

KEEFEKTIFAN PEMBELAJARAN INTERKONEKSI MULTIPEL REPRESENTASI DALAM MENGURANGI KESALAHAN KONSEP SISWA PADA MATERI STOIKIOMETRI

Putri Arum Nilawati, Subandi, Yudhi Utomo
Pendidikan Kimia-Pascasarjana Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang. E-mail: putriarumnilawati@yahoo.com

Abstract: Stoichiometry is one of the basic topics in Chemistry. The topic was abstract and related to other concepts so that many students find it difficult to learn, and experience misconceptions in this concept. Misconceptions in stoichiometry can be corrected by Interconnection Multiple Representation (IMR) learning. The purpose of this study was to determine the effectiveness of the IMR learning to correct misconceptions students in stoichiometric concept. The study design is a one-group pretest-posttest design. The research data such as the percentage of students who have misconceptions before and after IMR learning. The results showed IMR learning were effective to improve students' misconceptions in stoichiometry.

Keywords: misconceptions, multiple representation, stoichiometry

Abstrak: Stoikiometri merupakan salah satu materi dasar dalam ilmu kimia yang bersifat abstrak dan saling berkaitan dengan materi kimia lain sehingga tidak sedikit siswa merasa kesulitan dalam mempelajarinya, dan mengalami kesalahan konsep dalam materi ini. Kesalahan konsep dapat diperbaiki dengan pembelajaran Interkoneksi Multipel Representasi (IMR). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keefektifan IMR dalam memperbaiki kesalahan konsep siswa dalam materi stoikiometri. Rancangan penelitian adalah *one-group pretest-posttest design*. Data penelitian berupa persentase siswa yang mengalami kesalahan konsep sebelum dan sesudah pembelajaran IMR. Hasil penelitian menunjukkan pembelajaran IMR efektif dalam memperbaiki kesalahan konsep siswa pada materi stoikiometri.

Kata kunci: kesalahan konsep, multipel representasi, stoikiometri

Ilmu Kimia mempelajari tentang sifat dan struktur zat, perubahan dan reaksi kimia, hukum-hukum dan asas-asas yang menjelaskan tentang perubahan zat, serta konsep-konsep dan teori-teori yang saling berkaitan (Effendy, 2006:1). Salah satu materi dalam ilmu Kimia yang penting adalah stoikiometri. Konsep-konsep dasar yang dipelajari dalam stoikiometri, meliputi massa atom relatif, massa molekul relatif, konsep mol, dan tetapan Avogadro. Konsep-konsep tersebut bersifat abstrak, berjenjang, dan saling berkaitan sehingga menjadi penyebab siswa mengalami kesulitan dalam memahami stoikiometri.

Banyak penelitian yang dilakukan mengenai kesulitan yang dialami siswa dalam mempelajari stoikiometri. Hasil penelitian Furio (2002) menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep jumlah suatu zat dan konsep molekul. Beberapa penyebab kesulitan tersebut, meliputi siswa masih kurang memahami arti dari konsep mol; banyak siswa mengalami kesulitan dalam menghubungkan pemahaman tentang konsep mol dengan massa, volume dan atau tetapan Avogadro; siswa sering mengalami kesalahan pada tingkat makroskopik suatu zat (jenis partikel, konsep massa molar) dengan tingkat mikroskopik dari atom dan molekul (massa atom dan massa molekul); siswa selalu rancu tentang pengertian jumlah suatu molekul dengan jumlah massa dan massa molar.

Stoikiometri merupakan materi dasar mengenai hubungan kuantitatif dalam ilmu Kimia. Apabila siswa kurang memahami konsep-konsep materi stoikiometri maka siswa akan mengalami hambatan dalam mempelajari konsep-konsep lain yang lebih luas (Nakhleh, 1992:191). Kesulitan tersebut menyebabkan siswa memiliki pemahaman yang berbeda dari para ahli mengenai konsep-konsep dalam materi stoikiometri dan menyebabkan kesalahan konsep. Kesalahan konsep menurut Özmen (2004) adalah suatu konsep yang memiliki arti berbeda dengan pemahaman ilmiah yang diterima secara umum. Kesalahan konsep siswa umumnya terjadi pada tingkat makroskopik berupa gambaran tentang suatu zat (struktur zat, massa molar) dan tingkat (sub) mikroskopik, yaitu dari atom dan molekul (massa atom dan massa molekul) (Furio, 2002). Siswa yang mengalami kesalahan konsep biasanya salah dalam soal-soal yang berbeda konteks, tetapi konsep dasarnya sama. Lemma (2013) menemukan bahwa terdapat korelasi antara kesalahan konsep yang dialami siswa dengan guru terhadap konsep dasar Kimia dengan persentase sebesar 90%.

Seorang guru dapat dianalogikan seperti halnya dokter yang melakukan pemeriksaan sebelum menentukan penyebab dari penyakit yang diderita oleh pasien. Guru menentukan kesulitan siswa dengan menggunakan tes diagnostik sebelum memberikan penjelasan mengenai konsep yang belum dipahami siswa. Tes diagnostik berupa sejumlah pertanyaan atau permintaan melakukan sesuatu untuk mengukur pengetahuan, keterampilan, intelegensi, bakat, atau kemampuan lain yang dimiliki oleh seseorang (Depdiknas, 2007). Tes diagnostik berfungsi untuk mengetahui kelemahan-kelemahan siswa sebagai acuan dalam memberikan tindak lanjut pada kelemahan tersebut. Berdasarkan kelemahan-kelemahan siswa tersebut dapat pula diketahui kesalahan konsep yang dialami siswa sehingga dapat diberikan tindak lanjut terhadap pembelajaran yang dilakukan.

Penelitian mengenai kesalahan konsep pada stoikiometri telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Sidauruk (2007) yang telah meneliti tentang kesalahan konsep mol pada siswa SMA. Serta hasil penelitian oleh Glazar (2002) menemukan bahwa kesalahan umum siswa dalam stoikiometri adalah penggunaan bahasa Kimia simbolik dan perhitungan jumlah rasio. Hasil penelitian pada materi yang sama juga dilakukan Nilawati (2015) seperti ditunjukkan pada Tabel 1 tentang jenis dan jumlah kesalahan konsep siswa pada materi stoikiometri.

Tabel 1. Kesalahan Konsep yang dialami Siswa Kelas X

No.	Konsep	No. Soal	Kesalahan Konsep	K	PK
1.	Massa Relatif	1	Perhitungan massa relatif berdasarkan banyaknya molekul penyusun senyawa	16	50,00
2.		7	Massa relatif memiliki satuan g mol^{-1}	13	40,63
3.	Jumlah Partikel	2	Partikel senyawa ionik adalah molekul	13	40,63
4.		4	Partikel penyusun senyawa berupa atom dan atau molekul unsur penyusunnya	7	21,88
5.		6	Partikel suatu senyawa adalah unsur-unsur penyusun senyawa tersebut	7	21,88
		8			
6.	Massa Molar	15	Massa molar memiliki satuan gram dan gambaran mikroskopik senyawa molekul berupa ion-ion	4	12,5
		21			
		23			
7.	Konsep Mol	22	1 mol merupakan massa N_A gram zat	2	6,25
		24			
		25			

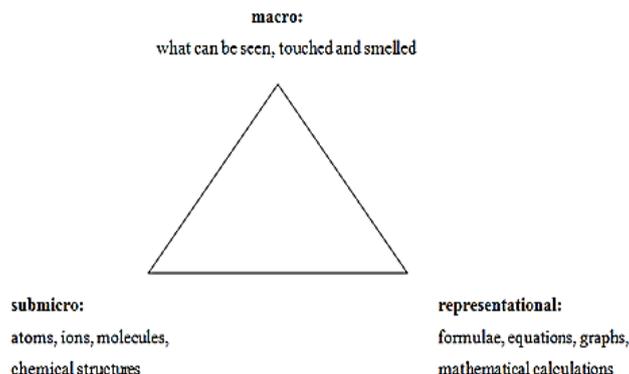
Keterangan:

K : Jumlah siswa yang mengalami kesalahan konsep

PK : Persentase kesalahan

Berdasarkan Tabel 1 kesalahan konsep yang paling banyak dialami siswa adalah konsep massa relatif. Konsep massa relatif yang diukur berhubungan tentang pengertian massa relatif jika dibandingkan dengan atom standar C-12 dan satuan dari massa relatif. Konsep jumlah partikel dalam penelitian ini berkaitan dengan penentuan jumlah dan jenis partikel suatu zat. Konsep massa molar mengenai pengertian dan satuan serta hubungannya dengan konsep massa relatif, sedangkan konsep mol tentang pengertian dan hubungannya dengan massa zat dan jumlah partikel suatu zat.

Agar kesalahan konsep pada suatu topik tidak menimbulkan kesalahan konsep pada topik berikutnya maka perlu dilakukan perbaikan terhadap kesalahan konsep tersebut mengingat materi stoikiometri banyak melibatkan konsep yang abstrak. Salah satu alternatif perbaikan terhadap kesalahan konsep tersebut adalah dengan menerapkan pembelajaran interkoneksi antara ketiga level representasi dalam Kimia. Interkoneksi Multipel Representasi (IMR) merupakan pembelajaran yang menghubungkan ketiga tingkat representasi Kimia, yaitu tingkat makroskopik, tingkat mikroskopik, dan tingkat simbolik. Tingkat makroskopis adalah fakta yang bersifat nyata dan mengandung bahan Kimia yang dapat diinderakan. Tingkat submikroskopis juga nyata, tetapi tidak dapat diinderakan secara langsung yang terdiri atas tingkat partikulat, termasuk keberadaan dan pergerakan elektron, molekul, partikel atau atom. Tingkat simbolik berupa reaksi Kimia dari materi atau partikel materi (Johnstone, 2000). Ketiga tingkat representasi tersebut merupakan kunci keberhasilan dalam pembelajaran Kimia. Berikut interkonesitas multiple representasi dalam Kimia ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. "Chemical Triangel" Menggambarkan Interkoneksi Multipel Representasi (Sirhan, 2007)

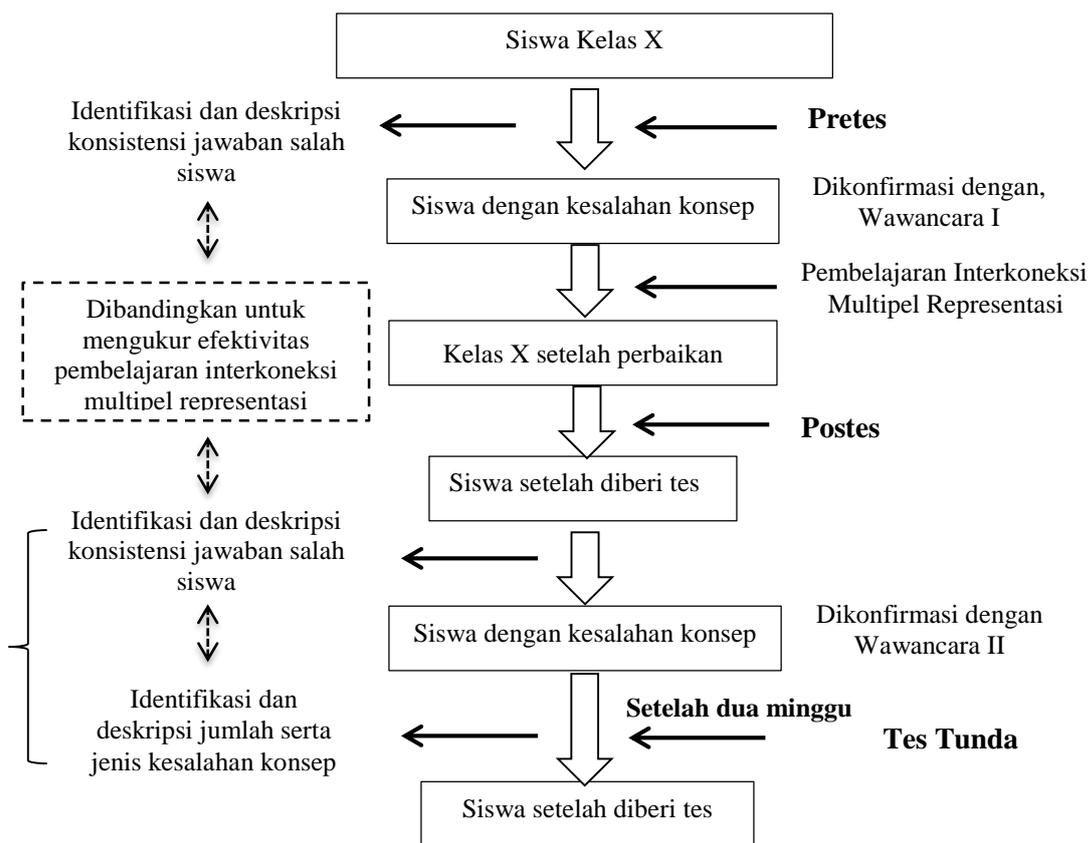
Sirhan (2007) menyatakan bahwa interaksi dan perbedaan antara multipel representasi (makroskopik, mikroskopik, dan simbolik) merupakan karakteristik dalam pembelajaran Kimia yang sangat penting dan diperlukan dalam memahami konsep-konsep dalam kimia. Jika siswa merasa kesulitan pada satu tingkat maka dapat memengaruhi tingkat lainnya pada representasi kimia. Hal inilah yang menyebabkan siswa merasa kesulitan dalam mempelajari Kimia. Hal ini didukung pula oleh pernyataan Gilbert dan Treagust (2009) bahwa dengan menghubungkan ketiga level representasi tersebut akan sangat membantu dalam meningkatkan penguasaan konsep-konsep Kimia. Sementara itu, menurut Gabel (1992) guru lebih sering mengajarkan secara langsung pada tingkat makroskopik dan tingkat simbolik. Tidak adanya kehadiran multipel representasi menjadi hambatan utama dalam mempelajari Kimia. Hal ini juga ditekankan oleh Gabel (1993) pada penelitiannya dengan melibatkan siswa dalam kelompok eksperimen untuk menghubungkan sifat partikel materi ke tingkat lain (mikroskopik dan simbolik). Pada penelitian tersebut menunjukkan kelompok eksperimen lebih tinggi di semua tingkatan dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Pembelajaran dengan interkoneksi multipel representasi dapat digunakan untuk memperbaiki kesalahan konsep yang terjadi pada siswa. Selain dapat memperbaiki kesalahan konsep pada siswa, keuntungan lain dalam menerapkan pembelajaran dengan interkoneksi multipel representasi adalah adanya keterkaitan yang saling mendukung antar tingkat representasi maka sangat mampu dalam meningkatkan pemahaman siswa dan memahami konsep-konsep baru dalam Kimia. (Gilbert dan Treagust, 2009). Pembelajaran Kimia yang umumnya hanya diajarkan pada tingkat makroskopik dan simbolik, maka dengan menghubungkan ketiga representasi Kimia dapat membantu dalam memperkuat daya ingat siswa karena informasi yang diperoleh siswa menjadi lebih utuh (Devetak, *et al*, 2004). Berdasarkan uraian di atas maka tujuan penelitian ini adalah mengetahui keefektifan pembelajaran interkoneksi multipel representasi dalam memperbaiki kesalahan konsep siswa pada materi stoikiometri di SMA.

METODE

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan *one group pretest-posttest design* dengan satu macam perlakuan (Creswell, 2009:160). Satu macam perlakuan yang dilakukan adalah pembelajaran IMR sehingga dapat dibandingkan kesalahan konsep siswa sebelum dan sesudah pembelajaran dengan menggunakan pretes dan postes. Penelitian dilakukan pada salah satu SMA Negeri di Malang semester genap tahun ajaran 2015/2016. Sampel digunakan sebanyak satu kelas, yaitu kelas X dengan jumlah 25 siswa dan telah menerima materi stoikiometri dari guru Kimia sebelum penelitian dilakukan. Pemilihan sampel menggunakan teknik *convenience sampling* berdasarkan pertimbangan dan saran dari sekolah.

Instrumen penelitian yang digunakan berupa instrumen pengukuran dan instrumen perlakuan. Instrumen pengukuran berupa tes diagnostik untuk mengukur kesalahan konsep siswa tentang materi stoikiometri. Jenis tes berbentuk pilihan ganda dengan empat pilihan jawaban (1 jawaban benar dan 3 jawaban pengecoh). Instrumen perlakuan untuk membantu pelaksanaan pembelajaran interkoneksi multipel representasi, yaitu berupa skenario pembelajaran dan Lembar Kerja Siswa (LKS). Instrumen penelitian dilakukan uji validasi dan reliabilitas terlebih dahulu sebelum digunakan. Uji validitas yang dilakukan adalah validitas isi pada instrumen perlakuan dengan hasil uji pada skenario pembelajaran dan LKS masing-masing sebesar 79% dan 78,3%. Sementara itu, validitas butir soal pada instrumen pengukuran dengan hasil uji terdapat 15 soal yang valid dan 10 soal yang tidak valid. Soal yang tidak valid diperbaiki sesuai dengan saran dari validator dan tetap digunakan. Hasil uji reliabilitas berdasarkan nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,627 dan termasuk dalam kategori tinggi karena berada pada rentang 0,61—0,80 (Landis dan Koch, 1977:165). Berikut disajikan instrumen pengukuran yang ditunjukkan dengan diagram alir penelitian pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL

Uji Normalitas Skor Pretes dan Postes

Sebelum dilakukan uji hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat, yaitu uji normalitas skor pretes dan postes yang diberikan masing-masing pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Skor Pretes

Skor	Uji Komogorof-Smirnov Asymp. Sig. (Probabilitas)	Keterangan
Pretes	0,826	Terdistribusi Normal
Postes	0,209	Terdistribusi Normal

Uji Hipotesis

Pada hasil uji prasyarat analisis diketahui bahwa nilai pretes dan postes terdistribusi normal. Kemudian dilakukan uji hipotesis dengan uji-t sampel berpasangan yang diberikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Uji-t Sampel Berpasangan Pretest-Posttes

Uji-T Sampel Berpasangan	A	Sig. (2-tailed)	Kriteria	Keterangan
Skor Pretes – Postes	0,05	0,001	Sig. < 0,05	Terdapat Perbedaan

Pada hasil uji-t sampel berpasangan diperoleh bahwa nilai signifikansi < 0,05 yang berarti H₀ ditolak, maka terdapat perbedaan yang signifikan antara kesalahan konsep siswa sebelum dan sesudah diberikan perbaikan dengan pembelajaran interkoneksi multipel representasi.

Kesalahan Konsep Siswa pada Materi Stoikiometri

Keefektifan pembelajaran interkoneksi multiple representasi juga dapat dilihat berdasarkan pengurangan kesalahan konsep siswa pada materi stoikiometri sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilihat selengkapnya pada Tabel 4.

Tabel 4. Kesalahan Konsep Siswa sesudah Pembelajaran Interkoneksi Multipel Representasi

No.	Kesalahan Konsep	Jumlah Siswa		%
		Salah Konsep sebelum Pembelajaran	Tetap Salah Konsep sesudah Pembelajaran	
Konsep Jumlah Partikel				
1.	Partikel senyawa molekul adalah ion	7	3	57,1
2.	1 gram senyawa mengandung 1 partikel senyawa	4	1	75
3.	Partikel penyusun senyawa berupa atom dan atau molekul unsur penyusunnya	4	1	75
4.	Partikel suatu senyawa adalah unsur-unsur penyusun senyawa tersebut	8	0	100
Konsep Massa Relatif				
5.	Massa Relatif adalah massa molekul dari tiap atom penyusun senyawa	10	0	100
6.	Massa relatif memiliki satuan g mol^{-1}	10	2	80
7.	Massa relatif memiliki satuan s.m.a	4	0	100
Konsep Massa Molar				
8.	Massa molar tidak memiliki satuan	5	1	80
Konsep Mol				
9.	1 mol senyawa atau unsur mengandung sebanyak N_A senyawa atau unsur tersebut	4	0	100
Rata-rata				85,2

PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan bertujuan mengetahui keefektifan pembelajaran interkoneksi multipel representasi dalam mengurangi kesalahan konsep siswa pada materi stoikiometri. Tabel 4 menunjukkan terdapat persentase pengurangan jumlah siswa yang mengalami kesalahan konsep sesudah diberikan perbaikan pembelajaran.

Pada konsep jumlah partikel berhubungan dengan penentuan jumlah dan jenis partikel dari suatu unsur dan senyawa. Kesalahan konsep nomor 1 menunjukkan terdapat beberapa siswa yang mengalami kesulitan dalam menentukan jenis partikel dari senyawa molekul dengan persentase pengurangan jumlah siswa yang mengalami kesalahan konsep sebesar 57,1%. Sementara itu, kesalahan konsep nomor 2 dan 3 mengalami pengurangan kesalahan konsep sebesar 75%. Hal ini disebabkan siswa masih belum mampu membedakan antar atom dan molekul serta senyawa dan unsur, sedangkan kesalahan konsep nomor 4 mengukur bagaimana siswa menghitung jumlah partikel suatu zat. Pembelajaran perbaikan yang dilakukan efektif dalam memperbaiki kesalahan konsep dengan persentase pengurangan kesalahan konsep siswa sejumlah 100%. Kesalahan konsep yang berkaitan tentang penentuan jenis partikel suatu zat juga ditemukan oleh Coll dan Taylor (2001) dalam materi ikatan Kimia. Kesalahan konsep yang diperoleh salah satunya yaitu siswa menganggap bahwa senyawa kovalen memiliki partikel bermuatan. Ben-Zvi *et al* (1988) serta Keig dan Rubba (1993) menemukan bahwa siswa menganggap pada H_2O terdiri atas gabungan dari 1 molekul H_2 dan 1 atom oksigen atau 1 atom hidrogen dan 2 molekul oksigen. Pada pembelajaran yang dilakukan, siswa sudah dibelajarkan tentang penentuan jumlah partikel (representasi simbolik), penjelasan jenis partikel dari beberapa zat (representasi makroskopik) disertai tentang gambaran mikroskopik dari jenis partikel tersebut. Siswa dilatih untuk mengkonstruksi pemahaman mereka setelah penjelasan konsep dengan mengerjakan LKS yang juga menampilkan interkoneksi ketiga representasi tersebut.

Konsep yang paling banyak mengalami penurunan kesalahan konsep siswa adalah konsep massa relatif. Pada konsep massa relatif berkaitan tentang massa atom relatif (A_r), massa molekul relatif (M_r), dan massa rumus relatif (M_r). Sebelum pembelajaran, siswa belum mengerti tentang pengertian massa relatif jika dibandingkan dengan atom isotop C-12 seperti yang ditunjukkan pada kesalahan konsep nomor 5. Jumlah siswa yang mengalami kesalahan konsep tersebut dapat berkurang dengan persentase sebesar 100% setelah dilakukan pembelajaran IMR, sedangkan kesalahan konsep nomor 6 dan 7 berkaitan dengan

satuan dari massa relatif. Pada analisis jawaban siswa sebelum diajarkan perbaikan, siswa menganggap bahwa massa relatif memiliki satuan gram mol⁻¹, tetapi setelah pembelajaran jumlah siswa yang mengalami kesalahan konsep tersebut dapat berkurang masing-masing 80% dan 100%. Pembelajaran IMR yang dilakukan pada konsep massa relatif memberikan penjelasan tentang hubungan antara representasi simbolik dan representasi mikroskopik dari pengertian massa relatif jika dibandingkan dengan atom standar, yaitu atom isotop C-12. Siswa belum pernah mendapatkan penjelasan tersebut sewaktu diajarkan guru di sekolah.

Konsep massa molar merupakan konsep yang berhubungan dengan konsep massa relatif. Pengurangan jumlah siswa yang mengalami kesalahan konsep memiliki persentase sebesar 80%. Hal ini disebabkan sebagian siswa merasa bingung antara konsep massa molar dan massa relatif. Pada perhitungan menentukan mol siswa lebih sering menggunakan massa relatif dibandingkan massa molar. Siswa menganggap massa relatif memiliki satuan gram mol⁻¹ dan massa molar tidak memiliki satuan walaupun kedua konsep besarnya sama. Adanya kesulitan siswa dalam penggunaan massa molar dengan massa relatif juga ditemukan oleh Lybeck, *et al* (1985) bahwa banyak siswa tidak dapat membedakan antara massa molar dan massa atom relatif. Banyak siswa merasa bahwa massa molar berkaitan dengan berat jenis, tetapi tidak mampu menjelaskan hubungan tersebut. Siswa yang lebih akrab dengan penggunaan massa dari jumlah mol. Pada pembelajaran yang dilakukan lebih menekankan siswa mengenai satuan dari massa molar. Hal tersebut berkaitan dengan representasi makroskopik dalam konsep massa molar yang dihubungkan melalui representasi simbolik dalam perhitungan jumlah mol zat. Dengan demikian, siswa dapat memperbaiki kesalahan konsep yang dimiliki tentang perbedaan dari massa molar dan massa relatif. Siswa mampu menghubungkan representasi simbolik dan representasi makroskopik dalam konsep massa molar.

Pada konsep mol terdapat beberapa kesalahan konsep dengan jumlah siswa tetap walaupun sudah dilakukan perbaikan. Pengurangan jumlah siswa yang mengalami kesalahan konsep yang terjadi pada konsep mol memiliki persentase yaitu 100%. Kesalahan konsep yang terjadi pada siswa disebabkan pada representasi simbolik, siswa mampu menghitung jumlah partikel yang terkandung dalam sejumlah mol zat. Siswa kesulitan dalam menentukan jenis partikel dari zat tersebut dan membedakan antara istilah mol dengan molekul. Kesalahan konsep yang sama juga ditemukan oleh Cervellati, *et al* (1982) pada penelitiannya terhadap siswa di Itali mengenai pemahaman konsep mol. Siswa sangat akrab dalam penggunaan bilangan Avogadro jika dikaitkan dengan istilah 1 mol, tetapi siswa tidak dapat menghubungkannya dengan jumlah partikel suatu zat. Pembelajaran IMR dapat mengurangi kesalahan konsep karena telah memberikan interkoneksi dari ketiga representasi dalam konsep mol. Interkoneksi tersebut yaitu penjelasan pengertian mol (representasi makroskopik), perhitungan jumlah partikel zat berdasarkan jumlah mol zat (representasi simbolik), dan gambaran mikroskopik dari partikel zat tersebut (representasi mikroskopik).

Berdasarkan pembahasan tiap konsep tersebut maka dapat dikatakan pembelajaran IMR efektif memperbaiki kesalahan konsep siswa pada konsep massa relatif dan massa molar dalam materi stoikiometri. Adanya siswa yang tetap mengalami kesalahan konsep disebabkan siswa belum terbiasa dalam metode pembelajaran yang dilakukan. Selain itu, adanya ketahanan kesalahan konsep yang tidak berubah tersebut menunjukkan bahwa tidak mudah dalam mengubah struktur kognitif siswa. Kesalahan konsep yang bersifat konsisten seringkali tidak terpengaruh terhadap pembelajaran di kelas sehingga dapat memberikan dampak negatif terhadap proses belajar Kimia (Pinarbasih, *et al*, 2009).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Pembelajaran interkoneksi multipel representasi terbukti efektif dalam memperbaiki kesalahan konsep siswa pada materi stoikiometri, yaitu konsep massa relatif, massa molar, dan konsep mol.

Saran

Sebaiknya dalam pembelajaran Kimia pada materi lain perlu melibatkan penggunaan multipel representasi agar terhindar dari kesalahan konsep. Selain itu, guru perlu memerhatikan konsep awal siswa sebab pemahaman terhadap konsep baru yang akan diterima siswa dapat berhasil jika konsep awal yang berkaitan dimengerti oleh siswa.

DAFTAR RUJUKAN

- Cervellati, R., Montuschi, A., Perugini, D., Grimellim-Tomasini, N. & Balandi, B.P. 1982. Investigation of Secondary School Students' Understanding of the Mole Concept in Italy. *Journal of Chemical Education*, 59 (10):852—856.
- Creswell, J.W. 2009. *Research Design Qualitative, Quantitative, and Mixed Method Approaches*. California: Sage Publication.
- Effendy. 2006. *A-Level Chemistry for Senior High School Students Volume 1A*. Malang: Bayumedia.
- Furio, C., Azcona, R. & Guisasola, J. 2002. The Learning and Teaching of the Concepts 'Amount of Substance' and 'Mole': A Review of the Literature. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 3 (3):277—292.
- Gabel, D.L. 1992. Modeling with Magnets – A Unified Approach to Chemistry Problem Solving. *The Science Teache*, 58—63.
- Gabel, D.L. 1993. Use of the Particle Nature of Matter in Developing Conceptual Understanding, *Journal of Chemical Education*, 70 (3):193—194.

- Gilbert, J.K. & Treagust, D.F. 2009. *Multiple Representations in Chemical Education: Models and Modelling in Science Education*. Dordrecht: Springer.
- Glažar, S.A. & Devetak, I. 2002. Secondary School Students' Knowledge of Stoichiometry. *Acta Chimica Slovenica*, 49: 43—53.
- Johnstone, A.H. 2000. Teaching of Chemistry - Logical or Psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(1):9—15.
- Keig, P.F. & Rubba, P. A. 1993. Translation of Representations of the Structure of Matter and its Relationship to Reasoning, Gender, Spatial Reasoning, and Specific Prior Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (8):883—903.
- Landis, J. R. & Koch, G.G. 1977. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33 (1):159—174.
- Lemma, A. 2013. A Diagnostic Assessment of Eighth Grade Students' and Their Teachers' Misconceptions about Basic Chemical Concepts. *African Journal of Chemical Education*, 3 (1):39—59.
- Lybeck, L., Strömdahl, H. & Tullberg, A. 1985. Students' Conceptions of Amount of Substance and its SI Unit 1 Mol. A Subject Didactic Study. *Reports from Department of Education and Educational Research, Gothenburg University*.
- Nakhleh, M.B. 1992. Why Some Students Don't Learn Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69 (3):191—196.
- Nilawati, P., A. 2015. Identifikasi Kesalahan Konsep pada Materi Stoikiometri di SMA. Makalah disajikan dalam prosiding Seminar Teknologi Pendidikan, Program Studi Teknologi Pendidikan Universitas Negeri Malang, Malang 14 November 2015.
- Pinarbasih, T., Sinazbilir, M. & Canpolat, N. 2009. Prospective Chemistry Teachers' Misconceptions about Colligative Properties: Boiling Point Elevations and Freezing Point Depression. *Chemistry Education Research and Practice*, 10:273—280.
- Sidauruk, S. 2007. Kesulitan Siswa SMA Memahami Konsep Mol. *Forum Kependidikan*, 27 (1):52—57.
- Sirhan, G. 2007. Learning Difficulties in Chemistry: An Overview. *Journal of Turkish Science Education*, 4 (2):2—20.