

# Mitigasi bencana debu vulkanik melalui pengembangan perangkat perkuliahan berpendekatan SETS geologi dasar

Cherly Salawane<sup>1,a)</sup>, Supriyadi<sup>2,b)</sup>, Ani Rusilowati<sup>2,c)</sup> dan Dyah Rini Indriyanti<sup>2,d)</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Halmahera  
Jalan Raya Wari Ino Tobelo, Halmahera Utara, Indonesia, 97762

Dan

Program Studi Pendidikan IPA, Program Pascasarjana Universitas Negeri Semarang  
Jl. Kelud Utara III Semarang, Indonesia 50237

<sup>2</sup>Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang  
Kampus Sekaran Gunungpati Semarang, Indonesia 50229

<sup>a)</sup>salawanecherly@yahoo.co.id

<sup>b)</sup>supriyadi@gmail.unnes.ac.id

<sup>c)</sup>rusilowati@yahoo.com

<sup>d)</sup>dyahrini36@gmail.com

## Abstrak

*Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan perangkat perkuliahan, mengembangkan perangkat perkuliahan berpendekatan SETS (science, environment, technology, and society) Geologi Dasar untuk mitigasi bencana debu vulkanik, mengetahui nilai validitas, realibilitas, dan efektivitas dari perangkat perkuliahan. Perangkat perkuliahan yang dikembangkan meliputi RPS (rencana pembelajaran semester), SAP (satuan acara pembelajaran), buku ajar, media pembelajaran, LKM (lembar kerja mahasiswa), panduan simulasi PRB (pengurangan resiko bencana), produk pembelajaran, dan instrumen evaluasi. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengembangan research and development (R&D). Pengembangan perangkat perkuliahan mengadaptasi model penelitian pengembangan 4-D (define, design, develop, and disseminate) seperti yang disarankan oleh Thiagarajan (1974). Subjek penelitian adalah mahasiswa Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Penelitian ini diharapkan menghasilkan perangkat perkuliahan berpendekatan SETS untuk mitigasi bencana debu vulkanik yang valid, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam kegiatan perkuliahan sehingga menghasilkan mahasiswa/masyarakat yang tanggap terhadap bencana debu vulkanik, serta menghasilkan perguruan tinggi/universitas siaga bencana di Indonesia.*

*Kata-kata kunci: Mitigasi Bencana, Debu Vulkanik, Perangkat Perkuliahan, SETS*

## PENDAHULUAN

Gunung berapi dan letusannya dapat mengakibatkan berbagai dampak pada kesehatan, bisa dibilang lebih bervariasi daripada bencana alam lainnya. Sedikitnya 500 juta orang di seluruh dunia hidup dalam jangkauan potensi gunung berapi aktif tercatat dalam sejarah. Banyak daerah vulkanik dan panas bumi padat penduduknya dan beberapa di antaranya dekat dengan kota-kota besar, sehingga mengancam populasi lokal. Aktivitas vulkanik juga dapat mempengaruhi daerah yang berjarak ratusan atau ribuan kilometer jauhnya, akibat penyebaran gas dan abu di udara, atau bahkan pada skala *hemispheric* sampai global karena berdampak pada iklim. Letusan gunung berapi dapat menghasilkan berbagai bahaya. Meski fenomena seperti aliran dan lonjakan piroklastik, runtuhnya sektor, lahar dan balistik merupakan yang paling merusak

dan berbahaya, abu vulkanik adalah produk erupsi terlaris yang paling banyak didistribusikan (Hansell *et al.*, 2006).

Abu vulkanik dapat mempengaruhi kehidupan banyak orang karena luasnya area yang bisa ditutupi oleh jatuhnya abu. Meskipun abu jarang membahayakan kehidupan manusia secara langsung, ancaman terhadap kesehatan masyarakat, gangguan terhadap layanan infrastruktur kritis, misalnya: pasokan listrik dan air, rute transportasi, air limbah dan komunikasi, penerbangan, bangunan dan produksi primer, dapat menyebabkan dampak sosial yang signifikan (Stewart *et al.*, 2006, Horwell and Baxter, 2006). Letusan gunung api merupakan bencana alami yang tidak mungkin di cegah dari sumbernya, yang dapat dilakukan adalah pengurangan resiko bencana (PRB) bila bencana terjadi lagi. Usaha untuk mengurangi resiko merupakan tindakan mitigasi bencana (Suhardjo, 2011). Pendidikan dalam ketahanan bencana sangat penting bagi pemerintah yang membentuk kebijakan dan merencanakan tanggap bencana, mengelola tindakan pasca bencana dan melakukan penilaian risiko dan kerentanan (Perdikoua *et al.*, 2014).

Komponen penting manajemen bencana adalah mitigasi. Arti penting pendidikan mitigasi bencana dapat dilakukan secara formal melalui jalur pendidikan sesuai ketentuan pemerintah. Secara informal dapat melalui lembaga-lembaga kemasyarakatan, forum temu warga ataupun kelompok-kelompok komunitas yang difasilitasi instansi terkait sebagai pembina ataupun komunikator masalah kebencanaan (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana).

Berdasarkan potensi bencana gunung api di Provinsi Maluku Utara, maka dipandang perlu melakukan tindakan mitigasi melalui pendidikan, untuk menyikapi peristiwa-peristiwa bencana alam yang telah terjadi sebelumnya agar dapat mempersiapkan mahasiswa di daerah ini dalam upaya mengurangi resiko bencana. Untuk mengurangi kerentanan, setidaknya empat sampai sepuluh orang di suatu wilayah harus dilatih mengenai strategi pengelolaan pra dan pasca bencana. Ini pasti akan mengurangi hilangnya nyawa dan harta benda selama terjadinya bencana alam. Di sisi lain, menciptakan kesadaran diantara wilayah tentang tindakan pencegahan untuk menghindari akibat bencana, tidak boleh diabaikan (Ahmad and Numan, 2015).

Praktek mitigasi dapat dikelompokkan ke dalam mitigasi struktural dan mitigasi non struktural. Mitigasi struktural berhubungan dengan usaha-usaha pembangunan konstruksi fisik, sementara mitigasi non struktural antara lain meliputi perencanaan tata guna lahan, memberlakukan peraturan pembangunan, dan melalui pendidikan untuk menyiapkan masyarakat membiasakan diri hidup bersama dengan bencana, khususnya untuk lingkungan yang sudah terlanjur terbangun, sehingga masyarakat dapat merasakan keamanan dan kenyamanan dalam hidupnya. Pendidikan mempunyai porsi yang penting pada kegiatan mitigasi bencana alam. Kegiatan pendidikan mempunyai dampak yang strategis dalam jangka pendek dan jangka panjang. Pada jangka pendek diharapkan masyarakat memperoleh pengetahuan-pengetahuan praktis tentang bencana alam yang berguna untuk menghadapi bencana yang setiap waktu dapat terjadi. Pada jangka panjang diharapkan terbentuk sikap tanggap diri dan kesadaran terhadap lingkungan sekitarnya yang merupakan daerah rawan bencana. (Rusilowati *et al.*, 2012).

Upaya untuk mengatasi permasalahan yang berbasis kebencanaan dalam mengurangi resiko bencana, salah satunya dengan menggunakan perangkat perkuliahan yang mampu mengarahkan segala bentuk aktivitas pembelajaran demi tercapainya kompetensi dan telah dirancang sesuai dengan pembelajaran yang berbasis kebencanaan. Perangkat perkuliahan yang dikembangkan dalam penelitian ini yaitu perangkat perkuliahan berpendekatan SETS (*science, environment, technology, and society*) untuk pendidikan mitigasi debu vulkanik. Dimana pengajaran bervisi SETS dipandang mampu memberikan pemahaman tentang peranan sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat sehingga mahasiswa mampu memanfaatkan pengetahuan yang dipelajarinya. Pengajaran bervisi SETS digunakan untuk mengatasi dan menyelesaikan masalah-masalah yang timbul akibat perkembangan sains dan teknologi, yang berdampak pada lingkungan dan masyarakat (Binadja, 1999). Pembelajaran berpendekatan SETS berupaya membawa mahasiswa mempelajari sains dengan mengaitkannya dengan unsur-unsur SETS yang lain, yakni antara sains dengan lingkungan, sains dengan teknologi, sains dengan masyarakat, dan teknologi dengan lingkungan secara langsung, sehingga mahasiswa diharapkan akan mendapatkan pemahaman yang menyeluruh terhadap fenomena-fenomena alam yang dipelajarinya (Rusilowati, 2009).

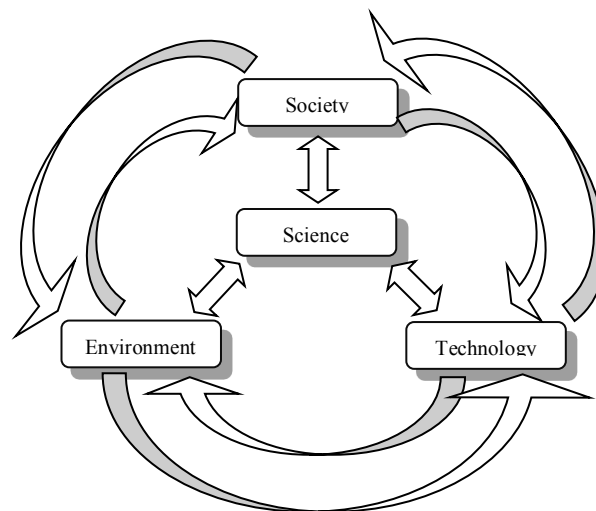
## KERANGKA TEORITIS

### Pembelajaran Berpendekatan SETS

Binadja (2008) menyatakan bahwa visi SETS memberi kerangka pandang bahwa setiap hal yang kita ketahui sebenarnya mengandung empat unsur, yakni sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat. Keempat unsur tersebut saling terkait dan berpengaruh satu sama lain. Dalam visi SETS terkandung harapan bahwa

di dalam memanfaatkan sains untuk kepentingan masyarakat, yang diantaranya dalam bentuk teknologi, diharapkan agar praktis dan produknya tidak merusak atau merugikan lingkungan dan masyarakat itu sendiri.

SETS atau dalam bahasa Indonesia adalah sains, lingkungan, teknologi dan masyarakat, memberi gambaran bahwa untuk mengaplikasikan sains kedalam bentuk teknologi dalam memenuhi kebutuhan masyarakat harus dipikirkan berbagai implikasi pada lingkungan secara fisik maupun mental. Secara tidak langsung pendidikan dengan SETS mengarahkan siswa agar memiliki kepedulian dan rasa empati terhadap lingkungan dan sistem masyarakat. Pembelajaran bervisi SETS ditujukan untuk membantu siswa memahami sains dan perkembangannya, serta pengaruh perkembangan sains terhadap teknologi, lingkungan dan masyarakat secara timbal-balik. Pembelajaran bervisi SETS harus mampu membuat siswa yang mempelajarinya mengerti hubungan tiap-tiap elemen dalam SETS. Hubungan yang tidak terpisahkan antara sains, lingkungan, teknologi dan masyarakat merupakan hubungan timbal-balik yang dapat dikaji manfaat-manfaat maupun kerugian-kerugian yang ditimbulkan (Binadja, 1999). Pendidikan SETS pada hakikatnya akan membimbing siswa untuk dapat berpikir global serta bertindak lokal dan global dalam memecahkan masalah yang berhubungan dengan lingkungan dan kehidupan sehari-hari. Siswa diminta menghubungkan-kaitkan unsur-unsur dalam SETS, sehingga memungkinkan siswa memperoleh gambaran yang jelas tentang keterkaitan konsep tersebut dengan unsur lain dalam SETS baik dalam bentuk kelebihan maupun kekurangannya. Secara umum dapat dikatakan bahwa pendidikan SETS memiliki makna pembelajaran sains yang dikaitkan dengan unsur lain dalam SETS yaitu lingkungan, teknologi dan masyarakat (Binadja, 2002). Hubungan timbal balik antara elemen-elemen dalam SETS dapat dideskripsikan melalui gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Keterkaitan unsur-unsur SETS yang berfokus pada sains (Binadja, 2002)

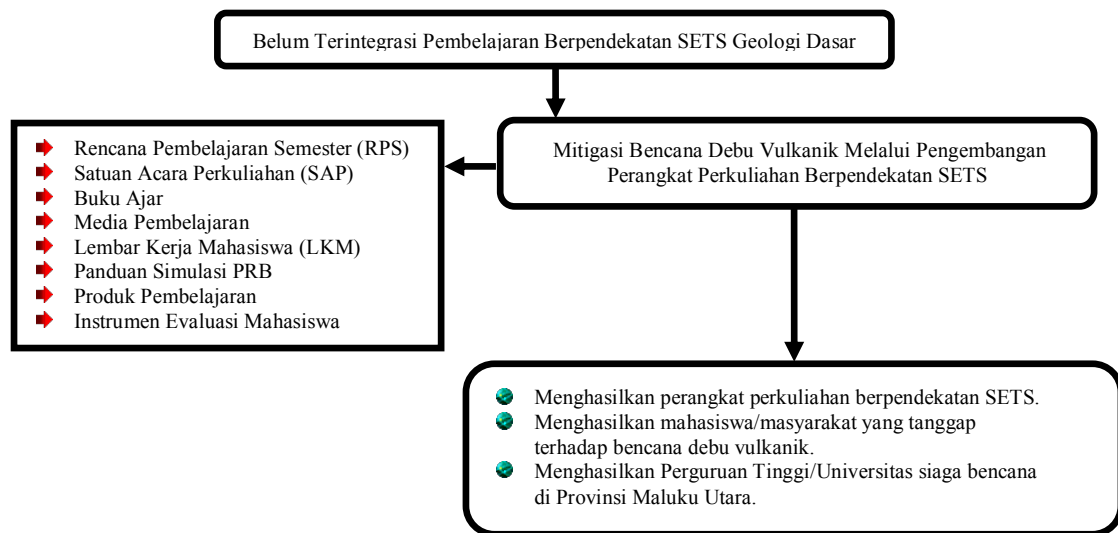
### Pendidikan dan Mitigasi

Pendidikan mitigasi merupakan tahapan kesiapsiagaan agar dapat meminimalkan kerugian akibat terjadinya bencana (Ozkazanca and Yuksela, 2015). Pendidikan formal dapat memainkan peran kunci dalam mempromosikan perilaku kesiapsiagaan. Pendidikan formal mengacu pada pendidikan berbasis kelas yang biasanya disampaikan secara sistematis oleh guru atau pendidik yang terlatih dalam lingkungan yang terstruktur seperti sekolah, perguruan tinggi, atau universitas (Hoffmann and Muttarak, 2017). Program PRB (pengurangan resiko bencana) berbasis sekolah berusaha untuk meningkatkan kesadaran dan pengetahuan tentang kegiatan PRB (Tatebe and Mutch, 2015). Pendidikan formal (sekolah) diukur melalui banyaknya tahun yang dihabiskan dalam lingkungan pendidikan dengan asumsi bahwa semakin tinggi jumlah tahun yang dihabiskan seseorang dalam pendidikan formal, maka orang tersebut semakin berpendidikan. Pendidikan formal, sebagai penyalur kepada individu agar dapat belajar tentang risiko bencana, strategi pencegahan dan menggantikan suatu pengalaman dalam peristiwa bencana untuk mempraktekkan kesiapsiagaan melalui suatu tindakan (Hoffmann and Muttarak, 2017). Lembaga pendidikan (sekolah, perguruan tinggi/universitas) harus memiliki kapasitas untuk mendidik, meneliti, dan mengumpulkan para pemangku kepentingan untuk berbagi pengalaman dalam meningkatkan pengetahuan dasar dan

memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih baik untuk meminimalkan dampak bencana dan korban jiwa. Sehingga sangat diperlukan sinergi antara pendidikan, penelitian, dan penerapan bencana (Abedin and Shaw, 2015).

**KERANGKA BERPIKIR DAN METODE PENELITIAN**

Model pembelajaran berpendekatan SETS (*science, environment, technology, and society*) belum diintegrasikan pada matakuliah Geologi Dasar. Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu dikembangkan suatu perangkat perkuliahan berpendekatan SETS Geologi Dasar untuk mitigasi bencana debu vulkanik. Adapun perangkat perkuliahan yang dikembangkan antara lain: Rencana Pembelajaran Semester (RPS), Satuan Acara Perkuliahan (SAP), Buku Ajar, Media Pembelajaran, Lembar Kerja Mahasiswa (LKM), Panduan Simulasi PRB, Produk Pembelajaran, Instrumen Evaluasi Mahasiswa (IEM). Perangkat pembelajaran yang dikembangkan harus valid, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran, sehingga menghasilkan mahasiswa/masyarakat yang tanggap terhadap bencana debu vulkanik dan menghasilkan Perguruan Tinggi/Universitas siaga bencana di Provinsi Maluku Utara. Kerangka pikir dalam penelitian ini dapat dijelaskan pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Kerangka Pikir Rancangan Penelitian Pengembangan Perangkat Perkuliahan Berpendekatan SETS Geologi Dasar.

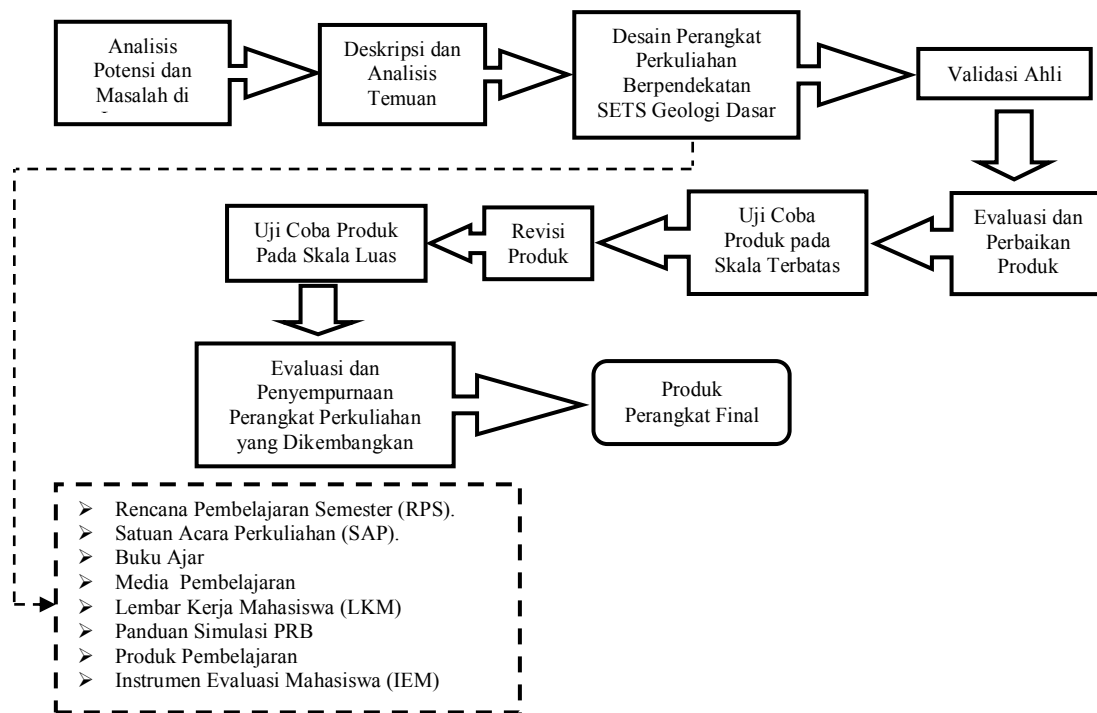
Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan model penelitian R&D (*research and development*). Model penelitian dan pengembangan digunakan untuk menghasilkan sebuah produk baru serta menguji keefektifan produk yang telah dihasilkan. Pengembangan perangkat perkuliahan pada penelitian ini mengadaptasikan model penelitian pengembangan perangkat pembelajaran seperti yang disarankan oleh Thiagarajan, Semmel, dan Semmel (1974), yaitu model 4-D atau 4-P. Gambar 3 merupakan suatu gambaran secara skematis tentang operasional kegiatan pada tahapan-tahapan pengembangan perangkat perkuliahan dalam penelitian ini.

**KESIMPULAN**

Pendidikan SETS memiliki makna pengajaran sains yang dikaitkan dengan unsur lain dalam SETS, yakni lingkungan, teknologi, dan masyarakat. Sains tidak berdiri sendiri di masyarakat karena keterkaitan dan ketergantungannya pada unsur-unsur tersebut. Dalam konteks SETS, perkembangan sains dianggap dipengaruhi oleh perubahan pada lingkungan, teknologi, juga kepentingan serta harapan masyarakat. Pendidikan SETS, tak hanya memperhatikan isu masyarakat dan lingkungan yang telah ada dan mengaitkannya dengan unsur lain, akan tetapi juga pada cara melakukan sesuatu untuk kepentingan masyarakat serta kelestarian lingkungan terjaga. Itulah sebabnya mengapa pendidikan SETS memberi perhatian tinggi pada keterkaitan serta keterpaduan antar keempat unsur SETS serta urutannya. Dalam arti untuk membuat konsep sains berguna dalam teknologi untuk memenuhi kebutuhan/keperluan masyarakat,

maka akibatnya pada lingkungan perlu mendapat perhatian utama. Apabila akibat pada lingkungan (baik fisik maupun mental) sangat tidak menguntungkan, pendidikan SETS tak menganjurkan penggunaan konsep sains itu diteruskan ke bentuk teknologi dimaksud. Sebaliknya apabila transformasi sains ke teknologi tersebut tidak merugikan lingkungan, maka teknologi tersebut dianjurkan untuk diteruskan guna memenuhi kepentingan masyarakat.

Mitigasi bencana gunung api berwawasan SETS (*science, environment, technology and society*) sangat penting diterapkan dalam kurikulum pendidikan kebencanaan. Konsep *science* yaitu bahaya gunung api, menunjukkan peristiwa-peristiwa yang sering terjadi disekitar kita dan secara tidak langsung dapat membawa dampak positif maupun dampak negatif bagi kehidupan manusia. Apalagi pada saat ini manusia dituntut oleh kebutuhan-kebutuhan dalam hidupnya, sehingga diperlukan peralatan (teknologi) guna menunjang setiap aktifitas kehidupan. Namun perlu disadari bahwa upaya untuk meningkatkan kualitas hidup manusia (*society*) harus mempertimbangkan daya dukung sumber daya alam, yang memperhatikan lingkungan (*environment*) kehidupan dan sistem kehidupan. Penelitian ini diharapkan menghasilkan perangkat perkuliahan berpendekatan SETS untuk mitigasi bencana debu vulkanik yang valid, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam kegiatan perkuliahan sehingga menghasilkan mahasiswa/masyarakat yang tanggap terhadap bencana debu vulkanik, serta menghasilkan perguruan tinggi/universitas siaga bencana di Indonesia.



Gambar 3. Skema Pengembangan Perangkat Perkuliahan Geologi Dasar untuk Mitigasi Bencana Debu Vulkanik

## REFERENSI

1. Abedin, M. A. & Shaw, R. 2015. The Role of University Networks in Disaster Risk Reduction: Perspective from Coastal Bangladesh. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 13, 381-389.
2. Ahmad, S. & Numan, S. M. 2015. POTENTIALITY OF DISASTER MANAGEMENT EDUCATION THROUGH OPEN AND DISTANCE LEARNING SYSTEM IN BANGLADESH OPEN UNIVERSITY. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 16 249-260.
3. Binadja, A. 1999. *Hakekat dan Tujuan Pendidikan SETS (Science, Environment, Technology, and Society) Dalam Konteks Kehidupan dan Pendidikan Yang Ada*. Makalah disajikan dalam Seminar Lokakarya Pendidikan SETS, Kerjasama antara SEAMOE RECSAM dan UNNES, 14-15 Desember 1999.

4. Binadja, A. 2002. *Pemikiran Dalam SETS*. Program Pascasarjana Universitas Negeri Semarang.
5. Binadja, A. 2008. *Penerapan Lesson Study dan Green Chemistry sebagai Upaya Peningkatan Kualitas Pembelajaran Kimia*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Pendidikan, UNNES, 23 Agustus 2008.
6. Hansell, A. L., Horwell, C. J. & Oppenheimer, C. 2006. The Health Hazards of Volcanoes and Geothermal Areas. *Occupational and Environmental Medicine*, 63, 149-156.
7. Hoffmann, R. & Muttarak, R. 2017. Learn from the Past, Prepare for the Future: Impacts of Education and Experience on Disaster Preparedness in the Philippines and Thailand. *World Development*, 96, 32-51.
8. Horwell, C. J. & Baxter, P. J. 2006. The respiratory health hazards of volcanic ash: A review for volcanic risk mitigation. *Bulletin of Volcanology*, 69, 1-24.
9. Ozkazanca, S. & Yuksela, U. D. 2015. Evaluation of disaster awareness and sensitivity level of higher education students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 197, 745-753.
10. Perdikoua, S., Horakb, J., Palliyaguruc, R., Halounovád, L., Leesa, A., Ranguelove, B. & Lombardif, M. 2014 The current landscape of disaster resilience education in Europe. *Economics and Finance*, 18, 568 – 575.
11. Rusilowati, A., Supriyadi, Binadja, A. & Mulyani, S. E. S. 2012. MITIGASI BENCANA ALAM BERBASIS PEMBELAJARAN BERVISI SCIENCE ENVIRONMENT TECHNOLOGY AND SOCIETY. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 8, 51-60.
12. Stewart, C., Johnston, D. M., Leonard, G. S., Horwell, C. J., Thordarson, T. & Cronin, S. J. 2006. Contamination of water supplies by volcanic ashfall: A literature review and simple impact modelling. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 158, 296-306.
13. Suhardjo, D. 2011. ARTI PENTING PENDIDIKAN MITIGASI BENCANA DALAM MENGURANGI RESIKO BENCANA. *Cakrawala Pendidikan*, 2, 174-188.
14. Tatebe, J. & Mutch, C. 2015. Perspectives on Education, Children and Young People in Disaster Risk Reduction. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 14, 108-114.
15. Thiagarajan, S., Semmel, D.S., & Semmel, M.I. (1974). *Instructional development for training teacher of exceptional children*. Bloomington Indiana: Indiana University.