

PENGEMBANGAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA PADA TOPIK TEORI DOMAIN ELEKTRON MELALUI SIMULASI INTERAKTIF *PhET MOLECULE SHAPES*

Elva Stiawan, Liliyasi, dan Ijang Rohman

Jurusan Pendidikan Kimia
Universitas Pendidikan Indonesia

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian dengan judul “Pengembangan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Topik Teori Domain Elektron melalui Simulasi Interaktif *PhET Molecule Shapes*” dilakukan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMA melalui penggunaan simulasi interaktif *PhET MS* versi 1.05 pada topik teori domain elektron. Metode penelitian yang digunakan adalah *quasi experiment*. Subyek penelitian terdiri atas 64 siswa kelas X IPA di salah satu SMA Negeri di Kota Bandung. Data yang diperoleh berupa hasil tes tertulis dan angket terhadap siswa, serta hasil wawancara terhadap guru kimia. Analisis data penelitian dilakukan melalui uji statistik menggunakan *independent-sample t-test* atau Uji Mann-Whitney dengan taraf kepercayaan 95%. Hasil analisis signifikansi menunjukkan bahwa *PhET MS* dapat meningkatkan penguasaan sebagian indikator keterampilan berpikir kritis. Peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa terjadi pada indikator membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi (*N-gain*: 45,54 %), serta menganalisis argumen (*N-gain*: 57,03 %). Baik guru maupun siswa memberikan tanggapan yang positif mengenai penggunaan *PhET MS* dalam pembelajaran.

Kata kunci: keterampilan berpikir kritis, *PhET Molecule Shapes*, teori domain elektron, simulasi interaktif

ABSTRACT

The Purpose of “Developing High School Students’ Critical Thinking Skills on Electron Domain Theory through *PhET Molecule Shapes* Interactive Simulation” research was to improve high school students’ critical thinking skills using interactive simulation *PhET MS* version 1.05 on electron domain theory. Quasi experiment method was used in this research, and involved 64 students from one of public senior high school in Bandung. The data collected were in a form of students’ test and questionnaire results and teachers interview. Data were analyzed by statistics analysis using independent-sample t-test or Mann-Whitney test (95 % level of significance). The results showed that *PhET MS* was able to improve several critical thinking indicators. The critical thinking indicators of induction and judging induction (*N-gain*: 45,54 %) and analyze arguments (*N-gain*: 57,03 %) were improved. Furthermore, both teacher and students responded positively to the use of *PhET MS*.

Keywords: critical thinking skills, *PhET Molecule Shapes*, electron domains theory, interactive simulation

PENDAHULUAN

Salah satu pembahasan yang dikhususkan pada ilmu kimia adalah mengenai struktur dan komposisi zat (Liliyasi, 2011b). Menurut Effendy (2010), bentuk molekul termasuk konsep kimia yang berkaitan dengan struktur zat karena bentuk molekul merupakan susunan tiga dimensi atom-atom yang ditentukan oleh jumlah ikatan dan besar sudut-sudut ikatan di sekeliling atom pusat.

Silabus kimia SMA kurikulum 2013 mewajibkan siswa untuk dapat meramalkan bentuk molekul berdasarkan teori domain elektron, yaitu berdasarkan jumlah domain pasangan elektron di sekeliling atom pusat.

Konsep-konsep yang berkaitan dengan bentuk molekul merupakan konsep abstrak (Nahum *et al.*, 2007). Konsep abstrak relatif sukar untuk diajarkan ataupun dipelajari karena tidak mungkin memberikan informasi-

informasi tentang konsep ini melalui pengamatan langsung (Herron, 1977). Adanya konsep-konsep abstrak tersebut dapat membuat siswa tidak banyak terlibat dalam kegiatan pembelajaran dan cenderung belajar secara hafalan.

Banyaknya konsep-konsep kimia yang perlu dipelajari siswa terus berkembang sehingga dapat mengakibatkan munculnya kejenuhan siswa yang mempelajari kimia secara hafalan (Liliasari, 2011a). Padahal pada abad ke 21 yang merupakan abad informasi, sudah bukan masanya belajar kimia hanya untuk mengenal konsep-konsep (Liliasari, 2009) dan sekedar sebagai pengetahuan, melainkan juga belajar kimia sebagai cara berpikir untuk meningkatkan kemampuan berpikir peserta didik (Liliasari, 2011a). Oleh karena rentannya topik bentuk molekul untuk hanya sekedar dipelajari dengan cara dihafal, pembelajaran yang menekankan pada pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa dirasa perlu dilakukan.

Penguasaan konsep siswa ternyata juga dapat ditingkatkan melalui pengembangan berpikir kritis siswa, karena guru merasakan lebih mudahnya membelajarkan kimia kepada siswa yang telah berkembang keterampilan berpikir kritisnya (Liliasari, *et al.*, 2007). Menurut Redhana dan Liliasari (2008), pembelajaran perlu dikondisikan agar siswa dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis dengan cara memberikan pengalaman-pengalaman bermakna selama pembelajaran sebab pembelajaran yang tidak menekankan pada upaya pengembangan keterampilan berpikir kritis cenderung mengkondisikan siswa ke dalam belajar hafalan yang membuat materi yang telah dipelajari menjadi sangat mudah untuk dilupakan. Salah satu cara yang mungkin dapat memberikan pengalaman-pengalaman bermakna selama pembelajaran adalah dengan membuat siswa terlibat langsung dalam mengoperasikan suatu media pembelajaran.

Media pembelajaran yang berupa simulasi memungkinkan untuk memberikan pengalaman-pengalaman bermakna bagi siswa. Gredler (2004) menyatakan bahwa simulasi mampu membuat siswa ikut terlibat dalam dunia virtual di dalamnya, sehingga

mereka dapat mengaplikasikan pengetahuan, kemampuan, dan pemikiran yang mereka miliki. Selain itu, Thode (1999) menyatakan bahwa simulasi dapat membimbing siswa untuk membangun keterampilan berpikir kritisnya. Simulasi interaktif juga mampu menggambarkan sesuatu yang tidak tampak dan menarik minat siswa untuk lebih terlibat dalam aktivitas pembelajaran (Moore, *et al.*, 2014).

PhET (*Physic Education Technology Simulations Interactive*) merupakan media pembelajaran hasil pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi yang dikembangkan oleh Universitas Colorado. PhET mampu menampilkan gambaran partikel-partikel kimia yang tidak tampak dalam bentuk simulasi interaktif (Perkins *et al.*, 2010). Melalui keterlibatan siswa dalam aktivitas pembelajaran akibat adanya sisi interaktif *PhET MS* memungkinkan siswa untuk memperoleh pengalaman-pengalaman bermakna selama proses pembelajaran berlangsung. Dengan diperolehnya pengalaman-pengalaman bermakna melalui penggunaan *PhET MS*, siswa dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritisnya. Sisi interaktif dan kemampuan dalam menampilkan gambaran bentuk molekul secara tiga dimensi beserta tampilan besar sudut-sudut di dalamnya merupakan beberapa karakteristik *PhET MS* yang memungkinkan terjadinya pengembangan beberapa indikator keterampilan berpikir kritis yang disusun oleh Ennis dalam Costa (1985), yaitu memfokuskan pada pernyataan, menganalisis argumen, membuat deduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi, membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi, serta mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi.

Berkaitan dengan uraian-uraian tersebut, telah dilakukan penelitian dengan judul "Pengembangan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Topik Teori Domain Elektron melalui Simulasi Interaktif *PhET Molecule Shapes*". Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMA pada topik teori domain elektron.

METODE

Penelitian dilaksanakan di salah satu SMA Negeri di Kota Bandung pada semester I Tahun Ajaran 2013/2014. Subyek penelitian ini adalah siswa kelas X IPA, yang masing-masing terdiri dari 32 siswa pada kelompok eksperimen dan kontrol. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *quasi experiment* dengan desain *pretest-posttest, nonequivalent control group*.

Instrumen tes merupakan soal tes pada topik teori domain elektron sebanyak 25 butir dengan bentuk pilihan ganda beralasan. Instrumen tes memiliki indeks reliabilitas 0,61, sedangkan validitas tes ditentukan melalui *judgment expert*. Sementara itu, lembar angket berisi sejumlah pernyataan yang ditanggapi oleh siswa mengenai penggunaan *PhET MS*. Pedoman wawancara berisi sejumlah pertanyaan untuk menggali persepsi guru mengenai penggunaan *PhET MS* pada pembelajaran topik teori domain elektron.

Pelaksanaan penelitian diawali dengan memberikan *pretest* kepada kedua kelompok penelitian. Perlakuan yang berbeda diberikan

kepada kedua kelompok penelitian pada saat pembelajaran. Perlakuan yang diberikan pada kelompok eksperimen, yaitu pembelajaran dengan menggunakan *PhET MS*, sedangkan pada kelompok kontrol adalah pembelajaran dengan bantuan video animasi.

Posttest diberikan kepada kedua kelompok penelitian setelah kedua kelompok penelitian memperoleh perlakuan yang berbeda pada saat pembelajaran. Soal-soal *posttest* merupakan soal-soal yang sama dengan soal-soal *pretest*, yaitu soal tes pada topik teori domain elektron sebanyak 25 butir dengan bentuk pilihan ganda beralasan. Selain itu, siswa kelompok eksperimen melakukan pengisian angket, sedangkan wawancara tidak terstruktur dilakukan terhadap guru.

Gain ternormalisasi (*N-gain*) setiap indikator keterampilan berpikir kritis ditentukan menggunakan rumus yang diturunkan oleh Hake (1999) yang disajikan pada Rumus 1 berikut.

$$\%Ngain = \left(\frac{\text{nilai posttest} - \text{nilai pretest}}{\text{nilai max} - \text{nilai pretest}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

Selain itu, uji statistik dilakukan terhadap rerata % *N-gain* pada setiap indikator keterampilan berpikir kritis dari kedua kelompok penelitian dengan bantuan *software SPSS 17.0. Independent samples t-test* digunakan jika data dari kedua kelompok penelitian merupakan data parametrik, sedangkan uji Mann Whitney digunakan jika data merupakan data nonparametrik (Greasley, 2008). Tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95% yang artinya tingkat

kepastian statistik sampel dalam mengestimasi parameter populasi dengan benar adalah 95%.

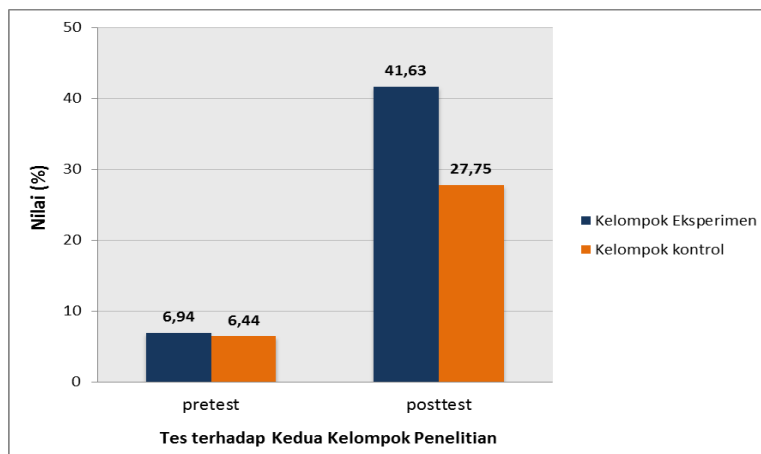
Data persepsi guru dan siswa dianalisis secara deskriptif interpretatif. Tanggapan-tanggapan siswa pada angket diberi skor dengan menggunakan skala Guttman, yaitu tanggapan setuju diberi skor 1, sedangkan tanggapan tidak setuju diberi skor 0. Skor yang diperoleh kemudian dipersentasekan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase tanggapan} = \frac{\text{skor}}{\text{jumlah responden}} \times 100\% \quad (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan nilai rerata hasil *pretest* dan hasil *posttest* antara kelompok

eksperimen dengan kelompok kontrol ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Grafik perbandingan nilai rerata hasil *pretest* dan *posttest* antara kelompok eksperimen dengan kelompok kontrol

Pada Gambar 1 tampak bahwa nilai rerata hasil *posttest* kelompok eksperimen (41,63%) lebih tinggi daripada kelompok kontrol (27,75%). Temuan ini menunjukkan bahwa fitur virtual tiga dimensi yang dimiliki *PhET MS* dapat menunjang peningkatan hasil belajar siswa pada topik bentuk molekul. Hal tersebut sesuai dengan Merchant (2012) yang menyatakan bahwa gambaran virtual tiga dimensi dapat menunjang peningkatan hasil

belajar siswa berkaitan dengan konsep yang melibatkan keterampilan berpikir secara tiga dimensi.

Gambar 1 juga menunjukkan bahwa nilai rerata hasil *pretest* kedua kelompok penelitian tidak jauh berbeda, yaitu kelompok eksperimen sebesar 6,94%, sedangkan kelompok kontrol sebesar 6,44%. Rekapitulasi hasil uji statistik data nilai rerata hasil *pretest* ditunjukkan oleh Tabel 1.

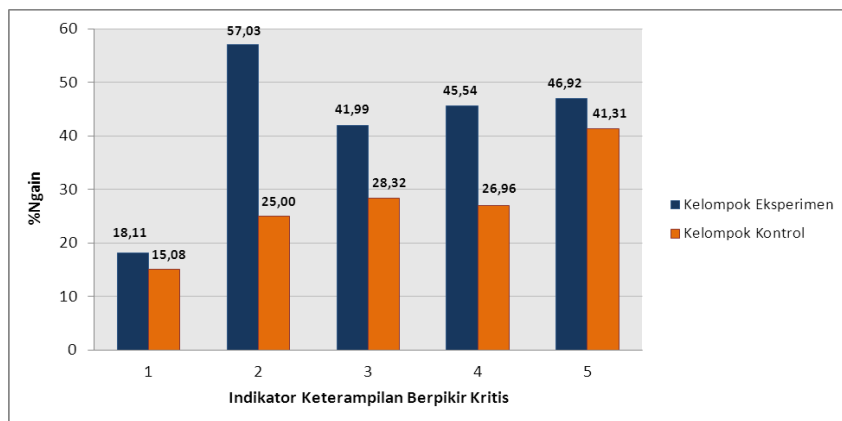
Tabel 1. Hasil uji beda dua rerata hasil *pretest* kelompok eksperimen dan kelompok kontrol

Kelompok	Banyak Subyek	Rerata <i>Pretest</i>	Distribusi	Varians	<i>p</i> (Sig.)
Eksperimen	32	6,94	Tidak Normal	Homogen	0,818 (tidak signifikan)
Kontrol	32	6,44	Normal		

Berdasarkan Tabel 1, tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada nilai rerata hasil *pretest* kedua kelompok penelitian. Dengan kata lain, kemampuan awal siswa kelompok eksperimen setara dengan siswa kelompok kontrol.

Perbandingan peningkatan setiap indikator keterampilan berpikir kritis, yaitu

memfokuskan pada pernyataan, menganalisis argumen, membuat deduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi, membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi, serta mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi antara kelompok eksperimen dengan kelompok kontrol ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Grafik peningkatan setiap indikator keterampilan berpikir kritis pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol

Keterangan:

1. Memfokuskan pada pernyataan
2. Menganalisis argumen
3. Membuat deduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi
4. Membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi
5. Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi

Gambar 2 menunjukkan bahwa indikator keterampilan berpikir kritis pada kelompok eksperimen yang memiliki perolehan % *Ngain* tertinggi adalah menganalisis argumen (57,03%), sedangkan perolehan % *N-gain* terendah adalah memfokuskan pada pernyataan (18,11%). Sementara itu, indikator keterampilan berpikir kritis pada kelompok kontrol yang memiliki % *N-gain* tertinggi adalah mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi (41,31%), sedangkan perolehan % *N-gain* terendah

adalah memfokuskan pada pernyataan (15,08%).

Uji beda dua rerata dilakukan untuk menunjukkan perbedaan yang signifikan antara % *N-gain* kelompok eksperimen dengan kelompok kontrol pada setiap indikator keterampilan berpikir kritis meskipun Gambar 2 sudah menunjukkan bahwa seluruh indikator keterampilan berpikir kritis kelompok eksperimen memiliki % *Ngain* yang lebih tinggi dibanding kelompok kontrol. Rekapitulasi hasil uji tersebut ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi hasil uji pada setiap indikator keterampilan berpikir kritis

Indikator	Kelompok Eksperimen		Kelompok Kontrol		Varians	<i>p</i> (sig.)
	Rerata % <i>N-gain</i>	Distribusi	Rerata % <i>N-gain</i>	Distribusi		
1	18,11	Tidak normal	15,08	Tidak Normal	Homogen	0,733 (tidak signifikan)
2	57,03	Tidak Normal	25,00	Tidak Normal	Homogen	0,000 (signifikan)
3	41,99	Normal	28,32	Tidak Normal	Homogen	0,115 (tidak signifikan)
4	45,54	Normal	26,96	Normal	Homogen	0,006 (signifikan)
5	46,92	Normal	41,31	Normal	Homogen	0,444 (tidak signifikan)

Keterangan:

1. Memfokuskan pada pernyataan
2. Menganalisis argumen
3. Membuat deduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi
4. Membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi
5. Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi

Tabel 2 menunjukkan bahwa indikator menganalisis argumen serta membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi mengalami peningkatan yang signifikan. Temuan dari hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat dua indikator keterampilan berpikir kritis yang meningkat secara signifikan melalui penggunaan *PhET MS*, yaitu menganalisis argumen serta membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi. Peningkatan yang terjadi pada kedua indikator keterampilan berpikir kritis tersebut termasuk kategori sedang, yaitu perolehan % *N-gain* menganalisis argumen sebesar 57,03, sedangkan perolehan % *N-gain* membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi sebesar 45,54.

Peningkatan yang terjadi pada indikator membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi disebabkan oleh terlatihnya siswa dalam membuat induksi untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan di LKS yang didesain untuk membimbing siswa dalam membuat kesimpulan berdasarkan informasi-informasi yang mereka peroleh dari *PhET MS*.

Peningkatan yang terjadi pada indikator menganalisis argumen disebabkan oleh terlatihnya siswa dalam menjawab sejumlah pertanyaan di dalam LKS yang memaparkan suatu argumen berkaitan dengan topik teori domain elektron. Selain itu, melalui penggunaan simulasi komputer guru dapat mengajak siswa untuk berpikir seolah-olah menjadi seorang ilmuwan, yaitu dengan cara menganalisis informasi yang mereka peroleh, misalnya informasi berbentuk argumen-argumen (Abdullah, 2008). Dengan kata lain, tersedianya informasi mengenai bentuk molekul di dalam *PhET MS* yang cukup lengkap untuk dieksplorasi oleh siswa serta didukung oleh LKS yang didesain dengan memaparkan pernyataan-pernyataan dan permasalahan-permasalahan merupakan faktor-faktor penyebab indikator menganalisis argumen mengalami peningkatan. Bahkan, perolehan %*N-gain* indikator menganalisis argumen merupakan yang tertinggi dibanding indikator-indikator lainnya. Hal tersebut disebabkan keterampilan yang paling mendasar dari pengembangan awal berpikir kritis adalah berargumen (Liliasari, 2009)

serta menganalisis argumen merupakan dasar proses berpikir dalam keterampilan berpikir kritis (Ennis dalam Costa, 1985).

Sisi interaktif yang dimiliki *PhET MS* juga mampu membuat siswa untuk lebih terlibat dalam kegiatan pembelajaran. Aktivitas siswa dalam mengoperasikan dan memproses informasi yang ditampilkan oleh *PhET MS* oleh persepsi siswa tergolong sangat tinggi. Sebagian besar siswa (90,6%) menggerak-gerakkan atom terikat pada simulasi bentuk molekul untuk mencari hubungan antara gaya tolakan antar domain pasangan elektron dengan posisi atom-atom terikat. Selain itu, sebagian besar siswa juga memutar-mutar simulasi bentuk molekul untuk mengetahui tampilan bentuk molekul dari berbagai sudut pandang (90,6%) serta untuk mengetahui besar sudut-sudut ikatan dari berbagai sisi (84,4%). Temuan ini sesuai dengan Gredler (2004) yang menyatakan bahwa simulasi mampu membuat siswa ikut terlibat dalam dunia virtual di dalamnya, sehingga mereka dapat mengaplikasikan pemikiran yang dimiliki.

Dengan terlibatnya siswa dalam kegiatan pembelajaran, memungkinkan diperolehnya pengalaman-pengalaman bermakna melalui penggunaan *PhET MS*. Oleh karena itu, peningkatan yang terjadi pada sebagian indikator keterampilan berpikir kritis juga disebabkan oleh perolehan pengalaman-pengalaman bermakna bagi siswa melalui penggunaan *PhET MS*. Temuan ini sesuai dengan Redhana dan Liliasari (2008) yang menyatakan bahwa pembelajaran perlu dikondisikan dengan cara memberikan pengalaman-pengalaman bermakna agar siswa dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritisnya. Oleh karena itu, penggunaan *PhET MS* dapat membimbing siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritisnya. Temuan ini sesuai dengan Thode (1999) yang menyatakan bahwa simulasi dapat membimbing siswa untuk membangun keterampilan berpikir kritisnya. Di sisi lain, *PhET MS* yang menampilkan beragam gambaran bentuk molekul disertai dengan informasi-informasi mengenai besar sudut ikatan dan nama bentuk molekul menyebabkan siswa memiliki pengalaman secara langsung dalam mengeksplorasi serta

memproses informasi mengenai struktur bangun molekul secara mendalam dan tepat (Clauss, 2009) sehingga dapat melatih keterampilan berpikirnya. Hal tersebut sesuai dengan Donaghy (2012) yang menyatakan bahwa semakin sering siswa diarahkan untuk mengeksplorasi struktur-struktur molekul, semakin besar pula penguasaan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa.

Hasil analisis terhadap indikator-indikator keterampilan berpikir kritis yang tidak meningkat secara signifikan menunjukkan bahwa %*N-gain* memfokuskan pada pernyataan termasuk kategori rendah (%*N-gain* 18,11), sedangkan membuat deduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi (%*N-gain* 41,99) serta mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi (%*N-gain* 46,92) termasuk kategori sedang.

Salah satu penyebab tidak terjadinya peningkatan yang signifikan pada indikator-indikator keterampilan berpikir kritis adalah sebagian butir-butir soal yang terdapat pada indikator-indikator keterampilan berpikir kritis tersebut memiliki tingkat kesukaran yang tinggi. Akibatnya, butir-butir soal tersebut kurang mampu membedakan tingkat keterampilan berpikir kritis antara kelompok eksperimen dengan kelompok kontrol.

Indikator memfokuskan pada pernyataan juga kebanyakan terdapat pada butir-butir soal mengenai bahasan kepolaran molekul. Padahal, *PhET MS* kurang dapat membantu siswa dalam mempelajari konsep kepolaran molekul. Hal ini mengakibatkan perolehan % *N-gain* pada indikator memfokuskan pada pernyataan termasuk ke kategori rendah.

Hasil analisis terhadap data angket menunjukkan bahwa umumnya siswa (87,5%) merasa antusias dalam menggunakan *PhET MS*. Sebagian besar siswa (90,6%) merasa bahwa rasa ingin tahu dan minat mereka dalam mempelajari teori domain elektron menjadi meningkat melalui penggunaan *PhET MS*. Selain itu, banyaknya siswa yang memutar-mutar simulasi bentuk molekul untuk mengetahui tampilan bentuk molekul (90,6%) dan besar sudut ikatan dari berbagai sudut pandang (84,4%) juga menunjukkan tingginya rasa ingin tahu dan aktivitas siswa dalam pembelajaran. Temuan ini sesuai

dengan Moore *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa simulasi interaktif mampu menarik minat siswa untuk lebih terlibat dalam aktivitas pembelajaran.

Hal-hal tersebut menunjukkan bahwa sisi interaktif yang dimiliki oleh *PhET MS* mampu merangsang munculnya rasa ingin tahu dan meningkatkan aktivitas mereka dalam kegiatan pembelajaran. Temuan ini menunjukkan bahwa simulasi mampu membuat siswa ikut terlibat dalam dunia virtual di dalamnya (Gredler, 2004) sekaligus merangsang munculnya rasa ingin tahu siswa (Gunersel dan Fleming, 2013)

Hasil wawancara menunjukkan bahwa guru menganggap *PhET MS* memiliki kelebihan-kelebihan dibandingkan dengan media pembelajaran lain yang sering digunakan dalam pembelajaran teori domain elektron. Jika dibandingkan dengan *molymod* yang sering digunakan di sekolah, *PhET MS* mampu menampilkan besar sudut ikatan dengan lebih jelas dan tepat. Sementara itu, jika dibandingkan dengan video animasi, *PhET MS* memiliki sisi interaktif sehingga dapat membuat siswa lebih bebas dalam mengoperasikan dan mengeksplorasi konten yang terdapat di dalamnya. Temuan ini sesuai dengan Gredler (2004) yang menyatakan bahwa simulasi mampu membuat siswa ikut terlibat dalam dunia virtual di dalamnya sehingga mereka dapat mengaplikasikan pengetahuan dan pemikiran yang dimiliki. Berdasarkan kelebihan-kelebihan yang dimiliki oleh *PhET MS* tersebut, guru merasa tertarik untuk menggunakan *PhET MS*.

KESIMPULAN

Penggunaan *PhET MS* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, yaitu pada indikator membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi (*N-gain* 45,54%) serta menganalisis argumen (*N-gain* 57,03%). Indikator keterampilan berpikir kritis yang paling dominan dikembangkan adalah menganalisis argumen, sedangkan yang paling rendah dikembangkan adalah memfokuskan pada pernyataan (*N-gain* 18,11%). Disamping dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, guru dan

siswa memiliki persepsi yang positif mengenai penggunaan *PhET MS*.

Pengembangan LKS yang terintegrasi dengan keterampilan berpikir kritis masih diperlukan karena *PhET MS* tidak dapat memunculkan secara dominan semua indikator keterampilan berpikir kritis. Pengkolaborasi penggunaan *PhET MS* dengan media pembelajaran lain yang memiliki topik kepolaran molekul juga perlu dilakukan sebab *PhET MS* kurang dapat membantu siswa pada konsep kepolaran molekul.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S., and Shariff, A. (2008). The Effects of Inquiry-Based Computer Simulation with Cooperative Learning on Scientific Thinking and Conceptual Understanding of Gas Laws. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 4, 387-398.
- Clauss, A. D., and Nelsen, S. F. (2009). Integrating Computational Molecular Modeling into the Undergraduate Organic Chemistry Curriculum. *Journal of Chemical Education*. 86, 955-958.
- Costa, A.L. (1985). Goal for Critical Thinking Curriculum. In Costa A.L. (Ed). *Developing Minds : A Resource Book for Teaching Thinking*. Alexandria: Association for Supervisor and Curriculum Development (ASCD).
- Donaghy, K. J., and Saxton, K. J. (2012). Connecting Geometry and Chemistry: A Three-Step Approach to Three-Dimensional Thinking. *Journal of Chemical Education*. 89, 917-920.
- Effendy. (2010). *Teori VSEPR, Kepolaran, dan Gaya Antarmolekul (Edisi 3)*. Malang: Bayumedia Publishing.
- Greasley, P. (2008). *Quantitative Data Analysis Using SPSS: An Introduction for Health and Social Science*. New York: McGraw-Hill Open University Press.
- Gredler, M. E. (2004). Games and Simulations and Their Relationships to Learning, dalam Jonassen, D. H. (2004). *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. 571-583. Mahwah, New Jersey: IEA Publications.
- Gunersel, A. B., and Fleming, S. A. (2013). Qualitative Assessment of a 3D Simulation Program: Faculty, Students, and Bio-Organic Reaction Animations. *Journal of Chemical Education*. 90, 988-994.
- Hake, R. R. (2002). Assessment of Student Learning in Introductory Science Courses. *2002 PKAL Roundtable on the Future: Assessment in the Service of Student Learning*. Duke University. [Online]. Diakses dari: <http://www.pkal.org/events/roundtable2002/papers.html>. [15 Januari 2014]
- Herron, J. D., Cantu, L. L., Ward, R., and Srinivasan, V. (1977). Problems Associated with Concept Analysis. *Paper for Associate Professor of Science Education*. 185-199. Indiana: Department of Chemistry Purdue University.
- Liliasari, Setiawan, A., dan Widodo, A. (2007). *Laporan Penelitian Hibah Pascasarjana Pembelajaran Berbasis TI untuk Mengembangkan Keterampilan Generik Sains dan Berpikir Tingkat Tinggi Pelajar*. Jakarta: DIKTI.
- Liliasari. (2009). Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Sains Kimia Menuju Profesionalitas Guru. [Online]. Diakses dari: http://file.upi.edu/Direktori/SPS/PRODI.PENDIDIKAN_IPA/194909271978032LILIASARI/BERPIKIR_KRITIS_Dlm_Pembel_09.pdf [6 Januari 2014]
- Liliasari. (2011a). Pengembangan Keterampilan Generik Sains untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Makalah Semnas UNNES 2011*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Liliasari. (2011b). Peningkatan Kualitas Guru Sains Melalui Pengembangan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. *Makalah Seminar Nasional Pascasarjana*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.

- Merchant, Z., Goetz, E. T., Keeney-Kennicutt, W., Kwoka, O., Cifuentes, L., Davis, T. J. (2012). The Learner Characteristics, Features of Desktop 3D Virtual Reality Environments, and College Chemistry Instruction: A Structural Equation Modeling Analysis. *Computers & Education*. 59, 551–568.
- Moore, E. B., Chamberlain, J. M., Parson, R., and Perkins, K. K. (2014). PhET Interactive Simulations: Transformative Tools for Teaching Chemistry. *Journal of Chemical Education*. 91, 1191–1197.
- Nahum, T. L., Mamlok-Naaman, R., and Hofstein, A. (2007). Developing a New Teaching Approach for the Chemical Bonding Concept Aligned With Current Scientific and Pedagogical Knowledge. *Science Education*. 579-603. Rehovot: Wiley Periodicals, Inc.
- Perkins, K., Lancaster, K., Loeblein, P., Parson, R., and Podolefsky, N. (2010). *PhET Interactive Simulations: New Tools for Teaching and Learning Chemistry*. Boulder: University of Colorado. [Online]. Diakses dari: <http://www.ccce.divched.org/Fall1010CC/CENewsletterP7/phet-interactive-simulations-new-tools-for-teachine-and-learning-chemistry.pdf> [29 November 2013].
- Redhana, I. W., dan Liliyasi. (2008). Program Pembelajaran Keterampilan Berpikir Kritis pada Topik Laju Reaksi untuk Siswa SMA. *Forum Kependidikan*. 27 (2), 103-112. Bandung: Forum Kependidikan.
- Thode, T. (1999). Simulation Software: An Almost Real Experience. *Technology and Children*. 3, 17-19.