

KESALAHAN KONSEP MATERI STOIKIOMETRI YANG DIALAMI SISWA SMA

Sri Winarni, Ade Ismayani dan Fitriani

Dosen dan staf pengajar pada Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan IAIN Ar-Raniry
Banda Aceh

Abstract

Misconceptions in stoichiometry of senior high school students grade X were studied through a qualitative research using a diagnostic test in the form of multiple choices with reason on 22 students from grade X-3. The validity of the instrument found was 83%. Meanwhile the reliability found was 0,61. The misconceptions found were in: (a) reaction equation is the equality number of coefficient in reactant and in the product for about 13,63%; (b) index number of an atom in a compound is the same as in free element for about 9,09%; (c) the molecule symbol of element in the form of gass has 2 index number for about 27,27%; (d) the greater number of coefficient reaction shows the greater number of substances involved in a reaction for about 9,09%; (e) no matter how many mols in a compound, it has a fixed molecules, $6,2 \times 10^{23}$ molecules, for about 4,54%; (f) define atom the same as molecules, for about 9,09%; and (g) for P and T that have the same comparison of gass volume that involves in a reaction serves as the smallest coefficient.

Abstrak

Penelitian kuantitatif ini bertujuan untuk mengetahui kesalahan konsep yang dialami siswa SMA kelas X dalam memahami konsep stoikiometri. Subjek penelitiannya adalah siswa kelas X, pada SMA Negeri 8 Banda Aceh yang berjumlah 22 siswa. Tes yang digunakan adalah tes diagnostik berbentuk pilihan ganda beralasan. Validitas instrument sebesar 83%. Koefisien reliabilitas diukur dengan menggunakan rumus Spearman-Brown dan diperoleh reliabilitas sebesar 0,61. Kesalahan konsep yang dialami siswa: (a) persamaan reaksi setara adalah reaksi yang jumlah koefisiennya pada reaktan sama dengan jumlah koefisien pada produk, sebesar 13,63%; (b) bilangan indeks suatu atom dalam senyawa sama dengan bilangan indeks atom sebagai unsur bebas, sebesar 9,09%; (c) lambang molekul unsur yang berwujud gas mempunyai bilangan indeks dua sebesar 27,27%; (d) besar koefisien reaksi menunjukkan besarnya jumlah zat yang terlibat dalam reaksi, sebesar 9,09%; (e) berapapun mol dalam suatu senyawa mempunyai jumlah molekul tetap yaitu $6,02 \times 10^{23}$ molekul, sebesar 4,54%; (f) mengartikan atom sama dengan molekul, sebesar 9,09%; dan (g) pada P dan T yang sama perbandingan volum gas-gas yang terlibat dalam suatu reaksi berbanding sebagai koefisien terkecil.

Kata Kunci: kesalahan konsep, stoikiometri

PENDAHULUAN

Sebagian besar ilmu kimia dibangun oleh konsep-konsep abstrak seperti lambang unsur dan molekul, teori atom dan ikatan kimia. Salah satu konsep yang diperlukan dalam mempelajari kimia adalah konsep stoikiometri termasuk di dalamnya konsep persamaan reaksi, konsep ini merupakan jembatan untuk mempelajari seluruh konsep kimia.¹ Stoikiometri merupakan kajian tentang hubungan-hubungan kuantitatif dalam reaksi kimia.² Reaksi kimia merupakan pusat perhatian dari ilmu kimia, dapat dinyatakan bahwa reaksi kimia adalah suatu proses dimana zat-zat baru yaitu hasil reaksi, terbentuk dari beberapa zat aslinya yang disebut pereaksi. Biasanya suatu reaksi kimia disertai oleh kejadian-kejadian fisis, seperti perubahan warna, pembentukan endapan, atau timbulnya gas.³ Materi stoikiometri merupakan materi yang diajarkan di kelas I SMA. Materi ini mencakup persamaan reaksi sederhana, penerapan hukum kekekalan massa pada persamaan reaksi, hukum Gay Lussac, hukum Avogadro, dan perhitungan kimia. Persamaan kimia (*chemical equation*) menggunakan lambang kimia untuk menunjukkan apa yang terjadi saat reaksi berlangsung. Zat yang mengalami perubahan yaitu reaktan, ditulis pada sisi kiri, dan zat yang terbentuk yaitu produk, ditulis pada sisi kanan dari tanda panah. Persamaan kimia harus setara dan mengikuti hukum kekekalan massa. Jumlah atom tiap jenis unsur dalam reaktan dan produk harus sama.⁴

Salah satu penyebab siswa SMA kesulitan mempelajari kimia dikarenakan sebagian konsep kimia yang bersifat abstrak. Hal ini mengakibatkan konsep tersebut menjadi konsep sukar bagi siswa yang terjadi secara terus-menerus (konsisten) dengan sumber tertentu yang dapat mengakibatkan siswa mengalami kesalahan konsep. Karakteristik dari ilmu kimia antara lain adalah sebagian besar konsep kimia bersifat abstrak, konsep-konsep kimia pada umumnya merupakan

¹Gabel, D.L., Samuel, K. V. & Hunn, D., "Understanding the Particulate Nature of Matter", *Journal of Chemical Education*, 64 (8), 1987, hal. 695-697.

²Achmad, Hiskia & Tupamahu, *Penuntun Belajar Kimia Dasar Stoikiometri, Energetika Kimia*, Bandung: Citra Aditya Bakti, 1996.

³ Petrucci, Ralph. H., *Kimia Dasar, Prinsip dan Terapan Modern*, Edisi keempat, Jilid 1 (Terjemahan Suminar Achmadi, Ph. D), Jakarta: Erlangga, 1992.

⁴Chang, Raymond, *Kimia Dasar Kosep-konsep Inti*, Edisi ketiga Jilid 1, (Terjemahan: Muhammad Abdulkadir Martoprawiro, Ph.D, et. al), Jakarta: Erlangga, 2005.

penyederhanaan dari keadaan sebenarnya dan konsep kimia saling berkaitan dan berurutan.⁵

Penelitian tentang kesalahan konsep telah banyak dilakukan baik di Indonesia maupun di luar negeri. Telah ditemukan salah konsep untuk konsep struktur molekul dan ikatan pada mahasiswa lulusan jurusan kimia.⁶ Kesalahan konsep untuk konsep atom dan molekul dialami siswa dalam hubungannya dengan struktur, komposisi, ukuran, massa, ikatan dan energi molekul.⁷ Penelitian lain menemukan adanya kesalahan konsep yang dialami siswa untuk materi struktur dan ikatan kovalen dan hubungannya dengan kepolaran ikatan, bentuk molekul, kisi, gaya antarmolekul dan aturan octet.⁸

Di dalam negeri ditemukan beberapa penelitian tentang kesalahan konsep materi ikatan kovalen. Kesalahan konsep materi ikatan kimia dilaporkan dialami mahasiswa calon guru kimia.⁹ Kesalahan konsep juga terjadi pada pada materi ikatan yang dialami siswa SMA. Kesalahan konsep dialami mahasiswa kimia untuk gaya antar molekul.¹⁰ Kesalahan konsep materi ikatan kovalen dialami mahasiswa.¹¹

Hasil penelitian lain menemukan beberapa kesalahan konsep pada persamaan kimia adalah siswa tidak dapat membedakan antara molekul dengan atom dan mengartikan mol sama dengan molekul.¹² Berdasarkan hasil penelitian-

⁵Middlecamp, C. & Kean, E., *Panduan Belajar Kimia Dasar*, Jakarta: Gramedia, 1985.

⁶Birk, J.P. & Kurtz, M.J, "Effect of Experience on Retention and Elimination of Misconceptions about Molecular Structure and Bonding", *Journal of Chemical Education*, 76(1), 1999, hal. 124-128.

⁷Griffiths, A.K. & Preston, R., "Grade-12 Students' Misconception Relating to Fundamental Characteristics of Atoms and Molecules", *Journal of Research in Science Teaching*, 26(6), 1992, hal. 611-618.

⁸Garnett, P., Peterson, R.F. & Treagust, D.F., "Development and Application of A Diagnostic Instrument to Evaluate Grade-11 and Grade-12 Students' Concepts of Covalent Bonding and Structure Following A Course of Instruction", *Journal of Research in Science Teaching*, 26(4), 1989, hal. 301-314.

⁹Winarni & Syahrial, "Analisis Kesalahan Konsep Ikatan Kimia pada Mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Unsyiah", *Laporan Penelitian Dosen Muda Tidak diterbitkan*, Banda Aceh: Lembaga Penelitian, 2010.

¹⁰Winarni, S., "Koreksi Kesalahan Konsep Gaya Antarmolekul (*Intermolecular force*) dengan Strategi Konflik Kognitif pada Mahasiswa Kimia Universitas Islam", *Tesis tidak diterbitkan*, Malang: Pasca Sarjana Universitas Negeri Malang, 2006.

¹¹Suwolo,T.R., "Identifikasi Kesalahan Konsep Ikatan Kovalen pada Mahasiswa Jurusan Pendidikan Kimia Universitas Negeri Gorontalo dan Upaya Memperbaikinya dengan Menggunakan Model Molekul", *Tesis tidak diterbitkan*, Malang: PPs Universitas Negeri Malang, 2005.

¹²Sidauruk, S., "Kesalahan Siswa SMA Memahami Konsep Persamaan Reaksi Kimia", *Jurnal Pendidikan & Penelitian*, 4(2), 2006, hal. 123-137.

penelitian yang telah dilaporkan terdapat dugaan bahwa kesalahan konsep dalam ilmu kimia dapat pula terjadi khususnya pada materi stoikiometri.

PEMBAHASAN

Penelitian ini bersifat penelitian kualitatif, yang bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang kesalahan konsep siswa pada materi stoikiometri. Waktu penelitian dilaksanakan sejak Bulan September 2010 s/d Juni 2011. Adapun yang menjadi subjek penelitian dalam penelitian ini adalah siswa kelas X-3 pada SMA Negeri 8 Banda Aceh. Subjek penelitian berjumlah 22 siswa yang dipilih berdasarkan informasi dan saran dari guru tersebut.

Instrumen tes yang digunakan tes tertulis. Jenis tes yang digunakan adalah tes obyektif (*multiple choice*). Tes ini digunakan untuk mengukur kemampuan mahasiswa dalam memahami konsep gaya antarmolekul dan juga dirancang untuk mengetahui kesalahan konsep yang terjadi pada mahasiswa. Ini sesuai dengan apa yang direkomendasikan Treagust yang menyatakan bahwa *multiple choice* dapat dijadikan sebagai *alternative* item pertanyaan yang membutuhkan jawaban sekaligus alasan jawaban siswa, untuk mengetahui kesalahan konsep yang terjadi pada siswa.¹³ Artinya soal obyektif ini dapat dibuat dengan sedemikian rupa sehingga dari jawaban mahasiswa dapat diungkap alasan jawaban dari setiap pilihan (*option*) yang dipilih. Soal obyektif ini juga dibuat dengan tujuan mengetahui kesalahan konsep, sehingga ada beberapa soal yang berbeda namun mengandung konseptual yang sama. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kesalahan yang konsisten.¹⁴ Tes semacam ini dikenal dengan tes diagnostik. Untuk satu konsep diuji dengan 2 soal, siswa yang menjawab salah secara konsisten dinyatakan sebagai kesalahan konsep. Jenis tes yang digunakan berbentuk pilihan ganda dengan alasan. Tujuan tes diagnostik seperti ini adalah untuk mengetahui kesalahan konsep pada siswa.

¹³Treagust, D.F., "Development and Use of Diagnostic tests to Evaluate Students' Misconceptions in Science", *International Journal of Science Education*, 10(2), 1988, hal. 159-169.

¹⁴Berg, V. D., "Miskonsepsi Fisika dan Remediasi, Sebuah Pengantar", berdasarkan Lokakarya di Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga 7-10 Agustus 1990. Salatiga: Universitas Kristen Satya Wacana, 1991.

Tabel 1. Kisi-kisi instrumen tes stoikiometri

Materi	Indikator	Konsep	Nomor Soal
• Hukum kekekalan massa	1. Menyetarkan reaksi sederhana dengan diberikan nama-nama zat yang terlibat dalam reaksi atau sebaliknya.	• Hukum kekekalan massa.	I, 10
• persamaan reaksi		• Persamaan reaksi setara. • Bilangan indeks. • Nama-nama zat yang terlibat dalam reaksi. • Koefisien reaksi menunjukkan perbandingan mol.	2, II 3, 12 4, 13 5, 14
• jumlah partikel		• Jumlah molekul berdasarkan bilangan Avogadro. • Jumlah atom berdasarkan bilangan Avogadro.	6, 15 7, 16
• Hukum Gay Lussac	2. Menggunakan data percobaan untuk membuktikan hukum perbandingan volum (Hukum Gay Lussac).	• Hukum perbandingan volum.	8, 17
• Hukum Avogadro	3. Menggunakan data percobaan untuk membuktikan Hukum Avogadro	• Perbandingan mol dengan perbandingan volum.	9, 18

Validitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah validitas isi. Hal ini dilakukan untuk mengukur tujuan khusus tertentu yang sejajar dengan materi atau

isi pelajaran yang diberikan. Uji validitas dilakukan dengan cara meminta penilaian dan pertimbangan dari ahli, yaitu sebanyak 2 orang dosen FKIP Kimia Unsyiah.

Untuk mencari konsistensi antar penilai atau keterandalan dilakukan dengan cara menghitung rata-rata persentase pemberian skor tim penilai. Berdasarkan hasil validasi rata-rata pemberian skor 2 dari validator sebesar 83,33%.

Uji coba reliabilitas dilakukan di sekolah yang sama pada kelas X₁ sebelum penelitian dilakukan yaitu tanggal 31 Maret 2011 jam 09.00 - 10.30 WIB. Koefisien reliabilitas dapat diukur dengan menggunakan rumus Spearman-Brown dengan menggunakan metode belah dua ganjil-genap. Pemilihan metode ini dikarenakan peneliti hanya menyusun satu perangkat tes. Hasil perhitungan diperoleh reliabilitas sebesar 0,61. Dengan reliabilitas sebesar ini, berarti termasuk dalam kriteria reliabilitas dengan tingkat yang tinggi sehingga dapat dipercaya sebagai instrumen penelitian.

Konsep Persamaan Reaksi Setara

Kesalahan konsep tentang persamaan reaksi setara diuji dengan soal nomor 2 dan II. Hal ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Persentase Konsistensi Jawaban dengan Alasan Salah Siswa pada Konsep Persamaan Reaksi Setara

Kesalahan Konsep	Nomor Soal		Jumlah Siswa	Persentase Siswa
	2	II		
Persamaan reaksi setara adalah jumlah koefisien pada reaktan sama dengan jumlah koefisien pada produk.	C	D	3	13,63%

Ket: C D = Pilihan jawaban siswa yang mengalami salah konsep

Dari Tabel 2. di atas dapat dilihat bahwa sebanyak 13,63% atau 3 siswa mengalami kesalahan konsep. Kesalahan konsep yang terjadi adalah siswa memahami bahwa persamaan reaksi setara adalah reaksi yang jumlah koefisiennya pada reaktan sama dengan jumlah koefisien pada produk. Hal ini bertentangan dengan konsep yang benar dimana jumlah atom tiap jenis unsur dalam reaktan dan produk harus sama.⁴ Konsep seperti ini menunjukkan bahwa reaksi setara adalah jumlah koefisien reaktan tidak sama dengan jumlah koefisien produk

seperti yang terlihat pada reaksi $\text{Fe}(s) + \text{Cl}_2(g) \rightarrow \text{FeCl}_2(s)$, persamaan reaksi tersebut sudah dikatakan setara karena koefisiennya sudah bulat dan sangat sederhana serta jumlah atom pada reaktan sama dengan jumlah atom pada produk.

Pada kenyataannya ada beberapa persamaan reaksi setara yang jumlah koefisiennya sama pada reaktan dan produk. Salah satunya dapat dilihat pada reaksi $\text{H}_2(g) + \text{I}_2(g) \rightarrow 2 \text{HI}(g)$, persamaan reaksi ini dikatakan sudah setara karena jumlah atom pada reaktan sama dengan jumlah atom pada produk, di samping koefisiennya sudah bulat dan sangat sederhana serta jumlah atom pada reaktan sama dengan jumlah atom pada produk.

Konsep Bilangan Indeks

Kesalahan konsep tentang bilangan indeks pada atom yang menyusun suatu senyawa digunakan soal nomor 3 dan 12. Tabel di bawah ini menunjukkan jumlah siswa yang mengalami kesalahan konsep.

Tabel 3. Persentase Konsistensi Jawaban dengan Alasan Salah Siswa pada Konsep Bilangan Indeks

Kesalahan Konsep	Nomor Soal		Jumlah Siswa	Persentase Siswa
	3	12		
Bilangan indeks suatu atom dalam senyawa sama dengan bilangan indeks atom sebagai unsur bebas.	B	A	2	9,09%

Ket: B A = Pilihan jawaban siswa yang mengalami salah konsep

Berdasarkan Tabel 3. di atas terlihat bahwa 9,09% atau 2 siswa mengalami kesalahan konsep pada bilangan indeks. Kesalahan konsep yang terjadi adalah siswa menganggap bilangan indeks suatu atom dalam senyawa sama dengan bilangan indeks atom tersebut sebagai unsur bebas. Siswa yang mengalami kesalahan konsep menyatakan bilangan indeks hidrogen pada senyawa H_2O adalah 2, karena hidrogen stabil sebagai H_2 , mereka akan menduga bahwa bilangan indeks H selalu dua. Akibatnya siswa yang mengalami kesalahan konsep akan salah dalam menentukan bilangan indeks H pada senyawa HNO_3 , bilangan indeks untuk H

dalam senyawa ini adalah 1 karena bilangan indeks pada molekul menunjukkan bilangan sebenarnya jumlah atom penyusun suatu senyawa.

Rumus menunjukkan bukan hanya jumlah relatif atom masing-masing unsur, tetapi termasuk jumlah sebenarnya dari atom-atom yang terdapat dalam suatu molekul senyawa yang disebut rumus molekul.¹⁵ Jumlah relatif atom-atom yang menyusun zat tersebut dikenal sebagai bilangan indeks. Seperti rumus molekul benzena C_6H_6 ini menunjukkan bahwa molekul benzena terbentuk dari 6 atom karbon dan 6 atom hidrogen, ini berarti bilangan indeks untuk C adalah 6 dan bilangan indeks untuk H adalah 6. Artinya bilangan indeks H dalam senyawanya tidak selalu 2.

Konsep Nama-Nama Zat yang Terlibat dalam Reaksi

Kesalahan konsep siswa tentang nama-nama zat yang terlibat dalam reaksi dianalisis dengan menggunakan soal nomor 4 dan 13. Tabel di bawah ini menunjukkan jumlah siswa yang mengalami kesalahan konsep.

Tabel 4. Persentase Konsistensi Jawaban dengan Alasan Salah Siswa pada Konsep Nama-Nama Zat yang Terlibat dalam Reaksi

Kesalahan Konsep	Nomor Soal		Jumlah Siswa	Persentase Siswa
	4	13		
Lambang molekul unsur yang berwujud gas mempunyai bilangan indeks dua.	C	D	6	27,27%

Ket: C D = Pilihan jawaban siswa yang mengalami salah konsep

Berdasarkan Tabel 4. di atas dapat dilihat bahwa sebanyak 27,27% atau 6 siswa yang mengalami kesalahan konsep pada nama-nama zat yang terlibat dalam reaksi. Kesalahan konsep yang terjadi adalah siswa menganggap bahwa dalam menuliskan lambang molekul unsur yang berwujud gas selalu berindeks dua, seperti gas nitrogen (N_2), gas hidrogen (H_2), dan gas klorida (Cl_2). Namun dalam menuliskan nama-nama zat yang terlibat dalam reaksi yang diperhatikan adalah

¹⁵Rosenberg, Jerome. L., *Teori dan Soal-Soal Kimia Dasar*. Edisi Keenam, Jakarta: Erlangga., 1985.

kestabilan unsurnya, bukan dari bilangan indeksnya. Dalam hal ini gas nitrogen stabil sebagai N_2 , gas hidrogen stabil sebagai H_2 , dan gas klorida stabil sebagai Cl_2 . Ada juga molekul unsur yang berwujud gas yang memiliki indeks selain dua yaitu gas ozon (O_3), dimana gas O_3 adalah allotrop lain dari gas oksigen dan gas O_2 adalah allotrop gas oksigen.¹⁶ Selain gas O_3 , molekul unsur berwujud gas yang bukan berindeks dua yaitu gas belerang (S_8). Telah dibuktikan bahwa kebanyakan gas adalah diatomik (H_2 , N_2 , O_2 , F_2 , dan Cl_2), namun telah dibuktikan juga bahwa uap merkuri adalah monoatomik (Hg) dan uap belarang adalah oktaatomik (S_8).¹⁷ Artinya, bahwa tidak semua molekul unsur dalam wujud gas berindeks dua, seperti O_3 , dan S_8 .

Konsep Koefisien Reaksi Menunjukkan Perbandingan Mol

Kesalahan konsep siswa pada koefisien reaksi menunjukkan perbandingan mol diuji dengan soal nomor 5 dan 14. Tabel 5. di bawah ini menunjukkan jumlah siswa yang mengalami kesalahan konsep.

Tabel 5. Persentase Konsistensi Jawaban dengan Alasan Salah Siswa pada Konsep Koefisien Reaksi Menunjukkan Perbandingan Mol

Kesalahan Konsep	Nomor Soal		Jumlah Siswa	Persentase Siswa
	5	14		
Besar koefisien reaksi menunjukkan besarnya jumlah zat yang terlibat dalam reaksi.	B	A	2	9,09%

Ket: B A = Pilihan jawaban siswa yang mengalami salah konsep

Berdasarkan Tabel 5. di atas terlihat bahwa sebanyak 9,09% atau 2 siswa mengalami kesalahan konsep pada koefisien reaksi menunjukkan perbandingan mol zat yang terlibat dalam suatu reaksi. Kesalahan konsep yang terjadi adalah siswa menganggap bahwa besar koefisien reaksi menunjukkan besarnya jumlah zat yang terlibat dalam reaksi. Hal ini bertentangan dengan koefisien reaksi dalam persamaan kimia dapat diartikan sebagai perbandingan jumlah mol dari setiap zat.

¹⁶Adlim., *Kimia Anorganik*, Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala, 2009.

¹⁷Achmad, Hiskia & Tupamahu., *Penuntun Belajar Kimia Dasar Stoikiometri, Energetika Kimia*, Bandung: Citra Aditya Bakti, 1996.

Sebagai contoh yaitu reaksi pembakaran gas metana menghasilkan gas karbon dioksida dan uap air: $\text{CH}_4(g) + 2 \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + 2 \text{H}_2\text{O}(g)$, untuk perhitungan stoikiometri persamaan ini dapat dibaca dalam pembakaran 1 mol gas metana memerlukan 2 mol gas oksigen membentuk 1 mol gas karbon dioksida dan 2 mol uap air. Bagi siswa yang mengalami salah konsep pada koefisien reaksi menunjukkan perbandingan mol reaksi ini hanya berlangsung jika persamaan reaksinya hanya perbandingan 1 : 2 : 1 : 2 saja, tetapi pada kenyataannya reaksi tersebut masih bisa berlangsung dengan perbandingan 0,5 : 1 : 0,5 : 1.

Konsep Jumlah Molekul Berdasarkan Bilangan Avogadro

Untuk mengukur kesalahan konsep siswa pada jumlah molekul berdasarkan bilangan avogadro dianalisis dengan soal nomor 6 dan 15. Tabel di bawah ini menunjukkan jumlah siswa yang mengalami kesalahan konsep.

Tabel 6. Persentase Konsistensi Jawaban dengan Alasan Salah Siswa pada Konsep Jumlah Molekul Berdasarkan Bilangan Avogadro

Kesalahan Konsep	Nomor Soal		Jumlah Siswa	Persentase Siswa
	6	15		
Berapapun mol dalam suatu senyawa mempunyai jumlah molekul tetap yaitu $6,02 \times 10^{23}$ molekul.	C	D	1	4,54%

Ket: C D = Pilihan jawaban siswa yang mengalami salah konsep

Berdasarkan tabel di atas terlihat bahwa sebanyak 4,54% atau 1 siswa yang mengalami kesalahan konsep. Kesalahan konsep yang terjadi adalah siswa menganggap bahwa berapapun mol dalam suatu senyawa selalu mempunyai jumlah molekul tetap yaitu $6,02 \times 10^{23}$ molekul. Hal ini bertentangan dengan sistem SI, mol adalah banyaknya suatu zat yang mengandung entitas dasar (atom, molekul atau partikel lain) sebanyak jumlah atom yang terdapat dalam tepat 12 gram (0,012 kg) isotop karbon-12⁴. Jumlah ini disebut dengan bilangan Avogadro. Jadi 1 mol atom hidrogen mengandung $6,02 \times 10^{23}$ atom hidrogen”, ini sama halnya dengan 1 mol molekul H₂O mengandung $6,02 \times 10^{23}$ molekul H₂O. Jika ada 2 mol molekul H₂O, maka jumlah molekul H₂O adalah 2 mol x $6,02 \times 10^{23}$

molekul/mol. Artinya dalam 2 mol molekul H₂O terdapat $2 \times 6,02 \times 10^{23}$ molekul H₂O.

Konsep Jumlah Atom Berdasarkan Bilangan Avogadro

Untuk menguji kesalahan konsep siswa tentang jumlah atom berdasarkan bilangan avogadro digunakan soal nomor 7 dan 16. Tabel di bawah ini menunjukkan jumlah siswa yang mengalami kesalahan konsep.

Tabel 7. Persentase Konsistensi Jawaban dengan Alasan Salah Siswa pada Konsep Jumlah Atom Berdasarkan Bilangan Avogadro

/Kesalahan Konsep	Nomor Soal		Jumlah Siswa	Persentase Siswa
	7	16		
Mengartikan atom sama dengan molekul.	B	A	2	9,09%

Ket: B A = Pilihan jawaban siswa yang mengalami salah konsep

Berdasarkan tabel di atas terlihat bahwa sebanyak 9,09% atau 2 siswa mengalami kesalahan konsep berkenaan dengan konsep jumlah atom berdasarkan bilangan Avogadro. Kesalahan konsep yang terjadi adalah siswa menganggap bahwa atom sama dengan molekul. Hal seperti ini ditunjukkan oleh siswa dalam menghitung jumlah atom hidrogen dan oksigen yang terdapat dalam 1 mol H₂O, dimana kesalahan konsisten siswa menjawab dengan alasan karena setiap 1 mol H₂O terdapat $3 \times 6,02 \times 10^{23}$ molekul H₂O. Hal ini bertentangan dengan dimana 1 mol atom mengandung $6,02 \times 10^{23}$ atom tersebut. Jadi untuk jumlah atom dalam 1 mol senyawa adalah jumlah mol atom tersebut dalam senyawa dikali dengan bilangan Avogadro³.

Salah satunya yaitu dalam menghitung jumlah atom hidrogen yang terdapat dalam 1 mol H₂O adalah $2 \times 1 \text{ mol} \times 6,02 \times 10^{23} \text{ atom/mol}$, karena pada 1 molekul H₂O tersusun atas 2 atom H. Artinya dalam 1 mol H₂O terdapat 2 mol atom H. Contoh lain dapat berupa jumlah atom oksigen yang terdapat dalam 1 mol H₂O adalah $1 \times 1 \text{ mol} \times 6,02 \times 10^{23} \text{ atom/mol}$, karena pada 1 molekul H₂O tersusun atas 1 atom O. Artinya dalam 1 mol H₂O terdapat 1 mol atom O.

Konsep Hukum Perbandingan Volum

Untuk mengukur kesalahan konsep siswa pada hukum perbandingan volum digunakan soal nomor 8 dan 17. Tabel di bawah ini menunjukkan jumlah siswa yang mengalami kesalahan konsep.

Tabel 8. Persentase Konsistensi Jawaban dengan Alasan Salah Siswa pada Konsep Hukum Perbandingan Volum

Kesalahan Konsep	Nomor Soal		Jumlah Siswa	Persentase Siswa
	8	17		
Pada P dan T yang sama perbandingan volum gas-gas yang terlibat dalam suatu reaksi berbanding sebagai koefisien terkecil.	C	D	1	4,54%

Ket: C D = Pilihan jawaban siswa yang mengalami kesalahan konsep

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa sebanyak 4,54% atau 1 siswa mengalami kesalahan konsep berkenaan dengan hukum perbandingan volum. Kesalahan konsep yang terjadi adalah siswa menganggap bahwa pada P dan T yang sama perbandingan volum gas-gas yang terlibat dalam suatu reaksi berbanding sebagai koefisien terkecil. Hal ini bertentangan dengan hukum Gay Lussac dimana “volum gas-gas yang bereaksi dan volum gas-gas hasil reaksi yang diukur pada suhu (T) dan tekanan (P) yang sama berbanding sebagai bilangan bulat dan sederhana”. Dalam memahami hukum Gay Lussac siswa mengira bahwa perbandingan bilangan paling sederhana tersebut adalah bilangan terkecil dan boleh dalam bentuk bilangan pecahan. Pemahaman siswa semacam ini dapat dilihat pada reaksi pembakaran gas propana: $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5 \text{ O}_2(\text{g}) \rightarrow 3 \text{ CO}_2(\text{g}) + 4 \text{ H}_2\text{O}(\text{g})$, dimana mereka menjawab perbandingan volum untuk reaksi ini adalah 0,5 : 2,5 : 1,5 : 2,0.

Dari hukum Gay Lussac diperoleh kesimpulan bahwa perbandingan volum gas sesuai dengan perbandingan koefisien. Sebagai contoh, pada reaksi pembakaran gas propana: $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5 \text{ O}_2(\text{g}) \rightarrow 3 \text{ CO}_2(\text{g}) + 4 \text{ H}_2\text{O}(\text{g})$. Perbandingan volum untuk reaksi ini adalah 1 : 5 : 3 : 4 yaitu sesuai dengan perbandingan koefisien hukum Gay Lussac bulat dan sederhana.

Temuan Lain

Pada konsep hukum kekekalan massa tidak ditemukan adanya salah konsep, melainkan 72,72% atau 16 siswa sudah paham dengan konsep tersebut. Hal ini diduga konsepnya sudah familiar dan tidak begitu sulit sehingga mereka mudah untuk memahaminya. Selebihnya 27,27% atau 6 siswa yang belum paham dengan konsep tersebut. Paham dalam hal ini ditandai dengan jawaban siswa yang semuanya benar untuk satu konsep.

Pada konsep persamaan reaksi setara hanya 4,54% atau 1 siswa saja yang paham dengan konsep tersebut. Hal ini dikarenakan siswa masih sukar dalam memahami arti persamaan reaksi setara, sehingga mereka banyak yang tidak paham dengan konsep ini yaitu sebesar 81,81% atau 18 siswa. Untuk konsep bilangan indeks sebesar 90,90% atau 20 siswa tidak paham. Dalam konsep nama-nama zat yang terlibat dalam reaksi terdapat 72,72% atau 16 siswa yang tidak paham dengan konsep tersebut. Dalam konsep koefisien reaksi menunjukkan perbandingan mol terdapat 27,27% atau 6 siswa yang belum paham konsep. Pada konsep jumlah molekul berdasarkan bilangan Avogadro terdapat 45,45% atau 10 siswa yang belum paham konsep. Untuk konsep jumlah atom berdasarkan bilangan Avogadro jumlah siswa yang belum paham konsep sebanyak 36,36% atau 8 siswa. Untuk konsep hukum perbandingan volum terdapat sebanyak 31,81% atau 7 siswa yang belum memahami konsep. Pada konsep perbandingan mol dengan perbandingan volum jumlah siswa yang belum paham konsep sebanyak 18,18% atau 4 siswa. Artinya secara umum, pemahaman siswa terhadap materi stoikiometri tergolong rendah.

Kesalahan Konsep Dalam Pembelajaran Kimia

Dari sekian konsep yang diteliti hanya di bawah 50% yang mengalami kesalahan konsep untuk setiap konsep. Selebihnya sebagian besar tidak paham dengan konsep yang dipelajari. Berdasarkan hasil analisis, walaupun kesalahan konsepnya sedikit, namun hal demikian tetap harus di atasi karena miskonsepsi sulit untuk diperbaiki. Seringkali miskonsepsi terus-menerus mengganggu, misalnya soal-soal sederhana dapat dikerjakan, tetapi pada soal yang lebih sulit kesalahan konsep muncul kembali tanpa disadari. Guru umumnya tidak

mengetahui kesalahan konsep yang terjadi pada siswa sehingga proses belajar mengajar tidak disesuaikan dengan prakonsepsi yang dimiliki oleh siswa. Siswa yang pandai maupun yang kurang pandai keduanya dapat mengalami kesalahan konsep.¹⁸

Selain itu kesalahan konsep juga bersifat persisten atau bandel. Kesalahan konsep yang bersifat persisten adalah sulit untuk diperbaiki dengan menggunakan strategi apapun. Fakta-fakta tersebut memberi gambaran bahwa betapa sulitnya memperbaiki kesalahan konsep, apalagi dalam pengajaran yang cenderung didominasi oleh guru sebagai sumber otoritas ilmu.¹⁸ Siswa yang mengalami kesalahan konsep cenderung salah dalam mengerjakan soal-soal yang berbeda konteksnya, tetapi dasar konseptualnya sama. Untuk mengatasi kesalahan konsep tersebut dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain yaitu dengan menggunakan strategi konflik kognitif. Bahwa untuk mencegah kesalahan konsep dapat dilakukan dengan pemakaian media instruksional sederhana.¹⁹

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa kesalahan konsep yang terjadi pada siswa kelas X SMA Negeri 8 Banda Aceh pada Tahun ajaran 2010/2011 adalah:

1. Sebanyak 13,63% atau 3 siswa yang mengalami kesalahan konsep pada konsep persamaan reaksi setara. Kesalahan konsep yang terjadi adalah siswa memahami bahwa persamaan reaksi setara adalah reaksi yang jumlah koefisiennya pada reaktan sama dengan jumlah koefisien pada produk.
2. Sebanyak 9,09% atau 2 siswa yang mengalami kesalahan konsep pada konsep bilangan indeks. Kesalahan konsep yang terjadi adalah siswa menganggap bilangan indeks suatu atom dalam senyawa sama dengan bilangan indeks atom tersebut sebagai unsur bebas.

¹⁸Effendy, "Upaya Untuk Mengatasi Kesalahan Konsep dalam Pengajaran Kimia dengan Menggunakan Strategi Konflik Kognitif", *Media Komunikasi Kimia, Jurnal Ilmu Kimia dan Pembelajarannya*, VI(2), 2002., hal. 1-20.

¹⁹ Adlim., "Miskonsepsi dan Media Pembelajaran Kimia". *Prosiding Seminar Pendidikan Sain Nasional*, 2011, hal. 23-32.

3. Sebanyak 27,27% atau 6 siswa yang mengalami kesalahan konsep pada konsep nama-nama zat yang terlibat dalam reaksi. Kesalahan konsep yang terjadi adalah siswa menganggap bahwa dalam menuliskan lambang molekul unsur yang berwujud gas selalu berindeks dua, seperti gas nitrogen (N_2), gas hidrogen (H_2), dan gas klorida (Cl_2).
4. Sebanyak 9,09% atau 2 siswa yang mengalami kesalahan konsep pada konsep koefisien reaksi menunjukkan perbandingan mol. Kesalahan konsep yang terjadi adalah siswa menganggap bahwa besar koefisien reaksi menunjukkan besarnya jumlah zat yang terlibat dalam reaksi.
5. Sebanyak 4,54% atau 1 siswa yang mengalami kesalahan konsep pada konsep jumlah molekul berdasarkan bilangan Avogadro. Kesalahan konsep yang terjadi adalah siswa menganggap bahwa berapapun mol dalam suatu senyawa selalu mempunyai jumlah molekul tetap yaitu $6,02 \times 10^{23}$ molekul.
6. Sebanyak 9,09% atau 2 siswa yang mengalami kesalahan konsep pada konsep jumlah atom berdasarkan bilangan Avogadro. Kesalahan konsep yang terjadi adalah siswa menganggap bahwa atom sama dengan molekul.

Sebanyak 4,54% atau 1 siswa yang mengalami kesalahan konsep pada konsep hukum perbandingan volum. Kesalahan konsep yang terjadi adalah siswa menganggap bahwa pada P dan T yang sama perbandingan volum gas-gas yang terlibat dalam suatu reaksi berbanding sebagai koefisien terkecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Hiskia & Tupamahu, *Penuntun Belajar Kimia Dasar Stoikiometri, Energetika Kimia*. Bandung: Citra Aditya Bakti, 1996.
- Adlim, *Kimia Anorganik*. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala, 2009.
- _____, "Miskonsepsi dan Media Pembelajaran Kimia", *Prosiding Seminar Pendidikan Sain Nasiona*, 2011, hal. 23-32.
- Berg, V. D., *Miskonsepsi Fisika dan Remediasi*. Sebuah Pengantar berdasarkan Lokakarya di Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga 7-10 Agustus 1990. Salatiga: Universitas Kristen Satya Wacana, 1991.
- Birk, J.P. & Kurtz, M.J., "Effect of Experience on Retention and Elimination of Misconceptions about Molecular Structure and Bonding", *Journal of Chemical Education*, 76(1), 1999.
- Chang, Raymond, *Kimia Dasar Kosep-konsep Inti*. Edisi ketiga Jilid 1. (Terjemahan: Muhammad Abdulkadir Martoprawiro, Ph.D et.al). Jakarta: Erlangga, 2005.
- Effendy, "Upaya Untuk Mengatasi Kesalahan Konsep dalam Pengajaran Kimia dengan Menggunakan Strategi Konflik Kognitif", *Media Komunikasi Kimia, Jurnal Ilmu Kimia dan Pembelajarannya*, VI(2), 2002.
- Garnett, P., Peterson, R.F. & Treagust, D.F., "Development and Application of A Diagnostic Instrument to Evaluate Grade-II and Grade-12 Students' Concepts of Covalent Bonding and Structure Following A Course of Instruction", *Journal Of Research in Science Teaching*, 26(4), 1989.
- Griffiths, A.K. & Preston, R., "Grade-12 Students' Misconception Relating to Fundamental Characteristics of Atoms and Molecules", *Journal of Research in Science Teaching*, 26(6), 1992.
- Middlecamp, C. & Kean, E., *Panduan Belajar Kimia Dasar*. Jakarta: Gramedia, 1985.
- Peterson, R.F., Treagust, D.F & Garnett, P., "Identification of Secondary Students' Misconceptions of Covalent Bonding and Structure Concepts Using a Diagnostic Instrument". *Research in Science Education*, 16, 1986.
- Petruci, Ralph. H., *Kimia Dasar, Prinsip dan Terapan Modern*, Edisi keempat, Jilid 1 (Terjemahan Suminar Achmadi, Ph. D). Jakarta: Erlangga, 1992.
- Rosenberg, Jerome. L., *Teori dan Soal-Soal Kimia Dasar*, Edisi Keenam, Jakarta: Erlangga, 1985.
- Sidauruk, S., "Kesalahan Siswa SMA Memahami Konsep Persamaan Reaksi Kimia", *Jurnal Pendidikan & Penelitian* 4(2), 2006.
- Suwolo,T.R., "Identifikasi Kesalahan Konsep Ikatan Kovalen pada Mahasiswa Jurusan Pendidikan Kimia Universitas Negeri Gorontalo dan Upaya Memperbaikinya dengan Menggunakan Model Molekul", *Tesis tidak diterbitkan*. Malang: PPs Universitas Negeri Malang.

- Treagust, D.F., "Development and Use of Diagnostic tests to Evaluate Students' Misconceptions in Science", *International Journal of Science Education*, 10(2), 1988.
- Winarni & Syahrial, "Analisis Kesalahan Konsep Ikatan Kimia pada Mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Unsyiah", *Laporan Penelitian Dosen Muda Tidak diterbitkan*. Banda Aceh: Lembaga Penelitian Unsyiah, 2010.
- Winarni, S., "Koreksi Kesalahan Konsep Gaya Antarmolekul (*Intermolecular force*) dengan Strategi Konflik Kognitif pada Mahasiswa Kimia Universitas Islam", *Tesis tidak diterbitkan*, Malang: Pasca Sarjana, Universitas Negeri Malang, 2006.