

EKSPLORASI PEMBERDAYAAN *COURSEWARE* SIMULASI PhET UNTUK MEMBANGUN KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA SMA

Rahmat Setiadi dan A. Ainun Muflika

Jurusan Pendidikan Kimia, FPMIPA
Universitas Pendidikan Indonesia

ABSTRAK

Penelitian mengenai pemberdayaan *courseware* simulasi PhET dalam mengembangkan Keterampilan Proses Sains (KPS) siswa SMA telah dilakukan menggunakan kelas XI dari salah satu SMA di kota Bogor sebagai pengguna. Penelitian bertujuan untuk mengkaji keterampilan KPS apa saja yang dapat dikembangkan menggunakan *courseware* PhET dan bagaimana implementasinya di dalam kelas. Penelitian didahului dengan menganalisis isi materi kimia di dalam PhET untuk mengkaji kesesuaiannya dengan kurikulum SMA dan bagaimana model interaksi dalam tahap-tahap simulasi yang tersedia untuk memperkirakan jenis KPS yang dapat dikembangkan. Dengan panduan LKS yang dirancang khusus, siswa mengerjakan simulasi tentang kelarutan dan hasil kali kelarutan dan merespon setiap pertanyaan yang diberikan dalam LKS dan jawabannya dikumpulkan segera sebelum atau setelah suatu simulasi dilakukan tergantung jenis KPS mana yang diobservasi. Berdasarkan hasil analisis data penelitian dapat disimpulkan bahwa simulasi PhET dapat diberdayakan untuk mengembangkan keterampilan *mengamati*, *menafsirkan*, *meramalkan*, dan *mengkomunikasikan*. Berdasarkan data skor siswa, simulasi ini dapat membedakan siswa kelompok atas, tengah dan bawah secara signifikan ($F=7,38$, $p=0,05$, $n=30$) dengan skor rata-rata ketiga kelompok siswa berada pada kategori cukup baik. Hal ini menunjukkan bahwa PhET dengan arahan guru atau fasilitator berpotensi untuk digunakan dalam pengembangan keterampilan KPS siswa SMA.

Kata kunci: PhET ss, keterampilan proses sains, lab virtual

ABSTRACT

Research on PhET simulation has been conducted to explore its potentials in developing high school student scientific process skill. The research was initiated by examining the content of PhET in light of the Indonesian high school curriculum content and the interactivity involved in the simulation steps of the PhET in order to explore the scientific process skill types might be developed since that the *courseware* was not specially designed for that specific skills. Thirty students of grade eleven of high school from the city of Bogor, West Java, had participated on this research. They asked to run the simulation and answered the questions on the student worksheet following the simulation on the solubility and solubility product topic. The worksheet was designed as an instrument to explore the ability of student on the scientific process skill. The sheet was divided by theme and cut separately and collected as soon as the student completed their answer before or after they did the simulation depend on the type of skill observed. Results show that the PhET simulation potentially support the learning activity in developing student scientific process skill on observation (*mengamati*), interpreting results (*menafsirkan* pengamatan), prediction (*meramalkan*), and communication (*berkomunikasi*). Splitting student score into three groups by the high, middle, and low categorization, shows that the three groups significantly different ($F=7,38$, $p=0,05$). In conclusion, the PhET simulation potentially useful for developing high school student scientific process skill.

Keyword: PhET ss, virtual lab, science process skill

PENDAHULUAN

Kegiatan praktikum dalam pembelajaran kimia merupakan hal penting yang harus dilakukan siswa, karena dengan praktikum

siswa dapat belajar melalui pengalaman langsung, baik dalam menerapkan konsep-konsep, maupun hal-hal yang menuntut keterampilan motorik. Melalui praktikum siswa mengenal bahan-bahan kimia dengan

melihat langsung wujud zatnya, mengamati proses berlangsungnya reaksi kimia, dan melakukan pekerjaan yang menuntut keterampilan khusus seperti memilih dan menggunakan peralatan secara tepat untuk mengukur sesuai dengan tingkat ketepatan yang dituntut, membaca skala, merangkai set alat, dan mengerjakan langkah-langkah kerja sesuai prosedur. Namun dalam kenyataannya di lapangan, banyak siswa tidak memiliki kesempatan untuk melakukan praktikum, sehingga banyak kemampuan yang tidak diperolehnya karena tidak memiliki pengalaman yang diharapkan. Banyak sekolah yang tidak dapat melaksanakan praktikum disebabkan oleh berbagai kendala. Mulai dari tidak tersedianya laboratorium, kurangnya peralatan, mahalnya zat-zat kimia bahan praktek, hingga tidak bersedianya guru kimia untuk melakukan praktikum disebabkan harus dilaksanakan di luar jam pelajaran.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi adanya berbagai kendala, terutama masalah sarana laboratorium, adalah dengan memanfaatkan program aplikasi komputer (*courseware*) dalam bentuk laboratorium virtual (*virtual laboratory*) yang dewasa ini banyak tersedia, baik dalam bentuk paket siap berupa CD, maupun dengan cara diunduh dari internet.

Banyak kelebihan yang dapat diperoleh dari penggunaan lab virtual untuk menggantikan praktikum nyata di laboratorium ini, walaupun ada juga kekurangannya. Kelebihannya, praktikum dapat dikerjakan di mana saja dan kapan saja karena tidak memerlukan alat dan bahan kimia khusus seperti di laboratorium, tidak menghasilkan limbah sehingga tidak menimbulkan masalah pencemaran oleh bahan kimia, banyak hal-hal yang tidak mungkin diamati pada praktikum secara langsung menjadi mungkin melalui animasi pada lab virtual, misalnya pengamatan terhadap aspek molekuler, seperti pergerakan partikel, interaksi antar partikel, perubahan struktur materi karena pengaruh lingkungan, atau pembacaan suatu data atau variabel dalam bentuk angka-angka dan perubahannya secara langsung karena komputer melakukan perhitungannya. Kelemahannya, sejumlah keterampilan motorik, seperti menuang

larutan, mengukur, membaca skala, merangkai alat, menjadi hilang dari kegiatan paraktikum menggunakan lab virtual ini. Oleh karena itu, penggunaan lab virtual sebagai pengganti praktikum nyata di laboratorium perlu mempertimbangkan banyak hal, terutama akan hilangnya kemampuan-kemampuan motorik yang diperlukan siswa pada tingkat rendah.

Berbagai paket aplikasi lab virtual telah banyak dikembangkan. Beberapa diantaranya adalah Virtual lab Model Science (versi *trial*) dari Mc Master University, Chem Collective dari Carneige Mellon University, dan PhET (*Physics Environment Technologies*) dari University of Colorado. Model Science dari Mc Master University berisi 6 percobaan kimia, yaitu titrasi asam basa, kristalisasi, kompresi gas, gravimetri, reaksi reduksi oksidasi, dan kalor jenis. Chem Collective dari Mellon University berisi satu percobaan saja, yaitu titrasi asam basa. Sementara itu, PhET dari University of Colorado berisi 26 percobaan kimia untuk jenjang sekolah menengah atas dan universitas. PhET merupakan *freeware*, sehingga dapat diunduh secara gratis (tidak berbayar), dan pengoperasiannya dapat dilakukan secara online atau secara offline. Untuk mengoperasikan PhET secara offline, programnya harus diunduh terlebih dahulu.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi kebergunaan PhET, terutama potensinya dalam membangun keterampilan proses sains (KPS) siswa SMA. Untuk itu, dikaji pula kesesuaiannya baik dari segi isi (*leaning content*) maupun dari segi pedagogi.

Seperti virtual lab pada umumnya, PhET merupakan paket aplikasi komputer berisi simulasi kegiatan laboratorium/ praktikum yang dapat dioperasikan oleh siswa secara interaktif. *Courseware* semacam ini didesain untuk menggantikan kegiatan praktikum dimana siswa melakukan percobaan secara virtual di depan komputer. Dalam paket simulasi PhET terdapat lebih dari 80 macam/ judul praktikum, 26 diantaranya praktikum mengenai kimia. Paket aplikasi ini dapat diunduh dengan bebas biaya dari situs <http://PhET.colorado.edu>. Pada tahun 2010 simulasi ini telah digunakan oleh 10 juta

orang di berbagai negara. Pada awalnya, PhET dibuat untuk proses belajar mengajar fisika, namun dalam perkembangannya simulasi PhET juga disediakan untuk pengajaran Kimia, Biologi, Ilmu Bumi, Matematika dan ilmu lainnya (Adams, 2010). Salah satu praktikum untuk pembelajaran kimia adalah simulasi kelarutan beberapa macam garam yang disimpan dengan judul 'Salts and Solubility', selanjutnya dalam penelitian ini disebut PhET ss. Simulasi PhET ss dapat dioperasikan secara online atau

offline. Pengoperasian PhET ss secara offline dapat dilakukan dengan jalan mengunduh paket aplikasi ini terlebih dahulu dari alamat web di atas. Karena aplikasi ini berbasis JAVA, maka untuk menjalankannya memerlukan instalasi JAVA.

Untuk mengunduh program PhET dari alamat web di atas, setelah menemukan icon PhET klik icon tersebut sehingga pada layar monitor akan tampil halaman pembuka PhET seperti pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Tampilan pembuka Program PhET

Selanjutnya pergi ke tombol [Play with sims] dan setelah ditekan akan muncul sejumlah menu, maka temukan menu Simulation kemudian pergi ke menu Chemistry. Dengan menekan menu Chemistry akan muncul sejumlah icon yang menampilkan judul-judul berbagai macam percobaan untuk pembelajaran kimia. Temukan icon Salts and Solubility, lalu tekan-ganda untuk mengaktifkannya, sehingga akan tampil halaman muka program simulasi beserta keterangan singkat kegunaannya. Temukan tombol [Run Now] untuk memulai mengunduh paket simulasi PhET ss. Setelah proses mengunduh selesai, maka temukan file soluble-salts_en.jnlp. Untuk melakukan simulasi percobaan mengenai kelarutan

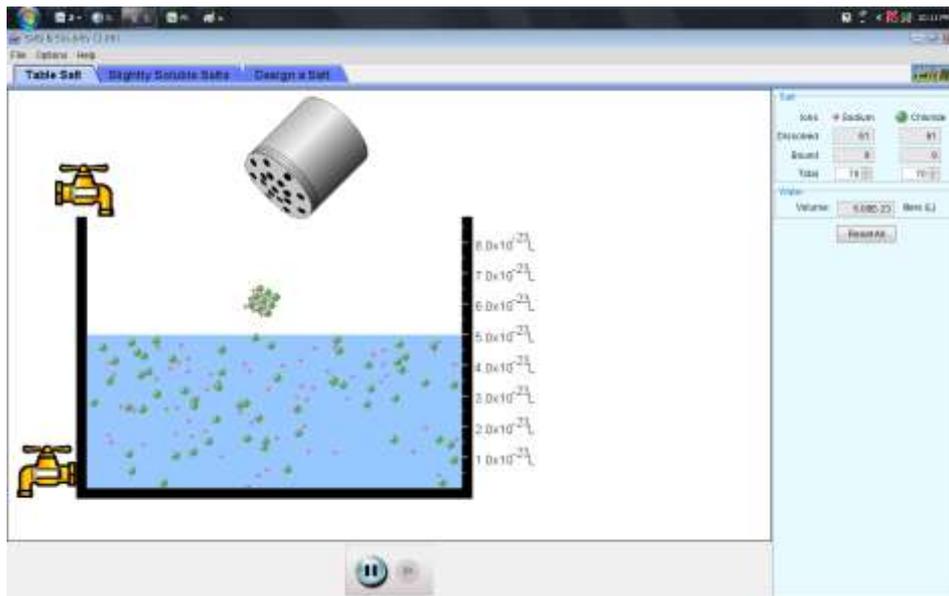
garam, double-click nama file tersebut, sehingga pada layar monitor akan muncul opening menu seperti tampak pada gambar 2.

Dalam paket PhET ss terdapat tiga sub menu yaitu [Table Salt], [Slightly Soluble Salts] dan [Design a Salt]. Sub menu [Table Salts] berisi simulasi praktikum mengenai kelarutan garam dapur (NaCl). Sub menu [Slightly Soluble Salts] berisi simulasi praktikum mengenai kelarutan beberapa garam sukar larut, yaitu Silver Bromide (AgBr), Thallium(I)Sulfide (Tl_2S), Silver Arsenate (Ag_3AsO_4), Copper(I)Iodide (CuI), Mercury(II)Bromide (HgBr_2), dan Strontium Phosphate ($\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$). Sedangkan sub menu [Design a Salts] disediakan untuk

mensimulasikan hubungan antara kelarutan suatu garam dengan harga K_{sp} dan muatan dari ion-ion pembentuk garam tersebut.

Pada setiap sub menu di atas, terdapat layar pengamatan yang berada di bawahnya yang terbagi dalam dua bagian. Bagian pertama yang ada di sebelah kiri merupakan bidang gambar/ animasi dan bagian kedua

yang di sebelah kanan menyajikan data dalam bentuk angka-angka, baik angka bilangan partikel sesuai dengan percobaan yang dilakukan, maupun angka volume air sebagai pelarut. Gambar 2 memperlihatkan tampilan layar pengamatan untuk sub menu [Table Salt].



Gambar 2. Tampilan layar simulasi Sub Menu [Table Salt] PhET ss.

Seperti tampak pada gambar 2 di atas, pada bagian bidang gambar ditampilkan sebuah wadah dengan dua buah kran yang berfungsi untuk menambah volume larutan (di atas) atau mengurangnya (di bawah). Di atas wadah larutan tersebut terdapat wadah lain yang digambarkan berlubang dengan pop-up menu [Shake Me]. Wadah tersebut dapat digerakan untuk mengeluarkan garam yang ada di dalamnya. Sementara itu, di bagian di sebelah kanan ditampilkan data angka mengenai keadaan partikel dalam larutan, nama garam dan rumus kimia dari garam yang dilarutkan, serta simbol dari ion-ion ketika garam tersebut dilarutkan. Sementara itu, data angka terdiri dari bilangan jumlah partikel yang dalam keadaan terlarut, yang berikatan, dan jumlah keseluruhannya. Di bagian bawahnya terdapat data volume air (*hal ini kurang tepat, seharusnya volume larutan, penulis*) dengan satuan Liter.

Ilustrasi mengenai kelarutan garam pada simulasi PhET ini sepintas tampak sangat sederhana. Bagian gambar hanya mengilustrasikan bagaimana partikel garam yang terlarut terurai di dalam larutan menjadi ion-ion dan pada penambahan zat terlarut secara berlebih, kondisi lewat jenuh ditunjukkan oleh adanya partikel ion yang tetap berikatan, mengilustrasikan bagaimana keadaan zat yang tidak dapat terionisasi lagi karena melampaui batas kelarutannya dan membentuk endapan. Sejalan dengan ilustrasi mengenai keadaan partikel-partikel, di sebelah kanan ditampilkan data mengenai jumlah partikel, baik partikel yang terurai sebagai ion-ion maupun partikel dalam keadaan berikatan.

Bagi pengguna awam, simulasi PhET ini akan tampak seperti “Cuma gitu-gitu saja”. Implementasi simulasi PhET dalam pembelajaran tanpa keterlibatan guru dapat

menimbulkan terjadinya disorientasi pada diri siswa. Jika hal itu terjadi, tidak banyak pembelajaran yang dapat diperoleh siswa. Untuk mencegah terjadinya disorientasi pada siswa, pada saat PhET diimplementasikan dalam pembelajaran, perlu adanya keterlibatan guru. Dengan demikian, courseware ini dapat diperankan sesuai dengan tujuan pembelajaran yang hendak dicapai. Hal itu pula yang menjadi motivasi dari penelitian ini.

METODE

Sebagaimana telah dikemukakan, penelitian ini bertujuan untuk menggali potensi program simulasi PhET ss dalam membangun keterampilan proses sains (KPS) siswa SMA. Oleh karena itu, penelitian dimulai dengan menganalisis paket program tersebut untuk mengkaji kesesuaiannya, baik dari segi isi materi (kontent) maupun dari segi pedagogi. Selanjutnya diidentifikasi kemungkinan keterampilan KPS apa saja yang dapat dikembangkan menggunakan program simulasi PhET ss tersebut. Untuk mengkaji bagaimana pengembangan keterampilan berdasarkan hasil analisis tersebut, program simulasi PhET ss diimplementasikan di dalam kelas, dengan terlebih dahulu disusun strategi pembelajaran dan pembuatan instrumen penelitian sesuai dengan indikator dari tiap keterampilan dari KPS tersebut.

Sebelum program PhET ss diimplementasikan pada siswa penelitian, dilakukan uji coba penggunaannya untuk mengetahui waktu yang diperlukan agar dapat disesuaikan dengan jumlah jam pelajaran yang tersedia dan sekaligus untuk validasi instrumen penelitian.

Untuk kegiatan penelitian, implementasi dilakukan di salah satu SMA Negeri di Kota Bogor dengan mengambil siswa kelas XI yang sedang mempelajari pokok bahasan materi "Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan" sebagai pengguna.

Pelaksanaan implementasi PhET ss dalam pembelajaran dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap pengenalan dan tahap

penggunaan. Tahap pengenalan dimaksudkan untuk memperkenalkan kepada siswa bagaimana langkah-langkah pengoperasian program simulasi PhET ss, sehingga sebagai hal yang baru bagi mereka, program simulasi ini dapat dijalankan tanpa kesulitan secara teknis. Sedangkan tahap penggunaan, siswa mengerjakan simulasi praktikum sesuai dengan tuntutan yang dituangkan dalam LKS. Pada pelaksanaannya, untuk kepentingan penelitian, jawaban siswa pada LKS dikumpulkan tahap demi tahap untuk menghindari adanya bias data yang dimungkinkan karena adanya penggantian jawaban oleh siswa. Hal itu dilakukan terutama terhadap jawaban atas pertanyaan yang berkaitan dengan keterampilan meramalkan, siswa diminta menuliskan apa yang menurutnya akan terjadi ketika melakukan sesuatu pada lembar terpisah selain pada LKS, kemudian lembar tersebut dikumpulkan sebelum mereka melaksanakan pengujian ramalannya menggunakan simulasi PhET ss.

Sementara itu, keterampilan merencanakan percobaan dengan keterampilan menentukan apa yang akan diamati dan diukur, serta dicatat; juga disertakan dalam penelitian ini, tidak untuk melihat dampak dari implementasi PhET ss, tapi untuk memperoleh gambaran bagaimana kemampuan siswa pada keterampilan tersebut. Jadi sub keterampilan tersebut dipilih tanpa harus menunggu hasil analisis terhadap simulasi PhET ss. Sebagaimana diketahui, keterampilan merencanakan percobaan merupakan keterampilan yang didasarkan pada pengetahuan dan pengalaman praktikum sebelumnya, tidak dipengaruhi oleh praktikum yang akan dilakukan.

Data berupa rekaman kegiatan siswa selama melakukan simulasi praktikum diperoleh dari jawaban siswa pada lembar yang dikumpulkan terpisah dan catatan kegiatan siswa pada LKS. Jawaban atau ungkapan siswa selanjutnya diberi skor dengan rentang skor 1 (jika tidak menjawab) sampai 5 (jika jawabannya lengkap). Dari informasi tersebut, dan beberapa informasi tambahan yang diperoleh melalui angket dan wawancara, selanjutnya data diolah dan dianalisis untuk mendapatkan kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis terhadap isi materi dan aspek pedagogi yang terkandung dalam PhET ss menghasilkan temuan sebagai berikut. Dari sisi isi materi, secara umum konten kimia yang terkandung dalam PhET ss sudah sesuai dengan isi kurikulum kimia untuk SMA. Simulasi di bawah menu *Soluble Salt* dan *Slightly Soluble Salt* merupakan materi utama PhET ss, sedangkan simulasi di bawah menu *Design a Salt* merupakan materi aplikasi dari konsep kelarutan dan hasil kali kelarutan. Dengan simulasi tersebut, siswa dapat menemukan hubungan antara harga K_{sp} dan muatan ion-ion dengan konsentrasi ion tersebut pada keadaan jenuh yang ditunjukkan oleh keadaan kesetimbangan antara partikel terlarut dan yang tidak terlarut. Secara pedagogi, tulisan “Water” pada bagian kanan yang dimaksudkan untuk menampilkan data angka volume air tidak tepat, karena secara kimia konsep konsentrasi larutan dalam ungkapan *molaritas* adalah *jumlah zat terlarut dalam sejumlah tertentu volume larutan*, bukan sejumlah volume air. Hal itu dapat menimbulkan miskonsepsi siswa, karena dikenal juga ungkapan konsentrasi larutan menggunakan *molalitas* (*jumlah zat terlarut dalam sejumlah tertentu pelarut*). Sementara itu, aspek interaktif yang tersedia dalam simulasi PhET ss lebih pada kontrol variabel input daripada kontrol terhadap prosedur atau langkah praktikum. Dengan kata lain, alur simulasi yang dapat ditempuh siswa hanya satu alur tertentu yang telah dipolakan dan tidak ada peluang bagi siswa untuk menempuh alur simulasi lain yang berbeda untuk praktikum yang sama.

Hasil uji coba mengenai lamanya waktu penggunaan simulasi PhET ss oleh siswa, menunjukkan bahwa implementasi program ini memerlukan waktu rata-rata lebih dari dua jam pelajaran, diluar waktu yang diperlukan untuk memberikan penjelasan mengenai pengoperasian program pada saat pengenalan program, atau satu kali tatap muka. Karena itu, kegiatan siswa penelitian dilaksanakan dalam dua kali pertemuan. Waktu yang

diperlukan siswa uji coba untuk melakukan simulasi PhET ss diperlihatkan pada tabel 1. Pada siswa uji coba juga ditemukan adanya kesulitan dalam menjawab pertanyaan pada LKS, terutama dalam pengolahan data percobaan. Melalui wawancara terhadap beberapa siswa yang mengalami kesulitan, didapatkan bahwa kesulitan tersebut disebabkan oleh lemahnya penguasaan mereka pada beberapa konsep prasyarat. Konsep-konsep prasyarat dimaksud adalah konsep senyawa ionik, konsep mol, larutan, dan konsentrasi larutan. Oleh karena itu, pada implementasi PhET ss untuk siswa penelitian, dilakukan pemantapan penguasaan konsep-konsep prasyarat tersebut pada awal kegiatan pembelajaran.

Tabel 1. Lama Waktu Penggunaan PhET oleh Siswa Uji Coba

No.	Kegiatan (sub menu)	Waktu (menit)
1.	<i>Table Salt</i>	44
2.	<i>Slightly Soluble Salts</i>	77
3.	<i>Design a Salt</i>	23

Dasi hasil analisis terhadap pola interaktif yang ada pada simulasi PhET, diturunkan sejumlah sub keterampilan dari KPS yang diperkirakan berpotensi untuk dikembangkan. Keterampilan-keterampilan tersebut adalah keterampilan mengumpulkan fakta yang relevan (keterampilan mengamati), menghubungkan hasil-hasil pengamatan (keterampilan menafsirkan), menarik kesimpulan dari percobaan (keterampilan menafsirkan), mengemukakan apa yang akan terjadi pada keadaan yang belum diamati (keterampilan meramalkan), dan keterampilan menggambarkan data menggunakan tabel, grafik, atau diagram (keterampilan berkomunikasi). Sementara itu, keterampilan merencanakan percobaan juga disertakan dalam penelitian ini sebagaimana dikemukakan dalam metoda penelitian. Keterampilan dan Sub-sub keterampilan dari KPS yang digali dalam penelitian ini disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Keterampilan dan Sub Keterampilan yang berpotensi untuk dikembangkan menggunakan simulasi PhET ss.

No.	Keterampilan Proses Sains	Sub Keterampilan Proses Sains
1.	Merencanakan Penelitian *)	Menentukan apa yang diamati dan diukur serta dicatat
2.	Mengamati	Mengumpulkan fakta-fakta yang relevan
3.	Menafsirkan Pengamatan	a. Menghubungkan hasil-hasil pengamatan b. Menarik kesimpulan
4.	Meramalkan	Dengan menggunakan pola-pola mengemukakan apa yang akan terjadi pada keadaan yang belum diamati
5.	Berkomunikasi	Menggambarkan data dengan grafik, tabel atau diagram

*) lihat penjelasan

Secara operasional, pengembangan keterampilan-keterampilan tersebut oleh siswa melalui simulasi PhET ss meliputi kegiatan sebagai berikut. Keterampilan merencanakan percobaan digali melalui pertanyaan mengenai apa yang akan diamati dan dicatat jika variabel percobaan diubah. Untuk menggali keterampilan mengamati, siswa diminta mengumpulkan fakta-fakta yang relevan dari animasi proses pelarutan garam yang ditampilkan pada layar bidang gambar PhET ss. Keterampilan menafsirkan pengamatan digali melalui kegiatan menghubungkan hasil pengamatan terhadap animasi gerak partikel dalam larutan dengan data bilangan partikel-partikel yang dilarutkan. Sementara itu, keterampilan menarik kesimpulan didasarkan pada hasil pengamatan terhadap animasi gerak partikel dan jumlah tiap jenis partikel jika dilakukan perubahan jumlah zat, baik zat terlarut maupun zat pelarut. Berdasarkan animasi yang teramati, dapat dibuat kesimpulan mengenai perbedaan kelarutan garam-garam, pengaruh penambahan zat, dan tercapainya keadaan kesetimbangan. Keterampilan meramalkan digali melalui kemungkinan-kemungkinan apa yang akan terjadi pada pengamatan, jika zat terlarut atau pelarut ditambahkan. Sedangkan keterampilan berkomunikasi digali melalui tugas untuk membuat tabel data dan grafik berdasarkan data yang diperoleh dari percobaan.

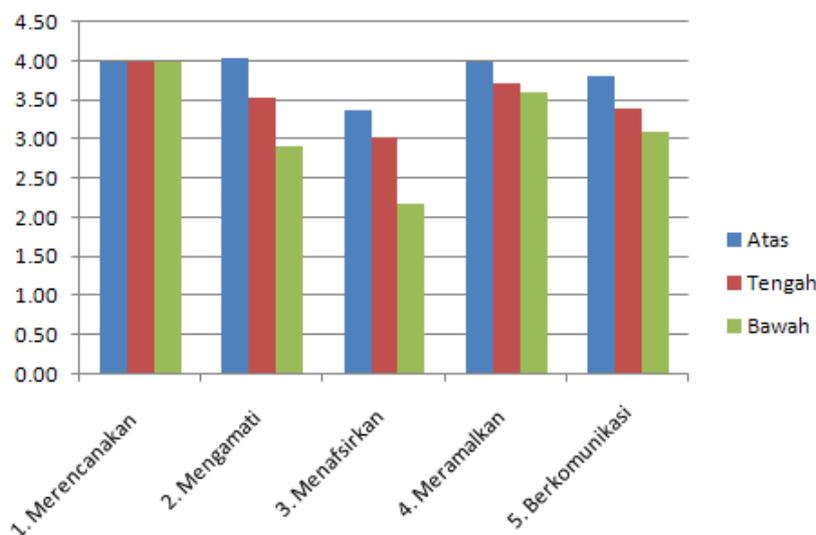
Analisis terhadap jawaban dari 30 orang siswa, pada kedua macam dokumen yang dikumpulkan (sebagaimana dikemukakan dalam langkah penelitian, bahwa data rekaman kegiatan siswa terdiri dari dua

macam dokumen, yaitu lembar jawaban yang dikumpulkan secara bertahap, terpisah dari LKS dan jawaban siswa yang mereka tuangkan dalam LKS), ditemukan adanya perbedaan jawaban antara kedua macam dokumen tersebut untuk siswa yang sama. Jawaban pada LKS umumnya lebih baik daripada jawaban pada lembar yang dikumpulkan terpisah dari LKS. Perbedaan tersebut terutama pada jawaban mengenai pertanyaan yang berhubungan dengan keterampilan meramalkan dan merencanakan penelitian. Hal ini menguatkan dugaan bahwa dengan LKS siswa memiliki kesempatan untuk memperbaiki jawaban mereka, dan hal itu telah diantisipasi sebelumnya. Oleh karena itu, untuk menggali kemampuan siswa pada kedua macam keterampilan tersebut data penelitian lebih diutamakan pada jawaban pada lembar jawaban yang dikumpulkan terpisah dari LKS. Walaupun ditemukan juga adanya perbedaan jawaban siswa terhadap pertanyaan mengenai keterampilan lainnya, namun perbedaan tersebut hanya sebatas redaksional, seperti tata penulisan kalimat, sedangkan isinya tidak berbeda secara signifikan.

Untuk mendapatkan data kuantitatif mengenai bagaimana PhET ss diaplikasikan dalam menggali kemampuan keterampilan KPS siswa, setelah diberikan skor terhadap jawaban siswa, dilakukan pengolahan data selanjutnya. Distribusi nilai rata-rata skor kemampuan keterampilan siswa menurut kelompok atas, tengah, dan bawah disajikan pada tabel 3 dan gambar 3.

Tabel 3. Distribusi rata-rata skor keterampilan siswa menurut kelompok atas, tengah dan bawah.

Jenis Keterampilan	Atas	Tengah	Bawah	Rata-rata
1. Merencanakan	4,00	4,00	4,00	4,00
2. Mengamati	4,04	3,53	2,90	3,53
3. Menafsirkan	3,38	3,02	2,18	2,95
4. Meramalkan	4,00	3,71	3,60	3,75
5. Berkomunikasi	3,81	3,40	3,10	3,43



Gambar 3. Distribusi rata-rata skor keterampilan siswa

Secara umum, kemampuan keterampilan tiap kelompok siswa dalam kategori baik, kecuali kelompok bawah dalam kategori kurang untuk kemampuan menafsirkan. Keterampilan menafsirkan ini juga merupakan keterampilan yang rata-rata mendapat skor rendah untuk semua kelompok. Dari segi materi yang diteliti mengenai keterampilan ini, ada dua sub keterampilan yang diujikan, yaitu menafsirkan hasil pengamatan dan menarik kesimpulan. Hasil pekerjaan siswa terhadap kedua sub penelitian ini sangat berbeda. Pengamatan terhadap simulasi PhET ss berupa animasi gerak partikel dalam larutan dapat ditafsirkan dengan baik oleh siswa pada umumnya, sementara menarik kesimpulan dari apa yang diamati merupakan permasalahan yang paling sukar bagi rata-rata kelompok siswa, terutama menarik kesimpulan mengenai keadaan kesetimbangan ionisasi garam-garam, dan menarik kesimpulan mengenai apa yang terjadi dengan sistem jika diberikan perlakuan (penambahan zat terlarut atau pelarut) terhadap larutan. Hal ini menunjukkan bahwa simulasi PhET ss kurang

memberikan fasilitas berupa langkah-langkah antara yang dapat membantu siswa dalam menarik kesimpulan terhadap dua permasalahan tersebut.

Sementara itu, keterampilan merencanakan percobaan memperoleh rata-rata skor paling tinggi, dan tidak terdapat perbedaan skor pada seluruh kelompok siswa. Hal itu menunjukkan bahwa siswa sebelumnya telah memiliki pengalaman/kemampuan yang baik dalam praktikum, selain itu materi kelarutan bukan merupakan materi sulit, sehingga mereka mampu merencanakan percobaan mengenai kelarutan dengan baik.

Keterampilan lainnya yang juga memberikan perolehan skor cukup rendah pada rata-rata siswa adalah keterampilan berkomunikasi. Ada dua sub keterampilan berkomunikasi yang diujikan, yaitu keterampilan menyajikan data dalam bentuk tabel dan dalam bentuk grafik. Jika dilihat sepintas, ada hal yang cukup menarik karena kemampuan siswa dalam menyajikan data dalam bentuk grafik rata-rata lebih baik

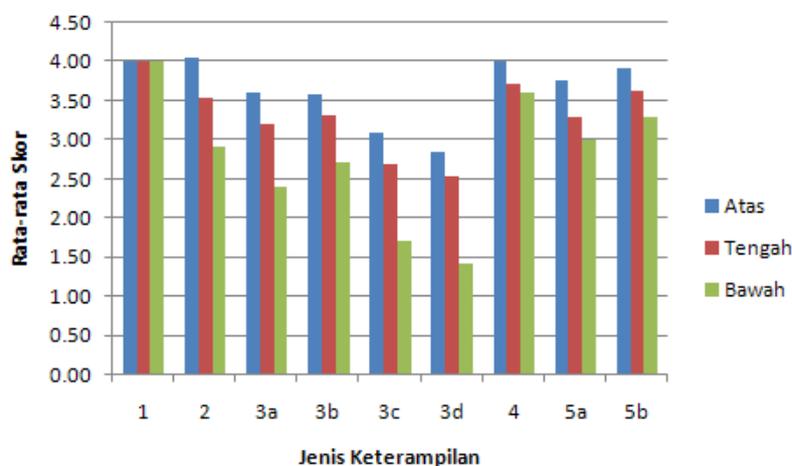
daripada menyajikan data dalam bentuk tabel, sedangkan grafik dibuat berdasarkan data pada tabel. Namun permasalahannya bukan pada pengalihan data dari bentuk tabel ke bentuk grafik, melainkan dalam mengisikan data ke dalam tabel. Kesulitan siswa dalam mengisikan data-data ke dalam tabel terletak pada perhitungan yang harus dikerjakan sebelum mendapatkan data yang diminta pada tabel berdasarkan data yang diperoleh dari simulasi PhET ss. Simulasi PhET ss sendiri tidak memfasilitasi siswa dengan pembuatan tabel dan grafik, tapi hanya menyajikan data angka bilangan partikel, sedangkan siswa diminta mengisikan data konsentrasi dalam molaritas ke dalam tabel. Oleh karena itu, mereka terlebih dahulu harus menghitung jumlah partikel dalam mol dan menghitung konsentrasinya. Simulasi PhET ss juga tidak secara otomatis menyajikan data harga K_{sp} , siswa harus melakukan perhitungan untuk

mendapatkan harga konstanta tersebut dan mengisikannya ke dalam tabel. Kesulitan-kesulitan perhitungan tersebut merupakan penyebab sulitnya siswa menyajikan data dalam bentuk tabel, dan dalam hal ini simulasi PhET juga tidak memfasilitasi siswa untuk melakukan perhitungan tersebut, sehingga skor rata-rata siswa pada kedua sub keterampilan dari berkomunikasi tersebut menjadi rendah. Walaupun keterampilan membuat grafik secara umum lebih baik daripada membuat tabel, ditemukan sejumlah siswa yang mengalami kesulitan dalam membuat tabel dan grafik terutama bagi siswa kelompok bawah (lihat tabel 5).

Secara lebih spesifik, rincian rata-rata skor siswa berdasarkan sub keterampilan KPS yang dioperasionalkan ke dalam macam kegiatan yang terdapat pada simulasi PhET ss dapat dilihat pada tabel 4 dan grafik pada gambar 4.

Tabel 4. Distribusi rata-rata skor sub keterampilan siswa kelompok atas, tengah dan bawah dihubungkan dengan kegiatan simulasi PhET.

Jenis Keterampilan	Kelompok Siswa			Rata-rata
	Atas	Tengah	Bawah	
1	4,00	4,00	4,00	4,00
2	4,04	3,53	2,90	3,53
3a	3,61	3,21	2,40	3,16
3b	3,58	3,32	2,70	3,27
3c	3,08	2,68	1,70	2,60
3d	2,83	2,53	1,40	2,40
4	4,00	3,71	3,60	3,75
5a	3,75	3,29	3,00	3,33
5b	3,92	3,63	3,30	3,63



Gambar 4. Distribusi rata-rata skor keterampilan siswa kelompok atas, tengah, bawah dihubungkan dengan simulasi PhET

Keterangan untuk Jenis Keterampilan pada tabel 3 dan grafik gambar 3:

1. Merencanakan apa yang diamati dan dicatat pada percobaan.
2. Mengamati animasi pelarutan.
- 3a. Menafsirkan hasil pengamatan terhadap animasi mengenai kelarutan garam dan keadaan kesetimbangan.
- 3b. Menyimpulkan tentang kelarutan berbagai macam garam.
- 3c. Menyimpulkan pengaruh penambahan zat terlarut dan pelarut terhadap kelarutan.
- 3d. Menyimpulkan mengenai keadaan kesetimbangan.

4. Meramalkan akibat penambahan pelarut.
- 5a. Menggambarkan data menggunakan table.
- 5b. Menggambarkan data menggunakan grafik.

Jika dilihat dari jumlah siswa menurut kategori kemampuan dalam skala 1 (sangat kurang) sampai 5 (sangat baik), umumnya siswa memiliki rata-rata skor kemampuan pada kategori cukup baik. Distribusi prosentase siswa menurut skor yang diperoleh untuk tiap jenis keterampilan/sub keterampilan disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Keterampilan Proses Sains Siswa Pengguna PhET ss

Jenis Keterampilan	Kategori kemampuan				
	Sangat Baik	Baik	Cukup	Kurang	Sangat Kurang
1		100			
2		63	37		
3a		30	53	17	
3b		57	40	3	
3c		43	10	37	10
3d		10	33	43	13
4		93	7		
5a		47	53		
5b	17	53	23	7	

Program simulasi PhET ss sendiri tidak didesain untuk tujuan khusus seperti yang telah dilakukan pada penelitian ini, namun dalam melakukan percobaan secara virtual menggunakan program simulasi PhET ss, siswa dituntut untuk memiliki kemampuan mengamati, menganalogikan, meramalkan, mengubah jumlah ion ke dalam jumlah mol, menghitung konsentrasi larutan, membuat grafik dan menafsirkan data-data agar dapat menarik kesimpulan, dan karena kemampuan-kemampuan tersebut merupakan keterampilan proses sains, maka program simulasi ini dapat diimplementasikan simulasi PhET ss, dan hasilnya telah ditampilkan dalam tulisan ini.

Berdasarkan hasil pengolahan data, rata-rata skor yang diperoleh oleh ketiga kelompok siswa (atas, tengah dan bawah) berbeda secara signifikan dengan $F=7,38$ ($p=0,05$), sehingga hasil tersebut menunjukkan bahwa simulasi PhET ss berpotensi untuk diaplikasikan dalam pengembangan keterampilan KPS siswa SMA. Namun, karena program tidak didesain secara khusus

untuk tujuan tersebut, maka penerapannya di dalam kelas perlu pendampingan guru sepenuhnya agar tujuan penggunaannya dapat tercapai.

KESIMPULAN

1. Program simulasi PhET ss sebagai paket aplikasi lab virtual dapat diaplikasikan dalam pembelajaran pengembangan keterampilan proses sains pada pokok bahasan kelarutan dan hasil kali kelarutan.
2. Keterampilan proses sains yang berpotensi untuk dikembangkan menggunakan program simulasi PhET ss adalah mengamati, menafsirkan, meramalkan, dan mengkomunikasikan.
3. Implementasi program simulasi PhET ss dalam menggali keterampilan proses sains siswa menunjukkan kemampuan siswa dalam kategori kelompok atas, tengah dan bawah berbeda secara signifikan dengan skor rata-rata ketiga kelompok siswa pada kategori cukup baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, W.K, Wieman,C.E, Perkins K.K (2009). *PhET: Simulations That Enhance Learning*. [Online]. Available at : <http://www.sciencemag.org> [January 6,2009]
- Adams, W.K. (2010). Student engagement and learning with PhET interactive simulations. [Online]. Available at : <http://phet.colorado.edu/research/index.php> [December 23,2010]
- Akpan, J.P .(2002). “Which comes first: Computer Simulation of Dissection or a Traditional Laboratory Practical Method of Dissection”. *Electronic Journal Of Science Education Vol 6 No4*.
- Ariyani, dkk. (2010). *Pembelajaran Multimedia di Sekolah*. Jakarta: Erlangga.
- BSNP. (2006). *Panduan Penyusunan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Jenjang Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta : BSNP.
- Depdiknas. (2006). *Pedoman Khusus Pengembangan Silabus dan Penilaian Mata Pelajaran Kimia*. Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional.
- Ebbing.(1984).*General Chemistry*. Boston : Houghton Mifflin Company.
- Harefa, L.M. (2010). *Pengembangan Kegiatan Praktikum Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dan Berpikir Kreatif Siswa Pada Pokok Bahasan Hidrolisis Garam*. Thesis Prodi Pendidikan IPA UPI Bandung. Tidak diterbitkan
- Haryadi, Moh. (2009). *Statistik Pendidikan*. Jakarta: Prestasi Pustaka karya
- Harlen, Wynne. (1996). *The Teaching of Science: Studies in Primary Education*. London: David Fulton Publisher Ltd.
- Heinich,R. et al.(1985). *Instructional Media and New Technologies of Instruction, second edition*. New York: John wiley& Soon
- Lee A. T. et al. (2002) .*Using Computer Simulation To Teach Science Process Skill to College Biology and Elementary Education majors*. Bioscience. Volume 28 (4) Desember 2002
- Meltzer, D.E. (2002). “The Relationship between mathemathic preparation and conceptual learning gains in physics. A posible hidden variable in diagnostic pretest score”. *American Journal of Physics*.
- Osin dan Lesgold (1996). *A proposal for the reengineering of the educational system*, *Rev. Educ.Res.*,66,621-656.
- Putra, I Ketut Gede Darma. (2009). *Pendidikan berbasis teknologi informasi*. [Online]. Available at : <http://disdikpora.baliprov.go.id/wp-content/uploads/2009/03/pembelajaran-berbasis-ict.doc> [December 23,2010]
- Rezba, Sprague, dan Fiel. (2003). *Learning and Assessing Science Process skills, 4th Edition*. Dubuque: kendall/Hunt Publishing Company.
- Sutrisno. (2011).*Pengantar Pembelajaran Inovatif Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Jakarta : Gaung.
- Tatang, Sunendar. (2010). *Pemanfaatan Laboratorium Kimia Virtual*. [Online]. Available at : www.lppmjabar.go.id [December 23,2010]
- Wiratama, B.S. (2010). *Pemanfaatan Simulasi Laboratorium Interaktif Untuk Meningkatkan Kemampuan Generik Sains Dan Keterampilan Berfikir Kritis Siswa Sma Pada Pembelajaran Kesetimbangan Kimia*. Tesis Magister Pendidikan IPA UPI BANDUNG. Tidak diterbitkan.
- Winarti, Wiwik. .(2010). *Penggunaan Laboratorium riil Dan Virtual Pada Pembelajaran Kimia Ditinjau dari Motivasi Berprestasi Dan Gaya Belajar Siswa.” (Studi Kasus Pada Materi Larutan elektrolit Kelas X Semeseter 2 SMA Negeri 1 Surakarta Tahun Pelajaran 2008/2009)*. [Online]. Available at: <http://blog-indonesia.com/blog-archive-12266-207.html> [December 23,2010]