

**EFEKTIVITAS PENGEMBANGAN PRAKTIKUM VIRTUAL UNTUK
MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DAN
SIKAP ILMIAH SISWA SMA PADA KONSEP METAGENESIS
TUMBUHAN LUMUT DAN PAKU**

**Effectiveness of Development Virtual Laboratory for Improved Critical Thinking and
Scientific Attitude Students High School on The Concept of Metagenesis Mosses and
Ferns**

Nisa Rasyida¹⁾ Fransisca Sudargo Tapilouw²⁾ Didik Priyandoko³⁾

^{1) 2) 3)}Pendidikan Biologi, Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia
Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154 Jawa Barat, HP 081572529527; email:
puding.ochid@gmail.com¹⁾ didikpriyandoko@gmail.com³⁾

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peningkatan kemampuan berpikir kritis dan sikap ilmiah siswa pada konsep metagenesis tumbuhan lumut dan paku. Metode penelitian yang digunakan adalah *Quasy Experimental* dengan desain adalah *the matching pretest-posttest control group design*. Sampel terdiri atas satu kelas eksperimen (X MIA 3) dan satu kelas kontrol (X MIA 4). Kelas eksperimen menerapkan pembelajaran berbasis praktikum virtual dan kelas kontrol menerapkan pembelajaran praktikum biasa. Instrumen yang digunakan untuk pengambilan data adalah soal kemampuan berpikir kritis berbentuk *open ended essay* dan skala sikap ilmiah berbentuk skala *Likert*. Pelaksanaan penelitian diawali dengan kegiatan *pretest* dan diakhiri dengan kegiatan *posttest* pada masing-masing kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara rata-rata nilai *N-Gain* kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas X MIA 4 (kelas kontrol) dengan nilai *N-Gain* pada kelas X MIA 3 (kelas eksperimen) (nilai *sig-2tailed* < (0,05)). Sedangkan, hasil penelitian sikap ilmiah siswa menunjukkan tidak terdapat perbedaan antara rata-rata nilai *N-gain* skala sikap ilmiah siswa pada kelas X MIA 4 (kelas kontrol) dengan nilai *N-gain* pada kelas X MIA 3 (kelas eksperimen) (nilai *sig-2tailed* > (0,05)). Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa praktikum virtual pada konsep metagenesis tumbuhan lumut dan tumbuhan paku berpengaruh signifikan pada kemampuan berpikir kritis, tetapi tidak berbeda signifikan terhadap sikap ilmiah siswa.

Kata kunci: efektivitas, praktikum virtual, kemampuan berpikir kritis, sikap ilmiah, metagenesis tumbuhan lumut dan paku.

Abstract

This study is aimed at analyzing the improvement in critical thinking skills and scientific attitude of students to the concept of metagenesis mosses and ferns. The research method used was *Quasy Experimental Design*, the *matching pretest-posttest control group design*. The sample consists of one class of experiment (X MIA 3) and a control class (X MIA 4). Experimental class implementing a virtual lab-based learning and teaching practicum classes implement regular control. The instrument used for data collection is a matter of critical thinking skills in the form of open ended essays and scientific attitude with scale *Likert*. The experiment began with a *pretest* and *posttest* ends with activities in each class of experimental and control classes. The results showed that there is a difference between the average value of the *N-Gain* critical thinking skills of students in class X MIA 4 (class control) with a value of *N-Gain* in class X MIA 3 (class experimental) (*sig-2tailed* < (0,05)). Meanwhile, the results of scientific attitude of students showed no difference between the average value of the *N-gain* scale scientific attitude of students in class X MIA 4 (class control) with a value of *N-*

Gain in class X MIA 3 (class experimental) (value sig- 2tailed $> (0.05)$). Based on the analysis it can be concluded that a virtual lab on the concept metagenesis mosses and ferns have a significant effect on critical thinking skills, but did not differ significantly to the scientific attitude of students.

Keywords: effectiveness, virtual lab, critical thinking skills, scientific attitude, metagenesis mosses and ferns.

PENDAHULUAN

Pembelajaran biologi di sekolah seharusnya mengacu pada tiga hakikat sains, yaitu sikap, proses dan produk. Sikap yang dimaksud adalah sikap sebagai *scientist*, prosesnya adalah bagaimana seseorang memperoleh konsep yang dipelajari dan produk merupakan hasil yang diperoleh dapat berupa konsep, bahkan teori baru. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Cain dan Evan (1990, dalam Rustaman *et al.*, 2003) menyatakan bahwa sains, termasuk biologi, mengandung empat hal, yaitu konten atau produk, proses atau metode, sikap, dan teknologi. Keempat hal ini seharusnya tercakup dalam proses pembelajaran. Pembelajaran biologi tidak hanya meliputi konsep, prinsip, atau pun teori, tetapi juga ada proses sains yang diajarkan melalui praktikum (Adisendjaja dan Romlah, 2009).

Pembelajaran berbasis praktikum dapat diwujudkan dalam kegiatan laboratorium. Kegiatan laboratorium memiliki banyak manfaat bagi siswa, tetapi tidak semua guru mau melaksanakannya. Guru tidak melaksanakan kegiatan laboratorium dengan berbagai alasan karena beberapa kendala. Menurut Supriatno (2013) berdasarkan studi pendahuluan di beberapa sekolah di Indonesia, ditemukan bahwa: (1) kondisi peralatan laboratorium sekolah tidak merata, umumnya rendah baik dari kualitas maupun kuantitas, namun banyak juga sekolah yang peralatannya melimpah dengan kualitas yang baik, (2) berdasarkan aspek kemampuan guru diperoleh temuan, bahwa ketika alat IPA sudah dilengkapi melalui dana *block grant*, ternyata pelaksanaan pembelajaran IPA di laboratorium masih jarang hanya sekitar 1-3 kali dalam satu semester, dan berlangsung dalam proses yang tidak terstruktur dan produktif.

Hambatan-hambatan lain dalam melaksanakan kegiatan laboratorium adalah terbatasnya waktu jam sekolah, objek yang sulit untuk diamati, karena sifatnya yang abstrak, memerlukan waktu yang lama untuk megamatinya, berbahaya, dan mahal biaya untuk terlaksananya kegiatan laboratorium juga menjadi hambatan terlaksananya kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum yang dilakukan di sekolah juga kurang mengasah keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah siswa. Kurangnya praktikum yang mengasah kemampuan berpikir kritis dan sikap ilmiah siswa dapat dilihat dari jenis lembar kerja siswa yang diberikan atau dari pembelajaran itu sendiri. Selain itu juga dapat dilihat dari jenis pertanyaan yang diberikan guru saat praktikum berlangsung.

Kegiatan praktikum virtual dapat menjadi solusi alternatif dari hadirnya hambatan-hambatan tersebut. Sejalan dengan itu, Meisner (Carnevale, 2003) mengungkapkan bahwa kegiatan praktikum virtual dapat memberikan keleluasaan (*flexibility*) terhadap waktu dan tempat dalam melakukannya. Hambatan lain seperti kesulitan mendapatkan bahan praktikum atau beresiko karena bahan tersebut berada di lingkungan yang berbahaya dapat diatasi dengan kegiatan praktikum virtual. Shaie & Dillon (Babateen, 2011) mengungkapkan bahwa pendidikan harus mementingkan pengintegrasian teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran sains, untuk memfasilitasi siswa dalam mempelajari fenomena ilmiah yang tidak bisa dipelajari secara eksperimental karena berbahaya, biaya tinggi atau kurangnya waktu untuk menyelesaikan eksperimen.

Menurut Imran (2012) laboratorium virtual atau bisa disebut dengan istilah virtual lab adalah serangkaian alat-alat laboratorium yang berbentuk perangkat lunak (*software*)

komputer berbasis multimedia interaktif, yang dioperasikan dengan komputer dan dapat mensimulasikan kegiatan di laboratorium seakan-akan pengguna berada pada laboratorium sebenarnya. Laboratorium virtual merupakan simulasi komputer yang mengandung petunjuk spesifik, prosedur, metode analisis data dan penyajian data algoritma (Flowers *et al.*, 2011). Praktikum yang berbasis laboratorium virtual mampu mengkonkretkan konsep yang abstrak menjadi lebih mudah untuk dipahami. Laboratorium virtual potensial untuk memberikan peningkatan secara signifikan dan pengalaman belajar yang lebih efektif.

Pengembangan keterampilan berpikir, penguasaan konsep sains yang esensial, sikap ilmiah dan kegiatan teknologi sangat diperlukan untuk mempersiapkan siswa yang melek sains dan teknologi (Rustaman *et al.*, 2003). Keterampilan berpikir kritis menuntun siswa untuk mengarahkan ketepatan bekerja dan berpikir dalam mengaitkan sesuatu dengan yang lainnya dengan lebih akurat. Keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah haruslah seimbang sesuai dengan hasil proses belajarnya. Ennis (1996) mengungkapkan melalui berpikir kritis seseorang mampu mengatur, menyesuaikan, mengubah, atau memperbaiki pikirannya sehingga ia dapat bertindak lebih tepat. Seseorang yang berpikir kritis mampu memilah mana yang baik untuk dilakukan dan mana yang tidak. Pengembangan kemampuan berpikir harus seimbang dengan sikap yang muncul dari seseorang sebagai hasil proses belajarnya. Aspek sikap yang terkait dengan IPA, termasuk biologi, menitikberatkan kepada sikap ilmiah.

Keterampilan berpikir kritis berdasarkan Ennis (1996) diantaranya adalah kemampuan berpikir siswa (skor) dalam melakukan klarifikasi dasar, membangun keterampilan dasar, membuat kesimpulan, melakukan klarifikasi lanjut, serta mengatur strategi dan taktik. Inch *et al.* (2006) mengemukakan bahwa berpikir kritis sebagai suatu proses dimana seseorang mencoba untuk menjawab pertanyaan yang tidak mudah dijawab secara rasional sementara informasi yang relevan pun tidak tersedia. Berpikir kritis ini termasuk dalam kemampuan berpikir tingkat tinggi yang melibatkan proses yang kompleks. Kemampuan dalam berpikir kritis memberikan arahan yang tepat dalam berpikir dan bekerja, serta membantu dalam menentukan keterkaitan sesuatu dengan yang lainnya dengan lebih akurat.

Depdiknas (2003) menyebutkan bahwa sikap ilmiah yang penting dalam pembelajaran antara lain: berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, ingin tahu, peduli lingkungan, mau bekerja sama, terbuka, tekun, cermat, kreatif dan inovatif, kritis, disiplin, jujur, objektif dan beretos kerja tinggi. Berkaitan dengan penjelasan tersebut, Carin (1997) menjelaskan enam indikator sikap ilmiah yang diadaptasi dari *Science for all Americans: Project 2061* antara lain: (1) memiliki rasa ingin tahu (*being curious*), para saintis dan siswa dikendalikan oleh rasa ingin tahu, yaitu suatu keingintahuan yang sangat kuat untuk mengenal dan memahami dunia (alam sekitar); (2) mengutamakan bukti (*insisting on evidence*), para saintis mengutamakan bukti untuk mendukung kesimpulan dan klaimnya; (3) bersikap skeptis (*being skeptical*), para saintis dan siswa perlu bersikap tidak mudah percaya (skeptis) terhadap kesimpulan yang dibuatnya, yaitu saat menemukan bukti-bukti baru yang dapat mengubah kesimpulannya tersebut; (4) menerima perbedaan (*accepting ambiguity*), para saintis dan siswa harus bisa menerima perbedaan, perbedaan sudut pandang harus dihormati sampai menemukan kecocokan dengan data; (5) dapat bekerja sama (*being cooperative*), saat ini para saintis pada umumnya bekerja dan mempublikasikan hasil penelitiannya sebagai tim. Bekerja sama dalam menjawab pertanyaan, analisis data, dan memecahkan suatu masalah; (6) bersikap positif terhadap kegagalan (*taking a positive approach to failure*), kesalahan dan kegagalan merupakan suatu konsekuensi alamiah yang lazim dalam berinkuiri. Bersikap positif terhadap kegagalan menjadi umpan balik untuk perbaikan.

Materi metagenesis tumbuhan lumut dan paku merupakan konsep yang bersifat tak kasat mata karena terdapat hubungan antara struktur jaringan dan proses yang terjadi di dalamnya. Selain itu, perkembangan tahap metagenesis tumbuhan lumut dan paku di alam terbuka membutuhkan waktu yang lama. Dengan demikian, perlu adanya suatu media pembelajaran yang mengkongkretkan konsep metagenesis tumbuhan paku dan lumut agar bisa lebih mudah untuk dipahami siswa. Materi metagenesis tumbuhan lumut dan paku terdapat pada jenjang SMA kelas X yang mampu melatih kemampuan berpikir kritis dan sikap ilmiah siswa.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas desain praktikum virtual yang dikembangkan oleh peneliti dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan sikap ilmiah siswa pada materi metagenesis tumbuhan lumut dan paku. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan guru dalam mengembangkan metode pembelajaran berbasis praktikum virtual. Selain itu dapat dijadikan alternatif solusi dalam melaksanakan kegiatan praktikum yang membutuhkan alat dan bahan yang sulit ditemukan jika dilakukan di laboratorium nyata. Pembelajaran berbasis praktikum virtual juga memberikan sumbangan kepada sekolah atau lembaga pendidikan dalam upaya perbaikan proses pembelajaran secara menyeluruh sehingga prestasi siswa akan lebih meningkat.

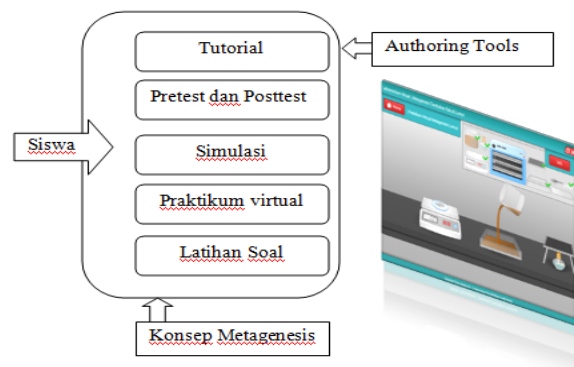
METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah *quasy experimental design* atau eksperimen semu yang memiliki karakteristik yaitu mengkaji keadaan praktis suatu objek, yang di dalamnya tidak mungkin untuk mengontrol semua variabel yang relevan kecuali variabel-variabel yang diteliti. Desain *quasy experiment* yang digunakan adalah *the matching pretest-posttest control group design* (Fraenkel & Wallen, 2007).

Subjek penelitian adalah siswa kelas X MIA tahun ajaran 2014/2015 di salah satu SMA Negeri di Bandung. Penelitian ini menggunakan sampel sebanyak dua kelas, yaitu kelas kontrol dan kelas eksperimen. Masing-masing kelas terdiri atas 31 siswa kelas X MIA. Kedua kelas menggunakan metode pembelajaran yang berbeda. Pembelajaran berbasis praktikum virtual diterapkan pada kelas eksperimen yaitu X MIA 3, sedangkan kelas lainnya sebagai kelas pembandingan (kelas kontrol) yaitu X MIA 4 diterapkan pembelajaran praktikum biasa. Konsep biologi yang dipelajari adalah metagenesis tumbuhan lumut dan paku. Kemampuan berpikir kritis siswa di uji dengan soal *open ended essay* dan kemampuan sikap ilmiah siswa dengan menggunakan skala *Likert*. Data hasil penelitian dianalisis melalui uji statistik parametrik dan direpresentasikan dalam bentuk tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan Program Praktikum Virtual



Gambar 1. Konten program praktikum virtual yang digunakan dalam proses pembelajaran pada kelas eksperimen

Gambar 1 menunjukkan pengembangan konten dari program praktikum virtual yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan sikap ilmiah siswa. Praktikum secara virtual yang disajikan melalui program komputer secara *offline*. Pengembangan praktikum berbasis virtual dilakukan dengan program *macromedia flash* dengan membuat *flow chart* dan *story board* yang dikembangkan oleh peneliti. Siswa dapat melakukan kegiatan pengamatan, analisis dan interpretasi hasil pengamatan, hingga menyusun kesimpulan. Fitur-fitur yang terdapat dalam program virtual tersebut meliputi: *tutorial*, simulasi, dan evaluasi, program praktikum virtual dilengkapi sistem *recording* yang mampu menyimpan data siswa.

Kemampuan Berpikir Kritis Siswa

Tabel 1. Hasil Analisis uji statistik kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas kontrol dan kelas eksperimen

Jenis test	Taraf signifikansi	Kriteria nilai signifikansi	Kesimpulan
Pretest	0,00	0,05	Berbeda signifikan
Posttest	0,00	0,05	Berbeda signifikan
N-Gain	0,00	0,05	Berbeda signifikan

Tabel 1 menunjukkan hasil analisis perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan nilai taraf signifikansi pada dari masing-masing jenis pretest dan posttest kurang dari ($<$) $\alpha = 0,05$. Begitupun dengan Nilai N-gain mengalami perbedaan yang signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen dengan nilai taraf signifikansi 0,00 kurang dari ($<$) $\alpha = 0,05$. Perbedaan yang signifikan tersebut terjadi karena praktikum virtual menyediakan kesempatan pada siswa melakukan strategi-strategi untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis melalui cara kerja praktikum, cara mengoperasikan program praktikum di komputer dan menjawab pertanyaan praktikum melalui kegiatan praktikum.

Kemampuan berpikir kritis pada siswa diukur dengan soal open ended essay yang mencakup lima indikator kemampuan berpikir kritis menurut Ennis (1996) yaitu, melakukan klarifikasi dasar, membangun keterampilan dasar (*basic support*), membuat kesimpulan, melakukan klarifikasi lanjut dan mengatur strategi dan taktik. Hasil nilai N-gain *pretest* dan *posttest* per indikatornya pada kelas kontrol dan kelas eksperimen dapat dilihat pada Tabel 2. Kriteria nilai N-gain di kelompokkan berdasarkan kategori Meltzer (2002).

Tabel 2. Perbandingan N-gain Per Indikator Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Indikator	Kelas eksperimen	Kategori	Kelas kontrol	Kategori
Melakukan klarifikasi dasar	0,62	Sedang	0,32	Sedang
Membangun keterampilan dasar	0,71	Sedang	0,38	Sedang
Membuat kesimpulan	0,56	Sedang	0,44	Sedang
Melakukan klarifikasi lanjut	0,63	Sedang	0,38	Sedang
Mengatur strategi dan taktik	0,82	Tinggi	0,65	Sedang

Tabel 2 menunjukkan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol hasil nilai N-gain umumnya berada pada kategori sedang. Pada kelas eksperimen dan kelas kontrol indikator kemampuan berpikir kritis yang paling besar terdapat pada indikator kemampuan berpikir kritis mengatur strategi dan taktik. Pada kelas eksperimen nilai N-gain pada indikator mengatur strategi dan taktik menunjukkan angka yang lebih tinggi (0,82) dibandingkan pada kelas kontrol (0,65). Pada kelas eksperimen yang melakukan praktikum virtual siswa diarahkan untuk mengambil tindakan yang tepat dalam suatu masalah seperti membuat solusi alternatif yang memungkinkan dan melakukan strategi yang logis jika ada masalah yang

muncul. Sehingga siswa dapat melaksanakan tugas yang diberikan sesuai dengan waktu yang diberikan. Praktikum virtual mengarahkan siswa belajar aktif, mulai dari mengidentifikasi masalah untuk diselidiki, membuat analisis, membuat interpretasi data dan kesimpulan serta memahami fenomena dan permasalahan sehingga mengetahui implikasi dari suatu fenomena dan permasalahan tersebut.

Pada kelas eksperimen nilai N-gain yang paling rendah terdapat pada indikator membuat kesimpulan (Tabel 2). Bagi siswa membuat kesimpulan itu tidak mudah, karena pada umumnya siswa hanya membuat ringkasan materi yang tidak didapatkan dari kegiatan praktikum ketika menyimpulkan. Siswa kurang mampu membuat suatu generalisasi dari permasalahan yang muncul, dan mempertimbangkan hasil percobaan yang telah dilakukan. Dengan adanya kegiatan praktikum virtual siswa diharapkan mampu membuat kesimpulan dengan lebih mudah dari kegiatan praktikum yang telah dilakukan. Siswa dapat berusaha untuk membuat kesimpulan yang benar dengan berbagi pengetahuan dan pemahaman mereka dalam berdiskusi dengan temannya setelah melaksanakan praktikum. Pendidik juga perlu mengarahkan siswa agar dapat menyimpulkan kegiatan praktikum yang telah dilakukan.

Pada kelas kontrol nilai N-gain yang paling rendah terdapat pada indikator melakukan klarifikasi dasar (Tabel 2). Peneliti mengamati bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam membuat fokus pertanyaan dan merumuskan masalah ketika hendak melakukan kegiatan praktikum. Kalimat pertanyaan yang dibuat siswa masih belum terfokus pada masalah yang akan diteliti, dengan kata lain siswa belum bisa memahami sebuah permasalahan ketika hendak memulai percobaan atau praktikum. Hal tersebut juga terjadi karena siswa jarang sekali melakukan kegiatan praktikum dalam pembelajaran. Dengan demikian, kegiatan praktikum virtual dapat dijadikan alternatif pilihan dalam pembelajaran serta mampu memberikan pengalaman belajar yang baru dan membantu mengembangkan serta membiasakan kemampuan berpikir kritis siswa.

Sikap Ilmiah Siswa

Tabel 3. Hasil Analisis Uji Statistik Sikap Ilmiah Siswa pada Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

Jenis test	Taraf signifikansi	Kriteria nilai signifikansi	Kesimpulan
Pretest	0,02	0,05	Berbeda signifikan
Posttest	0,46	0,05	Tidak berbeda signifikan
N-gain	0,26	0,05	Tidak berbeda signifikan

Tabel 3 menunjukkan hasil analisis perbedaan yang signifikan pada pretest antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan nilai taraf signifikansi kurang dari ($<$) $\alpha = 0,05$. Sedangkan, untuk posttest dan nilai N-gain tidak mengalami perbedaan yang signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen dengan nilai taraf signifikansi 0,46 dan 0,26 yang lebih dari ($>$) $\alpha = 0,05$. Praktikum virtual dan praktikum biasa memberikan pengaruh yang sama terhadap sikap ilmiah siswa. Perbedaan yang tidak signifikan tersebut terjadi karena dalam praktikum virtual siswa dapat mengulangi proses kegiatan praktikum jika melakukan sebuah kesalahan. Kesalahan yang dilakukan oleh siswa menjadi pembelajaran bagi siswa untuk tidak melakukan kesalahan yang sama. Dalam kegiatan praktikum biasa, siswa perlu mengulangi dari awal jika terjadi kesalahan dalam kegiatan pembelajaran. Meskipun demikian, praktikum virtual tetap dapat memunculkan sikap ilmiah siswa dalam pembelajaran.

Sikap ilmiah yang diukur terdiri dari lima indikator, yaitu rasa ingin tahu, teliti, objektif, menerima perbedaan dan bekerja sama. Hasil nilai N-gain yang diperoleh pada kelas eksperimen dan kelas kontrol berada pada kategori rendah dan sedang (Tabel 4).

Tabel 4. Perbandingan N-gain Per Indikator Skala Sikap Ilmiah Siswa pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Indikator	Kelas eksperimen	Kategori	Kelas kontrol	Kategori
Rasa ingin tahu	0,57	Sedang	0,14	Rendah
Teliti	0,33	Sedang	0,51	Sedang
Objektif	0,23	Rendah	0,24	Rendah
Menerima perbedaan	0,23	Rendah	0,27	Rendah
Bekerja sama	0,35	Sedang	0,18	Rendah

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai N-gain pada indikator sikap ilmiah siswa termasuk dalam kategori rendah dan sedang. Pada kelas eksperimen, indikator yang mengalami kategori rendah adalah objektif dan menerima perbedaan. Sedangkan rasa ingin tahu, teliti dan bekerjasama termasuk dal kategori sedang. Indikator sikap ilmiah siswa yaitu rasa ingin tahu memiliki nilai N-gain tertinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa praktikum virtual mampu menstimulasi rasa ingin tahu siswa. Sebaliknya pada kelas kontrol mengalami peningkatan yang paling rendah. Pada kelas kontrol siswa hanya mengamati bentuk dari morfologi tumbuhan lumut dan paku yang proses metagenesisnya dijelaskan kemudian. Sedangkan pada laboratorium virtual siswa merasa penasaran dan tertantang untuk mengetahui proses perkembangan metagenesis tumbuhan lumut dan paku dari mulai spora hingga berkembang menjadi individu dewasa.

Pada indikator mengenai ketelitian, kelas eksperimen yang melakukan pembelajaran praktikum virtual menunjukkan nilai N-gain lebih rendah (0,33) dibandingkan dengan kelas kontrol (0,51) yang melakukan pembelajaran praktikum biasa (Tabel 4). Hal tersebut terjadi karena pada praktikum virtual siswa tidak khawatir salah dalam melakukan kerja ilmiah, seperti menuangkan bahan, menimbang, dan mengamati. Dalam praktikum virtual siswa dapat mengulangi kegiatannya jika dia membuat kesalahan. Dalam praktikum biasa justru sebaliknya, siswa harus lebih teliti dalam melakukan sikap ilmiah. Hal ini sejalan dengan McMaster (2011) yang menyatakan bahwa kemudahan siswa untuk mengubah *setting* atau menu pada simulasi komputer membuat mereka tidak belajar tentang ketelitian.

Indikator menerima perbedaan dan bekerja sama pada kedua metode pembelajaran muncul ketika siswa berkelompok dan berdiskusi. Siswa saling bertukar pendapat dan bekerja sama dalam menyelesaikan kegiatan praktikum yang diberikan agar dapat selesai tepat pada waktunya. Nilai N-gain kelas kontrol pada indikator bekerja sama lebih rendah (0,18) dibandingkan dengan kelas eksperimen (0,35) (Tabel 4). Menurut pengamatan peneliti hal tersebut terjadi karena dalam berkelompok masih ada siswa yang apatis dan kurang antusias dalam bekerja dan cenderung melakukan aktivitas sendiri yang tidak mendukung keberhasilan kerja kelompoknya. Sedangkan pada kelas eksperimen, ketertarikan siswa untuk belajar bersama, memperhatikan penjelasan guru dan mengerjakan tugas yang diberikan hampir merata. Program praktikum virtual dibuat bukan sebagai pesaing atau pengganti untuk laboratorium nyata, tetapi sebagai pelengkap dan peluang baru bagi pembelajaran dengan materi yang tidak atau sulit terealisasi pada laboratorium nyata.

PENUTUP

Kesimpulan

Praktikum virtual pada konsep metagenesis tumbuhan lumut dan paku berpengaruh positif terhadap berpikir kritis dan sikap ilmiah siswa. Praktikum virtual memberikan pengaruh yang lebih signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis siswa karena siswa

diarahkan untuk menjawab permasalahan melalui uji coba dalam praktikum. Sehingga siswa belajar secara aktif dan kemampuan berpikir kritisnya dapat berkembang. Indikator yang memiliki N-gain paling tinggi pada masing-masing kelas adalah mengatur strategi dan taktik. Hasil analisis statistik mengenai sikap ilmiah menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Praktikum virtual dan praktikum biasa memberikan pengaruh yang sama terhadap sikap ilmiah siswa. Indikator sikap ilmiah tertinggi pada kelas eksperimen yang menerapkan praktikum virtual adalah rasa ingin tahu siswa, sedangkan pada kelas kontrol yang menerapkan praktikum biasa adalah ketelitian siswa. Kelebihan dan kekurangan pasti akan selalu mengikuti pengembangan program praktikum virtual. Pembelajaran berbasis praktikum virtual pada materi metagenesis tumbuhan lumut dan paku yang telah disertai dengan perbaikan-perbaikan dapat digunakan sebagai alternatif pembelajaran.

Saran

Penggunaan praktikum virtual akan lebih efektif apabila sekolah menyiapkan fasilitas komputer cukup dan representatif dengan jumlah siswa di dalam kelas. Perancangan fitur evaluasi yang terdapat dalam praktikum virtual sebaiknya dilengkapi dengan program *automatic correction* yang dapat memberikan skor secara otomatis terhadap jawaban siswa. Peneliti lain dapat mengembangkan praktikum virtual dan sistem evaluasinya dengan berbasis web agar lebih mudah diakses siswa tanpa terikat waktu dan tempat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisendjaja, Y. H. & Romlah, O. 2009. *Peranan Praktikum dalam Mengembangkan Keterampilan Proses dan Kerja Laboratorium*. Makalah dipresentasikan pada pertemuan Musyawarah Guru Mata Pelajaran Biologi Kabupaten Garut, Jawa Barat.
- Babateen, H.M. (2011). The Role of Virtual Lab In Science Education. *2011 5th International Conference on Distance Learning and Education*, 12, 100-104.
- Carin, A. A. (1997). *The Teaching Science Through Discovery Eight Edition*. Columbus, Ohio: Merrill Publishing Co.
- Carnevale, D. 2003. *The Virtual Lab Experiment*. (Online). (<http://chronicle.com/weekly/v49/i21/21a03001.htm> diakses tanggal 20 November 2014)
- Depdiknas. 2003. *Kurikulum 2004 Standar Kompetensi Mata Pelajaran Sains Sekolah Menengah Pertama dan Madrasah Tsanawiyah*. Jakarta: Depdiknas.
- Ennis, R. H. 1996. *Critical Thinking and Communication*. USA: Prentice-Hall, Inc.
- Flowers, O., Moore, & Flowers, L. 2011. Investigating The Effectiveness of Virtual Laboratories in Ungraduated Biology Course. *The Journal of Human Resource and Adult Learning*, 7 (2).
- Fraenkel, J. R. dan Wallen, N. E. 2007. *How to Design and Evaluate Research in Education* New York: McGraw-Hill Companies.
- Imran. 2012. *Ayo Manfaatkan Laboratorium Virtual*. (Online). (<http://mazguru.wordpress.com/2012/04/19/a-yo-manfaatkanlaboratorium-virtual> diakses tanggal 11 Oktober 2014)
- Inch, E.S., Warnick, B., dan Endres, D. (2006). *Critical Thinking and Communication The Use of Reason in Argument*. Boston: Pearson Education.
- McMaster. 2011. *Can Virtual Labs Produce Real Scientifics?*. (Online). (<http://www.mcmaster.ca/inabis98/rangachariedu/rangachari0320/two.html> diakses tanggal 12 November 2014)

- Meltzer, D. E. 2002. *The Relationship Between Mathematics Preparation and Conceptual Learning Gain in Physics: A Possible "Hidden Variable in Diagnostic Pretest Score*. American Journal Physics. 70 (12), 1259-1268
- Rustaman, N.Y., Dirdjosoemarto, S., Yudianto, S.A., Achmad, Y. Subekti, R., Rochintaniawati, D., Nurjani, M. 2003. *Strategi Belajar Mengajar Biologi Common Text Book*. Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI.
- Supriatno, B. (2013). *Pengembangan Program Perkuliahan Pengembangan Praktikum Biologi Sekolah Berbasis ANCORB untuk Mengembangkan Kemampuan Merancang dan Mengembangkan Desain Kegiatan Laboratorium*. Disertasi tidak diterbitkan. Bandung: Sekolah Pascasarjana Program Studi IPA Universitas Pendidikan Indonesia.