

# PENGARUH PEMBELAJARAN INKUIRI TERBIMBING BERBANTUAN PETA KONSEP BERNUANSA *GREEN CHEMISTRY* TERHADAP KETERAMPILAN BERNALAR ILMIAH MAHASISWA PADA MATERI ANALISIS VOLUMETRI

Roushandy Asri Fardani<sup>1</sup>, Suhadi Ibnu<sup>2</sup>, Yudhi Utomo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pendidikan Kimia-Pascasarjana Universitas Negeri Malang

<sup>2</sup>Pendidikan Kimia-Pascasarjana Universitas Negeri Malang

## INFO ARTIKEL

### Riwayat Artikel:

Diterima: 19-6-2017

Disetujui: 20-12-2017

### Kata kunci:

*concept maps*;  
*guided inquiry*;  
*Green Chemistry*;  
*volumetric analysis*;  
*peta konsep*;  
*inkuiri terbimbing*;  
*Green Chemistry*;  
*analisis volumetri*

## ABSTRAK

**Abstract:** The aim of this research were to know the effect of concept map-supported guided inquiry strategy nuanced with *green chemistry* to undergraduate student's scientific reasoning skill of health analyst department on volumetric analysis matter. Sample interpretation in this research used cluster random sampling technique. Research design used was quasy experiment with pretest and posttest design. Campus Polytechnic of Medica Farma Husada had limited laboratory facilities and inadequate supplies of material so that learning in laboratory did not run well. *Green chemistry* was one of alternative used for solving problem of learning not only in class but also in laboratory especially. The result of research showed that learning used concept map-assisted guided inquiry strategy nuanced with *green chemistry* can develop undergraduate student's scientific reasoning skill.

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh inkuiri terbimbing berbantuan peta konsep bernuansa *green chemistry* terhadap keterampilan bernalar ilmiah mahasiswa jurusan analis kesehatan pada materi analisis volumetri. Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *cluster random sampling*. Rancangan penelitian yang digunakan adalah *Quasy Experiment* dengan pretest dan posttest. *Green chemistry* merupakan salah satu alternatif yang digunakan untuk memecahkan masalah dalam proses pembelajaran di kelas maupun di laboratorium khususnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran yang menggunakan inkuiri terbimbing berbantuan peta konsep bernuansa *green chemistry* dapat mengembangkan keterampilan bernalar ilmiah mahasiswa.

## Alamat Korespondensi:

Roushandy Asri Fardani  
Pendidikan Kimia  
Pascasarjana Universitas Negeri Malang  
Jalan Semarang 5 Malang  
E-mail: fardaniroushandy@gmail.com

Implementasi ilmu kimia dan ilmu kesehatan melalui proses pembelajaran diharapkan mampu mengembangkan kemampuan belajar mandiri mahasiswa yang berkaitan dengan kemampuan bernalar ilmiah yang dimiliki. Namun, sampai saat ini yang masih menjadi masalah utama dalam pembelajaran kimia pada perguruan tinggi yaitu masih rendahnya daya serap mahasiswa untuk menghubungkan pelajaran kimia dengan kehidupan sehari-harinya. Hal-hal yang menyebabkan mahasiswa kesulitan dalam mempelajari pelajaran kimia, khususnya kimia analitik adalah konsep yang dibahas dalam analitik yang sebagian besar bersifat abstrak, melibatkan hitungan matematis yang kompleks.

Pada kurikulum program studi D3 analis kesehatan matakuliah kimia analitik merupakan salah satu bagian dari kelompok matakuliah keilmuan dan keterampilan yang diberikan bobot 2 SKS. Matakuliah ini merupakan matakuliah yang menjadi dasar bagi ilmu (*basic science*) dari tiga matakuliah lanjut, yaitu keterampilan laboratorium, kimia klinik, kimia bahan makanan dan minuman (Pusdiknakes, 2003). Kimia analitik berfokus untuk menyiapkan mahasiswa agar memiliki keterampilan dalam melakukan analisa kimia kuantitatif non instrumentasi.

Salah satu materi yang diajarkan dalam matakuliah kimia analitik adalah analisis volumetri, melalui analisis volumetri mahasiswa diharapkan dapat mengidentifikasi jumlah komponen penyusun suatu bahan atau zat yang dianalisis sebagai analit. Tujuan utama dari analisis volumetri adalah untuk mengetahui kuantitas dari setiap komponen yang menyusun analit, analisis volumetri menghasilkan data numerik yang memiliki satuan tertentu. Data hasil analisis volumetria umumnya dinyatakan dalam

satuan volume, satuan berat, maupun satuan konsentrasi dengan menggunakan metode analisis tertentu (Ibnu dkk, 2005:1). Oleh karena itu, dalam mempelajari materi analisis volumetri tidak cukup hanya dengan menghafal pengertian suatu konsep dan aplikasinya, tetapi perlu juga dengan menggunakan proses berpikir dan menghubungkan antar teori.

Materi yang dibahas pada analisis volumetri meliputi titrasi asam basa, titrasi pengendapan dan titrasi redoks. Konsep-konsep yang dibahas pada materi analisis volumetri berupa konsep abstrak, konsep terdefinisi dan konsep berdasarkan proses. Pemilihan materi analisis volumetri pada penelitian ini didasarkan pada permasalahan yang dihadapi oleh mahasiswa jurusan analis kesehatan terhadap tingkat pemahaman pada materi ini kurang, hal tersebut disebabkan karena interaksi antara mahasiswa dengan materi yang belum efektif serta rendahnya kemauan mahasiswa untuk mengakui ataupun terbuka ketika menemui suatu konsep yang dianggapnya sulit.

Salah satu kegiatan pembelajaran yang dilakukan di laboratorium yaitu kegiatan praktikum. Praktikum sangatlah penting untuk dilakukan dalam pembelajaran kimia analitik guna memberikan keterampilan serta pengalaman kepada mahasiswa. Berdasarkan hasil pengamatan dan hasil keterangan beberapa mahasiswa tingkat dua atau semester tiga yang telah mendapatkan pelajaran kimia analisis makanan dan minuman mengalami kesulitan dalam praktikumnya (karena pada saat praktikum materi analisis volumetri mahasiswa tidak memahami maksud dari kegiatan praktikum tersebut), mahasiswa belum paham manfaat dan kegunaan materi yang dipelajari dengan kehidupan sehari-hari serta jumlah bahan kimia dan fasilitas laboratorium yang ada kurang memadai, sedangkan salah satu peran penting seorang analis yaitu mampu mengembangkan keterampilan laboratorium. salah satu yang dapat membantu untuk meningkatkan keterampilan mahasiswa di laboratorium adalah melalui *green chemistry* (Baezo, 2009).

Menurut Manahan (2006), *green chemistry* adalah suatu konsep yang mendorong desain dari sebuah produk ataupun proses yang mengurangi ataupun mengeliminir penggunaan dan penghasilan zat-zat berbahaya. *Green chemistry* merupakan alternatif yang bisa diterapkan dalam dunia pendidikan khususnya pada mata pelajaran kimia karena melalui konsep tersebut mahasiswa dapat meningkatkan wawasannya tentang lingkungan dan menumbuhkan sikap kepedulian terhadap lingkungan. Bodlalo, L.H., dkk. (2013) berpendapat bahwa saat ini *green chemistry* merupakan salah satu komponen essensial dalam pendidikan kimia sehingga diharapkan dengan menempatkan *green chemistry* dalam pembelajaran dapat menjadi sarana yang efektif dalam menumbuhkan keterampilan serta dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Burmeister, *et al*, (2012) menyatakan bahwa salah satu cara untuk membawa *green chemistry* kedalam pendidikan adalah dengan mengadaptasi prinsip *green chemistry* pada kegiatan pembelajaran dikelas maupun dilaboratorium. Analisis volumetri merupakan materi kimia yang cukup kontekstual sehingga memudahkan apabila pelajaran tersebut diaplikasikan dengan menggunakan prinsip *green chemistry*. Beberapa prinsip *green chemistry* yang dapat digunakan pada kegiatan pembelajaran analisis volumetri antara lain *waste prevention, use renewable feedstock and energy efficiency*. Selain penerapan konsep *green chemistry* diperlukan juga adanya strategi pembelajaran yang dapat membantu mahasiswa untuk mencapai dan menguasai materi pembelajaran analisis volumetri sesuai dengan kurikulum yang telah ditentukan salah satu strategi pembelajaran yang dapat membantu hal yang telah disebutkan diatas adalah strategi pembelajaran inkuiri. Salah satunya yaitu inkuiri terbimbing.

Inkuiri terbimbing merupakan strategi pembelajaran yang melibatkan mahasiswa untuk mengeksplorasi masalah-masalah kontekstual yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari serta memecahkannya melalui tahap-tahap metode ilmiah (Arends, 2008). Keefektifan strategi pembelajaran inkuiri terbimbing telah dibuktikan oleh Hofstein *et al*. (2005) dan Sulistina (2009). Hofstein *et al* (2005) berpendapat bahwa strategi inkuiri terbimbing mampu meningkatkan keterampilan siswa dalam mengajukan pertanyaan yang bermakna dan ilmiah sehingga berdampak pada lebih baiknya pencapaian hasil belajar mahasiswa pada materi kimia. Strategi pembelajaran inkuiri terbimbing memberikan kualitas yang baik pada proses pembelajaran serta memberikan dampak lebih baik terhadap hasil belajar mahasiswa dan keterampilan bernalar mahasiswa (Sulistina, 2009).

Inkuiri terbimbing mendorong mahasiswa menemukan pengetahuannya sendiri sedangkan teknik peta konsep digunakan untuk mengikuti restrukturisasi dan perubahan struktur kognitif mahasiswa serta membantu mahasiswa menghubungkan pengetahuan baru dengan pengetahuan awal yang telah dimiliki. Peta konsep diharapkan mampu membantu mahasiswa untuk mengingat kembali konsep yang telah dipelajari, melakukan kegiatan penemuan konsep pada pembelajaran sehingga akan membuat mahasiswa untuk berfikir dan bernalar.

Menurut Zimmerman (2007) dan Bao *et al* (2009) kemampuan untuk mengeksplorasi masalah secara sistematis, merumuskan dan menguji hipotesis, mengontrol dan memanipulasi variabel, serta mengevaluasi hasil eksperimen secara terpadu yang terlibat dalam pembelajaran inkuiri dikenal sebagai keterampilan bernalar ilmiah (*scientific reasoning skill*). Kemampuan ini merupakan seperangkat keterampilan dasar dan utama untuk mendukung proses eksperimentasi, evaluasi bukti, interferensi, dan argumentasi menuju pembentukan dan modifikasi konsep-konsep serta teori tentang sains. Keterampilan bernalar ilmiah mahasiswa sangat dibutuhkan untuk membekali mahasiswa pada jenjang D3 agar mereka dapat melanjutkan ke jenjang pendidikan yang lebih tinggi, maupun bersaing dalam dunia kerja selepas lulus. Bao *et al* (2009) yang menyatakan bahwa mahasiswa yang dibelajarkan dengan pendekatan inkuiri terbimbing berbantuan peta konsep menunjukkan peningkatan keterampilan bernalar ilmiah secara signifikan pada materi pelajaran sains, teknologi dan rekayasa daripada mahasiswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri tanpa bantuan peta konsep.

Penelitian ini akan memadukan strategi pembelajaran *inkuiri terbimbing* dengan peta konsep dan *green chemistry* yang akan berpengaruh positif pada keterampilan bernalar ilmiah mahasiswa. Keterampilan bernalar ilmiah dapat dikembangkan dengan penggunaan inkuiri terbimbing serta penggunaan prinsip *green chemistry* dalam pembelajaran. Hal ini didukung oleh Archarry (2010) yang mengemukakan bahwa pembelajaran dengan *green chemistry* dapat meningkatkan keterampilan bernalar ilmiah mahasiswa melalui kegiatan praktikum. Berdasarkan paparan diatas, maka penerapan strategi pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan peta konsep bernuansa *green chemistry* pada penelitian ini diduga dapat meningkatkan keterampilan bernalar ilmiah mahasiswa jurusan analis kesehatan Politeknik Kesehatan Medica Farma Husada Mataram pada materi analisis volumetri yang selama ini jarang dilakukan.

## METODE

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan penelitian eksperimen semu (*Quasy Experiment Design*) dengan jenis *pretest posttest design*. Penelitian ini dilaksanakan di Politeknik Kesehatan Medica Farma Husada Mataram pada bulan Februari–April 2017. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *cluster random sampling* sehingga digunakan dua kelas. Satu kelas sebagai kelas eksperimen yang akan dibelajarkan dengan inkuiri terbimbing berbantuan peta konsep bernuansa *green chemistry* dan satu kelas sebagai kelas kontrol yang akan dibelajarkan dengan inkuiri terbimbing tanpa bantuan peta konsep. Kedua kelas diberikan soal pretes dan tes awal KBI sebelum perlakuan dan posttest serta tes KBI akhir setelah diberikan perlakuan. Rancangan penelitian disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Rancangan Penelitian**

	Pretest	Perlakuan	Posttest
Kelas Eksperimen	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
Kelas Kontrol	O <sub>1</sub>	-	O <sub>2</sub>

(Sumber: Cresswell, 2009:150)

Keterangan:

X = Perlakuan dengan model pembelajaran Inkuiri Terbimbing berbantuan Peta Konsep Bernuansa *Green Chemistry*

O<sub>1</sub> = Pretes kelas eksperimen

O<sub>1</sub> = Pretes kelas kontrol

O<sub>2</sub> = Pascates kelas eksperimen

O<sub>2</sub> = Pascates kelas kontrol

Instrumen penelitian yang digunakan ada dua macam yaitu instrumen perlakuan dan instrumen pengukuran. Instrumen perlakuan adalah instrumen yang digunakan selama proses pembelajaran yang terdiri atas silabus, RPP, LKM. Instrumen pengukuran adalah instrumen yang digunakan untuk mengukur hasil perlakuan yaitu enam soal pretest, enam soal posttest, angket, peta konsep, dan tes keterampilan bernalar ilmiah yang terdiri atas 24 soal yang telah dikembangkan oleh Lawson (2000).

Data pengetahuan awal mahasiswa diperoleh dari hasil tes smateri dan tes KBI sebelum perlakuan. Instrumen-instrumen yang digunakan divalidasi oleh tiga orang dosen kimia. Instrumen yang teruji tersebut digunakan untuk mengumpulkan data. Selanjutnya pada data yang terkumpul dilakukan uji prasyarat analisis yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Setelah uji prasyarat analisis terpenuhi, selanjutnya dilakukan uji hipotesis dengan uji *ANCOVA* pada nilai signifikansi ( $\alpha$ ) = 0,050.

## HASIL

Keterampilan bernalar ilmiah (KBI) mahasiswa diukur berdasarkan hasil tes KBI menggunakan instrumen yang dikembangkan oleh Lawson (2000). Tes KBI yang dilakukan sebelum pembelajaran digunakan sebagai skor tes KBI awal dan tes KBI yang dilakukan setelah pembelajaran sebagai skor KBI akhir. Data keterampilan bernalar ilmiah mahasiswa akhir dianalisis dengan menggunakan uji *ANCOVA*. Sebelumnya dilakukan uji prasyarat analisis yaitu uji normalitas dan homogenitas data keterampilan bernalar ilmiah awal dan akhir. Hasil uji normalitas yang dianalisis dengan menggunakan uji Kolmogrov-Smirnov nilai signifikansi (0,643 dan 0,939) > 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data keterampilan bernalar ilmiah mahasiswa kelas eksperimen dan kelas kontrol terdistribusi normal. Hasil uji homogenitas dengan uji Levene diperoleh nilai signifikansi (0,674 dan 0,101) > 0,05 dapat disimpulkan bahwa keterampilan bernalar ilmiah mahasiswa kelas kontrol dan eksperimen mempunyai varian yang sama.

Berdasarkan uji prasyarat analisis diketahui data berdistribusi normal dan homogen, selanjutnya dilakukan uji hipotesis dengan menggunakan uji *ANCOVA*. Uji hipotesis ini digunakan untuk mengetahui apakah hipotesis penelitian diterima atau ditolak. Adapun hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

- H<sub>0</sub>: Tidak ada perbedaan keterampilan bernalar ilmiah mahasiswa yang dibelajarkan dengan inkuiri terbimbing berbantuan peta konsep bernuansa *green chemistry* dengan mahasiswa yang dibelajarkan dengan pembelajaran inkuiri terbimbing tanpa peta konsep pada materi analisis volumetri.
- H<sub>1</sub>: Ada perbedaan keterampilan bernalar ilmiah mahasiswa yang dibelajarkan dengan inkuiri terbimbing berbantuan peta konsep bernuansa *green chemistry* dengan mahasiswa yang dibelajarkan dengan pembelajaran inkuiri terbimbing tanpa peta konsep pada materi analisis volumetri.

Hasil uji hipotesis menggunakan uji *ANCOVA* terhadap data KBI awal dan KBI akhir mahasiswa diperoleh hasil yang disajikan pada Tabel 4.

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: KBIakhir

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	165,855 <sup>a</sup>	2	82,928	20,559	,000
Intercept	212,310	1	212,310	52,635	,000
KBIawal	63,455	1	63,455	15,731	,000
KELAS	44,569	1	44,569	11,049	,002
Error	149,245	37	4,034		
Total	5744,000	40			
Corrected Total	315,100	39			

a. R Squared = ,526 (Adjusted R Squared = ,501)

Berdasarkan Tabel 4 di atas dapat diketahui bahwa nilai nilai signifikansi (0,000) lebih kecil dari taraf nyata yang ditentukan sebesar 0,05 maka H<sub>0</sub> ditolak dan H<sub>1</sub> diterima.

#### PEMBAHASAN

Hasil penelitian tes keterampilan bernalar ilmiah awal mahasiswa pada kelas eksperimen dengan rata-rata 6,70 dan kelas kontrol 5,40, terdapat kesamaan tingkat KBI yang dimiliki kedua kelas sebelum pembelajaran. Setelah pembelajaran dengan menggunakan strategi inkuiri terbimbing berbantuan peta konsep bernuansa *green chemistry* dilakukan tes KBI akhir lalu diuji statistik. Dari hasil uji tersebut nilai rata-rata KBI kelas eksperimen sebesar 13,25 dan KBI kelas kontrol sebesar 10,05. Uji statistik dari hasil tes keterampilan bernalar ilmiah akhir mahasiswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol menunjukkan adanya perbedaan KBI yang dimiliki oleh mahasiswa, hal tersebut menunjukkan bahwa antara strategi pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan peta konsep bernuansa *green chemistry* dan inkuiri terbimbing tanpa peta konsep memberikan dampak yang berbeda dalam mengembangkan keterampilan bernalar ilmiah mahasiswa.

Tujuan dari pembelajaran di kelas maupun di laboratorium yaitu tidak hanya sekedar bagaimana prosedur kegiatan di kelas terutama di laboratorium yang benar namun bagaimana keterampilan bernalar ilmiah dapat berkembang. Laboratorium pada pembelajaran kimia tidak hanya sebagai tempat untuk menguji dan mengecek kebenaran dari teori yang telah dipelajari tetapi juga sebagai tempat untuk mengembangkan keterampilan bernalar ilmiah. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan peta konsep bernuansa *green chemistry* dapat mengembangkan keterampilan bernalar ilmiah berupa (1) keterampilan mengobservasi, mahasiswa melakukan observasi ketika mengamati perubahan warna yang terjadi pada sampel ketika ditambahkan indikator karena larutan bereaksi dan mencapai titik ekuivalen, dan reaksi kimia berhenti, (2) keterampilan berhitung dan mengolah data: mahasiswa membuat perhitungan untuk mengetahui konsentrasi larutan yang digunakan, (3) keterampilan bereksperimen: mahasiswa mampu melakukan percobaan titrasi sendiri dengan metode dan alat yang baru mereka gunakan.

Hasil penelitian tersebut sesuai dengan hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Baeza, 2009) yang menyatakan bahwa pembelajaran teori maupun praktikum berbasis *green chemistry* dapat meningkatkan keterampilan bernalar ilmiah. Hal tersebut diperkuat oleh hasil penelitian Adey & Shayer, (1990); Lawson (1995); Benford & Lawson, (2001); Gerber *et al* (2001) dalam (Han, 2013) menunjukkan bahwa pembelajaran sains berbasis inkuiri dapat meningkatkan keterampilan bernalar ilmiah. Dapat disimpulkan bahwa keterampilan bernalar ilmiah tidak hanya berkaitan dengan sesuatu yang dimiliki oleh seseorang, melainkan segala sesuatu yang dilakukan oleh seseorang untuk menuju pada suatu pemahaman ilmiah sebagai hasil akhirnya yang artinya dalam hal ini strategi pembelajaran berpengaruh terhadap KBI akhir mahasiswa sehingga terdapat perbedaan hasil KBI akhir antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Penerapan pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan peta konsep bernuansa *green chemistry* selain berpengaruh terhadap perkembangan keterampilan bernalar ilmiah mahasiswa juga memiliki beberapa manfaat seperti kampus dapat berperan dalam menjaga lingkungan sekitar dengan meminimalkan pembuangan limbah bahan kimia. Selain itu, permasalahan pembelajaran di laboratorium yang dialami kampus ini dapat teratasi.

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka kesimpulan yang dapat diperoleh dalam penelitian ini adalah ada perbedaan keterampilan bernalar ilmiah mahasiswa yang dibelajarkan dengan pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan peta konsep bernuansa *green chemistry* dengan mahasiswa yang dibelajarkan dengan inkuiri terbimbing tanpa peta konsep.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diajukan, saran yang dapat diajukan adalah (1) guru dapat menggunakan peta konsep guna membantu dalam menyajikan pelajaran dalam bentuk yang sederhana, (2) perlu dirancang pembelajaran teori maupun praktikum di laboratorium kimia dengan mengaplikasikan prinsip-prinsip *green chemistry* baik di sekolah menengah maupun di perguruan tinggi, dan (3) peneliti lain dapat melakukan penelitian-penelitian pada materi kimia lainnya yang berorientasi *green chemistry*.

### DAFTAR RUJUKAN

- Arends, R. I. 2008. *Learning to Teach: Belajar untuk Mengajar Jilid 1*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Bao, L., Cai, T., Koenig, K., Han, J., & Wu, N. 2009. Learning and Scientific Reasoning. *Science*, 323 (5914):586—587.
- Cresswell, J. W. 2015. *Riset Pendidikan Perencanaan, Pelaksanaan, dan Evaluasi Riset Kualitatif dan Kuantitatif Edisi Kelima*. Terjemahan Soetjipto, H.P. & Soetjipto, S. M. 2015. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Han, J. 2013. Cognitive Development in children: Piaget Development and Learning. *Journal of research and Science Teaching*.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N. 2004. The Laboratory in Science Education: Foundations for Twnty-First Century. *Science Educaion*, 88: 28—54.
- Ibnu, S., Endang Budiasih., Widarti, H. R., & Munzil. 2005. *Kimia Analitik I*. Malang: UM Press.
- Jack, G. U. 2013. Concept Mapping and Guided Inquiry as Effective Techniques for Teaching Difficult Concepts in Chemistry: Effect on Students Academic Achievement. *Journal of Education and Practice*. (Online), 4 (5):9—16. (<http://www.iiste.org/Journals/index.php/JEP/article/view/4782/4861>, diakses 20 Mei 2017).
- Lawson, A. E. 2000. The Development and Validation of Classroom Test of Formal Reasoning. *Journal of Science Education*. (Online), 15 (1):11—14, (<http://www.public.asu.edu/~anton1/AssesessArticles/Assesments/Mathematics%20Assesments/Scientific%20Reasoning%20Test.pdf>, diakses 20 Mei 2017).
- Sulistina, O. 2009. *Keefektifan Penggunaan Metode Pembelajaran Inkuiri Terbuka dan Inkuiri Terbimbing dalam Meningkatkan Kualitas Proses Pembelajaran dan Hasil Belajar Kimia Siswa Kelas X SMA Laboratorium Malang*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Zimmerman, C. 2007. The Development of Scientific Thingking Skills in Elementary and Middle School. *Development Review* 27, 172—223.