



Implementasi LKPD Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik

**Safiratul Fithri, Andi Ulfa Tenri Pada*, Wiwit Artika,
Cut Nurmaliah, Hasanuddin**

Program Studi Pendidikan Biologi PPs Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

*Email: andi_ulfa@unsyiah.ac.id

DOI: 10.24815/jpsi.v9i4.20816

Article History:

*Received: April 21, 2021
Accepted: August 9, 2021*

*Revised: June 28, 2021
Published: August 21, 2021*

Abstract. The learning process only focuses on the material by memorizing concepts, students have not utilized worksheets to do practical work optimally, so the biology learning process in schools does not encourage students to practice critical thinking skills. This study aimed to determine the effect of implementing STEM-based student worksheets in improving students' critical thinking skills at SMP Negeri 1 Peusangan, Bireuen Regency. This study used a pretest-posttest control group design. The study population was 88 VIII grade students of SMP Negeri 1 Peusangan. The research sample consisted of 67 students. The sample is determined through the purposive sampling technique. The researcher determines the class of the research sample using purposive sampling. The taking of the experimental class and the control class is determined by looking at the standard deviation of the results of the homogeneous pretest of students (the ability of homogeneous students). Critical thinking skills are measured by multiple-choice questions with reason. It is used to determine the increase and difference in the critical thinking skills of students. Analysis of N-Gain test data, paired sample t-test, and independent sample t-test. The results showed that the implementation of STEM-based LKPD could improve students' critical thinking skills on excretory system material in class VIII of SMP Negeri 1 Peusangan. In addition, there are differences in the KBK of students between the experimental class and the control class on the excretory system concept in class VIII of SMP Negeri 1 Peusangan.

Keywords: STEM-based student worksheets, Critical thinking skills

Pendahuluan

Penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini merupakan kunci yang sangat penting dalam menghadapi tantangan masa depan. Pada abad 21 ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang begitu pesat. Peserta didik dituntut untuk menguasai berbagai keterampilan agar mampu bersaing secara global. Tantangan yang muncul berkaitan dengan kualitas hidup serta kemampuan dalam mengembangkan sumber daya manusia. Pendidikan sains sangat berperan penting untuk menyiapkan peserta didik mampu berpikir kritis, kreatif, logis dan berinisiatif dalam menanggapi isu di masyarakat yang diakibatkan oleh dampak perkembangan IPA dan teknologi. Keterampilan berpikir kritis (KBK) dapat diperoleh melalui pendidikan (Ritonga, dkk., 2020).

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 tentang KBK peserta didik di Indonesia sudah dilakukan oleh, 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).

Hasil observasi terhadap peserta didik dan proses pembelajaran di SMPN 1 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 mereka 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. Lembar kerja peserta didik (LKPD) yang digunakan dalam pembelajaran tidak mengarahkan peserta didik untuk berpikir.

Berdasarkan wawancara dengan beberapa guru di SMPN 1 Peusangan, mengungkapkan adanya upaya pembuatan soal yang mengarah kepada *high order thinking skill*, namun peserta didik justru kewalahan dalam memahami soal tersebut. Selain itu, hal ini juga terjadi karena jaranganya diterapkan soal-soal yang bersifat *high order thinking skill*. Peserta didik tidak terbiasa dalam menganalisa saat mengerjakan setiap soalnya. Daya analisa peserta didik masih dikategorikan kurang. Misalnya saat guru meminta untuk menyelesaikan LKPD yang telah disediakan, namun peserta didik masih banyak bertanya mengenai langkah-langkah yang harus dikerjakan kepada gurunya, padahal di dalam LKPD sudah terstruktur rapi mulai dari identitas sampai kepada simpulan, disini jelas bahwa peserta didik kurang memahami dalam hal menganalisa, masih terlihat awam bagi mereka.

Hasil ujian nasional berbasis komputer (UNBK) tahun 2018 menunjukkan bahwa rerata nilai ujian nasional IPA Provinsi Aceh sebesar 40,27 (Puspendik, 2018) dan pada tahun 2019 hasil UNBK menunjukkan bahwa rerata nilai ujian nasional IPA Provinsi Aceh yaitu sebesar 40,95 angka tersebut masih dikategorikan kurang dan jauh di bawah rerata nasional yaitu sebesar 53,42 (Puspendik, 2019), Hal ini disebabkan karena soal ujian yang berbasis *high order thinking skill* menekankan kepada kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hal ini juga mengindikasikan bahwa rendahnya tingkat berpikir kritis peserta didik di Provinsi Aceh.

Pembelajaran Biologi saat ini mengenai LKPD umumnya hanya digunakan pada waktu tertentu, misalnya pada sub bab yang dipraktikumkan. LKPD yang digunakan dalam praktikum sebagai penuntun praktikum yang berisi identitas, alat dan bahan, tujuan, prosedur kerja serta simpulan. Selebihnya LKPD hanya terdapat dalam perangkat pembelajaran saja, sehingga pembelajaran tidak terkesan menarik bagi peserta didik. Penggunaan LKPD dalam pembelajaran dapat menjadi alternatif bagi guru untuk mengarahkan pembelajaran atau memperkenalkan suatu kegiatan tertentu. LKPD mampu menjadi perangkat pembelajaran yang mempersingkat waktu dalam penyampaian topik pembelajaran.

Solusi yang akan dilakukan yaitu dengan LKPD berbasis *science technology engineering mathematic* (STEM). Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yaitu tentang penggunaan 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).

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). Implementasi STEM efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis (Ritonga & Zulkarnaini, 2021).

Penerapan STEM berbasis PjBL efektif meningkatkan KBK dan sikap kolaboratif siswa (Bulu dan Femberianus, 2021). Model PjBL berbasis STEM juga dapat mengembangkan sikap kolaboratif siswa. Model ini memungkinkan mereka untuk berpartisipasi aktif dalam kelompok, bertanya, berdiskusi menghadapi masalah, menyatakan ide-ide mereka, dan merancang produk bersama-sama (Erlinawati, dkk., 2019). Model PjBL berbasis STEM berkaitan dengan pembelajaran IPA (Toto, 2019).

Model PjBL berbasis STEM, yang dapat meningkatkan KBK siswa (Guo dkk., 2020). Model PjBL berbasis STEM merupakan kolaborasi model pembelajaran karena sifatnya yang menuntut siswa aktif belajar dalam kelompok dan berbagi informasi untuk memfasilitasi wawasan mereka dalam berpikir kritis (Almulla, 2020). Model PjBL berbasis STEM mengaktifkan proses yang memungkinkan siswa untuk berpartisipasi, memecahkan masalah, dan menanyakan tentang pengalaman baru yang berbeda sehingga mereka dapat mencerminkan ide-ide mereka secara kritis (Dywan & Airlanda, 2020).

Tujuan penelitian untuk mengetahui peningkatan KBK peserta didik dengan menggunakan model pembelajaran LKPD berbasis STEM pada materi sistem ekskresi di kelas VIII SMP 1 Peusangan. Salah satu materi yang menuntut pemahaman konsep – konsep di dalamnya adalah materi sistem ekresi. Materi sistem ekresi merupakan materi yang sangat dekat dengan kehidupan sehari – hari namun terkesan tidak menarik, sehingga banyak peserta didik yang berpendapat bahwa materi sistem ekresi kurang disukai dan sulit dipahami, Hipotesis dalam penelitian ini, implementasi dipadu dengan LKPD berbasis STEM dapat meningkatkan KBK peserta didik. Manfaat penelitian yaitu penerapan LKPD berbasis STEM dapat membantu peserta didik untuk memahami dan mengalami proses penyelidikan ilmiah sehingga peserta didik belajar secara langsung, mengembangkan keterampilan peserta didik untuk menerapkan pengetahuan mereka, sehingga mempengaruhi prestasi belajar peserta didik dan dapat memotivasi peserta didik dalam belajar.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan di SMP 1 Peusangan. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Februari-Maret semester genap tahun ajaran 2019/2020 di kelas VIII. Pengambilan sampel di sekolah tersebut berdasarkan nilai UNBK pada mata pelajaran IPA pada tahun 2019 yang 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 control group design*. Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah (1) memberikan pretes KBK untuk kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, (2) memberikan perlakuan dengan menerapkan 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 control group design* yaitu pada Tabel 1.

Tabel 1. *Pretest-Posttest 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 LKPD berbasis STEM
- X₂ : Perlakuan menggunakan pembelajaran konvensional

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas VIII SMP 1 Peusangan yang berjumlah 88 orang peserta didik. Sampel dalam penelitian ini berjumlah 67 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 indikator yaitu menganalisis argumen, bertanya dan menjawab pertanyaan, mendedukasi dan mempertimbangkan hasil dedukasi, mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi, menentukan suatu tindakan, membuat dan menentukan hasil pertimbangan, mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi, dan mengidentifikasi asumsi-asumsi (Ennis, 1997).

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 *Shapiro-wilk*. 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 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 dan kelas kontrol disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Peningkatan KBK Peserta Didik Kelas Eksperimen dan kelas Kontrol

Kelas	Pretes	Posttes	Gain
Eksperimen	30,59	77,29	0,94
Kontrol	31,30	66,86	0,83

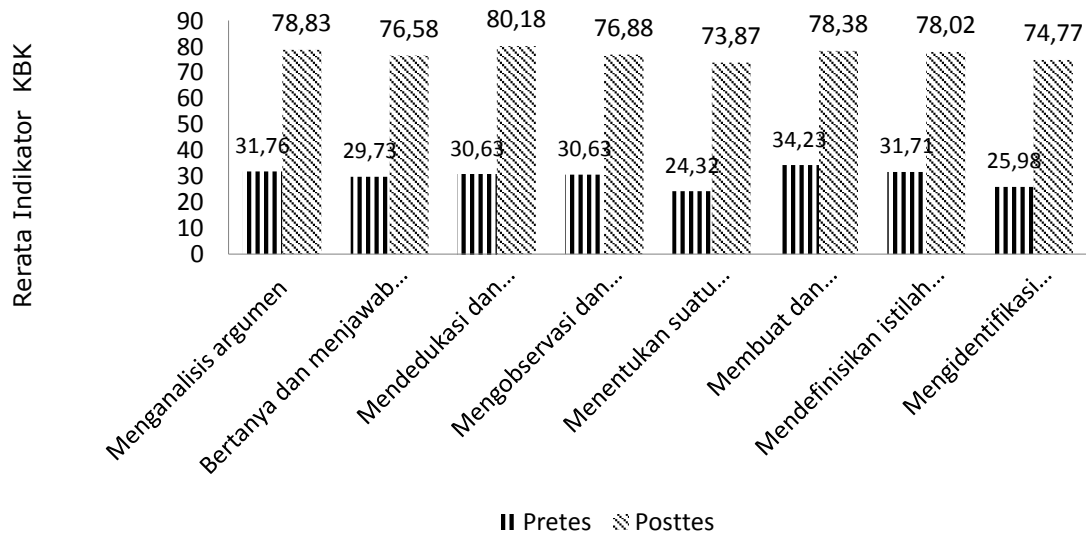
Tabel 2 menunjukkan gain KBK diperoleh 0.94. Jadi peningkatan KBK kelas eksperimen tergolong kategori tinggi dan gain KBK kelas kontrol diperoleh 0.83 termasuk kategori tinggi juga. Tetapi peningkatan KBK lebih signifikan di kelas eksperimen dibandingkan kelas kontrol. Melalui LKPD berbasis STEM peserta didik untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik tepat untuk digunakan dalam pembelajaran. STEM dapat berdampak positif berdampak pada minat peserta didik terutama dalam hal peningkatan berpikir kritis peserta didik (Tseng dkk., 2013). Implementasi STEM dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik (Ritonga & Zulkarnaini, 2021).

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).

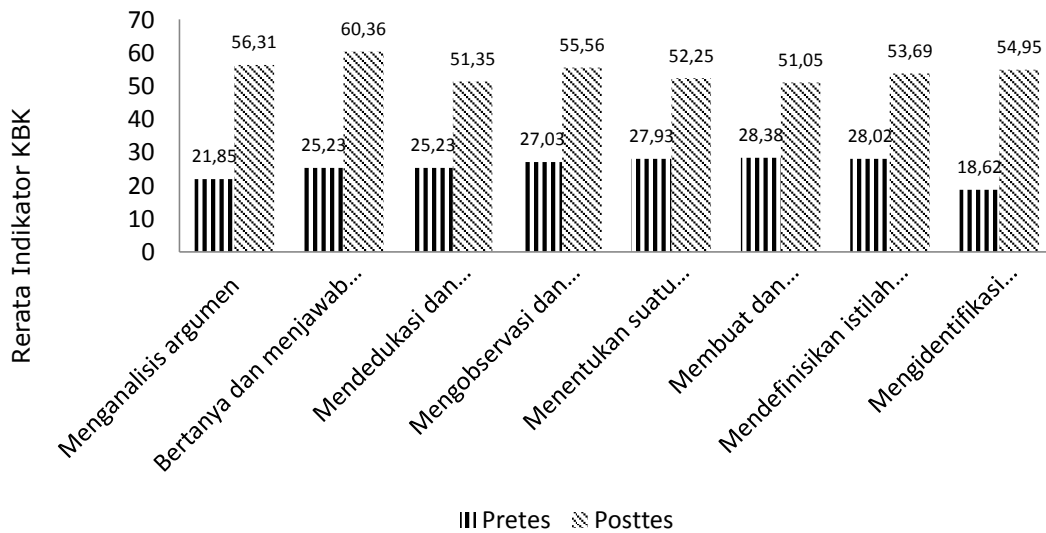
Penerapan LKPD berbasis STEM efektif melatih keterampilan berpikir kreatif siswa dilihat dari peningkatan keterampilan berpikir siswa pada setiap indikatornya. Siswa diajarkan untuk mencari data melalui kegiatan pemecahan masalah serta melalui langkah-langkah secara terperinci dan sistematis sehingga siswa dapat menjawab berbagai pertanyaan secara bervariasi, sehingga semua indikator berpikir kreatif siswa yakni indikator berpikir luwes, berpikir merinci, berpikir asli, dan berpikir lancer (Pertwi, dkk., 2017). Konteks lingkungan yang menunjukkan pembelajaran STEM dapat membangun kreativitas, literasi sains dan kemampuan memecahkan masalah yang sangat diperlukan dalam menghadapi abad ke 21. Hal ini disebabkan pembelajaran STEM secara langsung maupun tidak langsung melatih sekaligus menuntut siswa untuk mampu (Parwati, 2015).

Pembelajaran berbasis STEM mampu meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa dalam waktu yang relatif singkat dan mampu memberikan kemudahan siswa dalam memahami suatu materi pembelajaran (Rissanen, 2014). Pembelajaran berbasis STEM dapat melatih peserta didik dalam menerapkan pengetahuannya untuk membuat desain sebagai bentuk pemecahan masalah terkait dengan lingkungan dan teknologi (Permanasari, 2016).

Rata-rata indikator KBK peserta didik dengan penerapan LKPD berbasis STEM pada materi sistem ekresi pada kelas eksperimen disajikan pada Gambar 1. Penerapan LKPD berbasis STEM pada materi sistem ekskresi memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menganalisis dan mengidentifikasi argument yang terdapat di LKPD. Peserta didik juga mampu mengobservasi dan membuat kesimpulan melalui kegiatan eksperimen pada materi sistem ekskresi. 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 masa kini masalah (Mutakinati dkk., 2018).



Gambar 1. Rerata Indikator KBK Peserta didik Kelas Eksperimen



Gambar 2. Rerata Indikator KBK Peserta Didik Kelas Kontrol

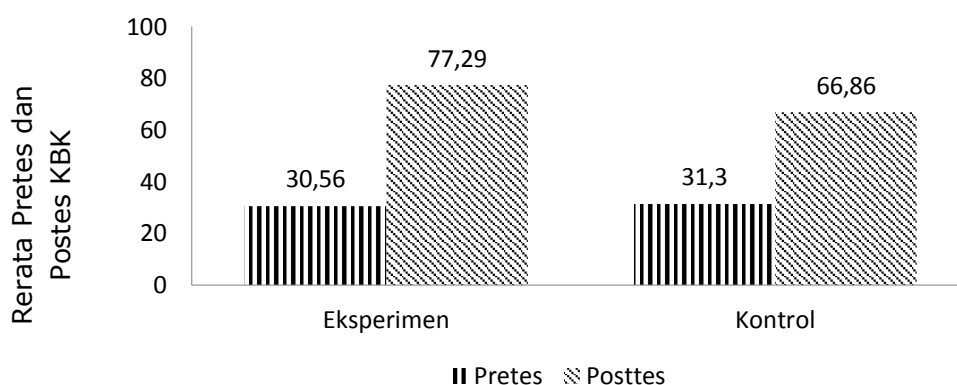
Penerapan PBL-STEM dapat peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa (Putri, dkk., 2020). Penerapan model *discovery learning* berbasis STEM pada pembelajaran materi sistem gerak dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik di MAN Kota Banda Aceh (Fadlina, dkk., 2021).

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 SMP 1 Peusangan, dapat dilihat pada Tabel 3.

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

Kelas	Rerata Posttes	Uji Normalitas	Uji Homogenitas	Independent Sample t-test
Eksperimen	77.29	0,200 (Normal)	0,279 (Homo-	Sig (0,000)
Kontrol	66.86	0,200 (Normal)	gen)	

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 sistem ekskresi di kelas VIII SMPN 1 Peusangan. Pembelajaran menggunakan LKPD berbasis STEM lebih efektif digunakan untuk meningkatkan KBK peserta didik dibandingkan dengan pembelajaran konvensional pada materi sistem ekskresi di kelas VIII SMPN 1 Peusangan. Perbedaan peningkatan rata-rata pretes dan postes KBK peserta didik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rerata Pretes dan Postes KBK Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Gambar 3 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 LKPD berbasis STEM dapat meningkatkan KBK peserta didik dalam belajar materi sistem ekskresi.

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.

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).

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). Terdapat perbedaan KBK peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol (Ritonga & Zulkarnaini, 2021).

Kesimpulan

Implementasi LKPD berbasis STEM dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi sistem ekskresi di kelas VIII SMP Negeri 1 Peusangan. Selain itu, terdapat perbedaan KBK peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol pada materi sistem ekskresi di kelas VIII SMP Negeri 1 Peusangan.

Daftar Pustaka

- Agustina, R., Huda, I., & Nurmaliah, C. 2020. Implementasi pembelajaran STEM pada materi sistem reproduksi tumbuhan dan hewan terhadap kemampuan berpikir ilmiah peserta didik SMP. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 8(2):241-256
- Almulla, M.A. 2020. The Effectiveness of the Project-Based Learning (PjBL) Approach as a Way to Engage Students in Learning. *SAGE Open*, 10(3):1-6.
- 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
- Beers, S.Z. 2011. *21st Century Skills: Preparing for Their Future*. London: ASD Author
- Bulu, V.R. & Femberianus, T. 2021. The Effectiveness of STEM-Based PjBL on Student's Critical Thinking Skills and Collaborative Attitude. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(1):219-228
- Capraro, R.M., Capraro M.M., & Morgan J.R., 2013. *STEM Project-based Curriculum*. Departments of STEM Education and Professional Studies Old Dominion dari *UKM Untuk Aceh*. Malaysia: Academy of Islamic Studies, University of Entrepreneurial Science Thinking "Escit": Satu Perkongsian Pengalaman *Journal of STEM Teacher Education*, 42(3):12-22
- Dywan, A.A. & Airlanda, G.S. 2020. Efektivitas model pembelajaran project based learning berbasis stem dan tidak berbasis sTEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Basicedu*, 4(2):344-354.
- Ennis, R., Gardiner, W.L., Morrow, R., Paulus, D., & Ringe, L. 1964. Cornell Critical Thinking Test Series: The Cornell Class-Reasoning Test, Form X. *Published by Illinois Critical Thinking Project, Department of Educational Policy Studies, University of Illinois at Urbana-Champaign*.
- Erlinawati, C.E., Bektiarso, S., & Maryani. 2019. Model pembelajaran project based learning berbasis stem pada seminar nasional pendidikan fisika 2019. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2019*, 4(1):1-4
- Fadlina, Wiwit, A. Khairil, Cut, N. & Abdullah. 2021. Penerapan model discovery learning berbasis stem pada materi sistem gerak untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 9(1):99-107

- 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. Series* 1028:1-6
- 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):1-9
- 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
- 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
- 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
- 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
- National Research Center [NRC]. 2011. *Successful K-12 STEM Education : Identifying Effective Approaches in Science Technology, Engineering, Mathematic*. The National Academies of Science. Washington, DC.
- Parwati, R., Permanasari, A., Firman, H., & Suheri, T. 2015. Studi pendahuluan: Potret mata kuliah Kimia Lingkungan di beberapa LPTK. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 4(1):1-7.
- Pertiwi, S., Abdurrahman, dan Rosidin, U. 2017. Efektivitas LKS STEM untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(2):11-19
- 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
- Permanasari, A. 2016. *STEM Education Inovasi dalam Pembelajaran Sains*, Surakarta.
- Putri, C.D. Indarini, D.P & Bibin, R. 2020. Problem based learning terintegrasi STEM di era pandemi covid-19 untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. *Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA*, 4(2):193-204

- Rissanen, A. 2014. Active and peer learning in STEM education strategy. *Science ducation International*, 25(1):1-7
- 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
- Ritonga, S. & Zulkarnaini, Z. 2021. Penerapan pendekatan STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. *Jurnal Studi Guru dan Pembelajaran*, 4(1): 75-81
- 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
- Sulistiyowati, S., Abdurrahman, A., & Jalmo, T. 2018. The effect of STEM-based worksheet on students' science literacy. *Tadris: Jurnal Keguruan & 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
- Tseng, K.H., Chang, C.C., & Lou, S.J. 2013. Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1):87-102
- Toto. 2019. STEM-based science learning design in the 2013 curriculum. *Journal of Physics: Conference Series*, 1233(1):1-6.
- 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
- 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