

PEMBELAJARAN KIMIA INOVATIF UNTUK MELATIH MENJELASKAN DAN MENYELESAIKAN MASALAH LARUTAN PADA PESERTA DIDIK MAN DI ACEH

Mujakir

UIN Ar-Raniry Banda Aceh
mujakirdisya@gmail.com

Rusydi

rusydi_ta@yahoo.co.id
UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Abstrak

Kemampuan peserta didik menjelaskan contoh konsep sangat kurang. Fakta tersebut diperoleh dari hasil pendampingan yang dilakukan oleh Prodi Pendidikan Kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan dengan Madrasah Aliyah Negeri yang menjadibinaan UIN Ar-raniry Banda Aceh. Berdasarkan fakta di atas peneliti melakukan pengabdian berbasis riset yang dibiayai oleh DIKTIS tahun anggaran 2018. Tujuan penelitian adalah mendesain pembelajaran kimia inovatif dengan melibatkan tiga level representasi kimia. Desain pembelajaran ini, di dalam implementasinya, menggunakan prosedur spesifik, yaitu parafrase, elaborasi, latihan rutin dan nonrutin, dan cek kembali. Prosedur tersebut dirancang untuk melatih peserta didik menganalisis dan menjelaskan konsep. Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data terdiri atas lembar validasi, lembar pengamatan pendampingan, lembar pengamatan keterlaksanaan pembelajaran yang dikembangkan, dan tes hasil belajar. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan deskripsi kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif terdiri atas (a) data hasil validasi desain yang dikembangkan dan (b) data hasil belajar setelah pendampingan implementasi di dalam kelas, sedangkan data yang dianalisis secara kualitatif, yaitu (a) hasil pendampingan mendesain pembelajaran, (b) hasil pendampingan implementasi di dalam kelas. Berdasarkan hasil progress penelitian yang telah dilaksanakan dapat dikatakan bahwa desain pembelajaran yang dikembangkan dapat membuat peserta didik lebih teliti, terampil dalam menjelaskan konsep kimia, dan sensitif terhadap fenomena kimia.

Kata kunci: *Pembelajaran, Kimia Inovatif*

Abstract

The ability of students in explaining expanded concept was extremely weak. The fact was identified from the result of accompaniment done by the department of educational chemistry

of Tarbiyah and Keguruan Faculty collaborated with Islamic Senior High Schools under the control of UIN Ar-Raniry. Based on the facts above, the researchers conducted research-based research/tranformatif research that was funded by the DIKTIS 2018. The aim of this research was to design innovative chemistry teaching-learning which involved three levels of chemical representation. In the process, the teaching-learning design was used three specific procedures, namely paraphrasing, elaborating, continuous and non-continuous exercising/drilling, and rechecking. The procedures were designed to train students to analyze and explain the concept. Instruments used to collect the data were the sheets of validation, accompaniment observation, implementation observation toward the teaching-learning process developed, and learning test. The obtained data were analyzed quantitatively and qualitatively. The quantitative data were from the result of validation of design developed and learning test. Besides, the quantitative data were from the result of accompaniment of learning design and the implementation in the classroom. Based on the tentative result, the teaching-learning design helps students explain the chemical concept critically and makes them aware to the chemical phenomena.

Keywords: *Learning, Innovative Chemistry*

PENDAHULUAN

Beberapa Madrasah Aliyah di Aceh sedang dikembangkan untuk menjadi madrasah percontohan, baik dalam keunggulan, prestasi maupun dalam kelulusan *output* pendidikan yang berkualitas. Untuk mencapai keunggulan/prestasi tersebut di atas, sangat diperlukan masukan/inputnya serta kegiatan proses pendidikannya diarahkan untuk menunjang tercapainya tujuan pendidikan yang lebih sukses. Begitu juga dengan kerja keras seluruh komponen pendidikan serta didukung oleh komite madrasah, orang tua peserta didik dan masyarakat lingkungannya terhadap peningkatan kualitas proses dan hasil pendidikan di tingkat pusat, provinsi dan kabupaten/kota.

Hasil studi *Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)* sains Tahun 2011 mengisyaratkan agar kurikulum dan proses pembelajaran di Indonesia perlu diperbaiki, terutama pada konten kimia khususnya pada pengetahuan kimia yang sifatnya umum, misalnya sifat zat dan diajarkan dengan soal-soal yang bertipe esai. Tujuannya adalah untuk melatih peserta didik berpikir tingkat tinggi supaya mampu mengembangkan kecakapan untuk hidup.

Kemampuan menjelaskan dan menyelesaikan masalah kimia yang dikembangkan saat ini mengarahkan fenomena kimia pada tiga level representasi yang berbeda, yakni makroskopik, submikroskopik, simbolik, dan harus diajarkan secara eksplisit hubungan antara

level representasi yang satu dengan yang lainnya.¹ Kimia juga mempelajari interaksi sifat-sifat atom dengan tujuan untuk menerapkan pengetahuan pada tiga level, yaitu makroskopik, submikroskopik dan simbolik.² Hal ini menunjukkan jika memiliki kemampuan memahami ketiga level representasi kimia secara mendalam, maka dapat membantu peserta didik untuk memecahkan dan menjelaskan masalah kimia.

Di era globalisasi seperti saat ini, semua guru dituntut untuk dapat mendesain pembelajaran yang inovatif. Kenyataannya di lapangan masih ditemukan tidak semua guru Madrasah Aliyah di Aceh dapat mendesain pembelajaran, terutama pada ruang lingkup pembelajaran kimia, peserta didik Madrasah Aliyah tersebut tertinggal dalam menjelaskan konsep abstrak terkait fenomena yang terjadi dalam materi kimia. Informasi tersebut adalah hasil observasi dan pendampingan evaluasi selama dua semester terakhir di MAN 3 Banda Aceh. Penelitian ini bertujuan untuk melatih guru-guru kimia pada tingkat Madrasah Aliyah dalam mendesain pembelajaran kimia inovatif.

Relevansi tersebut dikemukakan secara spesifik oleh Johnstone³ menunjukkan bahwa ahli kimia dapat melihat subyek materi setidaknya pada tiga level yang berbeda: (1) deskriptif dan fungsional: tingkat di mana fenomena yang dialami, diamati, dan dijelaskan, (2) representasi: tingkat di mana tanda-tanda yang digunakan untuk merepresentasikan dan mengkomunikasikan konsep dan ide, (3) penjelasan: tingkat di mana fenomena dijelaskan.³

Berkaitan dengan itu, materi kimia memiliki karakteristik materi lebih spesifik, maka dalam memecahkan masalah perlu di-*scaffolding* berdasarkan multi level representasi (makroskopik, simbolik, dan sub-mikroskopik). Jika mengacu pada Permendikbud No. 65 Tahun 2013 tentang Standar Proses Pembelajaran, yang di dalamnya mengisyaratkan tentang pentingnya penerapan pendekatan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik⁴, maka penguasaan guru tentang *scaffolding* menjadi penting agar peserta didik dapat mengembangkan potensi yang dimilikinya secara optimal. Sejalan dengan itu, bahwa *scaffolding* penting dalam memecahkan masalah karena mencakup belajar secara eksplisit dan bagaimana memandu peserta didik dalam memecahkan dan menjelaskan masalah.⁵ Di sisi lain

¹ Treagust, D.F., Chittleborough & Mamiali, The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanation, *International Journal of Science Education*. 2003, hal. 1353.

² Guzet Buket Y., & Emine A., Use of multiple representations in developing preservice chemistry teachers' understanding of the structure of matter, *International Journal of environmental & science Education*, 2013, hal. 109.

³ Johnstone A. H., The Development of Chemistry Teaching A Changing Response to Changing Demand. *Symposium on fievolution and Evolution in Chemical Education*. 1993, hal. 701.

⁴ Permendikbud RI No. 65 Tahun 2013 Tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah.

⁵ Nicolaidou Iolie, Kyza Eleni A., Terzian Frederiki, HadjichambiAndreas S., Kafouris Dimitris, A Framework for Scaffolding Students' Assessment of the Credibility of Evidence, *Journal Of Research in Science Teaching*, 2011, hal. 711.

pentingnya diberikan *scaffolding*, karena kimia merupakan cabang ilmu yang dianggap sebagai pelajaran yang sulit.

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, perlu dilakukan pendampingan pengabdian tentang “*pembelajaran kimia inovatif untuk melatih peserta didik menjelaskan dan menyelesaikan masalah*”, Peserta didik akan mendapat kesempatan untuk mengkonstruksi skemata dalam menyelesaikan permasalahan kimia berdasarkan multi level representasi (MLR) menggunakan teknik *scaffolding*. Karena selama ini ketiga level representasi (Makro, simbolik dan sub-mikroskopik) tidak diajarkan secara simultan akibatnya peserta didik mengalami kesulitan untuk menyelesaikan masalah yang lebih kompleks, terutama dalam mengintegrasikan skemata pengetahuan untuk menjawab permasalahan yang berkaitan dengan kimia lebih kompleks dalam kehidupan sehari-hari.⁶ bertujuan untuk mendesain pembelajaran kimia berdasarkan multi level representasi untuk menjelaskan konsep abstrak.

Terkait dengan uraian di atas, menurut pemaparan salah satu Guru Kimia dari Madrasah tempat *survey* dilakukan diketahui bahwa sampai saat ini masih sedikit informasi yang diberikan kepada guru kimia melalui kegiatan pendampingan maupun pelatihan tentang desain pembelajaran kimia inovatif. Dengan demikian, melalui program karya pengabdian dosen FTK UIN Ar-Raniry akan dilakukan kegiatan pendampingan desain pembelajaran kimia inovatif untuk madrasah mitra FTK UIN Ar-Raniry dengan tujuan memberikan pemahaman yang benar mengenai desain pembelajaran kimia inovatif sehingga guru-guru mata pelajaran kimia dapat menerapkan strategi, metode dan model pembelajaran yang benar dalam pembelajaran kimia, kegiatan ini juga sebagai sarana penguatan kerja sama kelembagaan antara FTK UIN Ar-Raniry dengan madrasah di Kota Banda Aceh yang telah terjalin melalui *Memorandum of Understanding (MoU)* Fakultas Tarbiyah dan Keguruan dan Sekolah/Madrasah Latihan Praktik Pengalaman Lapangan.

Pendampingan pengabdian ini dilaksanakan untuk menghasilkan desain pembelajaran kimia yang memiliki kriteria tertentu dan perangkat pembelajaran yang meliputi; Silabus, lembar kerja peserta didik, Bahan Ajar peserta didik, Lembar Penilaian (tes hasil belajar).

Desain yang digunakan dalam penelitian pengabdian ini adalah penelitian dan pengembangan yang dimodifikasi oleh peneliti dari Sugiyono.⁷ Penelitian dilaksanakan dalam tiga tahap, yaitu: (1) tahap pendahuluan, yaitu study literatur, study lapangan, deskripsi dan analisis hasil, (2) tahap pengembangan, yaitu desain strategi pembelajaran berdasarkan MLR,

⁶ Russell, J.W., “Use of Simultaneous-Synchronized Macroscopic, Microscopic, and Symbolic Representations to Enhance the Teaching and Learning, 1997, hal. 307.

⁷ Sugiyono, Metode Penelitian Pendidikan Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung, Alfabeta, 2016, hal. 408.

penyusunan perangkat dilanjutkan dengan uji coba terbatas, evaluasi dan perbaikan (3) tahap implementasi, yaitu uji coba luas dan penerapan perangkat pembelajaran yang dikembangkan.

Kimia sebagai salah satu disiplin ilmu yang diajarkan di Madrasah membutuhkan penalaran, pengertian, pemahaman dan aplikasi yang tinggi, sehingga banyak peserta didik yang kurang berminat mempelajari kimia dan menganggapnya sebagai suatu bidang studi yang sukar dipahami. Pada saat ini pembelajaran kimia di Madrasah Aliyah tampaknya hanya dititikberatkan pada penuntasan materi, serta mengacu kepada soal-soal UN dan SNMPTN. Akibatnya pembelajaran kimia hanya sarat dengan rumus dan hafalan yang kurang menarik bagi peserta didik. Faktor ini merupakan salah satu penyebab rendahnya prestasi peserta didik dalam bidang studi kimia.

Untuk menghilangkan anggapan tersebut, diharapkan para guru kimia dapat menyajikan dan memberikan motivasi serta memperkenalkan materi kimia dengan lebih menarik, agar penyajian materi menjadi lebih menarik dalam proses pembelajaran di sekolah guru dituntut untuk menggunakan suatu model pembelajaran.

Penelitian ini dilaksanakan untuk strategi pembelajaran berdasarkan MLR yang memiliki kriteria tertentu dan perangkat pembelajaran yang meliputi; Silabus, lembar kerja peserta didik, Bahan Ajar peserta didik, Lembar Penilaian (tes hasil belajar). Desain yang digunakan dalam penelitian pengabdian ini adalah penelitian dan pengembangan yang dimodifikasi oleh peneliti dari Sugiyono. Penelitian dilaksanakan dalam tiga tahap, yaitu: (1) tahap pendahuluan, yaitu study literatur, study lapangan, deskripsi dan analisis hasil, (2) tahap pengembangan, yaitu desain strategi pembelajaran berdasarkan MLR, penyusunan perangkat dilanjutkan dengan uji coba terbatas, evaluasi dan perbaikan (3) tahap implementasi, yaitu uji coba luas dan penerapan perangkat pembelajaran yang dikembangkan.⁸ Populasi yang digunakan dalam penelitian adalah Madrasah Aliyah di Aceh, sedangkan sampel diambil secara acak dari tiga kabupaten kota yaitu MAN Insan Cendekia Kabupaten Aceh Timur, MAN 4 Aceh Besar, dan MAN 3 Kota Banda Aceh. Instrument yang digunakan; Lembar validasi, lembar observasi. Data hasil validasi yang diperoleh diolah menggunakan persentase (%), sedangkan data hasil observasi dideskripsikan secara kualitatif.

PEMBAHASAN

Bagian ini membahas tentang hasil validasi perangkat pembelajaran, observasi keterlaksanaan, dan kegiatan pendampingan. Kegiatan pendampingan pada tiga kabupaten kota dilaksanakan sebanyak empat kali dengan tahapan berikut: (I) menjumpai guru untuk menjelaskan maksud dan tujuan peneliti, (II) menjelaskan cara mendesain pembelajaran

⁸ Sugiyono, Metode Penelitian ... 2016, hal. 408.

meliputi silabus, RPP dan Bahan Ajar, (III) melatih mendesain bahan ajar dan LKPD, (IV) mendampingi dalam implementasi desain pembelajaran yang dikemngkan.

1. Hasil validasi desain yang dikembangkan

Desain pembelajaran yang dikembangkan dikatakan valid apabila menunjukkan adanya kebaruan (*state-of-the-art*), memiliki landasan yang kuat, dan terdapat konsistensi antar komponennya (Nieveen, 2007).⁹ Berdasarkan ketentuan tersebut, maka pembelajaran didesain berdasarkan multi level representasi. Desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat pembelajaran yang terdiri atas RPP, bahan ajar, dan LKPD. RPP menguraikan tentang komponen-komponen paraphrase, elaborasi, latihan rutin dan nonrutin, cek kembali. Bahan ajar berisikan tentang materi yang disesain berdasarkan multi level representasi. LKPD mengoprasionalkan atau melaksanakan pembelajaran dengan berdasarkan level representasi yang terdiri atas lembar kegiatan dan lembar tugas. Beberapa saran dan masukan yang diberikan validator adalah; (1) ciri kebaruan desain yang dikembangkan perlu dipertajam, yaitu adanya latihan rutin dan non rutin, prosedur penyelesaian masalah, lebih sederhana dalam implementasi, dapat tergambarkan karakteristik peserta didik dalam menyelesaikan masalah, (2) antar representasi tidak selalu bertautan pada setiap langkah, (3) kaitan antar konsep perlu diperkuat lagi, (4) perlu diperjelas peran guru.

Draft hipotetik yang dikembangkan divalidasi melalui kegiatan *Focus Group Discussion* (FGD) yang dilaksanakan pada hari Rabu tanggal 18 September 2018 di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh dan terdiri atas tiga pakar pendidikan kimia sebagai validator 1, 2, dan 3 serta ditambah dengan dua Praktisi. Desain yang dikembangkan divalidasi secara isi dan konstruk. Validasi isi menggambarkan tentang kebaruan dan kebutuhan, sedangkan validasi konstruk menggambarkan tentang konsistensi antara desain yang dikembangkan dengan teori pendukung serta konsisten antar komponen (Nieveen, 1999).¹⁰

Berdasarkan skor validasi untuk setiap komponen desain pembelajaran menunjukkan bahwa komponen-komponen berada pada rentang 3,33 hingga 3,78. Seluruh komponen termasuk dalam kategori sangat valid dengan skor masing-masing; rasional desain pembelajaran, 3,33, dukungan teoritik dan empirik 3,50, Tahapan-tahapan 3,35, perencanaan pembelajaran 3,58, petunjuk pelaksanaan pembelajaran dengan desain yang dikembangkan 3,50, sistem pendukung 3,78, dampak instruksional dan dampak pengiring 3,70. Koefisien

⁹ Nieveen, N., Formative evaluation in educational design research. In T Plompo and N Nieveen (Eds.), *An Instruction to Educational Desgn Research*, Enschede: SLO, Netherlands Institute for Curriculum Development, 2007, hal. 89.

¹⁰ Nieveen. N., Prototyping to reach product quality. In Akker, J. V. D., Branch, R. M., Gustafson, K., Nieveen,N., dan plomp, T. (Eds.), *Design Approaches and Tools in Education ang Training*, Netherlands: Springer, 1999, hal. 125.

reliabilitas instrumen validasi strategi berdasarkan MLR berada pada rentang 84,21% hingga 99,22%. Koefisien reliabilitas terendah sebesar 84,21% untuk komponen rasional strategi, dan koefisien skor tertinggi sebesar 99,22% untuk komponen sistem pendukung. Komponen lainnya memiliki koefisien reliabilitas 85,71% untuk komponen petunjuk pelaksanaan pembelajaran dengan desain yang dikembangkan, koefisien reliabilitas komponen perencanaan pembelajaran sebesar 89,66%, koefisien reliabilitas komponen tahapan-tahapan sebesar 91,60%, koefisien reliabilitas komponen dukungan teori dan empirik 92,68%, koefisien reliabilitas komponen dampak instruksional dan dampak pengiring sebesar 98,51%. Koefisien reliabilitas tersebut berada di atas ketentuan *inter observer agreement*, yaitu 75% (Borich, 1994) sehingga dapat dikatakan bahwa hasil validasi setiap item komponen yang terdapat pada desain pembelajaran berdasarkan tiga level representasi kimia dalam kategori reliabel.

Tabel 1:

Uraian Hasil Revisi Hasil Validasi Desain pembelajaran

Saran, Masukan, dan Pertanyaan	Revisi dan Jawaban
1. Perbaiki silabus meliputi; (1) perlu ditambahkan bahan yang lebih mutakhir, (2) perlu dicek kembali alokasi waktu dinaskahnya, (3) kegiatan pembelajaran telah dijelaskan secara rinci, tetapi perlu diatur kalimatnya.	Dirvisi berdasarkan saran sebagaimana disajikan dalam silabus revisi. Kata-kata operasional dalam standar kompetensi dan kompetensi dasar kata memahami dan menjelaskan diganti dengan mengkaji .
2. Beberapa saran dari validator terkait RPP; (a) indikator perlu menggunakan kata-kata kerja operasional yang memuat C4, C5, dan C6, (b) kata penulisan diganti dengan kata menuliskan, (c) penyusunan tujuan pada perangkat pembelajaran perlu mengikuti format A (<i>audience</i>), B (<i>behaviour</i>), C (<i>condition</i>), dan D (<i>degree</i>).	Hasil revisi RPP 01 hingga RPP 07.
3. Materi yang disajikan di dalam bahan ajar terkait: (a) ilustrasi perlu dibuat lebih menarik, (b) keluasan dan kedalaman materi perlu ditambahkan, (c) perlu dibuat lebih provokatif, (d) menciptakan komunikatif interaktif kurang dapat dilihat.	Telah direvisi berdasar saran. Hasil revisi disajikan dalam bahan ajar.
4. Masalah dalam lembar kerja peserta didik perlu dibuat lebih provokatif, agar peserta didik termotivasi dalam mengkaji fenomena kimia yang terjadi berdasarkan MLR.	Revisi telah diuraikan di dalam LKPD.
5. <i>scaffolding</i> dalam kegiatan pendampingan	<i>Scaffolding</i> diberikan pada guru yang

Saran, Masukan, dan Pertanyaan	Revisi dan Jawaban
perlu disesuaikan dengan kebutuhan.	mengalami kesulitan saja, <i>scaffolding</i> dikurangi berdasarkan peningkatan kemampuan guru dalam mendesain pembelajaran.
6. Lembar penilaian perlu diperbaiki: (a) gambar pada item soal nomor 2 perlu diperbaiki, (b) gambar pada item soal nomor 9 perlu dibuat lebih proporsional.	Hasil revisi lembar penilaian Kebaruan: (a) adanya latihan rutin dan nonrutin, (b) adanya prosedur penyelesaian masalah berdasarkan MLR, (c) Dapat tergambarkan karakteristik peserta didik dalam menyelesaikan masalah terkait MLR.
7. Apa kebaruan penelitian Anda?	

Implementasi desain pembelajaran yang dikembangkan didukung oleh perangkat pembelajaran, oleh karena itu perangkat pembelajaran perlu dikembangkan dan dilakukan validasi. Perangkat pembelajaran dikembangkan pada bahan kajian larutan. Perangkat pembelajaran meliputi silabus, RPP, Bahan Ajar Peserta didik, LKPD, lembar tes kemampuan representasi dan memecahkan masalah kimia berdasarkan tiga level representasi. Perangkat pembelajaran tersebut divalidasi oleh tiga pakar kimia.

Validitas RPP

Komponen-komponen RPP yang divalidasi meliputi identitas, tujuan pembelajaran, alat dan sumber pembelajaran, strategi, metode dan teknik pembelajaran, dan kegiatan pembelajaran. Ringkasan data hasil validasi RPP terdapat pada Tabel 3.

Tabel 2:
Analisis Data Hasil Validasi RPP

No	Komponen yang Dinilai	Rerata Skor Validasi	Kriteria Validitas	Koefesien Reliabilitas (%)	Reliabilitas
IDENTITAS					
1	Penulisan Satuan pendidikan	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
2	Penulisan mata pelajaran	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
3	Penulisan kelas dan semester	4,00	Sangat	100	Reliabel

No	Komponen yang Dinilai	Rerata Skor Validasi	Kriteria Validitas	Koefesien Reliabilitas (%)	Reliabilitas
			Valid		
4	Penulisan materi pokok	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
5	Penulisan alokasi waktu	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel
TUJUAN PEMBELAJARAN					
1	Penulisan kompetensi dasar	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel
2	Penulisan kompetensi inti	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
3	Penulisan tujuan	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
4	Penulisan indicator	3,33	Sangat Valid	85	Reliabel
5	Kesesuaian antara tujuan dengan indicator	3,00	Valid	100	Reliabel
ALAT DAN SUMBER PEMBELAJARAN					
1	Kesesuaian antara alat dengan tujuan pembelajaran	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel
2	Kesesuaian antara sumber belajar dengan tujuan pembelajaran	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel
STRATEGI, METODE, DAN TEKNIK PEMBELAJARAN					
1	Kesesuaian antara strategi dengan tujuan pembelajaran	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel
2	Kesesuaian antara metode dengan tujuan pembelajaran	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel
3	Kesesuaian teknik dengan tujuan pembelajaran	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel
KEGIATAN PEMEMBELAJARAN					
1	Dosen memotivasi peserta didik dan menyampaikan tujuan	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
2	Strategi pembelajaran berdasarkan MLR sesuai dengan	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel

No	Komponen yang Dinilai	Rerata Skor Validasi	Kriteria Validitas	Koefesien Reliabilitas (%)	Reliabilitas
	tujuan pembelajaran				
3	LKPD dan bahan ajar menunjang ketercapaian tujuan pembelajaran	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
4	Langkah-langkah pembelajaran ditulis lengkap dalam RPP	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
5	Langkah-langkah pembelajaran memuat urutan kegiatan pembelajaran untuk melatih penyelesaian masalah larutan berdasarkan MLR	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
6	Kegiatan pembelajaran pada setiap langkah pembelajaran mengarahkan peserta didik untuk memiliki kemampuan menyelesaikan masalah berdasarkan MLR.	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
7	Langkah-langkah pembelajaran berdasarkan MLR diuraikan secara rinci di dalam RPP	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
8	Membimbing peserta didik mengecek kemabli kebenaran prosedur dan jawaban	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
9	Mengecek kemampuan memecahkan masalah peserta didik dengan memberikan latihan soal pemantapan	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel

Validasi Bahan Ajar

Bahan ajar digunakan peserta didik sebagai sumber untuk mempelajari bahan kajian larutan dalam melatih kemampuan memecahkan masalah dan kemampuan representasi berdasarkan MLR. Validasi bahan ajar meliputi beberapa komponen yaitu kelayakan isi, komponen bahasa, dan komponen penyajian. Rincian skor validasi semua aspek untuk setiap komponen dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3:
Analisis Data Hasil Validasi Bahan Ajar Peserta didik.

N	Aspek yang Dinilai	Rerata	Kriteria Validitas	Koefesien Reliabilitas (%)	Reliabilitas
KELAYAKAN ISI					
1	Memiliki daya Tarik	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel
2	Kesesuaian bahan ajar dengan tujuan pembelajaran	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel
3	Keluasan materi	3,33	Sangat Valid	85,71	Reliabel
4	Kedalaman materi	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel
5	Akurasi fakta	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel
6	Kebenaran konsep (isi)	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel
7	Ksesuaian fenomena dengan masalah tentang materi yang akan diajarkan berdasarkan MLR	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel
8	Menumbuhkan rasa ingin tahu	3,33	Sangat Valid	85,71	Reliabel
9	Kesesuaian dengan strategi pembelajaran berdasarkan MLR dan teknik <i>scaffolding</i>	3,33	Sangat Valid	85,71	Reliabel
10	Kesesuaian dengan perkembangan ilmu terkini	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel
KOMPONEN BAHASA					
1	Sesuai dengan tingkat perkembangan berpikir peserta didik	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
2	Sesuai dengan tingkat perkembangan sosial emosional peserta didik	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel

N	Aspek yang Dinilai	Rerata	Kriteria Validitas	Koefisien Reliabilitas (%)	Reliabilitas
3	Ketepatan struktur kalimat dan kebaruan istilah	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel
4	Menciptakan komunikatif	3,33	Sangat Valid	85,71	Reliabel
5	Ketepatan tata bahasa dan ejaan	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel
6	Tidak menimbulkan penafsiran ganda	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel
7	Mudah dipahami	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel
KOMPONEN PENYAJIAN					
1	Kelogisan dan keseimbangan substansi antar bab/subbab	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel
2	Berpusat pada peserta didik	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
3	Penyajian teks, tabel, dan gambar	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
4	Kemutakhiran daftar pustaka	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel

Hasil validasi bahan ajar yang telah disajikan pada Tabel 3 di atas berada dalam kriteria sangat valid dengan rentang skor antara 3,33 hingga 4,00. Koefisien reliabilitas sebesar 85,71% hingga 100% semua aspek termasuk dalam kategori reliabel. Hasil validasi bahan ajar yang telah dilakukan oleh validator direvisi berdasarkan saran dan masukan dari validator. Beberapa saran dan masukan dari validator adalah; (1) ilustrasi perlu dibuat lebih menarik, (2) keluasan dan kedalaman materi perlu ditambahkan, (3) perlu dibuat lebih provokatif, (4) menciptakan komunikatif interaktif kurang dapat dilihat.

a. Validasi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Lembar kegiatan peserta didik digunakan sebagai pedoman bagi peserta didik dalam melakukan kegiatan pembelajaran, dalam hal ini melatih kemampuan memecahkan masalah dan kemampuan representasi berdasarkan MLR. Hasil validasi lembar kegiatan peserta didik bahan kajian larutan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4:
Analisis Data Hasil Validasi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

N o	Aspek yang Dinilai	Rerata	Kriteria Validitas	Koefisien Reliabilitas (%)	Reliabilitas
Identitas					
1	menuliskan identitas LKPD	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel
2	mencantumkan identitas peserta didik	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel
Aspek Petunjuk					
1	penjelasan perintah/petunjuk LKPD	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
2	petunjuk memuat perintah memecahkan masalah berdasarkan LKPD	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
3	menuliskan tujuan pembelajaran	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
Kelayakan Isi					
1	luas materi	3,33	Sangat Valid	85,71	Reliabel
2	kedalaman materi	3,00	Valid	100	Reliabel
3	kebenaran konsep (isi)	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
4	kesesuaian fenomena dengan masalah berdasarkan MLR	3,67	Sangat Valid	85,71	Reliabel
5	urutan langkah-langkah dan prosedur penyelesaian masalah melatih kemampuan	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
6	memecahkan masalah berdasarkan MLR	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
7	menumbuhkan rasa ingin tahu kesesuaian strategi pembelajaran	3,00	Valid	100	Reliabel
8	berdasarkan MLR dengan teknik <i>scaffolding</i>	3,33	Sangat Valid	85,71	Reliabel
9	menuliskan kunci LKPD	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
10	kesesuaian isi LKPD dengan ciri strategi pembelajaran	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
11	kebenaran isi (fakta, konsep, dan teori)	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel
12	keterkaitan antara LKPD dengan	3,67	Sangat	85,71	Reliabel

N o	Aspek yang Dinilai	Rerata	Kriteria Validitas	Koefisien Reliabilitas (%)	Reliabilitas
	LP		Valid		
Kelayakan Bahasa					
1	kesesuaian bahasa dengan kemampuan peserta didik	3,33	Sangat Valid	85,71	Reliabel
2	bahasa yang digunakan tidak mengandung penafsiran ganda	3,33	Sangat Valid	85,71	Reliabel
3	bahasa yang digunakan mudah dipahami	4,00	Sangat Valid	100	Reliabel

Hasil analisis data validasi Lembar Kegiatan Peserta didik (LKPD) berdasarkan LMR pada Tabel 5 di atas menunjukkan bahwa setiap aspek yang dinilai dalam semua komponen LKPD berada pada rentang skor validasi antara 3,33 hingga 4,00 dan termasuk kategori sangat valid. Koefisien reliabel Lembar Kegiatan Peserta didik yaitu antara 85,71% hingga 100% dan termasuk reliabel. Hasil tersebut menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan layak dan dapat digunakan pada uji terbatas.

Saran dari validator untuk perbaikan Lembar Kegiatan Peserta didik berdasarkan MLR untuk melatih kemampuan memecahkan masalah dan kemampuan representasi pada bahan kajian larutan adalah; (1) perlu dibuat lebih provokatif, (2) *scaffolding* perlu disesuaikan dengan kebutuhan. Kegiatan pembelajaran yang dimuat di dalam LKPD tersebut membantu peserta didik melatih keterampilan berpikir, dan keterampilan meneliti sehingga menjadikan mereka belajar empat dimensi pengetahuan yaitu pengetahuan factual, konseptual, procedural, dan meta kognitif.¹¹

b. Validitas Lembar Penilaian (LP)

Validasi lembar penilaian dilakukan agar dapat digunakan untuk mengukur kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah larutan berdasarkan MLR. Skor validasi lembar penilaian disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5
Analisis Data Hasil Validasi Lembar Penilaian Hasil Belajar
Berdasarkan MLR Bahan Kajian Larutan.

Ite m	Rer at	Kriteria Validit	Koef. R	Reliabili tas	N	Ite m	Rerat	Kriteri	Koef.	Reliabil

¹¹ Anderson, O.W. Kartwohl, D.R., *Kerangka Landasan untuk Pembelajaran, Pengajaran, dan Asesmen* (Revisi Taksonomi Bloom). Yogyakarta. Pustaka Pelajar, 2010, hal. 137

Soal	a	as			Soal	Validitas	(%)		
a. Hasil Validasi Isi					b. Hasil Validasi Konstruk				
1	4,00	Sangat Valid	100,00 %	Reliabel	1	1	4,00	Sangat Valid	100 Reliabel
2	3,67	Sangat Valid	85,71%	Reliabel	2	2	3,67	Sangat Valid	85,71 Reliabel
3	4,00	Sangat Valid	100,00 %	Reliabel	3	3	3,67	Sangat Valid	85,71 Reliabel
4	4,00	Sangat Valid	100,00 %	Reliabel	4	4	4,00	Sangat Valid	100 Reliabel
5	4,00	Sangat Valid	100,00 %	Reliabel	5	5	4,00	Sangat Valid	100 Reliabel
6	4,00	Sangat Valid	100,00 %	Reliabel	6	6	3,33	Sangat Valid	85,71 Reliabel
7	4,00	Sangat Valid	100,00 %	Reliabel	7	7	4,00	Sangat Valid	100 Reliabel
8	3,00	Valid	100,00 %	Reliabel	8	8	3,67	Sangat Valid	85,71 Reliabel
9	4,00	Sangat Valid	100,00 %	Reliabel	9	9	4,00	Sangat Valid	100 Reliabel
10	3,00	Valid	100,00 %	Reliabel	10	10	3,33	Sangat Valid	85,71 Reliabel

Hasil validasi lembar penilaian kemampuan memecahkan masalah bahan kajian larutan pada Tabel 5 di atas menunjukkan bahwa baik secara isi maupun konstruk semua item soal layak digunakan. Skor validasi isi item soal nomor 8, dan 10 sebesar 3,00 dan termasuk dalam kategori valid, item soal nomor 2, sebesar 3,67 termasuk kategori sangat valid, item soal nomor 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, sebesar 4,00 dan termasuk kategori sangat valid. Koefisien reliabel untuk semua item soal berada antara rentang 85,71% hingga 100% termasuk kategori reliabel.

Skor validasi konstruk untuk semua item soal sebesar 3,33 hingga 4,00, skor tersebut termasuk kategori sangat valid. Koefisien reliabilitas sebesar 85,71% hingga 100%, skor tersebut termasuk kategori reliabel. Lembar penilaian kemampuan memecahkan masalah dan representasi berdasarkan MLR diperbaiki berdasarkan saran dan masukan dari validator. Beberapa saran validator, yaitu (1) gambar pada item soal nomor 2 perlu diperbaiki, (2) gambar pada item soal nomor 9 perlu dibuat lebih proporsional.

2. Kegiatan Pendampingan

Melihat Pemahaman Awal Guru

Guru ditugaskan untuk mendesain bahan ajar yang berbeda dengan buku guru yang dimiliki. Tujuannya adalah untuk mengetahui sejauh mana kemampuan guru dalam berpikir dan berinovasi dari isi buku yang tersedia sebagai buku ajar untuk guru. Isi buku guru tersebut memuat penjelasan konsep elektrolit hanya pada lampu nyala terang dan banyak gelembung gas termasuk kategori larutan elektrolit kuat, namun tidak menjelaskan fenomena apa yang terjadi dalam larutan sehingga menyebabkan lampu menyala terang dan banyak gelembung gas. Begitu juga dengan larutan elektrolit lemah dan nonelektrolit. Capaian yang diinginkan pada kegiatan tersebut guru mampu mendesain bahan ajar agar peserta didik lebih mudah menjelaskan fenomena kimia dalam materi pembelajaran. Aktivitas guru mendesain bahan ajar pada pertemuan pertama masih kesulitan pada bagaimana cara menjelaskan contoh konsep dengan baik dan benar serta terstruktur (temuan pada kegiatan memantau pemahaman awal guru).

Pendampingan Desain Pembelajaran Kimia Inovatif

Hasil pendampingan pada aktivitas pertama diperoleh sebagai berikut; (a) belum adanya konsistensi antara RPP dengan LKPD yang didesain, artinya, (b) bahan ajar belum tampak jelas antara konsep, contoh konsep, penjelasan contoh konsep. Desain pembelajaran pada tahap pertama difokuskan pada RPP dan LKPD, sementara tahap kedua difokuskan pada bahan ajar dan LP.

Format desain pembelajaran yang dilakukan menggunakan empat langkah yang terdiri atas; (a) parafrase, elaborasi, latihan rutin dan nonrutin, cek kembali. Langkah-langkah pembelajaran tersebut memiliki hirarki yang sangat kuat antara satu sama lainnya. Peserta didik dilatih untuk menemukan kata-kata kunci dalam kegiatan parafrase. Kata-kata kunci tersebut digunakan untuk melakukan elaborasi, dan menganalisis masalah serta melakukan penjelasan pada kegiatan latihan nonrutin.

Prosedur spesifik dalam desain ini nampak di dalam kegiatan latihan nonrutin. kegiatan latihan nonrutin diisyaratkan dengan prosedur yang terdiri atas analisis masalah, cara menyelesaikan masalah, penjelasan, dan cek kembali. Prosedur ini memiliki tujuan spesifik yaitu untuk melatih peserta didik agar memiliki kemampuan untuk melakukan analisis, berpikir kreatif dan kritis dalam mencari cara-cara alternatif dalam menyelesaikan masalah, dan melatih kemampuan menjelaskan kebenaran konsep yang telah dikerjakannya. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Santrock bahwa memecahkan masalah dibutuhkan cara-cara yang tepat untuk mencapai tujuan.¹² Beberapa ahli menyatakan bahwa memecahkan masalah adalah

¹² Anderson, O.W. Kartwohl, D.R., "*Kerangka Landasan ...*" hal. 135.

keterampilan kognitif tingkat tinggi yang menuntut banyak kompetensi, kadang-kadang membutuhkan usaha representasional secara jamak (*multiple*) untuk pemecahannya.¹³

3. Implementasi hasil desain

Implementasi desain dilakukan pada tahap kedua dan ketiga. Tahap kedua peneliti melakukan simulasi kegiatan pembelajaran menggunakan desain berdasarkan tiga level representasi kimia yang dikembangkan. Pendampingan ini difokuskan pada langkah-langkah atau prosedur spesifik yang disain dengan tujuan untuk melatih peserta didik melakukan analisis masalah, mencari cara menyelesaikan masalah, dan menjelaskan kembali masalah yang telah dikerjakannya. Kegiatan tersebut divasilitasi dengan langkah-langkah pembelajaran yang terdiri atas parafrase, elaborasi, latihan rutin dan nonrutin, dan cek kembali kebenaran jawaban daprocedur penyelesaian masalah.

Aktivitas pembelajaran yang disimulasikan diamati dan pantau oleh observer dengan cara merekam semua aktivitas simulasi pembelajaran yang dilekukan. Hal ini dilakukan agar kegiatan simulasi dapat dievaluasi, sehingga kelemahan-kelemahan yang dilakukan dalam simulasi dapat diperbaiki. Analisis hasil simulasi dilakukan secara kualitatif, peneliti bersama praktisi mengkaji dan memperbaiki hasil rekam pelaksanaan simulasi. Hasil analisis direvisi dan disampaikan kepada guru kimia.

Kegiatan simulasi di MAN 3 Kota Banda Aceh dan MAN Insan cendekian Aceh Timur dapat disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6
Hasil simulasi desain pembelajaran

MAN 3 Kota Banda Aceh				MAN Insan Cendekia Aceh Timur			
No	Aspek	Sesuai desain		No	spek	Sesuai desain	
		Ya	Tidak			Ya	Tidak
1	Silabus	√		1	Silabus	√	
2	Bahan ajar	√		2	Bahan ajar	√	
3	Keterlaksanaan	√		3	Keterlaksanaan	√	
4	Lembar Kerja	√		4	Lembar Kerja	√	

¹³ Russell, Kozma, R., & Joell. (2005). Modeling students becoming chemists: developing representational competence. In J. Gilbert (Ed.), *Visualization in Science Education*. Dordrecht: Spinger. pp. 121-145.

MAN 3 Kota Banda Aceh			MAN Insan Cendekia Aceh Timur		
	pesetra didik			pesetra didik	
5	LP	√	5	LP	√

Kegiatan tahap ketiga mendampingi guru melaksanakan kegiatan pembelajaran menggunakan desain pembelajaran inovatif yang dikembangkan. Di dalam kegiatan ini guru dan peneliti berkolaborasi, yaitu beberapa kesulitan yang dialami guru dan peserta didik akan dibantu oleh peneliti dengan teknik *scaffolding*. Kegiatan tersebut juga didukung oleh teori konstruktivis sosial yang berkaitan dengan *Zona of Proximal Development (ZPD)*, *scaffolding*, *cognitive apprenticeship*, dan *cooperative learning*¹⁴, *scaffolding*¹⁵, *problem solving* menurut Polya yang mengatakan bahwa pembelajaran *problem solving* membantu mengembangkan pemahaman mahapeserta didik. Kemampuan memecahkan masalah dan representasi berdasarkan MLR bagi peserta didik.

Kelemahan

Kelemahan yang ditemukan pada uji terbatas, yaitu; (a) peserta didik tidak terbiasa dengan melakukan analisis masalah, menemukan cara lain untuk menyelesaikan masalah, dan menjelaskan kembali hasil yang telah dikerjakan. (b) guru kurang mengarahkan peserta didik dengan baik dalam melakukan analisis masalah, cara menyelesaikan masalah, dan menjelaskan kembali. (c) guru kurang terbiasa menyajikan konsep menggunakan fenomena level representasi kimia yang terdiri atas level representasi makroskopik, simbolik, dan submikroskopik, (d) pelaksanaan masih terdapat beberapa yang terlwatkan misalnya mengkaji kembali secara mendalam dalam kegiatan elaborasi, dan mengecek kembali dalam latihan nonrutin.

Berdasarkan temuan tersebut peneliti mensimulasi kembali kegiatan pembelajaran yang telah didesain dengan cara mengajar peserta didik di dalam kelas untuk setiap sekolah yang menjadi objek penelitian. Hal ini dilakukan agar guru terampil dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran menggunakan desain yang telah dikembangkan. Kegiatan tersebut dilaksanakan pada pertemuan berikutnya. Di dalam pertemuan kedua peneliti dilakukan pemodelan, sedangkan guru mengamati dan membantu peserta didik yang merasa sulit dalam menjelaskan konsep yang sedang dipelajari. Peneliti bersama guru menjadi mitra di dalam kelas pada saat kegiatan pembelajaran berlangsung. Peneliti membantu guru pada kelemahan-kelemahan yang dilakukan sebelumnya, yaitu pada saat melakukan analisis masalah, menemukan cara menyelesaikan masalah, menjelaskan, elaborasi, dan latihan nonrutin. Kegiatan tersebut

¹⁴ Santrock, Educational Psychology Fifth Edition. McGraw Hill New York, 2011, hal. 375.

¹⁵ Rob Wass, Tony Harland & Alison Mercer, Scaffolding critical thinking in the zone of proximal development. *Higher Education & Development*. Vol. 30, no. 3, hal. 317.

melibatkan multi level representasi yang terdiri atas level representasi makroskopik, simbolik, dan submikroskopik.¹⁶

Kelebihan

Desain ini dapat membuat peserta didik lebih sensitif terhadap warna unsur. Desain pembelajaran yang dikembangkan dapat melatih peserta didik untuk; (a) menjelaskan konsep dengan memperhatikan reaksi kimia yang terdiri atas fasa, warna unsur, simbol, dan wujud dari unsur selaku reaktan. Menjelaskan konsep dengan memperhatikan hal tersebut bertujuan untuk melatih peserta didik memahami fenomena kimia yang bersifat abstrak cara menyajikan materi menggunakan tiga level representasi kimia. Mujakir, mengatakan guru harus mengajarkan konsep secara bersamaan dalam menjelaskan contoh konsep. (b) peserta didik akan terbiasa menemukan kata-kata kunci dalam konsep yang sedang dipelajari, (c) adanya latihan rutin dan nonrutin.¹⁷

Kelemahan-kelemahan di atas akan perbaiki pada pendampingan selanjutnya.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan sampai pendampingan ketiga menunjukkan aktivitas guru dalam mendesain pembelajaran sudah cukup bagus dan peserta didik selama kegiatan pembelajaran menggunakan bahan ajar berdasarkan multi level representasi peserta didik aktif. Hal ini tunjukkan dengan tertariknya peserta didik mengikuti pembelajaran dengan menggunakan desain pembelajaran yang dikembangkan. Hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat dikatakan bahwa desain pembelajaran yang dihasilkan dari kegiatan penelitian dapat membuat peserta didik lebih teliti, terampil dalam menjelaskan konsep kimia, dan sensitif terhadap fenomena kimia.

Beberapa hal yang dapat direkomendasikan oleh peneliti berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut; (a) bagi peneliti yang berminat melakukan penelitian desain pembelajaran inovatif dengan melibatkan tiga level representasi disarankan agar dalam setiap tahap pendampingan dapat melakukan diskusi evaluasi guna mendapat hasil desain pembelajaran yang lebih sempurna, (b) latihan rutin dan nonrutin menjadi penting dalam melatih peserta didik untuk menjelaskan konsep kimia berdasarkan tiga level representasi, oleh karena itu diharapkan agar menggunakan prosedur (analisis masalah, mencari cara menyelesaikan masalah, dan menjelaskan kembali yang telah dikerjakan) yang benar di dalam melatih peserta didik, (c) desain pembelajaran kimia inovatif perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui apakah desain tersebut dapat

¹⁶ Mujakir, Bulu Nasrun, Multiple level representasi (MLR) untuk melatih keterampilan pemecahan masalah kimia. Makalah Seminar Nasional PPS Pendidikan Sains UNESA. Surabaya, 2014a, hal. 247

¹⁷ Mujakir, Bulu Nasrun, "Multiple level..." hal. 250.

digunakan untuk meningkatkan kemampuan memecahkan masalah dan representasi kimia peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, O.W. Kartwohl, D.R. *Kerangka Landasan untuk Pembelajaran, Pengajaran, dan Asesmen* (Revisi Taksonomi Bloom). Yogyakarta. Pustaka Pelajar, 2010.
- Guzet Buket Y., & Emine A., Use of multiple representations in developing preservice chemistry teachers' understanding of the structure of matter, *International Journal of environmental & science Education*, 2013.
- Johnstone A. H., The Development of Chemistry Teaching A Changing Response to Changing Demand. *Symposium on fievolution and Evolution in Chemical Education*, 1993.
- Mujakir, Bulu Nasrun, Multiple level representasi (MLR) untuk melatih keterampilan pemecahan masalah kimia. Makalah Seminar Nasoinal PPS Pendidikan Sains UNESA, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, 2014.
- Nicolaidou Iolie, Kyza Eleni A., Terzian Frederiki, HadjichambiAndreas S., Kafouris Dimitris, A Framework for Scaffolding Students' Assessment of the Credibility of Evidence. *Journal Of Research in Science Teaching*, 2011.
- Nieveen, N., Prototyping to reach produt quality. In Akker, J. V. D., Branch, R. M., Gustafson, K., Nieveen,N., dan plomp, T. (Eds.), *Design Approaches and Tools in Education ang Training*, Netherlands, Springer, 1999.
- Nieveen, N., Formative evaluation in educational design research. In T Plompo and Nieveen (Eds.), *An Instruction to Educational Desgn Research*. Enschede: SLO, Nederlands, Netherlands Institute for Curriculum Development 2007.
- Permendikbud RI No. 65 Tahun 2013 Tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah, Jakarta, 2013.
- Rob Wass, Tony Harland & Alison Mercer, Scaffolding critical thinking in the zone of proximal development. Higher Education & Development, 2011.
- Russell, J.W., "Use of Simultaneous-Synchronized Macroscopic, Microscopic, and Symbolic Representations to Enhance the Teaching and Learning, 1997.

- Russell, Kozma, R., & Joell. (2005). Modeling students becoming chemists: developing representational competence. In J. Gilbert (Ed.), *Visualization in Science Education*. Netherlands, Springer, 2005.
- Santrock, Educational Psychology Fifth Edition. New York, McGraw Hill, 2011, hal. 375.
- Sugiyono. Metode Penelitian Pendidikan Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung, Alfabeta, 2016.
- Treagust, D.F., Chittleborough & Mamiali, The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanation. *International Journal of Science Education*, 2003.