Dalton : J. Pend. Kim. dan Ilmu. Kim. (e-ISSN 2621-3060) Vol. 8, No. 1, 2025
DOI: http://dx.doi.org/10.31602/dl.v8i1.18395

Dalton : Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia

ORIGINAL ARTICLE

PROFIL KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA

Wisnu Prammana Surya*[1] · Anggra Prasetya Cahya[1]

Received: 19 Februari 2025 | Revised: 22 Maret 2025 | Accepted: 25 Maret 2025 | Published: 21 April 2025
UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal Uniska-Daltonjurnal 2025

Abstrak Hasil penting dari pembelajaran kimia antara lain mengajarkan siswa tentang keterampilan yang relevan dengan ilmu kimia, yaitu keterampilan berpikir kritis. Kualitas suatu proses pembelajaran dapat dilihat dari keterampilan berpikir kritis siswa dalam proses pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keterampilan berpikir kritis siswa pada materi kesetimbangan kimia. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif deskriptif dengan pendekatan *ex-post facto*. Siswa SMA di Pekanbaru, Riau yang telah mempelajari materi kesetimbangan kimia dan sedang menjalani semester ganjil menjadi partisipan dalam penelitian ini. Data dikumpulkan dengan menggunakan teknik tes yang telah divalidasi. Analisis data dilakukan dengan mengkategorikan skor yang diperoleh dari tes ke dalam kategori penilaian ideal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa sangat rendah yaitu pada kategori kurang baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa siswa perlu melatih keterampilan berpikir kritisnya terutama pada aspek menyimpulkan dan menyusun strategi dan teknik.

Katakunci Keterampilan Berpikir Kritis· Kesetimbangan Kimia · Pembelajaran ·

This is an open-access article under the CC-BY 4.0 License. Copyright © 2025 by authors.

✉ Wisnu Prammana Surya
wisnuprammana@umrah.ac.id

[1] Prodi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Maritim Raja Ali Haji,

Abstract Important outcomes of chemistry learning include teaching students skills relevant to the subject, particularly critical thinking skills. The quality of the learning process can be assessed by examining students' critical thinking abilities during instruction. This study aimed to analyze students' critical thinking skills in the context of chemical equilibrium. A descriptive quantitative research method with an ex post facto approach was employed. The participants were high school students in Pekanbaru, Riau, who had studied chemical equilibrium and were enrolled in the odd semester. Data were collected using a validated test. The results were analyzed by categorizing the test scores based on an ideal rating scale. The findings revealed that students' critical thinking skills were very low, placing them in the "less good" category. These results indicate that students need more practice in critical thinking, especially in the areas of drawing conclusions and developing strategies and techniques.

Keywords Critical Thinking Skill · Chemical Equilibrium · Learning ·

PENDAHULUAN

Kimia merupakan ilmu eksperimental yang mencakup pembelajaran teori dan praktik dalam pembelajarannya (Chase et al., 2017). Topik-topik tentang kesetimbangan kimia, konsep mol, dan reaksi oksidasi-reduksi termasuk dalam topik-topik kimia yang paling sulit dipahami (Akram et al., 2014). Kesetimbangan kimia terbukti menjadi salah satu konsep kimia yang paling sulit dipahami oleh siswa (Maia & Justib, 2009). Akibatnya, siswa di semua jenjang pendidikan memiliki miskonsepsi terkait dengan kesetimbangan kimia (Demircioğlu et al., 2013).

Konsep kesetimbangan kimia sulit dipahami bahkan oleh siswa sekolah menengah atas.

Kehidupan di era globalisasi yang semakin kompleks dan kompetitif menyebabkan pembelajaran di kelas tidak cukup hanya menyampaikan ilmu pengetahuan, tetapi harus menjadi sarana pengembangan keterampilan berpikir. Capaian penting dari pembelajaran kimia antara lain mengajarkan keterampilan siswa yang relevan dengan kimia, yaitu keterampilan berpikir kritis (Carmel & Yezierski, 2013). Keterampilan berpikir kritis melibatkan kemampuan menganalisis informasi, menilai data, dan membuat keputusan berdasarkan bukti (Alpindo et al., 2024). Keterampilan berpikir kritis memungkinkan siswa untuk menganalisis, mengevaluasi, dan mensintesis informasi secara efektif, sehingga mendukung penalaran logis, pengambilan keputusan mandiri, serta ketahanan terhadap manipulasi dalam berbagai situasi (Sukhanova, 2021; Kola & Molise, 2023; Pereira et al., 2023). Kualitas suatu proses pembelajaran dapat dilihat dari keterampilan berpikir kritis siswa dalam proses pembelajaran yang dilakukan atau dari hasil belajar siswa itu sendiri, oleh karena itu agar siswa memiliki keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas pembelajaran yang dilaksanakan di sekolah (Yunita et al., 2018). Pengembangan keterampilan berpikir kritis dapat terhambat karena kecenderungan menerima informasi tanpa analisis yang mendalam. Sekitar 78% siswa Indonesia hanya dapat mengerjakan soal-soal dalam kategori rendah, yaitu hanya mengetahui atau hafalan. Hal ini menunjukkan bahwa materi yang diajarkan kurang menekankan pada penalaran. Apabila materi yang diajarkan kurang menekankan pada penalaran, maka akibatnya siswa kurang memiliki keterampilan berpikir kritis (Rahayuni, 2016).

Transferable skills sering juga disebut dengan istilah *core skills*, *soft skills*, *work skills*, *key skills*, *generic skills* dan *21st century skills*. Berpikir kritis dianggap sebagai salah satu *transferable skills* yang paling penting untuk keberhasilan bernavigasi di dunia kita yang semakin dinamis dan kompleks (Stephenson & Sadler-Mcknight, 2016). Berpikir kritis sebagai keterampilan atau atribut terpenting kedua setelah pembelajaran aktif, dan lebih dari 80% responden menyatakan berpikir kritis sebagai 'penting' atau 'sangat penting' sebagai keterampilan atau atribut di tempat kerja (Danczak et al., 2020) Keterampilan berpikir kritis siswa seperti kemampuan mengidentifikasi isu-isu utama dan asumsi dalam sebuah argumen, mengenali hubungan-hubungan penting, menyimpulkan kesimpulan dari informasi atau data yang diberikan, mengevaluasi bukti atau otoritas, dll., telah menjadi tujuan penting pendidikan (Tiruneh et al., 2014). Perlu upaya dan strategi pendidikan yang lebih baik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran (Furqon et al., 2023; Muhsin & Laksono, 2023). Berpikir kritis adalah proses memutuskan secara alami apa yang harus dipercayai dan dilakukan. Tes berpikir kritis dapat mencakup induksi, deduksi, evaluasi, observasi, kredibilitas (pernyataan yang dibuat oleh orang lain), identifikasi asumsi, dan makna (Iwaoka et al., 2010). Berpikir kritis dapat dilihat memiliki dua komponen: 1) seperangkat keterampilan menghasilkan dan memproses informasi dan keyakinan, dan 2) kebiasaan, berdasarkan komitmen intelektual, menggunakan keterampilan tersebut untuk memandu perilaku (Weissberg, 2013).

Guru harus menjaga lingkungan belajar di mana siswa didorong untuk mengeksplorasi pikiran mereka sendiri dan menyadari kekuatan pikiran mereka sendiri dan kemanjuran pikiran mereka sendiri (Toy & Ok, 2012). Persepsi siswa tentang perilaku mengajar yang efektif mungkin memang memiliki pengaruh positif pada keterampilan berpikir kritis siswa selama pembelajaran (Loes et al., 2015). Oleh karena itu, mengajarkan kemampuan kognitif tingkat tinggi seperti keterampilan berpikir kritis selalu menjadi tujuan akhir pendidikan (Erceg et al., 2013). Keterampilan berpikir kritis dapat membawa siswa untuk melihat permasalahan dengan sudut pandang yang berbeda. Dengan memiliki keterampilan berpikir kritis tersebut, siswa akan memiliki keberanian dalam mengemukakan ide, selalu ingin tahu, fleksibel, berpikiran terbuka, jujur, cermat dalam memberikan penilaian, berpikiran jernih, terorganisasi dan dapat dilacak dalam menyelesaikan masalah, serta pantang menyerah dalam mencari hasil yang optimal dan menghasilkan siswa yang memiliki calon pemimpin masa depan yang berpikir berkualitas (Wulandari, 2018). Pendidikan yang menekankan

berpikir kritis dapat membantu siswa menjadi pembelajar yang mandiri dan inovatif (Purnamaningsih & Miranda, 2021). Oleh karena itu, keterampilan berpikir kritis siswa sangat penting untuk dianalisis guna meningkatkan kualitas dan kapasitas berpikir siswa dalam proses pembelajaran kimia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan *ex-post facto*. Pendekatan ini hanya mengungkap fakta yang terjadi tanpa adanya manipulasi variabel atau menciptakan kondisi tertentu (Deswita, 2017). Penelitian ini menggunakan convienence sampling. Sebanyak 118 siswa SMA di Pekanbaru, Riau yang telah mempelajari kesetimbangan kimia dengan rata-rata usia 16 tahun yang terdiri dari 72 siswa perempuan dan 46 siswa laki-laki menjadi partisipan dalam penelitian ini.

Data keterampilan berpikir kritis dikumpulkan dengan menggunakan teknik tes yang telah divalidasi sebelumnya. Keterampilan berpikir kritis diukur dengan menggunakan tes berupa pilihan ganda wajar yang dibuat berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis yang disesuaikan dengan kompetensi dasar. Tes yang digunakan terdiri dari 30 soal yang dibuat meliputi beberapa indikator keterampilan berpikir kritis, yaitu klarifikasi dasar, interpretasi, penjelasan, analisis, menyimpulkan, dan menyusun strategi dan teknik. Berikut ini adalah rangkuman kisi-kisi instrumen keterampilan berpikir kritis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kisi -Kisi Instrumen Keterampilan Berpikir Kritis.

No	Kompetensi Dasar	Sub-indikator keterampilan berpikir kritis	Indikator Pertanyaan
1	Jelaskan reaksi kesetimbangan dalam hubungan antara reaktan dan produk reaksi	Berfokus pada sebuah pertanyaan	Menjelaskan tentang keseimbangan dinamis
		Menjawab pertanyaan tentang penjelasan atau pernyataan	Menjelaskan tentang keseimbangan dinamis
		Kategorisasi	Membedakan kesetimbangan homogen dan heterogen
2	Menyajikan hasil pengolahan data untuk menentukan nilai konstanta kesetimbangan	Menyatakan hasil	Pengolahan data untuk menentukan nilai kesetimbangan reaksi
		Analisa	Pengolahan data untuk menentukan nilai kesetimbangan reaksi
3	Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah keseimbangan dan penerapannya dalam industri.	Menjawab pertanyaan tentang penjelasan atau pernyataan	Menganalisis pengaruh perubahan suhu, konsentrasi, volume, dan tekanan terhadap pergeseran kesetimbangan
		Tentukan tindakannya	Terapkan faktor-faktor yang menggeser arah keseimbangan untuk mendapatkan hasil yang optimal
		Analisa	Menganalisis pengaruh perubahan suhu, konsentrasi, volume, dan tekanan terhadap pergeseran kesetimbangan
4	Merancang, melaksanakan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan	Menyimpulkan	Merangkum dan menyajikan hasil percobaan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan

Instrumen dianalisis terlebih dahulu dengan melakukan uji validitas dan reliabilitas. Validitas dalam penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu validitas teoritis dan validitas empiris. Validitas teoritis dilakukan oleh dua orang validator yang merupakan dosen ahli dalam hal materi, konstruksi, dan bahasa berupa penilaian kelayakan butir instrumen kepada dua orang ahli dari Jurusan Pendidikan Kimia. Setelah mendapatkan masukan dari validator seperti saran dan perbaikan, dilakukan revisi kemudian validasi dilanjutkan dengan validitas empiris. Hasil analisis menunjukkan estimasi reliabilitas *Cronbach's Alpha* sebesar 0,70 yang termasuk

dalam kategori baik. Artinya instrumen keterampilan berpikir kritis dapat digunakan untuk mengumpulkan data.

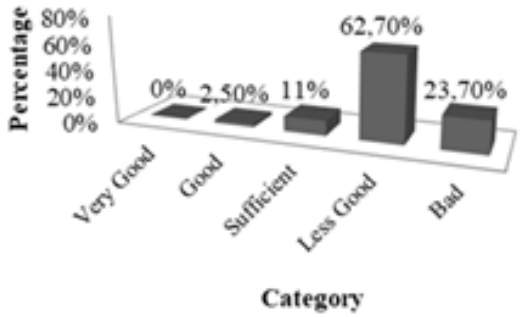
Teknik analisis data yang digunakan untuk menganalisis profil keterampilan berpikir kritis siswa adalah dengan mengkategorikan skor yang diperoleh berdasarkan kategori penilaian ideal. Langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah merekapitulasi skor instrumen, membuat rentang skor untuk kategori penilaian ideal, dan mengkategorikan skor yang diperoleh sesuai dengan kategori penilaian ideal. Kategori profil keterampilan berpikir kritis dibagi menjadi 5 kategori, yaitu sangat baik, baik, cukup, kurang baik, dan buruk dengan skor ideal tertinggi sebesar 72 dan skor ideal terendah sebesar 18. Kategori penilaian ideal ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Penilaian Ideal.

Kategori	Rentang Skor
Sangat bagus	X > 61,2
Bagus	50,4 < X ≤ 61,2
Memadai	39,6 < X ≤ 50,4
Kurang Baik	28,8 < X ≤ 39,6
Buruk	X≤ 28,8

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis data hasil penilaian keterampilan berpikir kritis siswa adalah sebagai berikut.

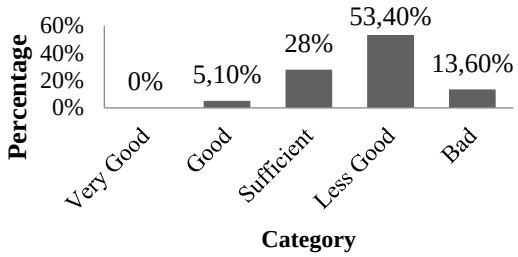


Gambar 1. Profil Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Gambar 1. menunjukkan bahwa hasil keterampilan berpikir kritis siswa terbanyak terdapat pada kesetimbangan kimia yang termasuk dalam kategori kurang baik. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran di sekolah belum sepenuhnya melatih keterampilan berpikir kritis siswa. Hal ini mungkin disebabkan oleh rendahnya tingkat kompetensi yang menyebabkan proses pembelajaran menjadi monoton dan pelaksanaannya kurang optimal (Irwanto et al., 2019). Siswa belum terbiasa mengembangkan keterampilan berpikir, padahal kualitas proses pembelajaran dapat dilihat dari keterampilan berpikir kritis siswa (Yunita et al., 2018). Siswa harus berinteraksi dengan lingkungan sekitar. Jika tidak, maka akan menyebabkan rendahnya keterampilan berpikir kritis siswa (Asyari et al., 2016). Kesetimbangan kimia erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari. Siswa harus terbiasa dengan pembelajaran kimia yang dikaitkan dengan konteks kehidupan di sekitarnya.

Klarifikasi Dasar

Hasil analisis indikator pertama kemampuan berpikir kritis siswa berupa klarifikasi dasar disajikan pada Gambar 2.



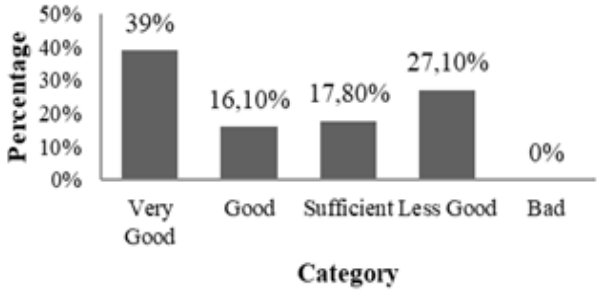
Gambar 2. Profil Klarifikasi Dasar Siswa

Hasil analisis menunjukkan bahwa kategori kemampuan klarifikasi dasar siswa dengan presentase tertinggi berada pada kategori kurang baik. Namun demikian ada sebagian kecil siswa yang memiliki kemampuan ini pada kategori baik. Pokok bahasan yang termasuk dalam indikator ini adalah kesetimbangan dinamis dan pergeseran kesetimbangan. Sebagian siswa dapat memilih jawaban dengan benar, tetapi tidak mengetahui alasan memilih jawaban tersebut. Kemampuan yang dibutuhkan siswa adalah memfokuskan diri pada suatu pertanyaan, menganalisis argumen, serta mengajukan dan

menjawab pertanyaan atau mengklarifikasi (Ennis, 1985). Selain itu siswa dituntut untuk mengajukan pertanyaan kritis dan mencari pokok-pokok klarifikasi yang tidak dipahaminya (Henderson, 2010).

Interpretasi

Hasil analisis untuk indikator kedua keterampilan berpikir kritis siswa berupa interpretasi disajikan pada Gambar 3.

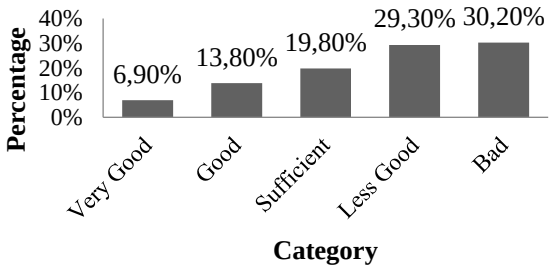


Gambar 3. Profil Interpretasi Siswa

Kategorisasi merupakan subindikator interpretasi. Topik yang termasuk dalam kemampuan ini adalah membedakan kesetimbangan homogen dan heterogen. Sebagian besar siswa memiliki kemampuan sangat baik dalam mengkategorikan kesetimbangan homogen dan kesetimbangan heterogen. Namun tidak sedikit siswa yang berada pada kategori kurang baik, sehingga kesalahpahaman terhadap topik ini masih perlu dipahami dengan baik. Kemampuan ini berguna untuk melatih siswa agar mampu memahami atau merumuskan kategori, perbedaan, atau kerangka kerja untuk memahami, mendeskripsikan, atau mengkarakterisasi informasi (Facione, 2000).

Eksplanasi

Hasil analisis indikator ketiga kemampuan berpikir kritis siswa berupa eksplanasi disajikan pada Gambar 4.

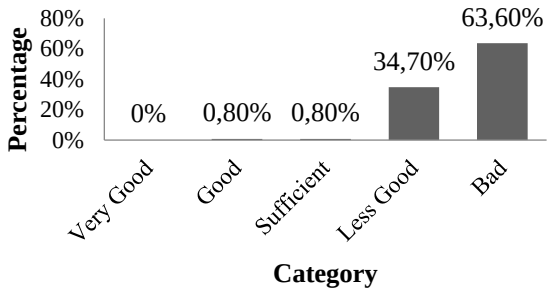


Gambar 4. Profil Eksplanasi Siswa

Gambar 4 menunjukkan hasil seperti anak tangga dimana kategori buruk berada di atas. Begitu pula sebagian besar siswa berada pada kategori kurang baik dan buruk. Siswa dituntut untuk mengolah data untuk menentukan nilai kesetimbangan suatu reaksi, artinya subindikator keterampilan berpikir kritis yang muncul adalah menyatakan hasil. Kemampuan ini berguna bagi siswa untuk menghasilkan pernyataan, uraian, atau representasi yang akurat dari hasil kegiatan penalarannya (Facione, 2000).

Analisis

Hasil analisis indikator keempat kemampuan berpikir kritis siswa berupa analisis disajikan pada Gambar 5.

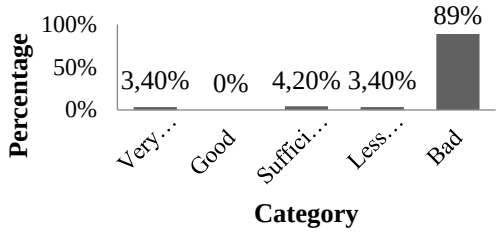


Gambar 5. Profil Analisis Siswa

Hasil ini menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam menganalisis sangat rendah sebagai akibat dari keterampilan berpikir kritis. Jelas terlihat bahwa sebagian besar siswa berada pada kategori kurang dan hanya ada 1 siswa yang memiliki kemampuan menganalisis pada kategori baik dan cukup. Topik yang dibahas pada indikator ini adalah konstanta kesetimbangan dan pergeseran kesetimbangan. Siswa masih belum memahami makna dari konsep kesetimbangan kimia yang telah dipelajari. Permasalahan konseptual muncul ketika siswa yang telah dikenalkan dengan reaksi kimia melalui contoh-contoh yang ternyata 'sampai selesai' pertama kali bertemu dengan contoh-contoh 'reaksi tidak lengkap' (Maia & Justib, 2009).

Kesimpulan

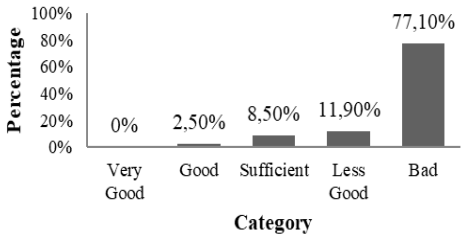
Hasil analisis indikator kelima kemampuan berpikir kritis siswa berupa kesimpulan disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Profil Kesimpulan Siswa

Kesimpulan merupakan subindikator tertinggi dari kategori buruk. Keterampilan menyimpulkan pada siswa belum baik. Materi yang disampaikan adalah menyimpulkan dan menyajikan hasil Menyusun Strategi dan Teknik

Hasil analisis indikator keenam keterampilan berpikir kritis siswa berupa penyusunan strategi dan teknik disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Profil Penyusunan Strategi dan Teknik Siswa

Hasil analisis data untuk keterampilan ini menunjukkan bahwa indikator ini berada pada posisi terburuk kedua setelah menyimpulkan. Siswa juga belum memiliki konsep yang optimal pada topik pergeseran keseimbangan, bahwa topik ini membahas tentang penentuan tindakan percobaan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran ke arah kesetimbangan. Siswa belum terbiasa melakukan percobaan yang berkaitan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran ke arah kesetimbangan. Percobaan tersebut dapat menjadi sarana yang signifikan untuk mengembangkan minat siswa yang lebih stabil (Akram et al., 2017). Sehingga dapat menjadi modal untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam menerapkan faktor-faktor yang menggeser arah kesetimbangan.

Rendahnya keterampilan berpikir kritis di kalangan siswa dalam penelitian ini mungkin berasal dari kehidupan pendidikan sebelumnya yang tidak mendukung pemikiran. Praktik aktual harus mencerminkan keyakinan akan pentingnya mengembangkan siswa CT di semua tingkat sekolah, karena hanya dengan cara ini tingkat CT dapat ditingkatkan (Toy and Ok , 2012). Keterampilan berpikir kritis siswa perlu dilatih dan ditingkatkan. Analisis pekerjaan siswa merupakan sumber yang kaya untuk wawasan tentang proses berpikir siswa dan akibatnya dapat mengungkapkan keterampilan CT siswa (Gupta et al., 2015). Hal ini penting karena pertumbuhan pemikiran kritis telah dikaitkan dengan kegiatan pendidikan seperti partisipasi siswa, dorongan, dan interaksi (Loes et al., 2015)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa profil keterampilan berpikir kritis siswa pada materi kesetimbangan kimia masih tergolong rendah yakni termasuk dalam kategori kurang baik yaitu sebesar 62,7% yang ditunjukkan dengan banyaknya siswa yang lemah pada aspek menyimpulkan serta menyusun strategi dan teknik.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini. Secara khusus, apresiasi diberikan kepada sekolah yang telah memberikan izin serta kepada para siswa yang dengan antusias berpartisipasi dalam penelitian ini. Dukungan, kerja sama, dan keterbukaan dari berbagai pihak sangat membantu dalam pengumpulan data dan kelancaran proses penelitian. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan pembelajaran kimia, khususnya dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

DAFTAR PUSTAKA

Akram, M., Surif, J. Bin, & Ali, M. (2014). Conceptual difficulties of secondary school students in electrochemistry. *Asian Social Science*, *10*(19), 276–281. https://doi.org /10.5539/ ass.v10n19p276

Akram, T. M., Aijaz, A., & Ikram, H. (2017).

Exploring the factors responsible for declining students' interest in chemistry. *International Journal of Information and Education Technology*, 7(2), 88–94. http://dx.doi.org/10.18178/ijiet.2017.7.2.847

Alpindo, O., Istiyono, E., Widihastuti, & Andriyanti, E. (2024). Can critical-thinking skills be measured by analyzing metacognition? *Journal of Teaching and Learning*, 18(2), 194–211. https://doi.org/ 10.22329/jtl.v18i2.8813

Asyari, M., Al Muhdhar, M. H. I., Susilo, H., & Ibrohim. (2016). Improving critical thinking skills through the integration of problem based learning and group investigation. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 5(1), 36–44. https://doi.org/10.1108/IJLLS-10-2014-0042

Carmel, J. H., & Yezierski, E. J. (2013). Are we keeping the promise? investigation of students' critical thinking growth. *Journal of College Science Teaching*, 42(5), 71-81. http://www.jstor.org/stable/ 43631585

Chase, A. M., Clancy, H. A., Lachance, R. P., Mathison, B. M., Chiu, M. M., & Weaver. G. C. (2017). Improving critical thinking via authenticity: the caspie research experience in a military academy chemistry course. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(1), 55–63. https://doi.org/10.1039/C6RP00 171H

Danczak, S. M., Thompson, C. D., & Overton, T. L. (2020). Development and validation of an instrument to measure undergraduate chemistry students' critical thinking skills. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(1), 62–78. https://doi.org/10.1039/C8RP00130H

Demircioğlu, H., Dinç, M., & Çalik, M. (2013). The effect of storylines embedded within context-based learning approach on grade 6 students' understanding of 'physical and chemical change' concept. *Journal of Baltic Science Education*, 12(5), 682–691. https://doi.org/10.33225/jbse/13.12.682

Deswita, H. (2017). Profil tingkat penguasaan keterampilan dasar mengajar mahasiswa pendidikan matematika universitas pasir pengaraian. *Jurnal Gantang*, 2(1), 51–62. https://doi.org/10.31629/jg.v2i1.65

Ennis, R. H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skills. *Educational Leadership*, 43(2), 44–48. Retrieved from https://jgregorymcverry .com/readings/ennis1985assessingcriticalthinking.pdf

Erceg, N., Aviani, I., & Mešić, V. (2013). Probing students' critical thinking processes by presenting ill-defined physics problems. *Revista mexicana de física E*, 59(1), 65–76. Retrieved from https://www.scielo.org.mx /pdf/rmfe/v59n1/v59n1a8.pdf

Facione, P. A. (2000). The disposition toward critical thinking: its character, measurement, and relationship to critical thinking skill. *Informal Logic*, 20(1), 61–84. https://doi.org/10.22329/il.v20i1. 2254

Furqon, M., Sinaga, P., Liliasari, & Riza, L. S. (2023). Analyzing critical thinking skills of physics preservice teachers on electricity and magnetism. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(6), 4477–4483. https://doi.org/10.29303/jppipa. v9i6.3581

Gupta, T., Burke, K. A., Mehta, A., & Greenbowe, T. J. (2015). Impact of guided-inquiry-based instruction with a writing and reflection emphasis on chemistry students' critical thinking abilities. *Journal of Chemical Education*, 92(1), 32–38. https://doi.org /10.1021/ed500059r

Henderson, D. E. (2010). A chemical instrumentation game for teaching critical thinking and information literacy in instrumental analysis courses. *Journal of Chemical Education*, 87(4), 412–415. https://doi.org/10.1021/ed800110f

Irwanto, Rohaeti, E., & Prodjosantoso, A. K. (2019). Analyzing the relationships between pre-service chemistry teachers' science process skills and critical thinking skills. *J. Turk. Sci. Educ*. 16. 3 p. 299-313. https://doi.org/10.12973/ tused.10283a

Iwaoka, W. T., Li, Y., & Rhee, W. Y. (2010). Measuring gains in critical thinking in food science and human nutrition courses: the cornell critical thinking test, problem-based learning activities, and student journal entries. *Journal of Food Science Education*, 9(3), 68–75. https://doi.org/10.1111/j.1541-4329.20 10.00100.x

Kola, M., & Molise, H. (2023). Assessing the implementation of critical thinking skills in the university: a focus on technology education. *E-Journal of Humanities, Arts and Social Sciences*, 500–515. https://doi.org/10.38159/ehass.2023451

Loes, C. N., Salisbury, M. H., & Pascarella, E. T. (2015). Student perceptions of effective instruction and the development of critical thinking: a replication and extension. *Higher Education*, 69(5), 823–838. https://doi.org /10.1007/s10734-014-9807-0

Maia, P. F., & Justib, R. (2009). Learning of chemical equilibrium through modelling-based teaching international. *Journal of Science Education*, 31(5), 603–630. https://doi.org/10.1080/0950069080253804 5

Muhsin, L. B., & Laksono, E. W. (2023). Development of integrated assessment to measure student's analytical thinking skills and scientific attitudes for chemical equilibrium topic. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(2), 556–562. https://doi. org/10.29303/jppipa.v9i 2.2191

Pereira, V. V., Samsudin, A., & Utama, J. A. (2023). Mengkaji keterampilan berpikir kritis siswa menggunakan model problem based learning berbantuan teknik probing prompting (PBL-PP). *Jurnal Muara Pendidikan*, 8(1), 170–179. https://doi.org/ 10.52060/mp.v8i1. 1175

Purnamaningsih, I. R., & Miranda, A. Z. (2021). Penerapan e-learning sebagai inovasi pendidikan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Kalacakra: Ilmu Sosial Dan Pendidikan*, 2(2), 50. https://doi.org/10.31002/kalacakra.v2i2.400 3

Rahayuni, G. (2016). Hubungan keterampilan berpikir kritis dan literasi sains pada pembelajaran IPA terpadu dengan model PBM dan STM. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 2(2), 131. http://dx.doi.org/10.30870/jppi.v2i 2.926

Stephenson, N. S., & Sadler-Mcknight, N. P. (2016). Developing critical thinking skills using the science writing heuristic in the chemistry laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(1), 72–79. https://doi.org/10.1039/C5RP00 102A

Sukhanova, N. P. (2021). Logic as a tool for developing critical thinking. *Problems of Modern Education (Problemy Sovremennogo Obrazovaniya)*, 15(2), 19–26. https://doi.org/10.21659/rupkath a.v15n2.15

Tiruneh, D. T., Verburgh, A., & Elen, J. (2014). Effectiveness of critical thinking instruction in higher education: a systematic review of intervention studies. *Higher Education Studies*, 4(1), 1. https://doi.org/10.5539/ hes.v4n1p1

Toy, B. Y., & Ok, A. (2012). Incorporating critical thinking in the pedagogical content of a teacher education programme: does it make a difference? *European Journal of Teacher Education*, 35(1), 39–56. https://doi.org /10.1080 /02619768.2011.634902

Weissberg, R. (2013). Critically thinking about critical thinking. *Academic Questions*, 26(3), 317–328. https://doi.org/10.1007/s12129-013-9375-2

Wulandari, A. Y. R. (2018). Correlation between critical thinking and conceptual understanding of student's learning outcome in mechanics concept. *AIP Conf. Proc.* 21 September 2018; 2014(1): 020028. https://doi.org/10. 1063/1.5054432

Yunita, S., Rohiat, S., & Amir, H. (2018). Analisis kemampuan berpikir kritis mata pelajaran kimia pada siswa kelas XI IPA SMAN 1 Kepahiang. *ALOTROP, Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia* , 2(1). 33-38. https://doi.org/10.33369/atp.v2i1.4628