
PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN IPA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN PENALARAN ILMIAH SISWA SEKOLAH MENENGAH PERTAMA**Ida Fitriyati¹, Arif Hidayat², Munzil³**

1 Pascasarjana Prodi Pendidikan Dasar Universitas Negeri Malang

2 Prodi Fisika Universitas Negeri Malang

3 Prodi Pendidikan Kimia Universitas Negeri Malang

Email : ida_fitriyati82@yahoo.com, arif.hidayat.fmipa@um.ac.id, munzil.fmipa@um.ac.id

Abstract

The objective of this research and development was to produce a feasible science teaching material, and test the effectiveness in improving students' higher-order thinking skill and scientific reasoning skills. The research design was 4D development of Thiagarajan, consisted of four steps that define, design, develop and disseminate. The effectiveness was tested using a quasi-experimental design, by taking the experimental class and control class. Experimental class was using the results of the development of teaching materials, while the control class was using general teaching materials. The feasibility test of the developed science teaching material which consisted of textbooks and instructional media were 87.43% and 87.31% respectively. This means that the teaching material was feasible for use. The limited application of the teaching material showed an average score of 80.55%. The effectiveness test of the developed teaching material showed that there was difference between the control class and experimental class in students' higher-order thinking skills and scientific reasoning skills. Science's teaching teaching materials is effective in improving scientific reasoning skills and higher ordered thinking of junior secondary students.

Keywords: Science Teaching Material, Higher-order Thinking Skills, Scientific Reasoning Skills.

Abstrak

Tujuan penelitian dan pengembangan ini adalah untuk menghasilkan perangkat pembelajaran IPA layak, serta teruji keefektifitasnya dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan penalaran ilmiah siswa. Desain penelitian pengembangan menggunakan 4D dari Thiagarajan, yang terdiri dari 4 langkah yaitu *define, desain, develop* dan *dessiminate*. Sedangkan uji efektifitas menggunakan desain kuasi eksperimen, dengan mengambil kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen dibelajarkan dengan menggunakan bahan ajar hasil pengembangan, sedangkan kelas kontrol menggunakan bahan ajar yang biasa digunakan. Hasil uji kelayakan produk pengembangan berupa perangkat pembelajaran IPA yang terdiri dari buku ajar dan media pembelajaran diperoleh rata-rata skor sebesar 87,43% dan 87,31%. Ini berarti perangkat pembelajaran dinyatakan layak untuk digunakan. Hasil uji terbatas perangkat pembelajaran memiliki rata-rata skor sebesar 80,55%. Hasil uji efektifitas produk pengembangan menunjukkan bahwa ada perbedaan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen pada kemampuan berpikir tingkat tinggi dan penalaran ilmiah dan siswa. Perangkat pembelajaran IPA efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan penalaran ilmiah siswa Sekolah Menengah Pertama.

Katakunci: Perangkat Pembelajaran IPA; Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi; Penalaran Ilmiah

Diterima: Maret 2017 Diperbaiki: April 2017 Dipublikasi: Agustus 2017

PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan alam (IPA) merupakan ilmu yang mempelajari tentang gejala alam berupa fakta, konsep dan hukum yang telah teruji kebenarannya melalui suatu rangkaian penelitian. Pembelajaran IPA diharapkan dapat membantu siswa untuk memahami fenomena-fenomena alam. Berdasarkan karakteristiknya, pembelajaran IPA dapat dipandang dari dua sisi, yaitu pembelajaran IPA sebagai suatu produk hasil kerja ilmuwan dan pembelajaran IPA sebagai suatu proses sebagaimana ilmuwan bekerja agar menghasilkan ilmu pengetahuan (Waldrip dkk., 2010; Tala dan Vesterinen, 2015).

Pandangan IPA sebagai produk hasil kerja ilmuwan, dalam proses pembelajarannya dilakukan dengan memberitahukan kepada siswa tentang konsep, hukum, teori dan fakta tentang ilmu pengetahuan alam, tanpa memberikan kesempatan kepada siswa untuk mendapatkan dan mengkonstruksi konsep sendiri. Proses pembelajaran tersebut biasanya dilakukan dengan ceramah. Pembelajaran yang dilakukan dengan ceramah, membuat siswa sebagai objek pasif yang menerima pengetahuan saja (Silk dkk., 2009).

Pandangan IPA sebagai ilmuwan bekerja untuk menemukan ilmu pengetahuan, dalam proses pembelajarannya menempatkan siswa sebagai seseorang yang mencari, mengolah dan menemukan sendiri bagaimana ilmu pengetahuan yang dihasilkan. Siswa dilatih untuk dapat mengenali fakta, mengetahui perbedaan dan persamaan fakta, mencari hubungan antar fakta sehingga siswa mengkonstruksi pengetahuannya sendiri. Siswa dapat mengetahui bagaimana suatu ilmu pengetahuan ditemukan sehingga dapat dengan mudah untuk menerapkan ilmu pengetahuan dalam mengambil keputusan (Tala & Vesterinen, 2015). Pandangan ini sangat sesuai dengan kurikulum 2013, yang menekankan pada penggunaan pendekatan saintifik dalam pembelajaran di sekolah.

Pembelajaran IPA yang memberikan kesempatan siswa untuk mengkonstruksi konsep sendiri, akan memberikan pengalaman langsung untuk menjelajahi dan memahami alam sekitar secara ilmiah. Pembelajaran IPA dengan memberikan pengalaman langsung dapat menumbuhkan *cognitive thinking skill* (keterampilan berpikir kognitif), *psychomotor skills* (keterampilan psikomotorik) dan *social skills* (keterampilan sosial) (Prabowo, 2015). Penumbuhan *cognitive thinking skills* berarti akan menumbuhkan kemampuan berpikir ilmiah siswa dalam memahami fenomena yang ada, mampu memikirkan dan menjelaskan mengapa fenomena tersebut terjadi.

Kurikulum 2013 melalui pendekatan saintifik menuntut pembelajaran sains agar dapat melatih kemampuan penalaran ilmiah siswa. Kemampuan penalaran ilmiah merupakan salah satu faktor yang berpengaruh pada prestasi akademik dan kemampuan pengambilan keputusan dalam kehidupan sehari-hari (Ding dkk, 2016). Penalaran ilmiah diperlukan untuk melakukan penjelasan ilmiah yang menyampaikan fakta-fakta mekanisme kerja sebab akibat dari hasil penyelidikan dan fenomena (Roychoudhury, 2007; Chen & She, 2015).

Penalaran ilmiah siswa dapat dilatihkan pada siswa melalui pembelajaran di dalam kelas. Proses pembelajaran di dalam kelas tergantung dari rancangan pembelajaran untuk mengaktifkan penalaran ilmiah siswa (Lee dan She, 2010). Pembelajaran berbasis eksperimen di laboratorium merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk melatih penalaran ilmiah siswa (Varma, 2014; Piraksa dkk., 2014; dan Ding dkk., 2016). Beberapa penelitian yang telah berhasil meningkatkan penalaran ilmiah siswa dan perubahan konseptual siswa adalah pembelajaran menggunakan strategi inkuiri (Johnson dan Lawson, 1998; Zimmerman, 2007; Bao dkk., 2009; Jensen dan Lawson, 2011; Varma, 2014; Fitriyati dan Munzil, 2016), pembelajaran dengan model pembelajaran (DSL) ganda (Lee dan She, 2010) dan pembelajaran dengan *Adapted Primary Literature* (APL) (Norris dkk., 2009).

Penalaran ilmiah yang baik dan terbangun secara sistematis akan meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa (Abdullah dkk., 2015). Pembelajaran IPA juga memerlukan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa dalam mengambil keputusan, pemecahan masalah, memahami konsep dan teori kompleks serta mengetahui sifat ilmu pengetahuan supaya terhindar dari kesalahpahaman ilmiah (Lawson, 2004). Berpikir tingkat tinggi dapat dikonseptualisasikan sebagai non-logaritmik, model berpikir kompleks untuk mendapatkan beberapa solusi (Barak dan Dori, 2009). Pada taksonomi Bloom, berpikir tingkat tinggi terdapat pada tingkat mampu menganalisis, mengevaluasi dan mensintesis (Miri dkk, 2007; Brookhart, 2010) dan pada berpikir tingkat tinggi terdapat asumsi, induksi, deduksi interpretasi dan evaluasi argument (Fan dan Yu, 2017).

Kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam pembelajaran dapat dikembangkan dengan beberapa cara, salah satunya dengan menggunakan strategi pembelajaran inkuiri (Jensen dan Lawson, 2011; Miri dkk, 2007), menghubungkan antara teori dan praktek (Barak dan Dori, 2009) dan menghubungkan pengetahuan awal siswa tentang konsep-konsep dan ide-ide yang dipelajari (Varma, 2014). Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi yaitu pembelajaran dengan berbasis masalah (Allchin, 2011), pembelajaran dengan menggunakan *Multimedia whiteboard system* (Hwang dan Chen, 2007), skema organisasi *e-portopolio* (Wang dan Wang, 2012), dan modul rekayasa STEM (Fan dan Yu, 2017).

Penelitian yang dilakukan Fitriyati dkk (2016) terhadap 137 siswa SMP Negeri 3 Sanggau, menunjukkan bahwa kemampuan berpikir ilmiah siswa SMP masih rendah, 96,7% siswa berada pada tahap berpikir konkret, dan 3,73% siswa berada pada tahap berpikir *low formal*. Penyebab dari penalaran ilmiah yang rendah adalah pembelajaran IPA dilakukan dengan metode ceramah dan bahan ajar yang digunakan berupa LKS yang terdiri dari rangkuman materi dan latihan soal sehingga kurang dapat melatih penalaran ilmiah siswa. Pembelajaran IPA dengan memandang IPA sebagai produk juga akan membuat siswa memiliki literasi sains yang rendah (Widiyanti dkk., 2015). Hasil ini dapat dilihat pada tes PISA (*Programme for International Student Assessment*) pada tahun 2009 siswa-siswa Indonesia masuk keperingkat 57 dari 63 negara dan pada tahun 2012 masuk keperingkat 64 dari 65 negara (OECD Family Database, 2015).

Keberhasilan pembelajaran IPA di sekolah tidak lepas dari perencanaan strategi pembelajaran yang tepat dan perangkat pembelajaran yang digunakan guru di dalam kelas. Perangkat pembelajaran merupakan

salah satu komponen yang menentukan keberhasilan siswa dalam mempelajari suatu konsep (Akhlis dan Dewi, 2014). Setiap strategi pembelajaran membutuhkan perangkat pembelajaran yang berbeda untuk mencapai tujuan pembelajaran. Strategi pembelajaran IPA yang dapat mengembangkan penalaran ilmiah siswa diantara adalah strategi inkuiri (Miri dkk., 2007; Jensen dan Lawson, 2011). Strategi inkuiri mampu mengaktifkan siswa secara fisik maupun mental (Sayyadi dkk, 2016). Perangkat pembelajaran yang dimaksud dalam hal ini adalah rancangan pembelajaran, sajian konten dalam bentuk buku ajar, media pembelajaran dan alat-alat praktikum yang digunakan.

Pembelajaran IPA dalam menampilkan suatu fenomena dapat disajikan dalam bentuk tiga representasi yaitu makroskopis, sub mikroskopis dan simbolis, misalnya dalam pembelajaran konsep kimia (Chittleborough dan Treagust, 2007; Sirhan, 2007). Oleh karena itu, untuk memudahkan siswa memahami suatu konsep IPA yang terdiri dari tiga representasi ini, diperlukan perangkat pembelajaran yang dapat menampilkan tiga representasi tersebut sehingga siswa dapat memahami materi dengan baik dan benar. Kenyataan di lapangan, perangkat pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran IPA adalah buku ajar berupa LKS dan buku teks yang berasal dari penerbit kurang menyajikan konsep dalam bentuk tiga jenis representasi (Yuliati, 2013), sehingga penyajian materi IPA hanya mengarah pada 2 representasi yaitu representasi makroskopis dan simbolik. Model tersebut lebih cenderung menampilkan IPA sebagai sebuah produk hasil dari penelitian para ilmuwan.

Representasi submikroskopik dalam pembelajaran IPA diperlukan dalam mempelajari konsep-konsep dan fenomena yang bersifat abstrak. Representasi submikroskopik dapat disajikan dalam bentuk video dan animasi. Penggunaan animasi sebagai cara untuk memahami konsep IPA yang bersifat abstrak (Enghag dkk., 2013) dan video yang dapat melihat hubungan antara fenomena pada tingkat makro dan mikro pada perilaku molekul yang bersifat abstrak (Li dan Black, 2016).

Berdasarkan kajian di atas, untuk meningkatkan kemampuan berpikir ilmiah dan berpikir tingkat tinggi siswa diperlukan perangkat pembelajaran yang dapat membantu siswa mengkonstruksi sendiri konsep yang akan dipelajari. Perangkat pembelajaran tersebut didalamnya terdapat rancangan pembelajaran yang berbasis inkuiri dan dapat menampilkan karakteristik pembelajaran IPA yang terdiri dari tiga representasi yaitu makroskopis, simbolik dan submikroskopis. Perangkat pembelajaran tersebut berupa buku ajar dan media pembelajaran yang dapat membantu menampilkan representasi submikroskopis pembelajaran IPA.

METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R & D) yang dilakukan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran IPA yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan penalaran ilmiah siswa Sekolah Menengah Pertama. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan meliputi buku ajar yang terdiri dari buku guru dan buku siswa, dan media pembelajaran yang terdiri dari video pembelajaran dan buku siswa elektronik.

Desain penelitian dan pengembangan yang digunakan adalah model pengembangan 4D oleh Thiagarajan dkk (Thiagarajan dkk., 1974). Langkah-langkah pengembangan 4D ini yaitu tahap *define* untuk menetapkan mendefinisikan syarat-syarat pembelajaran yang diawali dengan analisis tujuan dari batasan kompetensi yang akan dikembangkan perangkatnya, tahap *design* untuk menghasilkan draf awal (*prototype*) perangkatnya, tahap *develop* untuk merevisi draf awal perangkat yang telah didesign dan tahap *disseminate* untuk penyebaran hasil pengembangan.

Penilaian validitas perangkat dilakukan oleh dosen Universitas Negeri Malang dan guru IPA SMP Negeri 26 Malang. Uji terbatas dan uji efektivitas perangkat pembelajaran dilakukan pada siswa kelas IX SMP Negeri 26 Malang. Kelayakkan perangkat pembelajaran menggunakan angket yang meliputi *checklist* dan tersedia kolom saran dan komentar.

Patokan validitas perangkat pembelajaran IPA adalah lebih dari 70%. Efektivitas perangkat pembelajaran ditentukan dengan uji statistik untuk kemampuan berpikir ilmiah dan berpikir tingkat tinggi dengan menunjukkan perbedaan antara kelas eksperimen yang lebih tinggi dari kelas kontrol.

Pengujian efektivitas dilakukan dengan rancangan penelitian kuasi eksperimen, kelas eksperimen dibelajarkan dengan menggunakan perangkat hasil pengembangan dan kelas kontrol dibelajarkan dengan menggunakan bahan ajar yang biasa digunakan di kelas. Pada akhir pembelajaran kemampuan berpikir tingkat tinggi dan penalaran ilmiah kedua kelompok diuji. Perbedaan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan penalaran ilmiah kedua kelompok diketahui dengan uji statistik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian berupa karakteristik perangkat pembelajaran, uji coba kelompok kecil dan uji efektifitas perangkat pembelajaran untuk dapat meningkatkan berpikir tingkat tinggi dan penalaran ilmiah siswa Sekolah Menengah Pertama adalah sebagai berikut:

Karakteristik Perangkat Pembelajaran

Perangkat pembelajaran yang dikembangkan berupa buku ajar dan media pembelajaran yang dapat memfasilitasi pembelajaran IPA yang terdiri dari tiga representasi yaitu makroskopis, simbolik dan submikroskopis sehingga siswa dapat mempelajari suatu konsep dengan jelas.

Buku ajar terdiri dari buku siswa dan buku guru. Pada buku siswa terdiri dari beberapa kegiatan yaitu kegiatan apersepsi yang berguna untuk mengeksplorasi pengetahuan awal siswa tentang materi yang akan dipelajari serta memberikan motivasi siswa untuk lebih tahu tentang materi tersebut. Setelah itu dilanjutkan dengan kegiatan "Ayo Kita Coba" yang berguna untuk memfasilitasi siswa melakukan percobaan dan mengambil data untuk membantu siswa dalam mempelajari suatu konsep. Kegiatan selanjutnya adalah kegiatan "Ayo Kita Pelajari" yang merupakan bacaan yang dapat memberikan penguatan tentang materi yang dipelajari siswa sebelumnya. Pada beberapa bagian di buku terdapat kegiatan "Kamu Harus Tahu" yang berisikan fenomena dan kegiatan manusia sehari-hari yang berkaitan dengan konsep yang dipelajari sehingga dapat membuat siswa termotivasi untuk mempelajari konsep tersebut lebih dalam. Bagian buku yang dapat membuat siswa lebih termotivasi untuk mempelajari ilmu pengetahuan adalah pada bagian "Tokoh Sains" yang berisikan informasi tentang ilmuwan yang menemukan konsep-konsep yang ada pada materi pembelajaran. Setelah siswa mempelajari konsep-konsep, pada kegiatan berikutnya siswa diajak membuat suatu produk sederhana yang berkaitan dengan konsep-konsep tersebut sehingga membuat siswa menjadi percaya diri bahwa hal-hal yang dipelajari dalam pembelajaran di dalam kelas dapat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari.

Buku guru terdiri dari semua bagian yang ada pada buku siswa ditambah dengan petunjuk-petunjuk penggunaan buku siswa dalam pembelajaran. Pada bagian pertama buku terdapat petunjuk untuk guru bagaimana cara memulai pembelajaran sampai melakukan penguatan pada setiap akhir pembelajaran. Bagian yang membedakan buku guru dengan buku siswa yang lainnya adalah pada setiap kegiatan "Ayo Kita Coba" terdapat penjelasan tentang kemungkinan-kemungkinan kesalahan yang dilakukan oleh siswa pada saat melaksanakan percobaan dan solusi agar siswa dapat melakukan percobaan dengan benar. Hal ini sangat membantu guru yang masih belum memahami tentang percobaan yang akan dilakukan dalam pembelajaran tersebut, sehingga guru lebih dahulu mengetahui hal-hal yang mungkin akan terjadi dalam pelaksanaan percobaan.

Media pembelajaran yang dikembangkan berupa video pembelajaran dan buku siswa elektronik. Video pembelajaran berupa penerapan suatu konsep pada kehidupan sehari-hari yang disertai dengan penjelasan dan animasi yang menampilkan fenomena submikroskopis konsep tersebut. Pembelajaran dengan menampilkan permasalahan sehari-hari akan lebih mempermudah siswa untuk memahami suatu konsep (Hafizah dkk, 2014). Buku siswa elektronik terdiri dari semua bagian yang ada pada buku siswa cetak ditambah dengan video pembelajaran yang telah dirancang menyesuaikan susunan materi yang ada pada buku siswa, sehingga pada saat siswa mempelajari suatu konsep yang ada pada buku siswa, siswa juga akan mendapatkan penjelasan tambahan yang ada pada video pembelajaran yang berkaitan dengan konsep tersebut. Buku elektronik ini mempermudah siswa untuk belajar mandiri di rumah. Pada buku elektronik, sajian kompetensinya ditampilkan lebih interaktif, sehingga siswa dapat langsung mendapatkan balikan tentang hasil tugas yang telah dikerjakan.

Kelayakan perangkat pembelajaran berupa buku ajar dan media pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2. Dari data didapat skor validasi buku ajar dari validator rata-rata sebesar 87,43 %, ini berarti buku ajar yang dikembangkan layak digunakan dalam pembelajaran IPA. Skor validasi media pembelajaran dari validator memiliki rata-rata sebesar 87,31 %, hal ini berarti media pembelajaran yang dikembangkan layak digunakan dalam pembelajaran IPA.

Tabel 1. Hasil Validasi Buku Ajar

No	Validator	Skor	Kriteria
1.	Validator 1	92,25 %	Sangat Valid
2.	Validator 2	82,12 %	Cukup Valid
3.	Validator 3	87,90 %	Sangat Valid

Tabel 2 Hasil Validasi Media Pembelajaran

No	Validator	Skor	Kriteria
1.	Validator 1	86,94 %	Sangat Valid
2.	Validator 2	89,58 %	Sangat Valid
3.	Validator 3	85,41 %	Sangat Valid

Uji Coba Kelompok Kecil Perangkat Pembelajaran

Uji coba kelompok kecil perangkat pembelajaran dilakukan pada 9 orang siswa kelas IX Sekolah Menengah Pertama Negeri 26 Malang. Hasil uji coba kelompok kecil dapat dilihat pada Tabel 3. Dari data didapat skor rata-rata perangkat pembelajaran sebesar 80,55 %, hal ini berarti perangkat pembelajaran layak digunakan dalam proses pembelajaran IPA.

Tabel 3 Hasil Uji Coba Terbatas Perangkat Pembelajaran

No	Perangkat Pembelajaran	Skor	Kriteria
1.	Buku Ajar	80,09 %	Cukup Valid
2.	Media Pembelajaran	81,00 %	Cukup Valid

Uji Efektifitas Perangkat Pembelajaran untuk Meningkatkan Kemampuan Bepikir Tingkat Tinggi dan Penalaran Ilmiah

Hasil uji efektivitas perangkat pembelajaran dalam kemampuan berpikir tingkat tinggi dan penalaran ilmiah siswa disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4 Uji-t Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

Kelas	n	Mean	Skor terendah	Skor tertinggi	p
Kontrol	31	62,45	50	83	
Eksperimen	30	74,16	57	97	0,000

Tabel 5 Uji-t Penalaran Ilmiah Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

Kelas	n	Mean	Skor terendah	Skor tertinggi	p
Kontrol	31	4,16	2	9	
Eksperimen	30	5,23	1	12	0,026

Berdasarkan Tabel 4 dan Tabel 5 di atas, diketahui ada perbedaan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan penalaran ilmiah siswa kelompok eksperimen dibandingkan dengan siswa kelompok kontrol. Kemampuan berpikir tingkat tinggi dan penalaran ilmiah siswa kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan siswa kelompok kontrol. Hal ini disebabkan karena pada kelas eksperimen pembelajaran yang dilakukan mengikuti rancangan pembelajaran yang sesuai dengan perangkat pembelajaran yang berbasis inkuiri dimana siswa diberi kesempatan untuk melakukan percobaan dalam mempelajari suatu konsep. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya bahwa startegi inkuiri dalam pembelajaran dapat dapat mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa (Miri dkk., 2007; Jensen dan Lawson, 2011) serta meningkatkan penalaran ilmiah siswa (Johnson dan Lawson, 1998; Zimmerman, 2007; Bao dkk, 2009; Jensen dan Lawson, 2011; dan Varma, 2014).

Pada setiap percobaan siswa dapat melatih kemampuan untuk mengontrol variabel yang ada pada percobaan, menggunakan data-data yang didapat untuk dapat membuat suatu kesimpulan sehingga siswa dapat mengkonstruksi sendiri konsep-konsep yang dipelajari. Selain itu, siswa diberi kesempatan untuk dapat membuat suatu produk yang menerapkan konsep-konsep yang telah dipelajari. Selain itu, siswa diberi penguatan materi yang berkaitan dengan konsep yang dipelajari pada kegiatan “Ayo Kita Pelajari” dan pada kegiatan “Ayo Kita Lihat” pada buku siswa elektronik yang dapat menampilkan representasi sub mikroskopis dalam bentuk visual dan verbal sehingga akan lebih memudahkan siswa untuk dapat memahami konsep tersebut. Penjelasan menggunakan bentuk visual dan verbal akan dapat memudahkan siswa dalam mempelajari suatu konsep dan akan dapat lebih mudah diingat karena dalam teori dual-coding hypothesis yaitu sistem penyimpanan ingatan dapat disimpan dalam bentuk gambar dan verbal (Solso dkk., 2008).

PENUTUP

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas bahwa perangkat pembelajaran IPA yang dikembangkan berupa buku ajar dan media pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan berpikir ilmiah dan berpikir tingkat tinggi siswa Sekolah Menengah Pertama. Perangkat pembelajaran ini dapat menghadirkan tiga fenomena representasi yang ada pada IPA yaitu representasi makroskopis, simbolik dan sub mikroskopis yang dapat membantu siswa lebih mudah memahami konsep yang dipelajari.

Hasil uji kelayakan produk diperoleh hasil rata-rata skor > 70%. Hal ini berarti bahwa perangkat pembelajaran layak digunakan dalam pembelajaran IPA. Uji efektifitas perangkat pembelajaran dikategorikan efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir ilmiah dan berpikir tingkat tinggi siswa. Hal ini ditunjukkan dari hasil uji statistik pada kemampuan berpikir tingkat tinggi dan penalaran ilmiah siswa dimana kelas eksperimen memiliki nilai lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Kedua hasil ini menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran IPA yang dikembangkan layak dan efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan penalaran ilmiah dan siswa Sekolah Menengah Pertama.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdullah, A.H., Abidin, N.L.Z. & Ali, M. (2015). Analysis of students' errors in solving Higher Order Thinking Skills (HOTS) problems for the topic of fraction. *Asian Social Science*, 11(21), 133–142.
- Akhlis, i., & Dewi, n. r. (2014). Pengembangan perangkat pembelajaran science berorientasi cultural deviance solution berbasis inkuiri menggunakan ICT untuk mengembangkan karakter peserta didik. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 3(1).
- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95(3), 518-542.
- Bao, L., Cai, T., Koenig, K., Fang, K., Han, J., Wang, J., ... & Wang, Y. (2009). Learning and scientific reasoning. *Science*, 323(5914), 586-587.
- Barak, M. & Dori, Y.J. (2009). Enhancing higher order thinking skills among inservice science teachers via embedded assessment. *Journal of Science Teacher Education*, 20(5), 459–474.
- Brookhart, S.M. (2010). *How to assess higher-order thinking skills in your classroom*, Amerika Serikat: ASCD.
- Chen, C. T., & She, H. C. (2015). The effectiveness of scientific inquiry with/without integration of scientific reasoning. *International Journal of Science & Mathematics Education*, 13(1), 1-20.
- Chittleborough, G., & Treagust, D. F. (2007). The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 274-292.
- Ding, L., Wei, X., & Liu, X. (2016). Variations in university students' scientific reasoning skills across majors, years, and types of institutions. *Research in Science Education*, 46(5), 613-632.
- Enghag, M., Forsman, J., Linder, C., MacKinnon, A., & Moons, E. (2013). Using a disciplinary discourse lens to explore how representations afford meaning making in a typical wave physics course. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(3), 625-650.
- Fan, S. C., & Yu, K. C. (2017). How an integrative STEM curriculum can benefit students in engineering design practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(1), 107-129.
- Fitriyati, I, Hidayat, A, Munzil. (2016). Kemampuan berpikir ilmiah dan multi representasi siswa SMP Negeri 3 Sanggau pada pembelajaran IPA. Prosiding Seminar Nasional Pembelajaran IPA Ke-1, Jurusan Pendidikan IPA FMIPA, UM, Malang, 1 Oktober.
- Fitriyati, I & Munzil. (2016). Penerapan strategi pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan media untuk meningkatkan keterampilan berpikir ilmiah siswa pada pembelajaran IPA SMP. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 1(1), 1-6.
- Hafizah, E, Hidayat, A, Muhandjito. (2014). Pengaruh model pembelajaran Anchored Instruction terhadap penguasaan konsep dan kemampuan pemecahan masalah fisika siswa kelas X. *Jurnal Fisika Indonesia*, 18(52), 8-12.
- Hwang, W. Y., Chen, N. S., Dung, J. J., & Yang, Y. L. (2007). Multiple representation skills and creativity

- effects on mathematical problem solving using a multimedia whiteboard system. *Journal of Educational Technology & Society*, 10(2).
- Jensen, J. L., & Lawson, A. (2011). Effects of collaborative group composition and inquiry instruction on reasoning gains and achievement in undergraduate biology. *CBE-Life Sciences Education*, 10(1), 64-73.
- Johnson, M. A., & Lawson, A. E. (1998). What are the relative effects of reasoning ability and prior knowledge on biology achievement in expository and inquiry classes?. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(1), 89-103.
- Lawson, A.E. (2004). The nature and development of scientific reasoning: A synthetic view. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(3), 307-338.
- Lee, C.Q. & She, H.C. (2010). Facilitating students' conceptual change and scientific reasoning involving the unit of combustion. *Research in Science Education*, 40(4), 479-504.
- Li, N., & Black, J. B. (2016). Inter-level scaffolding and sequences of representational activities in teaching a chemical system with graphical simulations. *Journal of Science Education and Technology*, 25(5), 715-730.
- Miri, B., David, B.C. & Uri, Z. (2007). Purposely teaching for the promotion of higher-order thinking skills: A case of critical thinking. *Research in Science Education*, 37(4), 353-369.
- Norris, S. P., Macnab, J. S., Wonham, M., & De Vries, G. (2009). West Nile virus: Using adapted primary literature in mathematical biology to teach scientific and mathematical reasoning in high school. *Research in Science Education*, 39(3), 321-329.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). (2015). OECD Database. OECD. Online: <http://www.oecd.org/pisa/pisaproduct/>.
- Piraksa, C., Srisawasdi, N., & Koul, R. (2014). Effect of gender on student's scientific reasoning ability: A case study in Thailand. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 486-491.
- Prabowo, S. A. (2015). The effectiveness of scientific based learning towards science process skill mastery of PGSD students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 4(1), 15-19.
- Roychoudhury, A. (2007). Elementary students' reasoning: crests and troughs of learning. *Journal of Elementary Science Education*, 19(2), 25-43.
- Sayyadi, M., Hidayat, A., & Muhardjito, M. (2016). Pengaruh strategi pembelajaran inkuiri terbimbing dan terhadap kemampuan pemecahan masalah fisika pada materi suhu dan kalor dilihat dari kemampuan awal siswa. *Jurnal Inspirasi Pendidikan*, 6(2), 866-875.
- Silk, E.M., Schunn, C.D. & Strand Cary, M. (2009). The impact of an engineering design curriculum on science reasoning in an urban setting. *Journal of Science Education and Technology*, 18(3), 209-223.
- Sirhan, G. (2007). Learning difficulties in chemistry: An overview. *Journal of Turkish Science Education*, 4(2), 2-20
- Solso, R.L, Otto H.M, & Maclin M.K. (2008). *Psikologi kognitif (edisi kedelapan)*. Jakarta: PT. Gelora Aksara Pratama
- Tala, S. & Vesterinen, T.M. (2015). Nature of science contextualized : Studying nature of science with scientists. *Journal Science and Education*, 24(4), 435-457
- Thiagarajan, S., Semmel, D.S dan Semmel, M.I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Expectional Children*. Minneapolis, Minnesot: Leadership Training Institute/Spesial Education, University of Minnessota
- Varma, K. (2014). Supporting scientific experimentation and reasoning in young elementary school students. *Journal of Science Education and Technology*, 23(3), 381-397.
- Waldrip, B., Prain, V. & Carolan, J. (2010). Using multi-modal representations to improve learning in junior secondary science. *Research in Science Education*, 40(1), 65-80.
- Wang, S., & Wang, H. (2012). Organizational schemata of e-portfolios for fostering higher-order thinking. *Information Systems Frontiers*, 14(2), 395-407.

- Widiyanti, F., Indriyanti, D.R. & Ngabekti, S. (2015). The effectiveness of the application of scientific literacy-based natural science teaching set toward the students' learning activities and outcomes on the topic of the interaction of living organism and environment. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 4(1), 20–24.
- Yuliati, L. (2013). Efektivitas bahan ajar IPA terpadu terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia (Indonesian Journal of Physics Education)*, 9(1), 53–57. Dari <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JPFI>.
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27(2), 172-223.