

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN KESETIMBANGAN KIMIA DENGAN STRATEGI PROBEX BERBASIS KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

VN Axviarani✉, AT Widodo

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. 8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Februari 2014
Disetujui Maret 2014
Dipublikasikan Oktober 2014

Keywords:
critical thinking skills
developing learning device
probex

Abstrak

Keterampilan berpikir kritis siswa pada materi kesetimbangan kimia masih rendah. Pengembangan perangkat pembelajaran dengan strategi Probex merupakan upaya meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Penelitian bertujuan (1) mengembangkan perangkat pembelajaran yang valid (2) menguji keefektifan perangkat pembelajaran meningkatkan keterampilan berpikir, (3) memperoleh respon baik dari siswa. Jenis penelitian merupakan *Research and Development*. Perangkat pembelajaran dinyatakan valid apabila telah dinyatakan baik atau sangat baik oleh validator. Keefektifan peningkatan keterampilan berpikir kritis diuji berdasarkan implementasi kelas. Peningkatan dilihat melalui perbedaan skor sebelum dan sesudah menggunakan perangkat pembelajaran. Peningkatan juga dilihat melalui lembar aktivitas keterampilan berpikir kritis di setiap pertemuan. Hasil pengembangan perangkat pembelajaran telah dinyatakan valid dengan kategori sangat baik. Perangkat pembelajaran mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis dari skor 20,92 menjadi 60,28. Keterampilan berpikir kritis meningkat di setiap pertemuan. Angket respon siswa terhadap pembelajaran sangat baik. Siswa memberikan respon sangat baik. Hasil ini menunjukkan perangkat pembelajaran teruji efektif. Simpulan yang diperoleh (1) perangkat pembelajaran yang dikembangkan valid (2) perangkat pembelajaran teruji efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis, (3) respon siswa terhadap pembelajaran sangat baik.

Abstract

Students' critical thinking skills of chemical equilibrium still low. The development of chemical equilibrium learning device use Probex strategy is effort to improve critical thinking. Study aims (1) develop learning device valid (2) effectiveness of the learning device in enhance critical thinking, (3) obtain positive response from the students to the learning device. This research type is kind of Research and Development. Learning device is valid if has been declared good or very good by experts team. Effectiveness of the enhance in critical thinking skills tested by implementation in classroom. Enhance seen through difference in scores before and after using learning device. Enhance also seen through critical thinking skill in every meeting. The results of product development learning device, declared valid by expert team. Learning devices can enhance critical thinking skills from score 20.92 into 60.28. Students responses to learning is also very good. Critical thinking skill enhanced in every meeting. All students responded very well. This results show that the device is tested effective learning. The conclusions obtained in this study, (1) Lesson device product is developed valid, (2) Lesson proven effective for improving critical thinking skills, (3) students' response to lesson device very good and positive.

Pendahuluan

Pemahaman prinsip kesetimbangan kimia dimulai dengan peninjauan kembali prinsip reaksi kimia sebagai dasar perkembangan teori kesetimbangan kimia. Proses peninjauan kembali teori lama sebagai dasar munculnya teori baru membantu mengarahkan siswa berpikir kritis (Driel & Jan, 1998). Berpikir kritis termasuk ke dalam proses menentukan dan memperkirakan alasan dengan menggunakan sudut pandang yang berlawanan untuk mengarahkan pada diskusi lebih lanjut sebagai analisis logis terhadap suatu fenomena (Miri, *et. al.*, 2007:10). Keterampilan berpikir kritis yang rendah berakibat rendahnya keterampilan siswa dalam menganalisis lebih lanjut, menyimpulkan penyelesaian masalah, dan mengatur strategi dalam penyelesaian masalah.

Pengalaman langsung dalam pembelajaran kimia dapat diperoleh melalui kegiatan laboratorium dan pengalaman dalam kehidupan sehari-hari. Situasi pembelajaran seperti ini akan menantang siswa untuk memecahkan permasalahan (Dwijayanti & Yulianti, 2010). Wawancara dengan 50 siswa SMA di Kota Semarang, Magelang, dan Pati, menunjukkan 34 siswa belum pernah melaksanakan praktikum di laboratorium. Sebanyak 30 siswa menyatakan guru memberikan materi dan variasi soal yang terbatas. Sebanyak 25 siswa merasa belajar

kimia tidak memerlukan diskusi dalam mengatur strategi penyelesaian masalah. Hal ini disebabkan adanya kekeliruan pemahaman bahwa kimia merupakan ilmu pasti yang hanya berisi rumus dan bisa dipelajari tanpa diskusi. Hasil ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Gultepe, *et.al.*, (2013) yang menyatakan bahwa sebagian besar siswa memecahkan permasalahan kimia menggunakan rumus algoritma dan belum memahami konsep yang mendasari rumus.

Kendala-kendala yang muncul sebenarnya dapat diatasi dengan mengembangkan perangkat pembelajaran kesetimbangan kimia berbasis keterampilan berpikir kritis. Pengembangan perangkat pembelajaran diperlukan strategi pembelajaran yang mendukung keterampilan berpikir kritis yaitu strategi Probex (*Predict-Observe-Explain*). Probex adalah strategi yang didasarkan pada teori pembelajaran konstruktivisme yang memberi kesempatan siswa untuk membangun pengetahuan awal (White & Gunston, 1992). Siswa berinteraksi untuk membuat prediksi (*predict*), menguji prediksi melalui pengamatan (*observe*), kemudian mengemukakan mengenai fenomena yang mereka hadapi (*explain*). Indikator keterampilan berpikir kritis yang diukur berdasarkan pada indikator Ennis (1985) yang telah dimodifikasi seperti dijabarkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

Aspek Keterampilan Berpikir Kritis	Indikator
Menyimpulkan	Mempertimbangkan hasil diskusi Mempertimbangkan induksi Mempertimbangkan keputusan
Memberikan penjelasan lebih lanjut	Mempertimbangkan istilah Mengidentifikasi asumsi
Mengatur strategi dan taktik	Memutuskan suatu tindakan Berorientasi dengan orang lain

Masalah yang berusaha dipecahkan pada penelitian ini ada tiga yaitu : 1) Apakah perangkat pembelajaran kesetimbangan kimia dengan strategi Probex berbasis keterampilan berpikir kritis yang dikembangkan valid. 2) Apakah perangkat pembelajaran kesetimbangan kimia dengan strategi Probex efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. 3) Apakah respon siswa pada pembelajaran kesetimbangan kimia dengan strategi Probex

sudah baik. Tujuan penelitian yang ingin dicapai ialah : 1) Mengembangkan perangkat pembelajaran kesetimbangan kimia dengan strategi Probex berbasis keterampilan berpikir kritis yang valid. 2) Mengembangkan perangkat pembelajaran kesetimbangan kimia dengan strategi Probex berbasis keterampilan berpikir kritis efektif. 3) Mendapatkan respon baik dari siswa.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian *Research and Development (R&D)*. Desain penelitian menggunakan desain *four-D* yang terdiri atas *Define, Design, Develop, dan Disseminate* (Thiagararan dalam Rochmad, 2012). Proses *Dessiminate* (Penyebaran) tidak dilaksanakan karena keterbatasan kemampuan peneliti. Proses *Dessiminate* dilaksanakan melalui sosialisasi yang tidak mengikat. Metode pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan metode wawancara, observasi, dokumentasi dan metode tes. Perangkat yang dikembangkan pada penelitian ini meliputi silabus, RPP, bahan ajar dan alat evaluasi. Keseluruhan perangkat pembelajaran menggunakan strategi Probex (*Predict-Observe-Explain*) berbasis keterampilan berpikir kritis. Instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini lembar validasi perangkat pembelajaran, soal *pretest-posttest*, dan angket respon siswa terhadap pembelajaran. Uji coba skala kecil dan besar dilaksanakan di SMA N 1 Magelang dengan menganalisis karakter subjek uji coba.

Validasi perangkat pembelajaran menggunakan penilaian validator. Perangkat pembelajaran valid apabila telah dinyatakan dalam kriteria baik atau sangat baik oleh validator dan mendapatkan respon baik dari siswa. Skor *posttest* lebih dari *pretest* maka keterampilan berpikir dinyatakan meningkat. Aktivitas keterampilan berpikir kritis juga diukur di setiap pertemuan. Perangkat pembelajaran dinyatakan efektif apabila mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

Hasil dan Pembahasan

Perangkat yang dihasilkan sebagai hasil *Research and Development (R&D)* pada proses pendefinisian telah melalui analisis kebutuhan. Analisis kebutuhan meliputi analisis karakter siswa dan studi kasus karakter siswa sebagai

subjek uji coba.

Analisis Karakter Siswa dan Studi Kasus Karakter Siswa Sebagai Subjek Uji Coba.

Sebagian besar siswa menganggap kimia sebagai ilmu sains paling sulit karena banyaknya materi yang harus dipelajari. Siswa lebih suka memahami kimia dengan perhitungan matematis sesuai rumus yang ada, lalu mendapatkan hasil akhir berupa angka, tanpa memahami konsep-konsep yang dihubungkan dalam soal. Siswa SMA N 1 Magelang belum memahami bahwa sebagian besar fenomena kimia tidak dapat diamati langsung. Hal ini diperburuk karena kurangnya kegiatan di laboratorium. Beberapa siswa bahkan menyatakan bahwa belajar kimia tidak memerlukan diskusi kelompok. Hal ini karena tidak pernah ada isu-isu kimia yang bisa didiskusikan, kimia hanya sebatas menghafal rumus, struktur, dan komposisi dari suatu atom, molekul, senyawa, dan campuran.

Studi kasus menunjukkan bahwa karakter berpikir kritis siswa masih rendah. Karakter soal pada evaluasi akhir pembelajaran didominasi oleh soal pengetahuan pada keterampilan berpikir tingkat dasar. Pada soal evaluasi belum terdapat kemampuan menyimpulkan, menganalisis, mengestimasi, memprediksi, mengatur strategi dan memberi penjelasan lanjut (meninjau). Soal berorientasi pada pencapaian KKM dan disesuaikan dengan kriteria soal Ujian Nasional. Hasil studi kasus ini menjadi dasar perhatian untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Uji Kevalidan Perangkat Pembelajaran oleh

Validator

Proses uji kevalidan perangkat oleh validator meliputi proses *review* dan evaluasi. Hasil pengembangan perangkat pembelajaran diberi saran perbaikan. Saran perbaikan oleh validator selama proses pengembangan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Saran Validator Selama Proses Pengembangan Perangkat

Perangkat	Validator			
	1	2	3	4
Silabus	Gunakan kata-kata operasional yang merepresentasikan strategi yang digunakan.	Perbanyak kegiatan praktikum	Kegiatan pembelajaran mengikuti sintaks strategi yang digunakan	Alokasi waktu disesuaikan program semester sekolah.
RPP	Pada pertemuan non praktikum, arahkan siswa untuk melakukan observasi investigatif.	Indikator proses disesuaikan dengan indikator produk	Berikan contoh pertanyaan apersepsi yang menarik siswa untuk aktif belajar	Laksanakan RPP secara fleksibel dan perbanyak diskusi terbuka.
Bahan Ajar	Kegiatan <i>Predict-Observe-Explain</i> diperbanyak.	Bahan ajar dibuat lebih menarik, berikan <i>space</i> kosong untuk lembar kegiatan.	Bahan ajar ditambah gambar dan bagan.	Gunakan pilihan kata yang tepat sesuai kaidah bahasa Indonesia.
Alat Evaluasi	Soal keterampilan berpikir kritis dikembangkan lebih banyak dan arahkan siswa pada pemikiran yang lebih makro.	Gunakan analisis antar rater untuk uji coba lembar observasi.	Soal berpikir kritis dominan pada reaksi fase gas, harus ditambah fase padat/cair.	Waktu pengerjaan soal disesuaikan dengan alokasi waktu yang dibutuhkan.

Saran dari validator menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran masih perlu diperbaiki. Proses perbaikan dikonsultasikan dengan validator secara berkelanjutan sehingga

dihasilkan perangkat pembelajaran yang dinilai valid dan siap untuk diterapkan di kelas. Hasil validasi perangkat pembelajaran dijabarkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Validasi Perangkat Oleh Validator

Perangkat	Validator			
	1	2	3	4
Silabus	73	73	69	74
RPP	71	72	68	69
Bahan Ajar	48	46	42	44
Alat evaluasi	31	31	29	32
Jumlah	223	222	208	219
Kriteria Perangkat	Sangat baik	Sangat baik	Sangat baik	Sangat baik

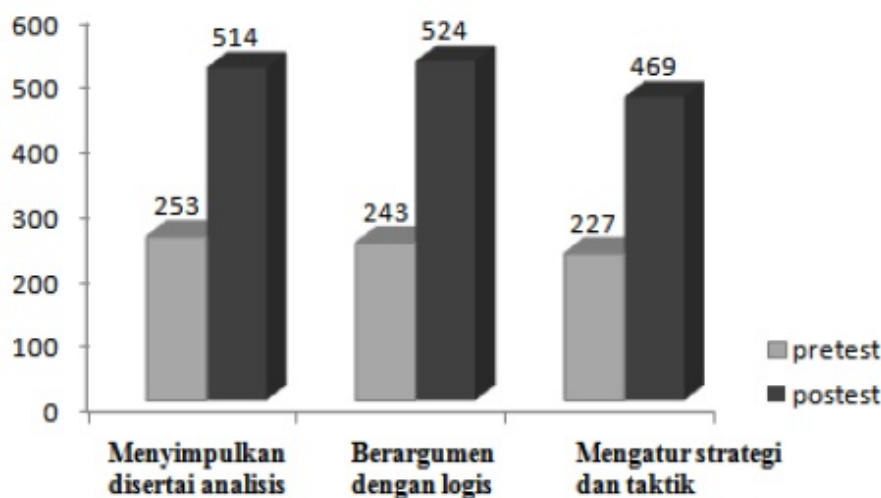
Hasil analisis validasi perangkat oleh keempat validator masing-masing memberikan nilai 223, 222, 208, dan 208. Silabus, RPP, bahan ajar, dan alat evaluasi sudah menginterpretasikan strategi Probex dan keterampilan berpikir kritis. Kegiatan diskusi Probex mengarahkan siswa berpartisipasi aktif. Sikap partisipasi aktif dalam diskusi berorientasi pada pencapaian keterampilan berpikir kritis (Suyanto, *et.al.*, 2012). Isi materi pada bahan ajar dan alat evaluasi mengandung konsep kesetimbangan kimia secara makroskopis, submikroskopis, dan simbolis. Pembelajaran yang memuat representasi ketiga konsep kimia ini mengarahkan siswa berpikir kritis siswa. Hal ini dikarenakan belajar kimia sebenarnya membutuhkan pemikiran intelektual dan kritis karena kontennya penuh dengan konsep dari fenomena yang tidak dapat diamati langsung (Sirhan, 2007). Jadi jelas bahwa perangkat pembelajaran telah berorientasi pada peningkatan keterampilan berpikir kritis.

Secara umum, penilaian dari keempat

validator menyatakan perangkat pembelajaran siap dan layak untuk diterapkan. Perangkat dinyatakan teruji efektif apabila mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Keterampilan berpikir kritis diukur berdasarkan soal *pretest-posttest* dan aktivitas diskusi tiap pertemuan.

Keefektifan Produk

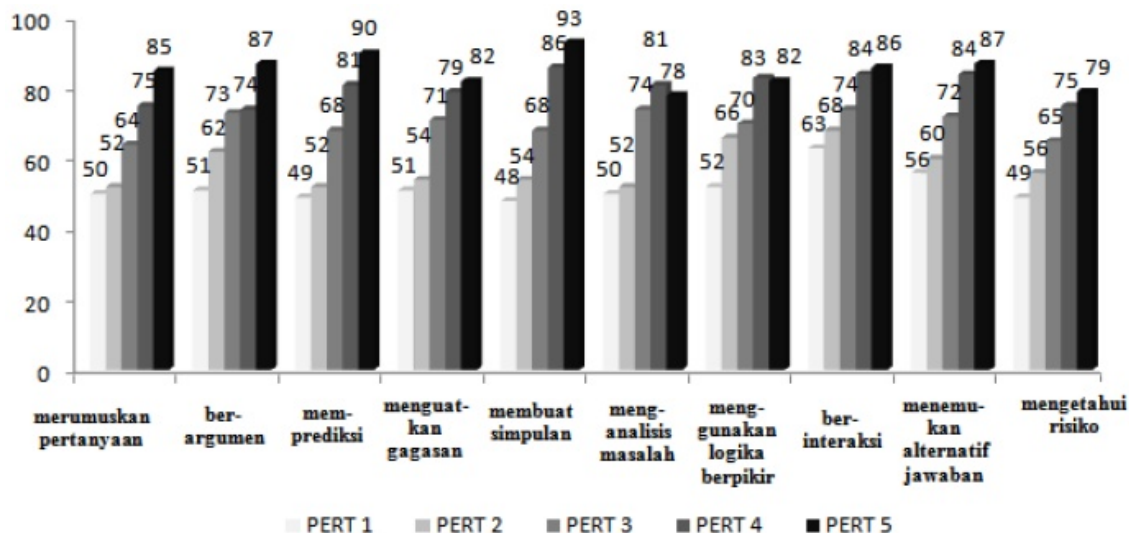
Hasil peningkatan keterampilan berpikir diukur menggunakan soal *pretest-posttest*. Soal yang diberikan terdiri atas konsep kesetimbangan kimia secara makroskopis, submikroskopis, dan simbolis. Penerapan strategi Probex mengarahkan siswa pada proses peningkatan keterampilan berpikir kritis. Siswa selalu melaksanakan diskusi dengan temannya, bahkan proses diskusi ini sampai berlanjut di luar jam pelajaran. Hasil peningkatan keterampilan berpikir kritis menunjukkan keterampilan berpikir kritis masing-masing siswa meningkat. Peningkatan masing-masing indikator ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peningkatan masing-masing indikator

Secara klasikal, nilai pretest untuk ketiga indikator masing-masing yaitu 253, 243, dan 247. Nilai *posttest* untuk ketiga indikator yaitu 514, 524, dan 469. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa terjadi peningkatan keterampilan berpikir kritis dari sesudah pembelajaran dibanding dengan sebelum pembelajaran. Keterampilan berpikir kritis selain diukur menggunakan instrumen tes juga menggunakan instrumen non-tes, yakni melalui lembar observasi aktivitas diskusi tiap pertemuan. Aktivitas diskusi mampu

meningkatkan keterampilan berpikir kritis, keaktifan siswa, dan interaksi antar siswa (Bilgin & Geban, 2006). Aktivitas diskusi dengan strategi Probex dilaksanakan baik di kelas maupun di laboratorium. Lembar penilaian yang dikembangkan meliputi 10 aspek aktivitas diskusi guna mengukur pencapaian keterampilan berpikir kritis siswa di setiap pertemuan. Hasil pengukuran pencapaian keterampilan berpikir kritis dapat dilihat pada Gambar 2.



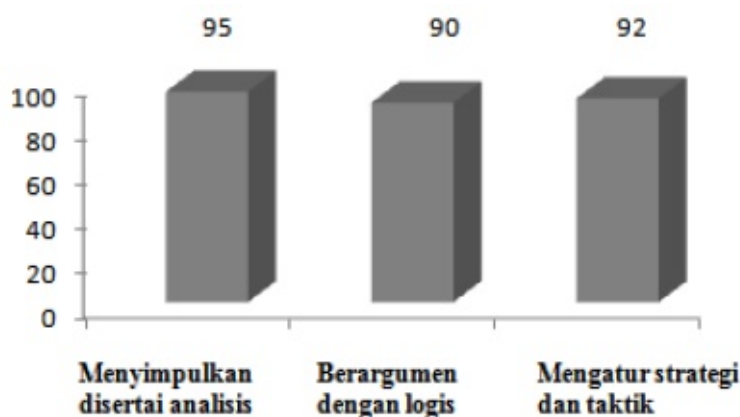
Gambar 2. Pencapaian Keterampilan Berpikir Kritis Pada Setiap Pertemuan

Gambar 2 menunjukkan terjadi peningkatan keterampilan berpikir kritis pada pembelajaran kesetimbangan kimia. Hasil diskusi meliputi representasi konsep kimia (makroskopis, sub-mikroskopis, dan simbolis), kesetimbangan kimia dalam industri, fenomena kesetimbangan kimia, dan permasalahan lainnya. Proses diskusi menjadikan siswa sebagai analisator yang baik (Miri, *et.al.* 2007). Hasil penilaian proses diskusi membuktikan siswa mampu berpikir kritis dengan menyimpulkan, menjelaskan lebih lanjut, dan mengatur strategi penyelesaian masalah. Aktivitas diskusi kelompok dalam lingkup laboratorium mampu mengembangkan pemahaman konsep dengan menginvestigasi fenomena kimia secara kritis (Hofstein&Lunetta, 2002). Secara keseluruhan, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa

perangkat pembelajaran kesetimbangan kimia menggunakan strategi Probex efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Strategi Probex memuat proses prediksi, observasi dan eksplanasi yang memberi kesempatan siswa untuk mengembangkan gagasan secara kritis (Liew&Treagust, 1998).

Respon siswa terhadap pembelajaran

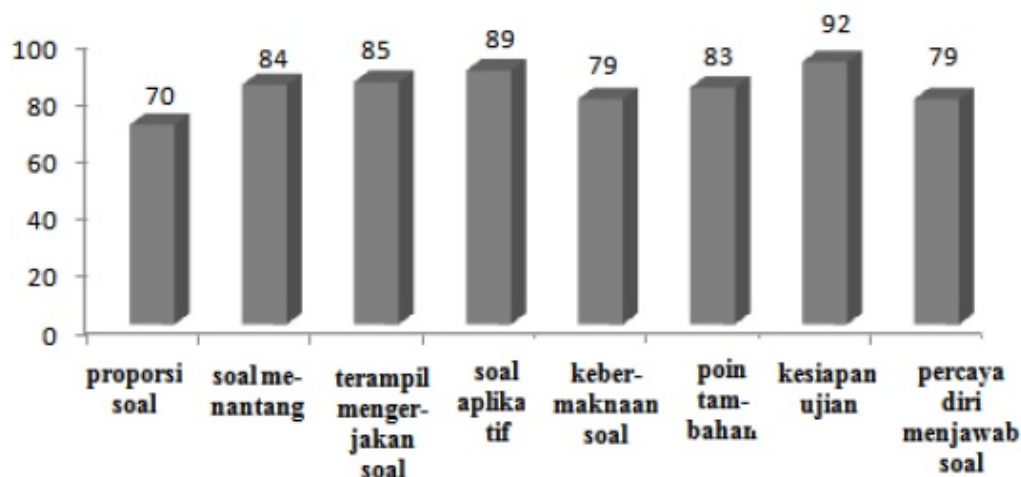
Data respon siswa diperoleh melalui angket tanggapan siswa terhadap pembelajaran dan penilaian diri siswa setelah pembelajaran. Angket dikelompokkan dalam 4 kategori: (1) keterampilan berpikir kritis, (2) kepuasan soal, (3) kepuasan proses praktikum dan diskusi, (4) kebermanfaatan pembelajaran. Maksimal skor untuk tiap aspek ialah 100., dengan kriteria baik/positif diatas skor 70. Hasil respon terhadap masing-masing kategori dapat dilihat pada Gambar 3 sampai 6.



Gambar 3. Respon Siswa Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis

Respon siswa terhadap keterampilan berpikir kritis yang didapatkan menunjukkan skor masing-masing indikator yaitu 95, 90, dan 92. Keseluruhan hasil ini menunjukkan bahwa siswa mengakui terjadinya peningkatan keterampilan berpikir kritis setelah mendapat pembelajaran. Peningkatan keterampilan

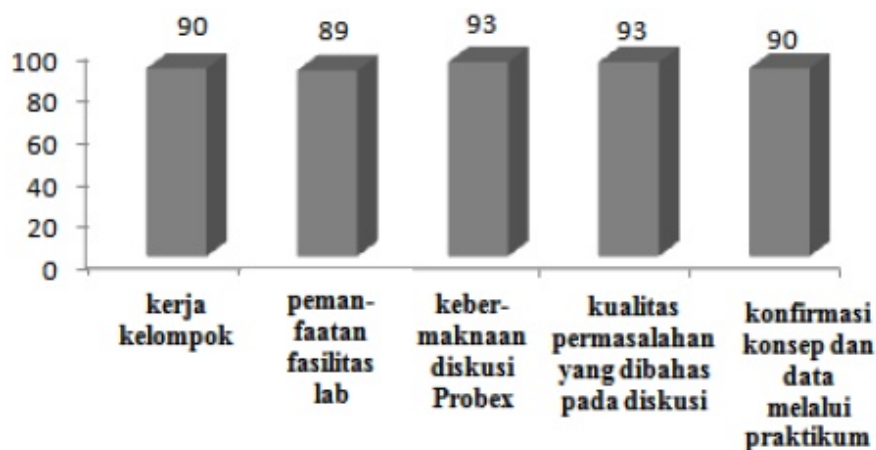
berpikir kritis diperoleh karena penggunaan perangkat pembelajaran kesetimbangan kimia yang telah menerapkan strategi Probex dengan efektif. Keterampilan berpikir kritis dilatihkan melalui proses diskusi dan latihan soal. Tingkat kepuasan siswa terhadap soal yang diberikan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tingkat kepuasan siswa terhadap soal

Tingkat kepuasan siswa terhadap soal yang diberikan menunjukkan rata-rata skor diatas 70. Beberapa siswa bahkan menyatakan bahwa soal yang diberikan mampu menguji seberapa jauh pengetahuan. Soal juga mampu mendorong siswa untuk meninjau lebih lanjut teori dan mengatur strategi untuk mengaplikasikan pengetahuan yang dimiliki.

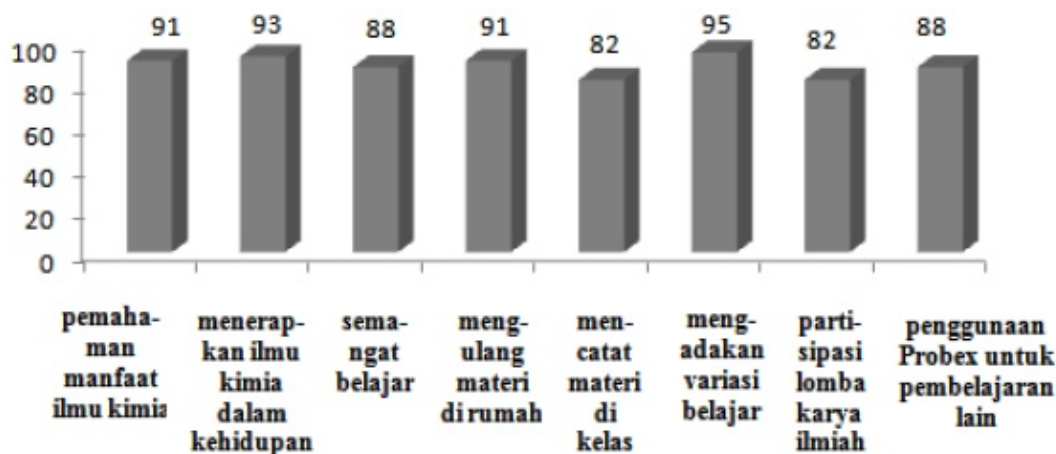
Hasil ini menunjukkan bahwa siswa merasa puas dengan kualitas soal yang diberikan. Siswa dilatihkan keterampilan berpikir kritis selain melalui soal, juga melalui aktivitas diskusi baik di kelas maupun di laboratorium. Respon siswa terhadap aktivitas diskusi dijabarkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Respon Siswa Terhadap Pelaksanaan Diskusi

Gambar 5 menunjukkan respon siswa terhadap kegiatan diskusi di kelas maupun di laboratorium yang menunjukkan rata-rata skor diatas 80. Siswa mampu melaksanakan diskusi dengan strategi Probex baik dengan praktikum di laboratorium maupun dengan observasi

investigatif di kelas. Hasil ini menyatakan bahwa kegiatan diskusi mampu mendapatkan respon baik dan positif. Respon terhadap kebermanfaatan pembelajaran sebagai impact terhadap perbaikan pola berpikir kritis dijabarkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Respon Siswa Terhadap Kebermanfaatan Pembelajaran

Analisis respon kebermanfaatan pembelajaran memberikan rata-rata skor setiap aspek diatas 80. Hasil respon yang sangat tinggi terdapat pada pemahaman manfaat ilmu kimia, penerapan ilmu kimia, dan peningkatan siswa mengulang materi kimia di rumah. Hasil ini menunjukkan siswa telah mampu menerapkan prinsip kimia dalam kehidupan dan mampu melatih pola pemikiran kritis secara kontinu. Pembelajaran dengan pola berpikir kritis yang intensif mampu memotivasi siswa untuk meningkatkan komunikasi dalam penyelesaian masalah (Marks & Eilks, 2009). Ini terbukti dengan kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah melalui proses diskusi terbuka.

Hasil analisis respon terhadap perangkat pembelajaran yang meliputi keterampilan berpikir kritis, proses diskusi dan praktikum, kepuasan soal, dan kebermanfaatan pembelajaran berada pada kriteria baik atau sangat baik. Keseluruhan hasil respon menunjukkan bahwa siswa sudah mampu berpikir kritis, memahami konsep dan peran ilmu kimia dalam kehidupan. Pembelajaran ini membuat siswa semangat belajar dan keinginan berkontribusi mengungkapkan gagasan nyata melalui strategi kritis demi kemajuan seluruh sektor kehidupan.

SIMPULAN

Hasil pengembangan perangkat dapat disimpulkan yaitu : 1) Perangkat pembelajaran kesetimbangan kimia dengan strategi Probex (*Predict-Observe-Explain*) telah teruji valid dan layak untuk diterapkan di kelas. 2) Perangkat pembelajaran kesetimbangan kimia dengan strategi Probex (*Predict-Observe-Explain*) telah teruji efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. 3) Perangkat pembelajaran kesetimbangan kimia dengan strategi Probex (*Predict-Observe-Explain*) telah mendapat respon baik dari siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Bilgin, I. & Geban, O. 2006. The effect of cooperative learning approach based on conceptual change condition on students understanding of chemical equilibrium concepts. *J. of Science and Technology*. 15 (1): 31-46
- Driel, V. & Jan, H. 1998. Relating students' reasoning to the history of science: the case of chemical equilibrium. *J. Research in Science Education*. 28 (2): 187-198
- Dwijayanti, P. & Yulianti, P. 2010. Pengembangan kemampuan berpikir kritis mahasiswa melalui pembelajaran problem based instruction pada mata kuliah fisika lingkungan. *J. Pendidikan Fisika Indonesia*. 6 (2): 108-114

- Ennis, R.H. 1985. *Developing Minds: a resource book for teching thinking*. Alexandria : Association For Supervision and Curriculum Development
- Gultepe, N., Celik, A., & Kiliz, Z. 2013. Exploring effects of high school students' mathematical processing skills and conceptual understanding of chemical concepts on algorithmic problem solving. *Australian Journal of Teacher Education*. 38 (10): 106-122
- Hofstein, A. & Lunetta, V. 2003. *The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century*. Science Education. 88 (1): 28-54
- Liew, C. & Treagust, D. 1998. *The effectiveness of predict-observe-explain tasks in diagnosing students' understanding of science and in identifying their levels of achievement*. Prosiding The Annual Meeting of The American Educational Research Association. San Diego 13-17 April 1998
- Marks, R. & Eilks, I. 2009. Promoting scientific literacy using a sociocritical and problem-oriented approach to chemistry teaching: concept, examples, experiences. *International Journal of Environmental & Science Education*. 4 (3): 231-245
- Miri, B., David, B., & Uri, Z. 2007. Purposely teaching for the promotion of higher-order thinking skills: a case of critical thinking. *J. Res Sci Educ*. 37 (4): 353-369
- Sirhan, G. 2007. Learning difficulties in chemistry: an overview. *J. Turkish Science Education*. 4 (2): 3-20
- Suyanto, Y., Susanto, H., & Linuwih, S. 2012. Keefektifan penggunaan strategi predict, observe, explain untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa. *J. Unnes Physic Education*. 1 (1): 15-25
- Rochmad. 2012. Desain model pengembangan perangkat pembelajaran matematika. *J. Kreano*. 3 (1): 59-72
- White, R. & Gunstone, R. 1992. *Probing understanding*. Great Britain: Falmer Press