

Pengaruh *Learning Cycle-5E* Berkonteks SSI Terhadap Pemahaman Hakikat Sains Pada Materi Larutan Penyangga Dan Hidrolisis Garam Siswa SMA

Eris Ratnawati, Sri Rahayu, Fauziatul Fajaroh

Pendidikan Kimia–Universitas Negeri Malang
Jl. Semarang 5, Malang. E-mail: erisriris91@gmail.com

Abstract: The aims of this study were to investigate the difference of students' nature of science understanding who were taught using 5E learning cycle model with SSI learning context and conventional model on buffer solution and salt hydrolysis. This study used quasi-experimental with pretest and post-test design. The sample considered two classes and selected by convenience sampling technique in SMAN Tulungagung. The data were obtained using the questionnaires nature of science Likert scale ($R = 0.883$) and analyzed by one way ANCOVA and effect size. The research results showed significant different on students' nature of science understanding between students who were taught using 5E learning cycle model with SSI learning context and students who taught using conventional model. Based on effect size, nature of science aspects that large contribute was the scientific method, empirical, inference, social dimension of science, and Social and cultural embeddedness of science. Aspects of the nature of science that medium contributes was tentative, creative, and theory driven. While the theory and law were small contribute.

Key Words: *Learning Cycle-5E*, Socioscientific Issues, Nature Of Science, Buffer Solution, Salt Hydrolysis

Abstrak: Penelitian ini bertujuan menguji perbedaan pemahaman hakikat sains siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle-5E* berkonteks SSI dan model pembelajaran konvensional pada materi larutan penyangga dan hidrolisis garam. Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian eksperimen semu dengan pretes dan pascates. Sampel terdiri dari dua kelas dan dipilih menggunakan teknik *convenience sampling* di SMAN Tulungagung. Data diperoleh menggunakan instrumen angket hakikat sains berskala likert ($R = 0,883$) dan dianalisis dengan ANCOVA satu jalur dan *effect size*. Hasil penelitian menunjukkan ada perbedaan signifikan pemahaman hakikat sains siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle-5E* berkonteks SSI dan model pembelajaran konvensional. Berdasarkan *effect size*, aspek hakikat sains yang berkontribusi tinggi adalah metode ilmiah, empiris, inferensi, dimensi sosial sains, dan penerapan sains dalam bidang sosbud. Aspek hakikat sains yang berkontribusi sedang adalah tentatif, kreatif, dan *theory driven*. Sedangkan hukum dan teori berkontribusi kecil.

Kata kunci: *Learning Cycle-5E*, Socioscientific Issues, Hakikat Sains, Larutan Penyangga, Hidrolisis Garam

Sains dan teknologi berkembang makin pesat dan saling melengkapi. Pesatnya perkembangan sains dan teknologi tersebut dapat memberikan dampak positif dan negatif. Dampak positif yang ditimbulkan salah satunya adalah makin mudahnya berbagi informasi antar negara. Dampak negatif yang ditimbulkan antara lain permasalahan lingkungan, sosial, dan budaya yang

meliputi pemanasan global, pencemaran lingkungan, dan radiasi benda-benda elektronik. Pemecahan permasalahan-permasalahan tersebut dapat terselesaikan jika masyarakat memiliki literasi sains (Rahayu, 2013: 2).

PISA (*Programme for International Student Assessment*) (OECD, 2009) mendefinisikan literasi sains sebagai kapasitas untuk menggunakan

pengetahuan ilmiah, mengidentifikasi pertanyaan dan menarik kesimpulan berdasarkan fakta dan data. *National Research Council* (1996: 21) menambahkan literasi sains meliputi kegiatan memahami hakikat sains, kegiatan ilmiah, dan peran ilmu pengetahuan dalam masyarakat dan kehidupan pribadi. Dengan demikian literasi sains merupakan kapasitas untuk menggunakan pengetahuan ilmiah, memahami alam semesta, dan menggunakan pengetahuan ilmiah untuk tujuan pribadi dan sosial.

Kajian tentang literasi sains termasuk penilaian tingkat literasi sains siswa telah menjamur selama dua dekade. Penilaian tingkat literasi sains siswa di semua negara termasuk Indonesia telah dilakukan oleh PISA (*Programme for International Student Assessment*) dan TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*). Hasil penilaian tingkat literasi sains tersebut dilaporkan oleh OECD (*Organizatio for Economic Co-operation and Development*) bahwa siswa di Indonesia pada tahun 2006 menempati urutan ke-53 dari 57 negara, tahun 2009 menempati urutan ke-38 dari 40 negara, dan tahun 2012 menempati urutan ke-64 dari 65 negara.

Rendahnya hasil penilaian tingkat literasi sains di Indonesia disebabkan antara lain banyaknya materi uji yang ditanyakan di TIMSS dan PISA tidak terdapat dalam kurikulum Indonesia (Permendikbud nomor 59 tahun 2014; 5). Terdapat banyak cara agar siswa memiliki literasi sains, salah satunya adalah dengan memiliki pemahaman hakikat sains. Pengajar perlu mengajarkan hakikat sains secara eksplisit yang memperhatikan pada aspek-aspek hakikat sains selama diskusi, memberi pertanyaan, dan penugasan agar siswa memiliki pemahaman NOS (McDonald, 2010: 1137).

Berdasarkan penjelasan *National Research Council* dan hasil penilaian tingkat literasi sains di Indonesia maka pemahaman hakikat sains menjadi salah satu cara untuk meningkatkan literasi sains. Hakikat sains (*Nature of Science*) merupakan epistemologi (metode/cara memperoleh) sains, karakteristik sains, dan sains sebagai cara untuk mengetahui fenomena (Khalick dkk., 1998: 418 dan Bell, 2009: 1). Secara lebih ringkas, hakikat sains merupakan pengetahuan yang terkait tentang bagaimana proses pengembangan ilmu pengetahuan alam dan semua hal yang terkait dengan ilmu pengetahuan. Hakikat sains merupakan dasar instruksional kegiatan inkuiri yang menitikberatkan pada aktivitas sains yang dilakukan oleh siswa (Scharman dkk. (2004: 2). Dapat disimpulkan bahwa

hakikat sains merupakan pengetahuan yang terkait pengembangan sains dan segala hal tentang aktivitas sains yang dilakukan siswa.

Hakikat sains (NOS) direpresentasikan menjadi 10 aspek yang dikembangkan oleh Fouad Abd-El Khalick. Aspek-aspek tersebut meliputi (1) pengetahuan bersifat tentatif, (2) pengetahuan berdasarkan data empiris, (3) pengetahuan merupakan produk dari inferensi manusia, (4) pengembangan pengetahuan memerlukan kreativitas manusia, (5) pengetahuan tidak lepas dari teori/pemahaman ilmuwan (*theory-driven*), (6) metode ilmiah bukan hanya sebuah prosedur bertahap (*a recipe-like stepwise procedure*) yang kaku, (7) teori ilmiah berisi penjelasan dari fenomena alam, (8) hukum ilmiah berisi generalisasi dari hubungan atau pola yang didasarkan pada observasi, (9) pengetahuan memiliki dimensi sosial sains, dan (10) penanaman sains dalam bidang sosial budaya (Khalick dkk.: 2008: 840).

Penelitian yang dilakukan oleh Lederman dkk. (2002), Khishfe & Lederman (2007), dan Khishfe & Khalick (2002) menunjukkan bahwa pembelajaran hakikat sains secara implisit tidak dapat meningkatkan pemahaman hakikat sains siswa. Bell (2009) menjelaskan bahwa mengajarkan hakikat sains diperlukan penjelasan secara eksplisit (*be explicit*), dihubungkan dengan konteks seperti aktivitas inkuiri atau SSI (*connect to context*), dan dihubungkan dengan keterampilan proses (*linking to process skill*). Oleh sebab itu, untuk meningkatkan pemahaman hakikat sains maka perlu proses pembelajaran yang dapat mengeksplisitkan hakikat sains. Hal ini didukung hasil penelitian McDonald (2010: 1137) yang menyimpulkan bahwa pengajar perlu mengajarkan hakikat sains secara eksplisit yang memperhatikan pada aspek-aspek hakikat sains selama diskusi, memberi pertanyaan, dan penugasan agar siswa memiliki pemahaman hakikat sains yang baik.

Pembelajaran hakikat sains secara eksplisit dilakukan dengan instruksi langsung terkait konsep-konsep hakikat sains yang mencakup aspek-aspek hakikat sains (Callahan, 2009: 29). Instruksi langsung tersebut menurut Lee (2008:2) dapat dilakukan dengan menerapkan *socioscientific issues* (SSI) sebagai konteks dalam pembelajaran sebagai cara untuk mengeksplisitkan hakikat sains. Pembelajaran berkonteks SSI yaitu pembelajaran yang bertujuan untuk melibatkan siswa dalam pembuatan keputusan isu sosial kemasyarakatan saat ini dengan implikasi

moral yang melekat pada konteks ilmiah (Zeidler dkk.,2009:74).

SSI dipilih menjadi konteks pembelajaran karena SSI dapat digunakan untuk: (1) menjadikan pembelajaran sains menjadi lebih relevan dengan kehidupan sehari-hari siswa; (2) mengarahkan hasil belajar, misalnya pemahaman hakikat sains; (3) meningkatkan dialog berargumentasi; (4) meningkatkan kemampuan mengevaluasi informasi ilmiah; dan (5) mengembangkan literasi sains (Sadler & Zeidler, 2004: 4). Melalui diskusi tentang SSI, siswa akan belajar tentang hakikat sains, mempertimbangkan kontroversi SSI, dan pengaruhnya terhadap dunia secara fisik dan sosial. Contoh hakikat sains yang dieksplisitkan dalam SSI adalah guru memberikan pertanyaan-pertanyaan tentang pemanasan global sebagai berikut: bagaimana Anda dapat mengetahui bahwa pemanasan global telah terjadi? Apa bukti terjadinya pemanasan global?. Dengan mencari jawaban maka siswa dapat mengetahui bahwa pemanasan global merupakan teori yang muncul untuk menjelaskan fenomena-fenomena yang telah diamati para peneliti berupa data kenaikan suhu bumi, kenaikan tinggi permukaan air laut dan sebagainya. Berdasarkan hal tersebut siswa akan dapat memahami bahwa pengetahuan berasal dari bukti empiris.

Cara menghubungkan hakikat dengan SSI dapat dilakukan dengan pemberian instruksi untuk melakukan kegiatan tertentu, penjelasan yang berhubungan dengan konteks pembelajaran maupun pemberian pertanyaan tentang SSI yang membimbing siswa ke arah pemahaman hakikat sains, sehingga guru lebih bertindak sebagai fasilitator (Lee, 2008:6). Pembelajaran berkonteks SSI juga dapat dilakukan dengan memberikan siswa isu-isu sosial seperti penelitian yang dilakukan oleh Wong dkk. (2011) dengan menggunakan masalah *socioscientific issue* yaitu SARS (*Severe Acute Respiratory Syndrome*) dan penelitian yang dilakukan oleh Sadler, Chambers, & Zeidler (2004) dengan konteks masalah *socioscientific issue* yaitu pemanasan global. Oleh sebab itu, konteks SSI tersebut perlu dimasukkan dalam suatu metode pembelajaran konstruktivistik agar lebih bermakna.

Model pembelajaran konstruktivistik yang cocok untuk dimasuki konteks SSI adalah *Learning Cycle-5E*. Model pembelajaran ini menurut Turkmen (2006: 73) merupakan salah satu pembelajaran berbasis inkuiri. Model pembelajaran *Learning Cycle-5E* adalah model pembelajaran yang terdiri fase-fase atau tahap-tahap kegiatan yang diorganisasikan

sedemikian rupa sehingga siswa dapat menguasai kompetensi-kompetensi yang harus dicapai dalam pembelajaran dengan jalan berperan aktif (Fajaroh & Dasna, 2007). Tahap-tahap dalam *Learning Cycle-5E* meliputi *Engage, Explore, Explain, Elaborate, and Evaluate* (Bybee, 2006:1). Peran aktif siswa selama pembelajaran akan memudahkan siswa membangun pengetahuannya dan mengkaitkannya dengan fenomena yang terjadi dalam kehidupan.

Pemilihan topik pelajaran perlu memperhatikan karakter dari SSI. Karakter tersebut antara lain: (1) memiliki dasar dalam ilmu pengetahuan; (2) melibatkan pembuatan opini dan penentuan pilihan pada tingkat personal maupun sosial; (3) seringkali diberitakan di media, dengan pemberitaan berdasarkan tujuan dari komunikator; (4) berkaitan dengan informasi yang kurang lengkap karena adanya konflik atau kurangnya bukti ilmiah dan pelaporan yang tidak lengkap; (5) mengarah pada dimensi lokal, nasional dan global dengan menghadirkan kerangka politik dan sosial; (6) melibatkan alasan nilai dan etika; (7) memerlukan pemahaman berbagai macam kemungkinan dan resiko; (8) topik berkaitan dengan suatu kejadian dilingkungan sekitar (Ratcliffe & Grace, 2003:2).berdasarkan karakter-karakter SSI tersebut topik pembelajaran yang memenuhi adalah larutan penyangga dan hidrolisis garam.

Topik larutan penyangga dan hidrolisis garam selain berisi konseptual dan hitungan juga dapat dikaitkan langsung dengan kehidupan sehari-hari. Berdasarkan kaitan topik larutan penyangga dan hidrolisis garam dengan kehidupan sehari-hari maka dapat dicari isu-isu sosial sains yang relevan untuk dijadikan konteks SSI. Konteks SSI tersebut antara lain; penyangga alami dan dampak hujan asam, larutan penyangga benzoat sebagai pengawet makanan, dampak MSG bagi kesehatan, serta bahaya dan manfaat pupuk.

METODE

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian eksperimen semu dengan pretes dan pascates. Pengambilan sampel pada SMAN di Tulungagung dilakukan dengan teknik *convenience sampling* sehingga didapatkan dua kelas. Satu kelas bertindak sebagai kelas eksperimen yang diberikan perlakuan dengan model pembelajaran *Learning*

Cycle-5E berkonteks SSI. Satu kelas lain bertindak sebagai kelas kontrol yang diberikan perlakuan dengan menggunakan model pembelajaran konvensional. Kedua kelas diberikan soal pretes sebelum pembelajaran dimulai dan pascates setelah semua pembelajaran selesai. Berikut ini diberikan skema rancangan penelitian pada tabel 1 di bawah.

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis, yaitu instrumen perlakuan dan instrumen pengukuran. Instrumen perlakuan merupakan instrumen yang digunakan saat kegiatan pembelajaran meliputi silabus pembelajaran, rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP), dan konteks SSI. Sedangkan instrumen pengukuran merupakan instrumen yang digunakan untuk mengukur hasil perlakuan yang diberikan yaitu angket dengan skala likert untuk mengukur pemahaman hakikat sains. Instrumen angket dengan skala Likert dikembangkan oleh peneliti berdasarkan pertanyaan yang diadopsi dari instrumen VNOS-B (*View of NOS form-B*) yang dikembangkan oleh Abd-El-Khalick dkk (dalam Lederman *et al.*, 2002: 505), VNOS-C yang dikembangkan oleh Abd-El-Khalick (dalam Lederman, *et al.*, 2002: 509), angket tertutup berbentuk pilihan ganda yang dikembangkan oleh Fouad Abd-El-Khalik dan Nihal Dogan (Khalick dan

Dogan, 2008: 1108-1112), serta protokol interview dari Lederman, Khalick, dan Bell (Lederman *et al.*, 1998: 422). Peneliti juga melakukan wawancara kepada siswa secara sukarela untuk menjangking data pemahaman hakikat sains secara lebih dalam.

Data pemahaman hakikat sains didapatkan melalui angket yang diberikan sebelum dan sesudah materi tersampaikan. Hasil uji coba angket pemahaman hakikat sains menunjukkan reliabilitas angket sebesar 0,883. Perbedaan pemahaman hakikat sains kelas eksperimen dan kelas kontrol dan perolehan skor (*gain scores*) dianalisis dengan *ANCOVA* satu jalur pada taraf signifikansi $\alpha = 0,050$ dengan bantuan program *IBM SPSS Statistik 23*. Sebelum dilakukan uji hipotesis terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat analisis yaitu uji normalitas dan uji homogenitas.

Uji normalitas menggunakan uji *Kolmogorov-Sminov* untuk data pretes, postes, dan skor perolehan (*gainscore*) hakikat sains siswa diperoleh hasil pada tabel 2.

Berdasarkan tabel 2 di bawah dapat diketahui nilai signifikansi masing-masing data lebih besar dari taraf nyata yang ditentukan sebesar 0,050, sehingga data pretes, postes, dan skor perolehan (*gainscore*) hakikat sains siswa terdistribusi normal.

Tabel 1. Rancangan Penelitian

	Pretest	Perlakuan	Pascates
Kelas Eksperimen	O ₁	X ₁	O ₁
Kelas Kontrol	O ₂	-	O ₂

Keterangan:

- X₁ : pembelajaran *Learning Cycle 5E* berkonteks SSI pada materi larutan penyangga dan hidrolisis garam
 O₁ : *pascates* kelas eksperimen
 O₂ : *pascates* kelas kontrol

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas

Data	Kelas	Sig.
Pretes	Eksperimen	0,286
	Kontrol	0,767
Postes	Eksperimen	0,218
	Kontrol	0,767
Skor perolehan (<i>gainscore</i>)	Eksperimen	0,876
	Kontrol	0,944

Tabel 3. Hasil Uji Homogenitas

Data	Levene Statistic	Sig.
Pretes	0,278	0,600
Postes	0,097	0,757
Skor Perolehan (<i>Gainscore</i>)	1,500	0,225

Hasil uji homogenitas pada data pretes, pascates, dan skor perolehan (*gainscore*) hakikat sains siswa ditunjukkan pada tabel 3.

Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui nilai signifikansi lebih besar dari taraf nyata yang ditentukan sebesar 0,050, sehingga data pretes, postes, dan skor perolehan (*gainscore*) hakikat sains siswa mempunyai varian yang sama (homogen).

HASIL

Data pemahaman hakikat sains siswa diperoleh dari skor pretes dan pascates. Persentase pemahaman hakikat sains ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Persentase Pemahaman Hakikat Sains

Data	Eksperimen 1	Kontrol
Pretes	31,94 %	28,61 %
Pascates	71,25 %	46,53 %

Berdasarkan tabel 4 dapat diketahui bahwa ada perubahan pemahaman hakikat sains setelah dilakukan perlakuan. Persentase pemahaman hakikat sains kelas eksperimen (71,25 %) lebih tinggi dari kelas kontrol (46,53 %).

Uji hipotesis pemahaman hakikat sains siswa dilakukan dengan uji analisis kovarian (*ANCOVA*) satu jalur. Berdasarkan hasil uji *ANCOVA* satu jalur dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan secara statistik antara rata-rata skor total pascates kelas eksperimen ($M = 44,53$; $SD = 3,56$) dan kelas kontrol ($M = 34,28$; $SD = 4,03$). Oleh karena $F_{hitung} (67,74)$ lebih besar dari $F_{tabel} (F(1,71) = 3,98)$ dan nilai signifikansi (0,000) lebih kecil dari taraf nyata yang telah ditentukan (0,050), maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa ada perbedaan pemahaman hakikat sains siswa SMA antara model pembelajaran *Learning Cycle-5E* berkonteks SSI dan model pembelajaran konvensional pada materi larutan penyangga dan hidrolisis garam.

Selain itu, sebagai pendukung, dilakukan pula analisis dengan uji analisis varian (*ANOVA*) yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan rata-rata skor perolehan (*gain scores*) yaitu selisih antara skor pascates dan skor pretes antara kelas eksperimen dan kelas kontrol secara statistik. Berdasarkan uji analisis kovarian (*ANOVA*) pada skor perolehan (*gain scores*), dapat disimpulkan

bahwa ada perbedaan yang signifikan secara statistik antara rata-rata skor perolehan (*gainscores*) kelas eksperimen ($M = 11,00$; $SD = 6,37$) dan kelas kontrol ($M = 3,67$; $SD = 8,63$). Oleh karena $F_{hitung} (16,814)$ lebih besar dari $F_{tabel} (F(1,71) = 3,98)$ dan nilai signifikansi (0,000) lebih kecil dari taraf nyata yang telah ditentukan (0,050), berarti bahwa ada perbedaan rata-rata skor perolehan (*gainscores*) hakikat sains antara siswa SMA yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle-5E* berkonteks SSI dan model pembelajaran konvensional pada materi larutan penyangga dan hidrolisis garam.

Kebermaknaan model pembelajaran *Learning Cycle-5E* berkonteks SSI untuk meningkatkan pemahaman hakikat sains dihitung *effect size* dari aspek-aspek hakikat sains. *Effect size* (ES) dihitung dengan persamaan (1) sebagai berikut :

$$ES = \frac{M_1 - M_2}{SD_{weighted}} \quad (1)$$

Keterangan :

M_1 = rata-rata skor pascates kelas eksperimen

M_2 = rata-rata skor pascates kelas kontrol

$SD_{weighted}$ = rata-rata standar deviasi kelas eksperimen dan kelas kontrol

(Sumber: Creswell, 2012:195)

Effect size dihitung dengan menggunakan *eta coefficient* dan nilai r diinterpretasikan sebagai berikut : *small* (kecil) = 0,10 – 0,23; *medium* (sedang) = 0,24 – 0,36; *large* (besar) = 0,37 – 0,71 (Cohen dalam Creswell, 2012 : 413). Interpretasi nilai *effect size* (eta^2) pada tiap kelompok konsep dapat dilihat pada tabel 5.

Hasil perhitungan *effect size* dari aspek-aspek hakikat sains ditunjukkan pada tabel 6.

Berdasarkan tabel 6 dapat diketahui aspek hakikat sains yang berkontribusi tinggi pada pemahaman hakikat sains adalah metode ilmiah, empiris, inferensi, dimensi sosial sains, dan penerapan sains dalam bidang sosbud. Aspek hakikat sains yang berkontribusi sedang adalah tentatif, kreativitas, dan *theory-driven*. Aspek hakikat sains yang berkontribusi rendah adalah hukum dan teori.

PEMBAHASAN

Berdasarkan uraian hasil uji hipotesis dan uji ANOVA pada skor perolehan (*gainscore*) di atas dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *Learning Cycle-5E* berkonteks SSI yang diterapkan pada kelas eksperimen lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman hakikat sains siswa SMA pada materi larutan penyangga dan hidrolisis garam

Tabel 5. Kriteria Penentuan Standar Cohen *Effect Size*

<i>Cohen's Standard</i>	<i>d (eta²)</i>	<i>R</i>
<i>Large</i>	2,0	0,707
	1,9	0,689
	1,8	0,669
	1,7	0,648
	1,6	0,625
	1,5	0,600
	1,4	0,537
	1,3	0,545
	1,2	0,514
	1,1	0,482
	1,0	0,447
	0,9	0,410
	0,8	0,371
<i>Medium</i>	0,7	0,330
	0,6	0,287
	0,5	0,243
<i>Small</i>	0,4	0,196
	0,3	0,148
<i>Cohen's Standard</i>	<i>d (eta²)</i>	<i>R</i>
	0,2	0,100
	0,1	0,050
	0,0	0,000

Tabel 6. *Effect Size* Aspek-Aspek Hakikat Sains

Aspek Hakikat Sains	Nilai <i>Effect Size</i> (d)	Kriteria
Tentatif	0,55	Sedang
Metode Ilmiah	0,96	Tinggi
Empiris	0,91	Tinggi
Teori	0,45	Rendah
Hukum	0,42	Rendah
Inferensi	1,02	Tinggi
Kreativitas	0,74	Sedang
<i>Theory-Driven</i>	0,51	Sedang
Dimensi Sosial Sains	0,83	Tinggi
Penerapan Sains Dalam Bidang Sosbud	0,82	Tinggi

dibandingkan model pembelajaran konvensional yang diterapkan pada kelas kontrol. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa adanya desain pembelajaran yang mengeksplisitkan hakikat sains (model pembelajaran *Learning Cycle-5E* berkonteks SSI) lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman hakikat sains siswa.

Pada penerapan model pembelajaran *Learning Cycle-5E* berkonteks SSI dapat melibatkan siswa secara langsung baik *hands on activity* maupun *minds on activity* (Sadler dalam Salvato dan Testa, 2012:15). Model pembelajaran ini memposisikan guru sebagai fasilitator sedangkan siswa aktif bertanya, mengumpulkan informasi, dan berdiskusi untuk memecahkan permasalahan bersama kelompoknya. Sedangkan pada model pembelajaran konvensional, guru merupakan sumber informasi utama sehingga siswa cenderung pasif.

Pada proses pembelajaran *Learning Cycle-5E* berkonteks SSI selain aktif mengkonstruksi konsep, siswa secara sadar juga mengkonstruksi pemahaman aspek-aspek hakikat sains sehingga mereka lebih memahami tentang hakikat sains yang terdapat pada konsep yang sedang dipelajari (Khalick, *et al.*, 1998). Lee (2008: 5) menjelaskan bahwa melalui diskusi tentang SSI, siswa akan belajar tentang NOS, mempertimbangkan kontroversi SSI, dan pengaruhnya terhadap dunia secara fisik dan sosial. Hal ini menyebabkan siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle-5E* berkonteks SSI memiliki pemahaman hakikat sains yang lebih baik dari model pembelajaran konvensional.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Khalick (2001) dan Khishfe & Lederman (2006) menunjukkan bahwa pemahaman hakikat sains siswa yang diinstruksikan secara eksplisit lebih baik daripada implisit. Hasil penelitian Daily (2010) juga menunjukkan bahwa pemahaman hakikat sains siswa dapat meningkat dengan mengeksplisitkan hakikat sains dalam model pembelajaran *Learning Cycle-5E*. Hasil penelitian lain sejenis yang telah dilakukan oleh Walker & Zeidler (2003), McDonald (2008), Yalçinođlu & Anagün (2012) Cook & Buck (2013), Khisfe (2014) dan Huang *et al.* (2014) menunjukkan hasil yang sama yaitu pembelajaran yang mengeksplisitkan hakikat sains menggunakan konteks SSI dapat meningkatkan pemahaman hakikat sains.

Dilihat dari hasil *effect size*, terdapat tiga kategori kontribusi aspek hakikat sains dalam meningkatkan pemahaman aspek hakikat sains

dengan menggunakan model pembelajaran *Learning Cycle-5E* berkonteks SSI. Kategori tersebut adalah tinggi, sedang, dan rendah. Berikut ini dijelaskan kontribusi aspek hakikat sains tersebut.

Aspek metode ilmiah, empiris, inferensi, dimensi sosial sains, dan penerapan sains dalam bidang soshud memiliki kontribusi yang tinggi karena pada pembelajaran dengan model *Learning Cycle-5E* berkonteks SSI siswa aktif melakukan kegiatan diskusi dan eksperimen untuk mengkonstruksi pemahaman hakikat sains secara sadar. Selain itu, siswa juga aktif berdiskusi tentang isu-isu kontroversi pada konteks SSI yang disajikan. Konteks SSI tersebut memicu siswa untuk memikirkan secara sadar aspek-aspek hakikat sains tersebut karena isu-isu yang ada terkait dengan kehidupan siswa.

Hasil wawancara pada aspek empiris pada responden kelas eksperimen menunjukkan bahwa pengetahuan ilmiah tidak hanya didapatkan dari eksperimen tetapi juga dari literatur.

E : pengetahuan ilmiah bisa didapatkan dari hal yang tidak sengaja. Peneliti melakukan eksperimen untuk mencari bukti dari suatu fenomena dan mencari tentang pengetahuan baru.

Sedangkan hasil wawancara pada responden kelas kontrol menunjukkan bahwa tanpa adanya eksperimen maka pengetahuan hanya hipotesis dan eksperimen berfungsi untuk membentuk teori maupun hukum.

B' :harus dilakukan eksperimen karena tanpa adanya eksperimen maka pengetahuan hanya hipotesis. Selain itu, untuk membentuk teori dan hukum maka diperlukan bukti yang kuat dan percobaan terus-menerus.

Hasil wawancara pada aspek metode ilmiah menunjukkan bahwa kelas eksperimen telah memahami metode ilmiah bukan buku resep yang berurutan tetapi salah satu cara untuk mendapatkan pengetahuan. Sedangkan kelas kontrol menunjukkan bahwa metode ilmiah harus dilakukan sesuai urutannya untuk mendapatkan pengetahuan yang valid.

E : metode ilmiah tidak harus berupa langkah pasti yang harus berurutan. Metode ilmiah didasarkan pada pengetahuan dan kreativitas seseorang.

A' : dalam melakukan penelitian harus melalui langkah-langkah yang terdapat dalam metode ilmiah. Dengan menggunakan metode ilmiah maka dapat dikatakan sudah melakukan penelitian sesuai prosedur yang menghasilkan pengetahuan yang valid.

Hasil wawancara pada aspek inferensi pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa model yang ada misalnya model atom dan animasi prinsip kerja

larutan penyangga bukan yang sebenarnya tetapi hanya tiruan/duplikat. Sedangkan kelas kontrol menunjukkan bahwa model atom dan animasi prinsip kerja larutan penyangga adalah duplikat yang sama persis.

D : animasi prinsip kerja larutan penyangga merupakan tiruan dari fakta yang disedarhanakan dengan kreativitas dan imajinasi para ilmuwan sehingga tidak sama persis. Meskipun dilihat dengan menggunakan mikroskop elektron, kita tidak bisa melihat bagaimana bentuk asli dari atom, elektron, proton, dan neutron.

C' : pada dasarnya visualisasi mikroskopis reaksi kimia pada animasi prinsip kerja larutan penyangga merupakan hal yang sebenarnya terjadi. Mikroskop elektron berfungsi untuk mengamati benda kecil seperti elektron sehingga ilmuwan dapat mengetahui bentuk elektron dan proses eksitasi elektron.

Hasil wawancara pada aspek dimensi sosial sains menunjukkan bahwa kedua kelas memahami bahwa sains dapat dilakukan secara berkelompok dan berkaitan dengan ilmuwan lain. Akan tetapi pada kelas eksperimen, responden dapat menyatakan fungsi dari publikasi.

A : kegiatan ilmiah dapat dilakukan secara berkelompok dan dengan publikasi maupun seminar dapat digunakan untuk memperbaiki kesalahan, memicu ilmuwan lain untuk melakukan penelitian lanjutan, dan mendapatkan hak paten pada temuan.

A' : ilmuwan berdiskusi untuk memahami pengetahuan dan menyimpulkan temuannya. Karena dengan diskusi maka dapat mempermudah untuk membuat kesimpulan

Wawancara aspek penerapan sains dalam bidang sosbud menunjukkan hasil yang jauh berbeda antara responden kelas eksperimen dan kelas kontrol. Responden kelas eksperimen menyatakan bahwa sains dan bidang lainnya saling berhubungan dan tidak bisa terlepas sendiri-sendiri.

B : perkembangan sains berpengaruh pada bidang sosial, politik, dan budaya. Misalnya perkembangan teknologi mesin membuat aktifitas pabrik yang semula dikerjakan manusia menjadi diganti dengan mesin yang lebih efektif dan efisien sehingga produksi menjadi lebih banyak dan cepat. bidang sosial, politik, dan budaya juga mempengaruhi sains. Jika ada perubahan dalam bidang tersebut maka akan menimbulkan ide bagi para ilmuwan untuk mengembangkan sains.

Sedangkan responden kelas kontrol menyatakan bahwa sains tidak berpengaruh dengan sosial, politik, dan budaya. Selain itu, sosial, politik, dan budaya juga tidak mempengaruhi perkembangan sains seperti pada pernyataan responden A' berikut.

A' : pengaruh utama sains adalah alam sehingga bidang sosial, politik, dan budaya tidak mempengaruhi perkembangan sains begitu juga sebaliknya.

Aspek tentatif, kreativitas, dan *theory-driven* berkontribusi sedang pada pemahaman hakikat sains. Hal ini disebabkan karena materi larutan penyangga dan hidrolisis garam tidak banyak membahas tentang perubahan ilmu yang disebabkan oleh kreativitas ilmuwan serta pengetahuan tidak lepas dari teori/pemahaman ilmuwan. Meskipun demikian, materi larutan penyangga dan hidrolisis garam berkaitan dengan materi sebelumnya yaitu asam basa sehingga siswa masih dapat mengkonstruksi pemahaman aspek *theory-driven*, tentatif, dan kreativitas.

Wawancara tentang aspek tentatif pada responden kelas eksperimen dan kontrol menunjukkan hasil yang hampir sama, yaitu ilmu pengetahuan termasuk kimia pasti berubah akibat adanya penemuan baru, teknologi, perkembangan jaman maupun penjelasan dari pengetahuan yang telah ada.

D' : ilmu pengetahuan termasuk kimia dapat berubah sesuai dengan perkembangan jaman dan teknologi. Semakin lama maka teknologi makin maju sehingga memungkinkan untuk melakukan penelitian baru dan ditemukan ilmu pengetahuan yang baru.

Akan tetapi, responden kelas eksperimen mampu mengkaitkan perubahan ilmu kimia akibat penemuan baru hasil kreativitas ilmuwan.

B : berubah karena masih ada ilmuwan yang akan memperbarui berdasarkan pengetahuan baru, pengetahuan lama, dan kreativitas ilmuwan.

Wawancara tentang aspek kreativitas menunjukkan hasil yang berbeda antara responden kelas eksperimen dan kelas kontrol. Responden kelas kontrol menyatakan bahwa pengembangan pengetahuan berdasarkan fakta dan proses pengamatan.

A' : ilmuwan untuk mengembangkan suatu pengetahuan berdasarkan fakta dan melalui proses pengamatan tidak dengan imajinasi dan kreativitas.

E' : ilmu kimia berdasarkan fakta. Sehingga kimia adalah ilmu yang benar-benar terjadi dan tidak dapat dikira-kira menggunakan imajinasi.

Sedangkan responden kelas eksperimen menyatakan bahwa kreativitas dan imajinasi sangat diperlukan untuk mendapatkan ide penelitian baru.

B : ilmuwan menggunakan kreativitasnya untuk mendapatkan ide penelitian baru guna mengembangkan pengetahuan.

C : saat melakukan penelitian, ilmuwan menggunakan imajinasi dan kreativitas yang didukung pemikiran logis. Imajinasi dan kreativitas juga sangat diperlukan untuk membuat inovasi baru.

Wawancara tentang aspek *theory-driven* menunjukkan hasil yang sama antara responden kelas eksperimen dan kelas kontrol. Responden menyatakan bahwa pengamatan yang dilakukan

ilmuwan yang handal pasti sama persis meski teori yang dimilikinya berbeda.

A: pengamatan setiap ilmuwan pasti memberikan hasil yang sama persis misalnya mengamati bentuk dan isi sel hewan.

B: jika diukur dan diamati dengan benar maka hasil tiap ilmuwan pasti sama persis.

Aspek hukum dan teori memiliki kontribusi kecil pada pemahaman hakikat sains. Wawancara pada responden kelas eksperimen dan kelas kontrol menunjukkan hasil yang sama, yaitu hukum teori dapat berubah sedangkan hukum tidak dapat berubah sehingga hukum memiliki kedudukan yang lebih tinggi dari teori. Selain itu, responden kedua kelas juga menyatakan bahwa hipotesis diuji berkali-kali untuk mendapatkan teori yang jika diuji lebih lanjut dan terbukti kebenarannya maka akan berubah menjadi hukum.

Pemahaman yang salah pada aspek teori dan hukum ini disebabkan materi larutan penyangga dan hidrolisis garam tidak menjabarkan teori dan hukum yang digunakan. Siswa mengetahui hukum dan teori melalui materi yang diajarkan sebelumnya, yaitu asam basa, teori atom, dan laju reaksi. Selain itu, buku teks yang digunakan siswa selama mempelajari materi yang berisikan hukum dan teori tidak menjelaskan perbedaan teori dan hukum serta bagaimana munculnya hukum dan teori. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Syukron (2012) dan Handoko (2012) menunjukkan bahwa di dalam buku Kimia SMA hanya dijelaskan isi dari teori dan munculnya teori dari hasil penelitian namun tidak dijelaskan hubungan antara teori dan hukum. Salah satu contoh buku kimia SMA hasil penelitian Syukron (2012:75) menunjukkan bahwa ketidakmampuan teori atom Bohr menerangkan model atom selain atom hidrogen dan gejala atom hidrogen dalam medan magnet disempurnakan pada tahun 1924 oleh Louis de Broglie yang kemudian dikembangkan oleh Erwin Shrodinger dan Werner Heisenberg melahirkan teori atom modern yang dikenal sebagai teori mekanika kuantum. Buku yang diteliti Syukron (2012) tersebut tidak menunjukkan definisi teori dan perbedaan antara teori dengan hukum.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Hasil penelitian pada siswa SMAN Tulungagung menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran *Learning Cycle-5E* berkonteks SSI

dapat meningkatkan pemahaman hakikat sains siswa SMA pada materi larutan penyangga dan hidrolisis garam dibandingkan model pembelajaran konvensional yang diterapkan pada kelas kontrol. Ditinjau dari *effect size*, kontribusi aspek hakikat sains meliputi tiga kriteria yaitu tinggi, sedang, dan kecil. Aspek hakikat sains yang berkontribusi tinggi pada pemahaman hakikat sains adalah metode ilmiah, empiris, inferensi, dimensi sosial sains, dan penerapan sains dalam bidang sosbud. Aspek hakikat sains yang berkontribusi sedang adalah tentatif, kreativitas, dan *theory-driven*. Aspek hakikat sains yang berkontribusi rendah adalah hukum dan teori.

Saran

Saran yang dapat kami berikan dalam upaya meningkatkan pemahaman hakikat sains adalah dengan menggunakan model pembelajaran yang dapat mengeksplisitkan hakikat sains. Model pembelajaran tersebut adalah *Learning Cycle-5E* berkonteks SSI.

DAFTAR RUJUKAN

- Becker, Lee. A. 2000. Effect Size (ES).(Online) ([Http://Web.Uccs.Edu/Lbecker/Psy590/Es.Htm](http://Web.Uccs.Edu/Lbecker/Psy590/Es.Htm)) diakses Tanggal 9 November 2015.
- Bell, Randy, L. 2009. Teaching the Nature of Science: Three Critical Question. *Best Practices in Science Education*. 9 (7): 1-6.
- Bybee, R.W., Taylor, J.A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J.C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications*. Colorado Springs: BSCS.
- Creswell, John, W. 2012. *Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research Fourth Edition*. Boston: Pearson Education Inc.
- Cook, K.L, Buck, G.A. 2013. Pre-service Teachers' Understanding of the Nature of Science through Socio-scientific Inquiry. *Electronic Journal of Science Education*, 17 (1).
- Daily, Quinn. 2010. *Explicit Nature Of Science Instruction And The 5e Learning Cycle: A Gateway To Scientific Literacy*.(Online), ([Qdaily.science.Pbworks.Com/F/Q.Daily_Capstone_Final.Pdf](http://Qdaily.science.pbworks.com/F/Q.Daily_Capstone_Final.Pdf)) diakses 1 September 2015.
- Fajaroh, F dan Dasna, I Wayan. 2007. Pembelajaran Dengan Model Siklus Belajar (Learning Cycle),

- Malang, Jurusan Kimia FMIPA UM. <http://massofa.wordpress.com/2008/01/06/pembelajaran-dengan-modelsiklus-belajar-learning-cycle/>), (Online), diakses 2 September 2015.
- Handoko, Erick, A. 2012. *Analisis Hakikat Sains (The Nature Of Science) dalam Buku Teks Pelajaran Kimia SMA Kelas XI*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Jurusan Kimia Universitas Negeri Malang.
- Huang, T.-Y., Wu, H.-L., She, H.-C., & Lin, Y.-R. Enhancing students' NOS Views And Science Knowledge Using Facebook-Based Scientific News. 2014. *Journal Of Educational Technology & Society*. 17 (4): 289–301.
- Khalick, Fouad Abd-El, Lederman, N.G, Bell, Randy.L. 1998. The Nature of Science and Instructional Practice: Making the Unnatural Natural. *Science Education*, 82: 417-436.
- Khalick, Fouad Abd-El. 2001. Embedding Nature Of Science Instruction In Preservice Elementary Science Courses: Abandoning Scientism, But ... *Journal Of Science Teacher Education*. 12(3): 215-233.
- Khalick, Fouad Abd-El, Waters, Mindy, Le, An-Phong. 2008. Representations of Nature of Science in High School Chemistry Textbooks over the Past Four Decades. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7): 835-854.
- Khalick, Fouad Abd-El, Dogan, Nihal. 2008. Turkish Grade 10 Students' and Science Teachers' Conceptions of Nature of Science: A National Study. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(10): 1083-1112.
- Khishfe, R., & Khalick, Fouad Abd-El. 2002. The Influence Of Explicit And Reflective Versus Implicit Inquiry-Oriented Instruction On Sixth Graders' Views Of Nature Of Science. *Journal Of Research In Science Teaching*, 39 (7): 551-578.
- Khishfe, R., & Lederman, N.G. 2007. Relationship Between Instructional Context And Views Of Nature Of Science. *International Journal Of Science Education*, 29 (8): 939-961.
- Khishfe, Rola. 2014. Explicit Nature Of Science And Argumentation Instruction In The Context Of Socioscientific Issues: An Effect On Student Learning And Transfer. *International Journal Of Science Education*, 36 (6): 974-1016.
- Lederman, N.G, Khalick, Abd-El, Fouad, Bell, Randy.L, Schwartz, Renee.S. 2002. Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and meaningful Assesment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6): 497-521.
- McDonald, C. Vanessa. 2010. Exploring The influence of a science content course incorporating explicit nature of science and argumentation instruction on preservice primary teachers' views of nature of science. (Online), (http://www98.griffith.edu.au/dspace/bitstream/handle/10072/35142/63431_1.pdf?sequence=1), diakses 25 Agustus 2015.
- National Research Council. 1996. *National Science Education Standards*. Washington DC: National Academy Press.
- Organizatio for Economic Co-operation and Development (OECD-PISA) (last revised 2009). Assessment of Scientific Literacy in the OECD/PISSA Project. (Online), (<http://www.pisa.oecd.org>), diakses 24 Juni 2016.
- Rahayu, Sri. 2014. *Menuju Masyarakat Berliterasi Sains: Harapan dan Tantangan Kurikulum 2013*. Makalah Utama disampaikan dalam Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya 2014. Inovasi Pembelajaran Kimia dan Perkembangan Riset Kimia di Jurusan Kimia FMIPA UM Tanggal 6 September 2014.
- Ratcliffe, Mary. & Grace, Marcus. 2003. *Science Education for Citizenship: Teaching Socio-Scientific Issues*. Philadelphia: Open University Press.
- Sadler, Troy, D. & Zeidler, Dana, L. 2009. Scientiûc Literacy, PISA, And Socioscientiûc Discourse: Assessment For Progressive Aims Of Science Education *Journal Of Research In Science Teaching*, 26 (8), 909-921.
- Salvato, Ester. & Testa, I. 2012. Improving students' use of content knowledge when dealing with Socio-Scientific Issues: the case of a physics-based intervention. *Quaderni di Ricerca in Didattica (Science)* G.R.I.M., 3:15–36.
- Scharmman, Lawrence.C., Kang, Sukjin, Noh, Taehee. 2004. Examining Students' Views on the Nature of Science: Results from Korean 6th, 8th, and 10th Graders. *Science Education*, 89(2), (Online), (www.eric.ed.gov), diakses 9 September 2012.
- Syukron, M. 2012. *Analisis hakikat sains (the nature of science) dalam buku ajar kimia SMA berbasis KTSP kelas X*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Jurusan Kimia Universitas Negeri Malang.
- Turkmen, H. 2006. What Technology Plays Supporting Role in Learning Cycle Approach for Science Education. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*. 5 (2): 71 – 76.
- Vesterinen, Veli-Matti, Aksela, Maija, Lavonen, Jari. 2012. Quantitative Analysis of Representations of Nature

- of Science in Nordic Upper Secondary School Textbooks Using Framnetwork of Analysis Basedon Philosophy of Chemistry. *Science and Education*, 22 (7): 1839-1855.
- Walker, Kimberly A. & Zeidler, Dana L. 2003. Students' Understanding Of Nature Of Science And Their Reasoning On Socioscientific Issues: A Web-Based Learning Inquiry. Makalah disajikan pada Annual Meeting For The National Association Of Research In Science Teaching, Philadelphia 23-26 Maret 2003. dalam eric database, (online), (<http://www.eric.ed.gov/?id=ed474454>), diakses 30 September 2015.
- Wong *et al.* 2011. Learning Nature of Science Throuh Socioscientific Issues. Dalam T.D Sadler (Ed.), *Socioscientific Issues In Classroom Teaching, Learning, And Research Contemporary Trends And Issues In Science Education* (hlm. 245-269). New York: Springer.
- Yalçinođlu, P. Anagün, S.S. 2012. Teaching Nature Of Science By Explicit Approach To The Preservice Elementary Science Teachers. *Elementary Education Online*, 11(1): 118-136.