

## Penerapan Pembelajaran IPBA Melalui Kegiatan Laboratorium Riil dan Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Kompetensi Siswa pada Materi Gunung Api

Mustika Sari, Supriyono

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: [mustikasari1611@gmail.com](mailto:mustikasari1611@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kompetensi siswa pada materi gunung api setelah dilakukan pembelajaran melalui kegiatan laboratorium riil dan laboratorium virtual. Jenis penelitian yang digunakan adalah *pre-experimental* dengan desain *one group pretest-posttest* menggunakan satu kelas eksperimen dan satu kelas replikasi. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas VIII SMP Laboratorium YDWP Unesa. Hasil uji normalitas dan homogenitas menunjukkan bahwa semua kelas berdistribusi normal dan homogen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelas eksperimen dan kelas replikasi mendapat nilai yang setara pada setiap aspek yang diteliti. Keterlaksanaan pembelajaran melalui kegiatan laboratorium riil dan laboratorium virtual memperoleh kategori sangat baik. Kompetensi pengetahuan siswa meningkat dari nilai D menjadi B, peningkatan tersebut bersifat signifikan dalam kategori sedang, kompetensi keterampilan siswa mendapatkan nilai B+, dan kompetensi sikap siswa mendapatkan predikat sangat baik. Siswa menunjukkan respons positif terhadap kegiatan laboratorium riil dan laboratorium virtual dengan kategori sangat baik.

**Kata Kunci:** gunung api, laboratorium riil, laboratorium virtual.

### Abstract

This research aims to describe students' competences on the topic of volcano after applied real and virtual laboratory activities. Type of this research is *pre-experimental* with *one group pretest-posttest* design by using an experimental class and a replication class. Subject of research are students at grade VIII in SMP Laboratorium YDWP Unesa. The result of normality and homogeneity tests indicates that all classes have normal and homogeneous distributions. The result of this research shows that both experimental class and replication class obtain equal grades in each researched aspects. Feasibility of real and virtual laboratory activities based learning is in excellent category. Students' knowledge competence increased from D to B, the increasing of this competence is significant in average category, students' skills competence score belong to B+, and students' attitudes competence score belong to excellent category. Students show positive response to the treatment applied in excellent category.

**Keywords:** volcano, real laboratory, virtual laboratory.

### PENDAHULUAN

Salah satu upaya terbaru yang dilakukan pemerintah untuk meningkatkan mutu dan pembaharuan sistem pendidikan adalah dengan mengimplementasikan Kurikulum 2013. Kurikulum 2013 memiliki perbedaan mendasar dari kurikulum sebelumnya, yaitu perubahan proses pembelajaran dari siswa diberi tahu menjadi siswa mencari tahu. Kurikulum 2013 menuntut pelaksanaan pembelajaran mampu mencetak peserta didik yang produktif, kreatif, inovatif, dan berkarakter melalui ketercapaian kompetensi pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang terpadu (Kemendikbud, 2013:82).

Beberapa materi Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa (IPBA) dalam Kurikulum 2013 terintegrasi pada mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). IPBA adalah rumpun ilmu sains yang mempelajari fenomena-fenomena kebumihan dan antariksa. IPBA berkembang melalui kegiatan mencari tahu bagaimana proses-proses kebumihan dan antariksa terjadi di kehidupan dengan menggunakan metode ilmiah. Menariknya, kegiatan mencari tahu merupakan kata

kunci pelaksanaan Kurikulum 2013. Kegiatan mencari tahu akan lebih bermakna jika pada diri siswa timbul rasa ingin tahu. Salah satu cara membangkitkan rasa ingin tahu siswa terhadap fenomena adalah melalui kegiatan laboratorium. Kegiatan laboratorium memberikan siswa kesempatan untuk menemukan konsep secara aktif dan mandiri, pengetahuan yang diperoleh akan lebih bermakna dan tahan lama karena siswa mendapatkan pengalaman secara langsung. Kegiatan laboratorium juga dapat melatih keterampilan sains dan membentuk sikap ilmiah. Hal ini sesuai dengan kompetensi yang ingin dicapai dalam pembelajaran berorientasi Kurikulum 2013, yakni kompetensi pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang terintegrasi.

Salah satu bahasan IPBA dalam pembelajaran IPA kelas VIII SMP adalah gunung api. Indonesia dikenal dengan julukan negeri cincin api. Jumlah gunung api di Indonesia mencapai 13% dari jumlah gunung api aktif di dunia. Karena itu, sangat penting bagi siswa untuk memiliki pemahaman yang benar tentang gunung api,

pemahaman tersebut dapat diperoleh melalui pencapaian kompetensi dalam pembelajaran.

Beberapa proses kegunungapian seperti pembentukan gunung api yang erat kaitannya dengan pergerakan lempeng, dan proses erupsi gunung api yang dipengaruhi oleh kandungan gas merupakan fenomena yang tidak dapat diamati oleh siswa secara langsung, maka diperlukan suatu kegiatan laboratorium menggunakan media pembelajaran yang mampu mensimulasikan proses-proses tersebut. Pembelajaran gunung api juga menuntut pengetahuan tentang bencana, salah satunya mengenai laju aliran lava. Aliran lava berbahaya karena segala sesuatu yang berada di lintasan lava akan terbakar oleh suhu lava yang sangat tinggi (Edwards, 2006:605). Pembelajaran tentang faktor-faktor yang mempengaruhi laju aliran lava berperan agar siswa memiliki pengetahuan mengenai laju aliran lava sehingga dapat mengurangi terkena resiko bahaya yang ditimbulkannya. Menyadari bahwa mendekati aliran lava sangat berbahaya, maka diperlukan suatu kegiatan laboratorium menggunakan alat peraga sederhana laju aliran lava. Perencanaan pembelajaran melalui kegiatan laboratorium yang telah dipaparkan di atas, pada bagian akhir dilengkapi dengan pengajaran mitigasi bencana.

Laboratorium sejatinya merupakan unit penunjang pembelajaran yang berfungsi sebagai tempat observasi dan pengujian berdasarkan metode keilmuan tertentu. Berdasarkan medianya, terdapat dua jenis laboratorium, yaitu laboratorium virtual dan laboratorium riil. Abdulwahed dan Nagy (2009:259) dalam penelitiannya menemukan bahwa kegiatan laboratorium virtual membantu siswa mendapatkan pengetahuan lebih dalam daripada kegiatan laboratorium riil. Menurut (Kocijancic dan O'Sullivan, 2004:239), laboratorium virtual mampu mensimulasikan fenomena-fenomena abstrak dan mengganti percobaan di lingkungan yang berbahaya. Walaupun laboratorium virtual memiliki berbagai kelebihan, bukan berarti keberadaan laboratorium riil sudah tidak diperlukan lagi, Fachruddin (2014) dalam penelitiannya menemukan bahwa kegiatan laboratorium riil mampu melatih keterampilan yang lebih tinggi daripada kegiatan laboratorium virtual. Berdasarkan hasil penelitian-penelitian tersebut, didapatkan informasi bahwa kegiatan laboratorium virtual unggul dalam mengajarkan pengetahuan, sedangkan laboratorium riil unggul dalam melatih keterampilan.

Kurikulum 2013 tidak hanya menuntut pencapaian kompetensi pengetahuan saja, ataupun keterampilan semata. Kompetensi pengetahuan, keterampilan, dan sikap, ketiganya harus dicapai secara terpadu. Karena itu, pepaduan kegiatan laboratorium virtual dan laboratorium riil berpotensi menjadi kegiatan

pembelajaran yang bagus untuk mengoptimalkan capaian kompetensi siswa secara menyeluruh, termasuk dalam pembelajaran IPBA pada materi gunung api. Menindaklanjuti hal tersebut, maka dilakukan penelitian tentang "Penerapan Pembelajaran IPBA Melalui Kegiatan Laboratorium Riil dan Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Kompetensi Siswa pada Materi Gunung Api" dengan tujuan penelitian untuk mendeskripsikan (1) keterlaksanaan pembelajaran dengan menerapkan kegiatan laboratorium riil dan laboratorium virtual pada materi gunung api, (2) Ketercapaian kompetensi siswa pada materi gunung api setelah diterapkan kegiatan laboratorium riil dan laboratorium virtual, dan (3) Respons siswa setelah diterapkan kegiatan laboratorium riil dan laboratorium virtual pada materi gunung api.

## METODE

Penelitian ini menggunakan *Pre-Experimental design* tipe *one group pretest-posttest design* dengan satu replikasi.

$$O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$$

Gambar 1. Desain Penelitian

Keterangan:

$O_1$  = Tes awal (*pretest*)

$O_2$  = Tes akhir (*posttest*)

X = Pembelajaran menggunakan kegiatan laboratorium riil dan laboratorium virtual

Penelitian dilakukan di SMP Laboratorium YDWP Unesa pada semester genap tahun ajaran 2014/2015 dengan sasaran penelitian seluruh siswa kelas VIII yang terdiri dari 48 siswa (24 siswa kelas VIII-A dan 24 siswa kelas VIII-B), pada semua kelas dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas berdasarkan nilai *pretest*.

Metode pengumpulan data berupa metode observasi untuk mendapatkan data keterlaksanaan pembelajaran yang diisi oleh pengamat, kompetensi keterampilan *hands-on siswa*, dan kompetensi sikap siswa; metode portofolio untuk mendapatkan data kompetensi keterampilan *minds-on siswa*; metode tes untuk mendapatkan data kompetensi pengetahuan siswa; serta metode angket untuk mendapatkan data respons siswa. Data keterlaksanaan pembelajaran, kompetensi sikap siswa, dan kompetensi keterampilan siswa dianalisis dengan cara dinilai; data kompetensi pengetahuan siswa dianalisis secara statistik menggunakan uji-t gain dan uji gain skor ternormalisasi; sedangkan data respons siswa dianalisis dengan cara menghitung persentasenya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan data berupa keterlaksanaan pembelajaran; nilai kompetensi pengetahuan, keterampilan, dan sikap siswa; serta respons siswa. Berikut adalah hasil dan pembahasan data tersebut.

### 1. Keterlaksanaan Pembelajaran

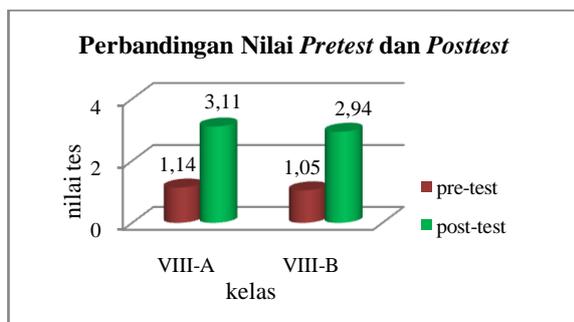
Terdapat beberapa aspek yang diamati terkait keterlaksanaan pembelajaran melalui kegiatan laboratorium riil dan laboratorium virtual, aspek yang dimaksud adalah aktivitas pembelajaran (meliputi pendahuluan, kegiatan inti, dan penutup), suasana kelas, dan perangkat pembelajaran. Skor keterlaksanaan pembelajaran kelas VIII-A dan VIII-B berturut-turut adalah 3,84 dan 3,82. Keduanya mendapat predikat sangat baik.

Terdapat beberapa kendala yang terjadi selama pembelajaran berupa siswa yang belum beradaptasi dengan pengajar baru sehingga belum sepenuhnya siap untuk belajar, selain itu kendala teknis berupa listrik padam dan gangguan saluran *wi-fi* menyebabkan alokasi waktu pembelajaran tidak sesuai dengan alokasi waktu yang telah direncanakan dan menurunkan keantusiasan siswa. Kendala tersebut menyebabkan sub-aspek menyiapkan siswa untuk belajar, memotivasi siswa, mereview pembelajaran, melakukan evaluasi, alokasi waktu, keantusiasan siswa, dan kesesuaian pembelajaran dengan skenario di RPP mendapat nilai keterlaksanaan tidak maksimal. Walaupun demikian, secara umum pembelajaran di kedua kelas tersebut terlaksana dengan sangat baik.

### 2. Kompetensi Siswa

#### Ranah Pengetahuan

Penilaian kompetensi pengetahuan diperoleh melalui hasil *pretest* dan *posttest* seperti yang tersaji pada **gambar 2** berikut:



**Gambar 2.** Perbandingan nilai *pretest* dan *posttest*

Grafik pada **gambar 2** menunjukkan peningkatan nilai tes dari *pretest* ke *posttest*. Kedua kelas mendapat predikat D untuk nilai *pretest* dan predikat

B untuk nilai *posttest*. Nilai *posttest* pada kedua kelas telah melampaui nilai ketuntasan belajar minimal untuk kompetensi pengetahuan yang telah ditetapkan oleh Kurikulum 2013 sebesar 2,67.

**Tabel 1** berikut menyajikan hasil uji-t gain pada kedua kelas.

**Tabel 1.** Hasil Uji-t Gain

Kelas	Nilai		Rerata Gain
	$t_{tabel}$	$t_{hitung}$	
Eksperimen (VIII-A)	1,71	18,85	signifikan
Replikasi (VIII-B)	1,71	13,52	signifikan

Berdasarkan **tabel 1**, kedua kelas mendapat nilai  $t_{hitung} \geq t_{tabel}$ , dengan demikian peningkatan nilai dari *pretest* ke *posttest* bersifat signifikan. Untuk mendeskripsikan seberapa besar peningkatannya, dilakukan uji gain skor ternormalisasi yang hasilnya ditunjukkan oleh **tabel 2**.

**Tabel 2.** Hasil Uji Gain Skor Ternormalisasi

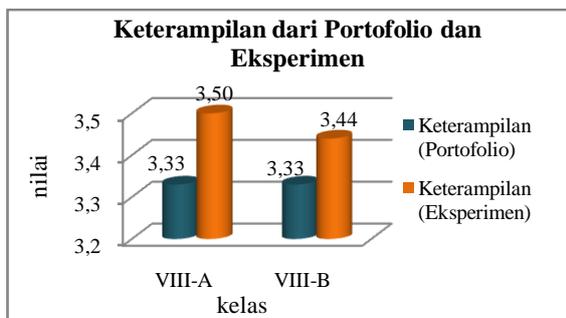
Kelas	N <g>	Kategori Gain
Eksperimen (VIII-A)	0,691	sedang
Replikasi (VIII-B)	0,633	sedang

Nilai gain N <g> kedua kelas berada pada rentang  $0,3 \leq g < 0,7$  yang dalam rentang tersebut peningkatan dikategorikan sedang.

Meningkatnya nilai dari *pretest* ke *posttest* tidak lepas dari perlakuan yang diberikan sebelum *posttest*, yaitu pembelajaran melalui kegiatan laboratorium riil dan laboratorium virtual. Menurut Ma dan Nickerson (2006:2), kegiatan laboratorium adalah jantung dari pembelajaran sains, dan memiliki pengaruh besar terhadap hasil belajar sains siswa. Terlebih lagi, kegiatan laboratorium dalam penelitian ini juga menggunakan laboratorium virtual, kegiatan laboratorium virtual dimaksudkan agar capaian kompetensi pengetahuan lebih optimal. Laboratorium virtual mampu mensimulasikan fenomena ilmiah tertentu dan fenomena abstrak yang tidak dapat dilakukan laboratorium riil, sehingga menurut Abdulwahed dan Nagy (2009:259), kegiatan laboratorium virtual membantu siswa mendapatkan pengetahuan dengan lebih optimal.

#### Ranah Keterampilan

Keterampilan yang dinilai adalah keterampilan *minds-on* dari tugas portofolio dan keterampilan *hands-on* dari kegiatan eksperimen. Adapun nilai keterampilan siswa disajikan pada **gambar 3**.



Gambar 3. Nilai Keterampilan Siswa

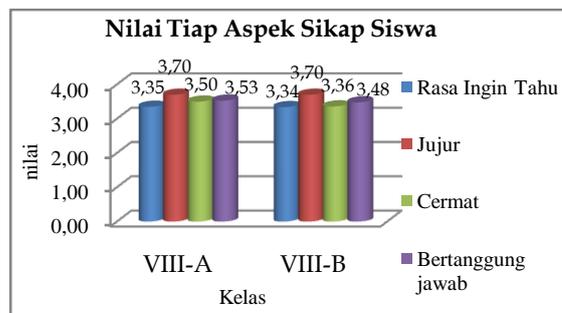
Tugas portofolio dapat melatih keterampilan *minds-on* sekaligus menunjang tujuan kurikulum 2013 dengan cara melatih siswa menjadi produktif melalui pembuatan portofolio yang dikumpulkan. Siswa dilatih pula menjadi kreatif dan inovatif melalui penilaian aspek-aspek keterampilan *minds-on* melalui tugas portofolio yang menuntut tingkat kreativitas dan inovasi. Berdasarkan gambar 3, Kelas VIII-A dan VIII-B memperoleh nilai yang sama pada keterampilan dari portofolio dengan predikat B+.

Kegiatan eksperimen merupakan kegiatan yang cocok untuk melatih berbagai keterampilan *hands-on* siswa. Keterampilan *hands-on* penting dilatihkan karena dibutuhkan dalam melakukan kerja praktik. Dalam penelitian ini, pelatihan keterampilan *hands-on* lebih banyak terjadi ketika pembelajaran melalui kegiatan laboratorium riil, hal ini sesuai dengan pernyataan Winckles et al (2011:4) dan Elawady dan Tolba (2009:92), bahwa kegiatan laboratorium riil memang memiliki kelebihan dalam melatih keterampilan-keterampilan *hands-on* dibandingkan kegiatan laboratorium virtual. Berdasarkan gambar 3, Kelas VIII-A mendapat nilai keterampilan *hands-on* lebih tinggi daripada kelas VIII-B, namun nilai yang diperoleh masih berada di ranah yang sama, yaitu B+.

Nilai keterampilan akhir diperoleh dari rata-rata nilai keterampilan *minds-on* dan *hands-on*. Nilai keterampilan akhir kelas VIII-A sebesar 3,41 dan kelas VIII-B sebesar 3,39. Nilai yang diperoleh kedua kelas berada pada ranah yang sama, yaitu B+. Nilai-nilai tersebut sudah melampaui nilai ketuntasan belajar minimal untuk kompetensi keterampilan yang telah ditetapkan oleh Kurikulum 2013 sebesar 2,67.

### Ranah Sikap

Hasil penilaian tiap aspek sikap siswa dalam penelitian ini disajikan pada gambar 4.



Gambar 4. Nilai tiap aspek sikap siswa

Dari keempat aspek tersebut, aspek sikap terendah baik di kelas VIII-A dan VIII-B adalah sikap rasa ingin tahu. Hal ini disebabkan penilaian sikap rasa ingin tahu berkaitan dengan sikap memperhatikan dan bertanya. Mayoritas siswa memperhatikan pelajaran dengan baik, namun tidak semua siswa mengajukan pertanyaan, imbasnya nilai rata-rata sikap rasa ingin tahu tidak optimal. Aspek sikap tertinggi baik di kelas VIII-A dan VIII-B adalah sikap jujur. Penilaian sikap jujur berkaitan dengan kejujuran dalam mengambil data percobaan dan mengerjakan tes. Tidak ada satupun siswa dari kelas tersebut yang menuliskan hasil percobaan dengan tidak jujur, dan hanya beberapa siswa yang melakukan aktivitas yang menjerus pada kecurangan selama tes, hal ini menyebabkan nilai rata-rata sikap jujur menjadi tinggi. Secara keseluruhan, semua aspek sikap berada pada rentang 3,34-3,70. Rentang sikap tersebut masuk dalam predikat sangat baik. rata-rata nilai sikap siswa di kelas VIII-A dan VIII-B berturut-turut adalah 3,52 dan 3,47, kedua nilai ini masuk dalam predikat sangat baik.

Seperti yang telah dipaparkan di depan, IPBA yang di dalamnya termasuk gunung api berkembang melalui kegiatan mencari tahu bagaimana proses-proses kebumihan dan antariksa terjadi di kehidupan dengan menggunakan metode ilmiah (Pujani dkk, 2011:161). Kegiatan mencari tahu dengan menggunakan metode ilmiah dapat dilakukan melalui kegiatan laboratorium. Hal ini karena metode ilmiah merujuk pada teknik-teknik investigasi atas suatu fenomena atau gejala yang umumnya memuat serangkaian aktivitas pengumpulan data melalui observasi atau eksperimen (Lazim, 2013:1). Sikap ilmiah lain seperti jujur dalam mengumpulkan data, cermat dalam melakukan percobaan, dan bertanggung jawab dalam mengembalikan alat dan bahan laboratorium setelah selesai digunakan merupakan sikap ilmiah yang dapat dilatihkan melalui kegiatan laboratorium. Karena itu, kegiatan laboratorium dapat melatih sikap ilmiah siswa.

### 3. Respons Siswa

Hasil respons siswa terhadap pembelajaran disajikan pada **tabel 3**.

**Tabel 3.** Persentase Respon Siswa

No	Pernyataan	Persentase Pernyataan Kelas (%)	
		VIII-A	VIII-B
1.	Pembelajaran gunung api melalui kegiatan laboratorium riil dan virtual menyenangkan dan tidak membosankan	92,71	90,63
2.	Saya menyukai pembelajaran gunung api melalui kegiatan laboratorium riil dan virtual	94,79	90,63
3.	Saya menjadi lebih aktif dan termotivasi dalam mengikuti pembelajaran melalui kegiatan laboratorium riil dan virtual	88,54	87,50
4.	Pembelajaran melalui kegiatan laboratorium riil dan virtual dapat membantu saya menemukan dan memahami konsep dengan lebih mudah	92,71	88,54
5.	Pembelajaran melalui kegiatan laboratorium riil dan virtual membantu saya lebih terampil dalam melakukan eksperimen	97,92	95,83
6.	Pembelajaran melalui kegiatan laboratorium riil dan virtual membantu saya menumbuhkan sikap ilmiah	95,83	94,79
7.	Pembelajaran melalui kegiatan laboratorium riil dan virtual membuat proses belajar mengajar lebih efektif	89,58	88,54
8.	Pembelajaran melalui kegiatan laboratorium riil dan virtual membuat saya lebih mudah menyelesaikan soal	83,33	83,33
9.	Pembelajaran melalui kegiatan laboratorium riil dan virtual meningkatkan kerja sama kelompok	91,67	86,46
10.	Saya setuju pembelajaran melalui kegiatan laboratorium riil dan virtual diterapkan lagi pada materi pokok lain	89,58	90,63
Persentase Rata-rata		91,67	89,69
Keterangan		Sangat baik	Sangat baik

Melalui **tabel 3**, diketahui bahwa kedua kelas menunjukkan respons sangat baik terhadap pembelajaran melalui kegiatan laboratorium riil dan laboratorium virtual pada materi gunung api, dengan demikian pembelajaran melalui kegiatan laboratorium riil dan laboratorium virtual berpeluang menjadi kegiatan pembelajaran yang efektif untuk dilakukan kembali pada materi ajar yang lain.

Berdasarkan hasil pembahasan di depan, diperoleh konsistensi hasil penilaian antara kelas eksperimen (kelas VIII-A) dan kelas replikasi (kelas VIII-B). Konsistensi hasil penilaian ini terjadi pada semua aspek yang diteliti meliputi keterlaksanaan pembelajaran, capaian kompetensi siswa, dan respons siswa dengan hasil sebagai berikut: Setelah dilakukan pembelajaran melalui kegiatan laboratorium riil dan laboratorium virtual, rata-rata nilai keterlaksanaan pembelajaran di kedua kelas sangat baik. Nilai pengetahuan siswa di kedua kelas mengalami peningkatan yang signifikan dengan kategori sedang, rata-rata nilai keterampilan siswa di kedua kelas mendapat kategori B+, sedangkan untuk nilai sikap, kedua kelas mendapatkan predikat sangat baik. Selain itu, respons siswa terhadap pembelajaran di kedua kelas sangat baik. Konsistensi ini menguatkan bahwa hasil nilai keterlaksanaan pembelajaran, capaian kompetensi siswa, dan respons siswa diperoleh sebagai hasil perlakuan, perlakuan yang dimaksud adalah pembelajaran melalui kegiatan laboratorium riil dan laboratorium virtual.

### PENUTUP

#### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu:

1. Pembelajaran melalui kegiatan laboratorium riil dan laboratorium virtual pada materi gunung api di kelas VIII SMP Laboratorium YDWP Unesa terlaksana dengan sangat baik.
2. Setelah dilakukan pembelajaran melalui kegiatan laboratorium riil dan laboratorium virtual pada materi gunung api, kompetensi pengetahuan siswa meningkat dari nilai D menjadi B, peningkatan tersebut bersifat signifikan dalam kategori sedang, kompetensi keterampilan siswa mendapat nilai B+, dan kompetensi sikap siswa mendapat predikat sangat baik.
3. Pembelajaran melalui kegiatan laboratorium riil dan laboratorium virtual pada materi gunung api mendapatkan respons sangat baik dari siswa.

## Saran

1. Beri siswa informasi umum tentang hal-hal yang akan mereka lakukan dan harus mereka siapkan untuk belajar beberapa hari sebelum pembelajaran dilaksanakan agar mereka lebih siap dalam pembelajaran.
2. Jika memungkinkan, lakukan perkenalan dengan siswa pada hari-hari sebelum melaksanakan kegiatan pembelajaran, hal ini dimaksudkan agar siswa lebih mudah beradaptasi dengan pengajar sejak pertama kali pembelajaran dilaksanakan.
3. Saat melakukan pengambilan data dalam kegiatan laboratorium, siswa sebaiknya selalu diingatkan dengan batas waktu yang diberikan agar tahap-tahap pembelajaran setelah melakukan pengambilan data tetap dapat dilaksanakan dengan baik.
4. Persiapkan semua keperluan mengajar dengan baik sebelum melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Untuk kegiatan yang memerlukan koneksi internet, alangkah baiknya jika menyediakan koneksi internet sendiri untuk berjaga-jaga apabila koneksi internet yang disediakan sekolah sedang tidak dapat digunakan.
5. Dalam rangka mengoptimalkan capaian kompetensi siswa, alangkah baiknya jika pembelajaran melalui kegiatan laboratorium riil dan virtual diterapkan kembali untuk materi ajar yang lain atau di tempat lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdulwahed, M., dan Nagy, Z.K 2009. "The Impact of the Virtual Lab on the Hands-on Lab Learning Outcomes, a Two Years Empirical Study", dalam *20th Australasian Association for Engineering Education Conference*. Adelaide: University of Adelaide.
- Edwards, B., Teasdale, R., dan Myers, J. D. 2006. "Active Learning Strategies for Constructing Knowledge of Viscosity Controls on Lava Flow Emplacement, Textures and Volcanic Hazards". *Journal of Geoscience Education*, Vol. 54, No. 5, 603-609.
- Elawady, Y.A., dan Tolba, A.S. 2009. "Educational Objectives of Different Laboratory Types: A Comparative Study". *International Journal of Computer Science and Information Security (IJCSIS)*, Vol. 6, No. 2, 89-96.
- Fachruddin, R. 2014. *Studi Komparasi Hasil Belajar Siswa Kelas X SMA dengan Model Guided Discovery Berbasis Kegiatan Laboratorium Riil dan Kegiatan Laboratorium Virtual Pada Materi Listrik Dinamis*. Skripsi Jurusan Fisika FMIPA Unesa Surabaya tidak diterbitkan.
- Kemendikbud. 2013. Bahan Ajar Training of Trainer (ToT) Implementasi Kurikulum 2013 Penyusunan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) SD/SMP/SMA/SMK. Jakarta: BPSDMPK-PMP.
- Kocijancic, S., dan O'Sullivan, C. 2004. "Real or Virtual Laboratories in Science Teaching – is this Actually a Dilemma?". *Informatics in Education*, Vol.3, No. 2, 239–250
- Lazim, M. 2013. *Penerapan Pendekatan Saintifik Dalam Pembelajaran Kurikulum 2013*. Yogyakarta: PPPPTK-SB.
- Ma, J, dan Nickerson, J.V. 2006. "Hands-On, Simulated, and Remote Laboratories: A Comparative Literature Review". *ACM Computing Surveys*, Vol. 38, No. 3, 1-24.
- Pujani, dkk. 2011." Pembekalan Keterampilan Laboratorium untuk Meningkatkan Kemampuan Generik Sains Calon Guru pada Bidang Astronomi", dalam *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Winckles, A., Spasova, K., dan Rowsell. T., 2011. "Remote Laboratories and Reusable Learning Objects in a Distance Learning Context". *Networks*, Issue 14, 1-13.