP), LKPD dan instrumen tes. Tahapan analisis data yaitu: 1) uji normalitas, untuk menguji normalitas data digunakan uji *kolmogorov-smirnov*. Untuk melakukan uji normalitas ini menggunakan program SPSS. Kriteria uji normalitas jika nilai Sig. > 0,05 dinyatakan normal, 2) uji homogenitas, untuk menguji homogenitas data dapat menggunakan uji *levene test*. Untuk melakukan uji homogenitas ini menggunakan program SPSS. Kriteria uji homogenitas jika nilai Sig. > 0,05 dinyatakan homogen, 3) uji n-gain menggunakan formula Meltzer, dan 4) *independen sample t-test*, yaitu uji komparatif atau uji beda untuk mengetahui adakah perbedaan mean atau rerata yang bermakna antara 2 kelompok. Untuk melakukan uji ini menggunakan program SPSS. Kriteria jika ($p < 0,05$) maka terdapat perbedaan KBK peserta didik.

Hasil dan Pembahasan

Penilaian hasil pelaksanaan implementasi PBL dipadu dengan LKPD berbasis STEM dan pembelajaran konvensional dilihat berdasarkan pada indikator KBK dari nilai pretes, postes dan n-gain. Peningkatan KBK dianalisis melalui formula n-gain oleh Meltzer. Hasil uji peningkatan KBK kelas eksperimen disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Peningkatan KBK Peserta Didik Kelas Eksperimen

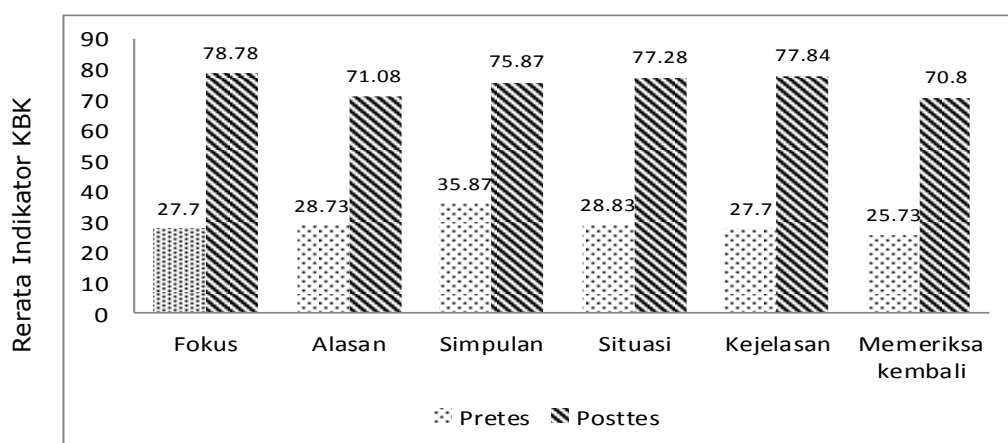
Nilai	N	Rerata	Std. Deviation
Pretes	71	29,15	4,23
Postes	71	75,28	5,51
N-gain	71	72,03	9,22

Tabel 2 menunjukkan rerata n-gain kelas eksperimen sebesar 72,03. Hasil gain KBK diperoleh 0,93. Jadi peningkatan KBK kelas eksperimen termasuk kategori tinggi. Sejalan dengan (Tseng, dkk., 2013) menyatakan bahwa mengintegrasikan aspek STEM dapat berdampak positif berdampak pada minat dan peningkatan KBK peserta didik. LKPD berbasis STEM dapat mengembangkan keterampilan kreatif dan kritis siswa, melalui penggunaan soal yang menggunakan indikator keterampilan berpikir kritis dan kreatif. Integrasi ini memungkinkan peserta didik untuk belajar untuk menerapkannya pada masalah kehidupan nyata (Zhbanova, 2017).

Pendekatan STEM merupakan suatu yang terintegrasi pendekatan proses belajar mengajar yang mengintegrasikan konten dan keterampilan dalam sains, teknologi, teknik, dan matematika (Lou, dkk., 2014). LKPD berbasis STEM dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif kriteria rata-rata tinggi (Yulianti dkk., 2020). Model PBL pembelajaran dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif (Maskur, dkk., 2020). Model PBL berpusat pada peserta didik yang secara efektif meningkatkan pembelajaran (Saputro, dkk., 2020). Model PBL mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis (Silva, dkk., 2018).

Model PBL dapat membantu peserta didik mampu menggali penyebab dari permasalahan, merumuskan masalah nyata dan kemudian menawarkan solusi untuk masalah tersebut masalah. Mampu bekerja sama dalam memecahkan masalah dengan anggota kelompoknya masing-masing dan mampu mengungkapkan pendapatnya di depan kelas dan mampu berargumentasi untuk mempertahankan pendapatnya (Kardoyo, dkk., 2020)

Rata-rata indikator KBK peserta didik dengan penerapan model pembelajaran PBL dipadu LKPD berbasis STEM pada materi pencemaran lingkungan pada kelas eksperimen disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rerata Indikator KBK Peserta didik Kelas Eksperimen

Penerapan model PBL dipadu LKPD berbasis STEM peserta didik pada tahap fokus, peserta didik diberikan kesempatan untuk mengidentifikasi permasalahan sesuai dengan fakta-fakta pencemaran lingkungan secara jelas. Peserta didik terlatih untuk memusatkan perhatiannya untuk mengidentifikasi permasalahan mengenai pencemaran lingkungan. Pembelajaran STEM dapat mengembangkan keterampilan menganalisis dan memecahkan masalah yang terjadi dalam kehidupan nyata. Masalah dihadirkan untuk mendorong peserta didik berpikir secara mendalam untuk menyelesaikan masalah masa kini (Mutakinati, dkk., 2018).

Model PBL dipadu LKPD berbasis STEM mampu memberikan dan menjelaskan alasan memilih kesimpulan yang diambil oleh peserta didik. Pada saat penarikan kesimpulan, peserta didik juga mampu membuat kesimpulan yang tepat dan kesimpulan yang dibuat relevan. Pada tahap situasi peserta didik mampu menggunakan semua informasi yang penting.

Pada tahap kejelasan peserta didik mampu memberikan penjelasan (membenarkan atau mengklarifikasi) lebih lanjut tentang kesimpulan akhir berdasarkan eksperimen yang dilakukan tentang pencemaran lingkungan. Pada tahap memeriksa kembali, peserta didik mampu melakukan pengecekan kebenaran dari solusi yang diperoleh dengan cara mengaitkannya dengan konteks situasi masalah yang diberikan. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa semua indikator KBK dikategorikan cukup. Jika dibandingkan, kemampuan berpikir kritis sebelumnya dengan diberikannya LKPD berbasis pendekatan STEM terdapat beberapa indikator yang mengalami peningkatan (Hartini, dkk., 2020). Sejalan dengan (Marshall dan Harron, 2018) menyatakan bahwa mengintegrasikan aspek STEM dapat berdampak positif berdampak pada minat peserta didik terutama dalam hal peningkatan berpikir kritis peserta didik.

Penerapan LKPD berbasis STEM dapat meningkatkan KBK peserta didik dengan kategori cukup. Melalui LKPD berbasis STEM peserta didik untuk melatih KBK peserta didik

tepat untuk digunakan dalam pembelajaran (Hartini, dkk., 2020). Penerapan model PBL dapat meningkatkan KBK peserta didik. Peserta didik mampu memecahkan suatu kasus dengan melakukan analisis yang tepat dan mampu memberikan solusi alternatif. Peserta didik menganggap proses pembelajaran lebih menarik dan menantang. Peserta didik bisa mengungkapkan pendapat mereka dengan baik di depan kelas (Kardoyo, dkk., 2020).

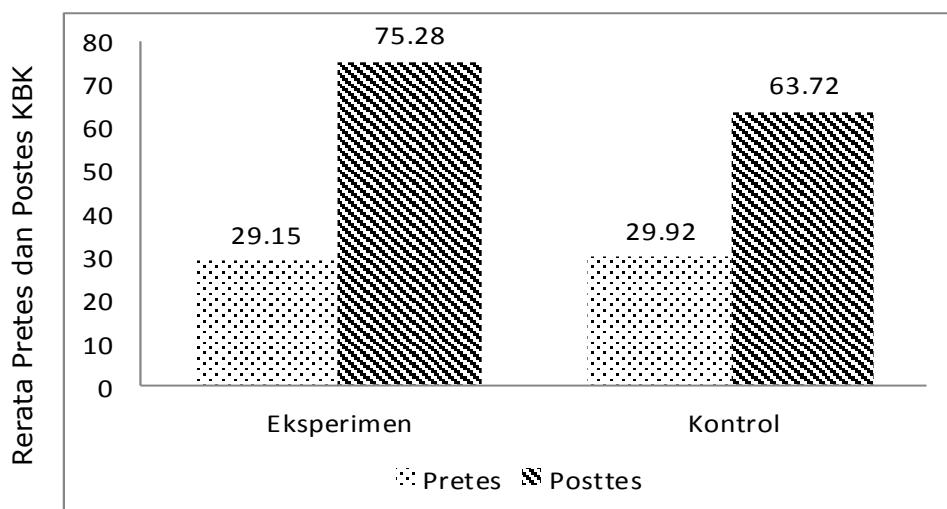
Sebelum dilakukan uji hipotesis, uji prasyarat *independent sample t-test* adalah uji normalitas dan homogenitas. Hasil uji *independent sample t-test* posttes KBK peserta didik di SMAN 1 Peusangan dan SMAN 2 Peusangan, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji *Independent Sample t-test* KBK Peserta Didik

Kelas	Rerata Posttest	Uji Normalitas	Uji Homogenitas	Signifikansi ^{*)}
Eksperimen	75,28	0,069 (Normal)	0,935	Sig (0,000)
Kontrol	63,72	0,061 (Normal)	(Homogen)	

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan hasil uji *independent sample t-test* diperoleh Sig. (0,000) < α (0,05) maka H_a diterima, jadi disimpulkan bahwa terdapat perbedaan KBK peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol pada materi pencemaran lingkungan di kelas X SMAN Bireuen. Pembelajaran menggunakan model pembelajaran PBL dipadu LKPD berbasis STEM lebih efektif digunakan untuk meningkatkan KBK peserta didik dibandingkan dengan pembelajaran konvensional pada materi pencemaran lingkungan di kelas X SMAN Bireuen.

Perbedaan peningkatan rata-rata pretes dan posttes KBK peserta didik dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rerata Pretes dan Postes KBK Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Gambar 2. menunjukkan bahwa rerata yang diperoleh pada kelompok eksperimen dan kontrol dapat dilihat bahwa rerata KBK peserta didik pada kelompok eksperimen lebih besar dari kelompok kontrol. Hal ini dapat diartikan bahwa penggunaan model pembelajaran PBL dipadu LKPD berbasis STEM dapat meningkatkan KBK peserta didik dalam belajar materi pencemaran lingkungan.

Adanya perbedaan KBK peserta didik pada kedua kelas disebabkan karena perlakuan pembelajaran yang berbeda pada kedua kelas tersebut. Pada kelas eksperimen yang diajarkan menggunakan model pembelajaran PBL dipadu LKPD berbasis STEM proses berpikir peserta didik pada tahap fokus, peserta didik diberikan kesempatan untuk mengidentifikasi permasalahan sesuai dengan fakta-fakta pencemaran lingkungan secara

jasas. Peserta didik mampu terlatih untuk memusatkan perhatiannya untuk mengidentifikasi permasalahan mengenai pencemaran lingkungan.

Penggunaan LKPD berbasis STEM ini antusias peserta didik dalam memecahkan masalah melalui pembuatan produk. Hal itu dapat mendorong peserta didik aktif dalam belajar. Pembelajaran menggunakan pendekatan STEM peserta didik dapat mengamati fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari dan membantu peserta didik untuk melakukan perancangan produk yang akan dihasilkan tentang pencemaran lingkungan. Peserta didik diarahkan dan dibimbing untuk mengamati dan melihat LKPD. Pemecahan masalah yang dilakukan peserta didik yaitu melalui produk yang dihasilkan peserta didik pada materi pencemaran lingkungan adalah saringan air untuk menyaring air keruh.

Belajar dengan STEM membuat peserta didik saling berdiskusi menuangkan ide dan pemikirannya untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada di LKPD sesuai langkah dalam pembelajaran. Dalam pembelajaran peserta didik mendapatkan informasi atau hal baru dari apa yang telah diamati dan menguraikan ide baru dengan memahami percobaan dan menjawab pertanyaan sesuai kemampuan dan pengetahuan. Selain itu, peserta didik menerapkan pemahaman kedalam konsep dengan mengumpulkan hasil data percobaan. Peserta didik juga diminta untuk merancang alat serta membuat saringan air untuk menyaring air keruh.

Penggunaan pendekatan STEM terintegrasi mampu membantu peserta didik dalam memperoleh ilmu pengetahuannya dengan cara menemukan dan melakukan percobaan untuk membuktikan hipotesis yang dibuat. Pendidikan STEM terintegrasi tampaknya meningkatkan prestasi akademik lebih sesuai dengan pendekatan konstruktivis tetapi memiliki efek terbatas pada prestasi akademik (Sarican, dkk., 2018).

Model PBL dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik sendiri dalam belajar, dengan demikian mengarah pada peningkatan KBK dan peningkatan motivasi untuk mencari informasi baru (Choi, dkk., (2014). PBL dapat meningkatkan KBK peserta didik, karena melibatkan peserta didik dalam proses pembelajaran seperti klarifikasi masalah, penilaian kebutuhan informasi, identifikasi hubungan antara konsep, kerja sama antara bentuk-bentuk baru pengetahuan, produksi hipotesis yang mungkin, memperdebatkan masalah terkait situasi, mempertimbangkan solusi alternative (Yuan, dkk., 2014). Bahkan, model PBL adalah prediktor terkuat pengembangan pemikiran kritis, ditandai dengan fasilitasi otentik keterampilan, termasuk membimbing peserta didik untuk mengeksplorasi, mengevaluasi, dan mensintesis ide dengan bebas (Martyn, dkk., 2014). Penggunaan *Problem based video animation instruction* efektif dalam meningkatkan KBK (Ritonga, dkk., 2020).

Model PBL dipadu dengan STEM untuk menghasilkan pembelajaran yang bermakna melalui integrasi sistematis pengetahuan, konsep, dan keterampilan (Tseng, dkk., 2013). Penggunaan LKPD berbasis STEM juga pernah dilakukan oleh Sulistiyowati, dkk (2018) yang menjelaskan LKPD berbasis STEM secara efektif dapat meningkatkan KBK dan prestasi belajar (Yildirim, 2011).

LKPD berbasis STEM dapat digunakan untuk melatih KBK yang tepat untuk digunakan dalam pembelajaran (Hartini, dkk., 2020). Implementasi LKPD dasar STEM dan kearifan lokal dapat diimplementasikan di kegiatan belajar mengajar, juga meningkatkan kemampuan kritis untuk berpikir (Prasadi, dkk., 2020). Penggunaan LKS STEM dapat meningkatkan motivasi belajar siswa, sedangkan untuk aktivitas belajar siswa menunjukkan nilai $24,9 > 5,99$ yang artinya dengan menggunakan LKS STEM juga dapat meningkatkan aktivitas belajar siswa (Rahmiza, dkk., 2015). Modul STEM terintegrasi kewirausahaan efektif untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa (Adlim, dkk., 2015).

Hasil uji signifikansi menunjukkan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa melalui pembelajaran PBL-STEM lebih besar daripada pembelajaran PBL. Siswa juga memberikan respon yang baik terhadap penerapan PBL-STEM dalam pembelajaran di era

Covid-19 sebesar 81% (Putri, dkk., 2020). Pembelajaran berbasis masalah menggunakan metode praktikum dapat mempengaruhi keterampilan proses sains siswa dalam belajar. Hal ini dapat dilihat tingginya perolehan skor n-gain pada kelas eksperimen dibandingkan penerapan pembelajaran konvensional di kelas kontrol. Pembelajaran berbasis masalah menggunakan metode praktikum dapat meningkatkan motivasi belajar siswa dalam belajar kimia. Respon siswa terhadap penerapan pembelajaran berbasis masalah menggunakan metode praktikum pada pokok bahasan hidrolisis garam mendapatkan respon positif dari siswa (Yusmanida, dkk., 2017).

Kesimpulan

Implementasi model pembelajaran PBL dipadu dengan LKPD berbasis STEM dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik SMA pada materi pencemaran lingkungan. Di samping itu, terdapat perbedaan KBK peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol pada materi pencemaran lingkungan.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Wiwit Artika, S.Si., M.Ed. Mimie Saputri, S.Pd., M.EEL., dan Dr. Muhibbuddin, M.S. yang telah membantu memvalidasi instrumen penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Afria, S.Pd., Yanti Fitriana, S.Pd., Megawati, S.Pd., dan Amiruddin, S.Pd. sebagai observer serta peserta didik kelas X IPA SMAN 1 Peusangan dan SMAN 2 Peusangan Kabupaten Bireuen atas partisipasinya selama penelitian.

Daftar Pustaka

- Adlim, A., Saminan, S., & Ariestia, S. 2015. Pengembangan Modul STEM Terintegrasi Kewirausahaan Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Di Sma Negeri 4 Banda Aceh. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 3(2):112-130
- Agustina, R., Huda, I., & Nurmaliyah, C. 2020. Implementasi pembelajaran STEM pada materi sistem reproduksi tumbuhan dan hewan terhadap kemampuan berpikir ilmiah peserta didik SMP. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 8(2):241-256
- Aristo, R.W. & Tampubolon, T. 2019. STEM approach students' worksheet development with 4d model in sound waves topic. *International Journal of Scientific Research and Engineering Development*, 2(4):256-259
- Amin, S., Utaya, S., Bachri, S., Sumarmi, & Susilo, S. 2020. Effect of problem-based learning on critical thinking skills and environmental attitude. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(2):743-755
- Basri, H. 2019. Investigating critical thinking skill of junior high school in solving mathematical problem. *International Journal of Instruction*, 12(3):745-758

- Beers, S.Z. 2011. *21st Century Skills: Preparing for Their Future*. London: ASD Author
- Choi, E., Lindquist, R., & Song, Y. 2014. Effects of problem-based learning vs. traditional lecture on Korean nursing students' critical thinking, problem-solving, and self-directed learning. *Nurse Educ*, 34(1):52–56
- Fazriyah, N., Supriyati, Y., & Rahayu, W. 2018. Watson-Glaser's critical thinking skills watson- glaser 's critical thinking skills. 2nd International Conference on Statistics, Mathematics, Teaching, and Research. *Journal of Physics: Confrence.Ser.*, 1028:1–6
- Hapsari, S. 2016. A descriptive study of the critical thinking skills of social science at junior high school. *Journal of Education and Learning*, 10(3):228-234
- Hartini, S., Mariani, I., Misbah, & Sulaeman, N. F. 2020. Developing of students worksheets through STEM approach to train critical thinking skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(4):042029
- Jainal, S. & Yosephine L.I.S. 2019. Macromedia flash based on guided inquiry in critical thinking skills as learning innovations. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 10(3):21–29
- Kardoyo, Ahmad, N., & Hengky, P. 2020. Problem-based learning strategy: its impact on students' critical and creative thinking skills. *European Journal of Educational Research*, 9(3):1141-1150
- Lapuz, A.M. & Fulgencio, M. 2020. Improving the critical thinking skills of secondary school students using problem-based learning. *International Journal of Academic Multidisciplinary Research (IJAMR)*, 4(1):1–7
- Lou, S.J., Tsai, H.Y., Tseng, K.H., & Shih, R.C. 2014. Effects of implementing STEM-i project-based learning activities for female high school students. *International Journal of Distance Education Technologies*, 12(1):52–73
- Marshall, J.A. & Harron, J.R. 2018. Making learners: a framework for evaluating making in stem education. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 12(2):417-434
- Martyn, J., Terwijn, R., Kek, M.Y., & Huijser, H., 2014. Exploring the relationships between teaching, approaches to learning and critical thinking in a problem-based learning foundation nursing course. *Nurse Education*, 34(5):829–835
- Maskur, R., Sumarno, Rahmawati, Y., Pradana, K., Syazali, M., Septian, A., & Palupi, E.K. 2020. The effectiveness of problem based learning and aptitude treatment interaction in improving mathematical creative thinking skills on curriculum 2013. *European Journal of Educational Research*, 9(1):375–383
- Meltzer, D.E. 2002. The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics: a possible "hidden variable" in diagnostic pretest scores. *American Journal of Physics*, 70(12):1259–1268
- Mulyanto, H., Gunarhadi, G., & Indriayu, M. 2018. The effect of problem based learning model on student mathematics learning outcomes viewed from critical thinking skills. *International Journal of Educational Research Review*, 3(2):37–45

- Mutakinati, L., Anwari, I., & Yoshisuke, K. 2018. Analysis of students' critical thinking skill of middle school through stem education project-based learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(1):54–65
- Prasadi, A.H., Wiyanto, W., & Erni, S. 2020. The implementation of student worksheet based on STEM (scienc technology, engineering, mathematics) and local wisdom to improve of critical thinking ability of fourth grade students. *Journal of Primary Education*, 9(3):227–237
- Putri, C.D., Indarini, D.P., & Rubini, B. 2020. Problem based learning terintegrasi STEM di era pandemi covid-19 untuk meningkatkan, *JUPI (Jurnal IPA & Pembelajaran IPA)*, 4(2):193–204
- Rahmiza, M.S. & Adlim, M. 2015. Pengembangan LKS STEM (Science, Technology, Engineering, And Mathematics) dalam Meningkatkan Motivasi dan Aktivitas Belajar Siswa SMA Negeri 1 Beutong Pada Materi Induksi Elektromagnetik. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 3(1):239–250
- Ritonga, S., Safrida, S., Huda, I., Supriatno, & Sarong, M. A. 2020. The effect of problem-based video animation instructions to improve students' critical thinking skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1460(1):1–6
- Rusmansyah, Yuanita, L., Ibrahim, M., Isnawati, & Prahani, B.K. 2019. Innovative chemistry learning model: Improving the critical thinking skill and self-efficacy of pre-service chemistry teachers. *Journal of Technology and Science Education*, 9(1):59–76
- Saputro, A.D., Atun, S., Wilujeng, I., Ariyanto, A., & Arifin, S. 2020. Enhancing pre-service elementary teachers' selfefficacy and critical thinking using problem-based learning. *European Journal of Educational Research*, 9(2):765–773
- Sartika, R.P. 2018. The implementation of problem based learning to improve students' understanding in management of laboratorium subject. *Edusains*, 10(2):197–205
- Silva, A.B., Da, Bispo, A.C.K., De, A., Rodriguez, D.G., & Vasquez, F.I.F. 2018. Problem-based learning: A proposal for structuring PBL and its implications for learning among students in an undergraduate management degree program. *Gestao Magazine/ Revista de Gestao*, 25(2):160–177
- Sulistiyowati, S., Abdurrahman, A., & Jalmo, T. 2018. The effect of STEM-based worksheet on students' science literacy. *Tadris: Jurnal Keguruan dan Ilmu Tarbiyah*, 3(1):89–96
- Sarican, G. & Akgunduz, D. 2018. The impact of integrated STEM education on academic achievement, reflective thinking skills towards problem solving and permanence in learning in science education. *Journal of Educational Sciences*, 13(1):94–107
- Tarhan, L. & Ayyildiz, Y. 2015. The views of undergraduates about problem-based learning applications in biochemistry course. *Journal of Biological Education*, 49(2):116–126
- Tseng, K.H., Chang, C.C., Lou, S.J., & Chen, W.P. 2013. Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(87):87–102

- Yazar, S.B.B. 2015. Creative and critical thinking skills in problem-based learning environments. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 2(2):71-71
- Yildirim, N., Kurt, S., & Ayas, A. 2011. The effect of the worksheets on students' achievement in chemical equilibrium. *Journal of Turkish Science Education*, 8(3):44-58
- Yuan, H., Wipada, K., Klunklin, A., & Williams, B. 2014. Promoting critical thinking skills through problem-based learning. *Journal of Social Science and Humanities*, 2(2)86-100
- Yusmanidar, Y., Khaldun, I., & Mudatsir, M. 2017. Penerapan pembelajaran berbasis masalah menggunakan metode praktikum dalam upaya meningkatkan keterampilan proses sains dan motivasi siswa pada pokok bahasan hidrolisis garam. *JUPI (Jurnal IPA & Pembelajaran IPA)*, 1(1):73-80
- Yulianti, D., Wiyanto, Rusilowati, A., & Nugroho, S.E. 2020. Student worksheets based on science, technology, engineering and mathematics (STEM) to facilitate the development of critical and creative thinking skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(2):1-6
- Zhbanova, K.S. 2017. How the arts standards support stem concepts: a journey from stem to steam of STEM arts, crafts, and constructions. *Journal of STEM Arts Craft, and Constructions*, 2(2):1-14