

## GAMBARAN LEVEL SUBMIKROSKOPIK UNTUK MENUNJUKKAN PEMAHAMAN KONSEP SISWA PADA MATERI PERSAMAAN KIMIA DAN STOIKIOMETRI

(Diterima 30 September 2015; direvisi 10 Oktober 2015; disetujui 12 November 2015)

**Robby Zidny<sup>1</sup>, Wahyu Sopandi<sup>2</sup>, Ali Kusrijadi<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang  
Email: robbyzidny@untirta.ac.id

<sup>2,3</sup>Pendidikan Kimia, FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung

### **Abstract**

*Submicro diagrams can be used as an assessment to determine the understanding of chemical concepts. Students can visualize a concept and develop a mental model for the concept through the submicro diagrams. The purpose of this study was to get submicroscopic level description that shows students understanding to chemical equations and stoichiometry. This research used descriptive method. The subjects were 10 grade high school students in Bandung. The research instrument is a diagnostic test of concepts understanding that involve the use of submicro diagrams. The results of diagnostic tests shows that only a small percentage of students are categorized in the level of understanding of concepts. While the rest are scattered into the level understand the concepts partially, understand the concepts with specific misconceptions, misconceptions and do not understand the concept. Students did not have full understanding of the concepts and misconceptions is due to weakness ability of students to interpreting the explanation of symbolic form into the submicro diagram model and vice versa.*

*Keywords: Submicro Diagram, Concepts Understanding, Chemical Equation, Stoichiometry.*

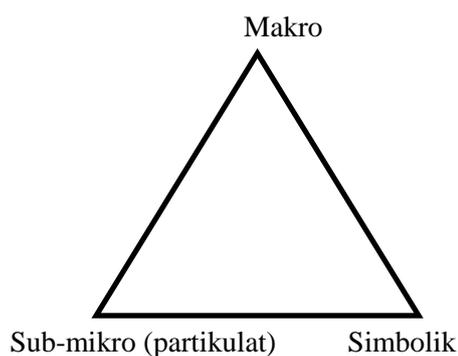
### **Abstrak**

Diagram submikroskopik dapat digunakan sebagai alat uji untuk mengetahui pemahaman konsep kimia. Siswa dapat memvisualisasikan konsep dan mengembangkan model mental untuk konsep tersebut melalui diagram submikroskopis. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan gambaran level submikroskopik yang menunjukkan pemahaman konsep siswa pada materi persamaan kimia dan stoikiometri. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif. Subjek penelitian adalah siswa SMA kelas 10 di Kota Bandung. Instrumen penelitian berupa tes diagnostik pemahaman konsep yang melibatkan penggunaan diagram submikroskopik. Hasil tes diagnostik pemahaman konsep dengan menggunakan diagram submikroskopik menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil siswa yang termasuk dalam tingkat paham konsep. Sedangkan sisanya tersebar kedalam tingkat paham sebagian konsep, paham sebagian dengan spesifik miskonsepsi, miskonsepsi dan tidak paham konsep. Tidak dimilikinya pemahaman konsep secara utuh dan miskonsepsi pada siswa salah satunya disebabkan oleh lemahnya kemampuan siswa dalam menafsirkan penjelasan dari bentuk simbolik ke dalam bentuk model diagram submikroskopik dan sebaliknya.

Kata Kunci: Diagram Submikroskopik, Pemahaman Konsep, Persamaan Kimia, Stoikiometri.

## PENDAHULUAN

Ilmu kimia merupakan bagian dari ilmu pengetahuan alam (IPA) yang secara khusus mempelajari tentang struktur, susunan, sifat, dan perubahan materi, serta energi yang menyertai perubahan materi. Johnstone (dalam Treagust *et al.*, 2003) mendeskripsikan bahwa fenomena kimia dapat dijelaskan dengan tiga level representasi yang berbeda, yaitu makroskopik, sub-mikroskopik dan simbolik. Masing-masing level representasi kimia tersebut diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar 1. Level Representasi Kimia

Level makroskopik, yaitu fenomena kimia yang benar-benar dapat diamati secara langsung termasuk di dalamnya pengalaman siswa setiap hari (Treagust, *et al.*, 2003). Johnstone (dalam Treagust, *et al.*, 2003) juga mengemukakan kembali bahwa level makroskopik adalah level yang berhubungan dengan suatu gejala kimia yang dapat dilihat atau dapat dirasakan dengan panca indera. Gejala yang termasuk ke dalam level mikroskopik adalah seperti bagaimana garam padat  
JPPI, Vol. 1, No. 1, November 2015, Hal. 42-59  
e-ISSN 2477-2038

dapat larut dalam air. Level ini memerlukan suatu representasi mikroskopik untuk menjelaskan suatu gejala (Treagust, *et al.*, 2003).

Level submikroskopik, yaitu suatu fenomena kimia yang tidak dapat mudah dilihat secara langsung, dan ketika prinsip dan komponennya diterima sebagai sesuatu yang benar dan nyata, itu tergantung pada teori atom materi. Level submikroskopik digambarkan oleh teori atom materi, dalam istilah partikel seperti elektron, atom dan molekul yang secara umum berkenaan dengan level molekuler (Davidowitz, *et al.*, 2010). Representasi ini seringkali menimbulkan miskonsepsi pada siswa. Hal ini diakibatkan keterbatasan pandangan mereka untuk menjadikan suatu tiruan dari sesuatu yang nyata menjadi alat kuat pada pengembangan model mental dari gejala kimia (Treagust, *et al.*, 2003).

Sedangkan level simbolik, yaitu suatu representasi dari fenomena kimia yang bervariasi termasuk di dalamnya model-model, gambar-gambar, aljabar, dan bentuk komputasi (Johnstone dalam Treagust, *et al.*, 2003). Selain itu level simbolik merupakan level yang merepresentasikan bentuk materi kimia dalam bentuk formula atau persamaan reaksi (Dori and Hercovitz, 2003).

Sebuah alat untuk menggambarkan sesuatu seperti

Robby Zidny, dkk

diagram atau gambar dapat memberikan pelajar sebuah cara untuk memvisualisasikan konsep dan mengembangkan model mental untuk konsep tersebut (Gabel dalam Davidowitz, *et al.*, 2010).

Diagram kimia digunakan untuk merepresentasikan informasi kimia, untuk menggambarkan sebuah ide, memberikan sebuah penjelasan, menghadirkan gambar visual, untuk membuat prediksi dan kesimpulan serta untuk membuat hipotesis (Davidowitz, *et al.*, 2010). Diagram dapat bersifat statis atau dinamis, dua dimensi atau tiga dimensi, atau partikel tunggal versus partikel banyak (Chittleborough and Treagust, 2008). Nilai sebuah diagram dalam membuat hubungan dengan sebuah konsep yang abstrak tergantung pada konsistensinya dengan kebutuhan pelajar dan level pemahamannya (Giordan dalam Davidowitz, *et al.*, 2010).

Nurrenbern dan Pickering dalam Gilbert (2003) menggunakan diagram untuk menggambarkan level submikroskopik kimia, dan menunjukkan bahwa ketika siswa dapat menyelesaikan soal algoritmik kimia, mereka mendapatkan kesulitan dalam menjawab soal konsep kimia pada topik yang sama. Kemampuan siswa untuk menyelesaikan soal kimia menggunakan algoritmik tanpa penjelasan dan JPPI, Vol. 1, No. 1, November 2015, Hal. 42-59 e-ISSN 2477-2038

keterampilan proses menunjukkan sebuah ketidakselarasan pemahaman konseptual telah dilaporkan oleh beberapa literatur (Niaz and Robinson, 1992; Nakhleh, *et al.*, 1996; BouJaoude and Barakat, 2000; Sanger, 2005; Papaphotis dan Tsaparlis (2008) dalam Davidowitz, *et al.*, 2010).

Stoikiometri dan persamaan kimia merupakan materi kimia yang bersifat abstrak yang memuat pemahaman konsep dan pemahaman algoritmik. Pembelajaran yang sering dilakukan selama ini hanya terfokus pada penggunaan algoritmik dalam mencapai tujuan pembelajarannya. Hasil penelitian Suyono (2009) menunjukkan pada umumnya siswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan yang menyangkut reaksi kimia dan hitungan kimia (stoikiometri), akibat rendahnya pemahaman konsep-konsep kimia dan kurangnya minat siswa terhadap pelajaran kimia. Penggunaan diagram submikroskopik dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengetahui gambaran pemahaman konsep siswa pada materi persamaan kimia dan stoikiometri.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif. Subjek pada penelitian ini adalah siswa kelas X semester dua pada salah satu SMA Negeri di Kota Bandung. Tahap penelitian meliputi perencanaan,

Robby Zidny, dkk

pengumpulan data, analisis data dan pengambilan kesimpulan. Instrumen yang digunakan dalam penelitian adalah tes diagnosis pemahaman konsep yang telah diuji validitas dan reliabilitasnya. Tes ini berbentuk *essay* berstruktur yang disajikan dalam diagram submikroskopik yang harus dipecahkan oleh siswa untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang didasarkan berdasarkan diagram submikroskopik tersebut. Untuk menjawab pemecahan masalah tersebut siswa dituntut menggabungkan konsep-konsep dan aturan-aturan yang telah diperoleh sebelumnya.

Interpretasi hasil tes diagnostik dideskripsikan dengan menampung semua jawaban siswa yang beraneka ragam kemudian diklasifikasikan berdasarkan kriteria tingkat pemahaman konsepnya. Kriteria tingkat pemahaman konsep menurut Morgil dan Yoruk (2006) yang telah dimodifikasi yaitu paham konsep, paham sebagian konsep, paham sebagian dengan spesifik miskonsepsi, miskonsepsi dan tidak paham konsep.

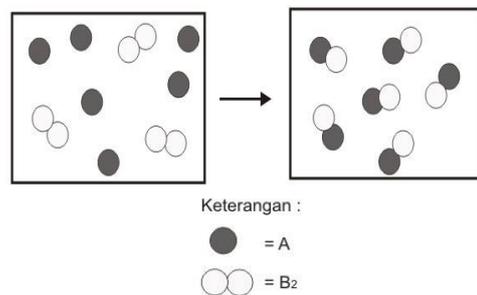
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pemahaman Konsep Siswa pada Materi Persamaan Kimia

Pemahaman tentang konsep: “perbandingan koefisien dalam persamaan reaksi kimia merupakan perbandingan sederhana jumlah mol

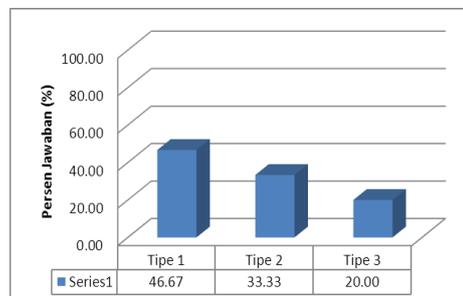
atau molekul zat-zat yang bereaksi dan zat-zat hasil reaksi”.

Untuk mengetahui pemahaman siswa terhadap konsep ini digali dengan pertanyaan yang menuntut siswa untuk menuliskan persamaan reaksi kimia setara dengan perbandingan koefisien yang sederhana berdasarkan diagram submikroskopik yang merepresentasikan reaksi antara zat A dan zat B<sub>2</sub> seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Submikroskopik Reaksi antara A dan B<sub>2</sub>

Hasil jawaban siswa dapat dikelompokkan menjadi 3 tipe jawaban. Sebaran jawaban siswa pada konsep perbandingan koefisien dalam persamaan reaksi kimia dapat disajikan dalam Gambar 3 di bawah ini :



Gambar 3. Grafik Sebaran Jawaban Siswa pada Perbandingan Koefisien dalam Persamaan Reaksi Kimia

Hasil tes diagnostik pemahaman konsep siswa untuk konsep ini, menunjukkan bahwa hampir separuhnya menjelaskan pada tipe 1, yaitu siswa menuliskan persamaan reaksi setara secara tepat dengan perbandingan koefisien yang sederhana ( $2A + B_2 \rightarrow 2AB$ ). Ini menunjukkan bahwa siswa memahami konsep bahwa perbandingan koefisien dalam persamaan reaksi menunjukkan perbandingan jumlah mol atau molekul zat-zat yang bereaksi dan zat-zat hasil reaksi. Hal ini ditunjukkan dengan jawaban siswa yang menuliskan perbandingan koefisien dengan bilangan bulat yang sederhana sesuai dengan perbandingan pereaksi dan hasil reaksi pada diagram submikroskopik. Siswa dapat mengidentifikasi produk sebagai AB dan menyadari bahwa persamaan reaksi setara selalu ditulis dengan menggunakan perbandingan koefisien yang paling sederhana untuk pereaksi dan hasil reaksi (Davidowitz, *et al.*, 2010). Berdasarkan deskripsi jawaban tersebut, tipe jawaban siswa ini dikategorikan kedalam tingkat paham konsep.

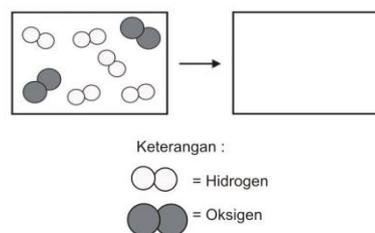
Selanjutnya, berdasarkan sebaran hasil jawaban hampir separuhnya juga siswa menunjukkan persamaan reaksi pada tipe 2, yaitu siswa menuliskan persamaan reaksi secara benar dengan koefisien yang belum disederhanakan ( $6A + 3B_2 \rightarrow 6AB$ ). Ini menunjukkan

bahwa siswa menunjukkan pemahaman yang tidak utuh tentang perbandingan koefisien dalam persamaan reaksi kimia. Hal tersebut ditunjukkan dengan jawaban siswa yang menuliskan perbandingan koefisien pada pereaksi dan hasil reaksi yang sama dengan jumlah molekul pereaksi dan hasil reaksi seperti pada diagram submikroskopik. Siswa menenjemahkan diagram secara langsung ke dalam persamaan reaksi simbolik tanpa mengkonversi perbandingan koefisien ke bentuk yang sederhana. Berdasarkan deskripsi jawaban tersebut, tipe jawaban siswa ini dikategorikan kedalam tingkat paham sebagian konsep. Sisanya, sebanyak 20,00% siswa menunjukkan persamaan reaksi pada tipe 3. Hasil ini mendeskripsikan bahwa siswa tidak menyadari dan tidak mengerti representasi fenomena submikroskopik suatu reaksi kimia yang di tampilkan melalui diagram, hal tersebut bisa disebabkan karena siswa mendapatkan kebingungan tentang struktur atom dan molekul yang ditampilkan sehingga mendapatkan kesulitan dalam mempertautkan representasi diagram submikroskopik dengan persamaan kimia simbolik. Pada jawaban pertama tipe 3 ( $2A + B_2 \rightarrow 2AB_2$ ), siswa mengidentifikasi hasil reaksi sebagai agregat ( $AB_2$ ), dengan menggabungkan A dan  $B_2$ . Dan pada jawaban kedua

tipe 3 ( $6A + 3B_2 \rightarrow 3A_2B_2$ ), siswa juga mengidentifikasi hasil reaksi sebagai agregat ( $3A_2B_2$ ). Siswa melihat penyetaraan reaksi sederhana sebagai aplikasi dari serangkaian aturan-aturan, dan kemungkinan tidak membuat hubungan antara representasi simbolik reaksi kimia dan perubahan kimia nyata yang terjadi (Laugier and Dumon, 2004 dalam Chittleborough, *et al.*, 2010). Berdasarkan deskripsi jawaban tersebut, tipe jawaban siswa ini dikategorikan kedalam tingkat tidak paham konsep.

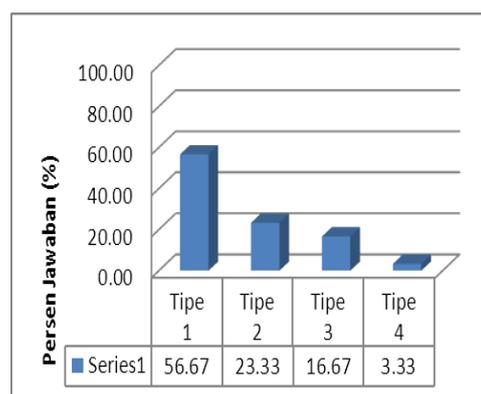
Pemahaman tentang konsep: “Dalam suatu reaksi kimia, perbandingan jumlah zat-zat pereaksi yang dicampurkan atau direaksikan tidak selalu sama dengan perbandingan koefisien reaksinya, sehingga ada zat pereaksi yang akan bersisa pada saat keadaan akhir reaksi”.

Pemahaman siswa pada konsep ini digali dengan pertanyaan yang menuntut siswa untuk menggambarkan diagram submikroskopik partikel-partikel yang ada pada keadaan akhir reaksi yang ditunjukkan dalam Gambar 4 berdasarkan persamaan reaksi simbolik yang diketahui:  $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$ .



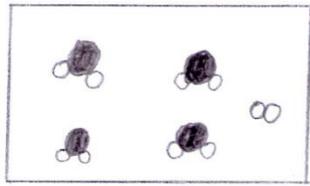
Gambar 4. Diagram Submikroskopik Reaksi antara  $H_2$  dan  $O_2$

Hasil jawaban siswa dapat dikelompokkan menjadi 4 tipe jawaban. Sebaran jawaban siswa pada konsep interpretasi atau penafsiran siswa terhadap persamaan reaksi kimia simbolik dapat disajikan dalam Gambar 5 di bawah ini :



Gambar 5. Grafik sebaran jawaban siswa pada konsep interpretasi atau penafsiran siswa terhadap persamaan reaksi kimia simbolik

Hasil tes diagnostik pemahaman konsep siswa untuk konsep ini, menunjukkan bahwa sebagian besar menjelaskan pada tipe 1, yaitu siswa menggambarkan dengan benar jumlah dan jenis tiap molekul  $H_2O$  yang terbentuk serta pereaksi berlebih yang tersisa ( $H_2$ ) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.

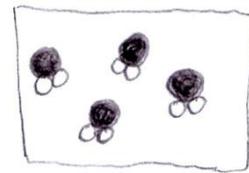


Gambar 6. Deskripsi Jawaban Diagram Submikroskopik Reaksi  $O_2$  dan  $H_2$  Siswa pada Tipe 1

Ini menunjukkan bahwa siswa memahami bahwa di dalam suatu reaksi kimia, perbandingan jumlah zat-zat pereaksi yang dicampurkan atau direaksikan tidak selalu sama dengan perbandingan koefisien reaksinya, sehingga ada zat pereaksi yang akan bersisa pada saat keadaan akhir reaksi. Hal ini ditunjukkan dengan jawaban siswa yang menggambarkan dengan benar 4 molekul  $H_2O$  yang terbentuk serta adanya pereaksi  $H_2$  yang tersisa ( $4H_2O + H_2$ ). Siswa dapat menggambarkan dengan benar bentuk molekul  $H_2O$  dan menyadari koefisien dalam persamaan persamaan reaksi setara menunjukkan perbandingan pereaksi yang bereaksi dan hasil reaksi yang terbentuk sehingga dapat mengidentifikasi adanya zat yang tersisa di akhir reaksi. Siswa juga memahami berlakunya hukum konservasi massa dalam suatu reaksi kimia biasa, dengan menggambarkan jumlah partikel yang sama pada keadaan awal dan akhir reaksi. Berdasarkan deskripsi jawaban tersebut, tipe jawaban siswa ini

dikategorikan kedalam tingkat paham konsep.

Selanjutnya, berdasarkan sebaran hasil jawaban sebagian kecil siswa (23,33%) menjelaskan pada tipe 2, yaitu menggambarkan dengan benar jumlah dan jenis tiap molekul  $H_2O$  yang terbentuk namun tidak menggambarkan pereaksi berlebih yang tersisa ( $H_2$ ) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.

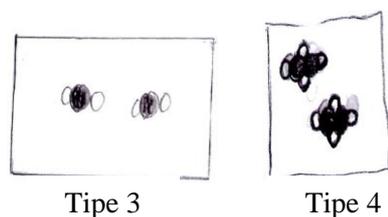


Gambar 7. Deskripsi Jawaban Diagram Submikroskopik Reaksi  $O_2$  dan  $H_2$  Siswa pada Tipe 2

Ini menunjukkan bahwa siswa memiliki pemahaman yang tidak utuh tentang penafsiran terhadap persamaan reaksi kimia simbolik. Hal tersebut ditunjukkan dengan jawaban siswa yang menggambarkan dengan benar 4 molekul  $H_2O$  yang terbentuk namun tidak menyertakan  $H_2$  sebagai pereaksi yang bersisa ( $4H_2O$ ). Siswa dapat memahami perbandingan  $H_2$  dan  $O_2$  yang bereaksi berdasarkan perbandingan koefisien dalam persamaan reaksi simbolik, sehingga dapat meramalkan dengan benar jumlah molekul  $H_2O$  yang terbentuk, namun tidak menyadari bahwa perbandingan jumlah zat-zat pereaksi yang dicampurkan atau

direaksikan tidak selalu sama dengan perbandingan koefisien reaksinya, sehingga tidak dapat mengidentifikasi pereaksi bersisa pada saat keadaan akhir reaksi. Siswa juga tidak menyadari berlakunya hukum konservasi massa dalam suatu reaksi kimia biasa, dengan menunjukkan adanya partikel yang hilang (partikel  $H_2$ ) pada akhir reaksi berdasarkan penggambaran submikroskopiknya. Berdasarkan deskripsi jawaban tersebut, tipe jawaban siswa ini dikategorikan kedalam tingkat paham sebagian konsep.

Sisanya, sebanyak 16,67% dan 3,33% siswa menunjukkan jawaban pada tipe 3 dan 4 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Deskripsi Jawaban Diagram Submikroskopik Reaksi  $O_2$  dan  $H_2$  Siswa pada Tipe 3 dan 4

Hasil jawaban pada tipe 3 menunjukkan bahwa siswa mengalami miskonsepsi dengan menggambarkan jumlah molekul  $H_2O$  yang terbentuk sama dengan jumlah koefisien  $H_2O$  pada persamaan reaksi simbolik. Siswa belum memahami konsep koefisien reaksi dengan baik. Mereka memiliki pemahaman yang berbeda akan maksud

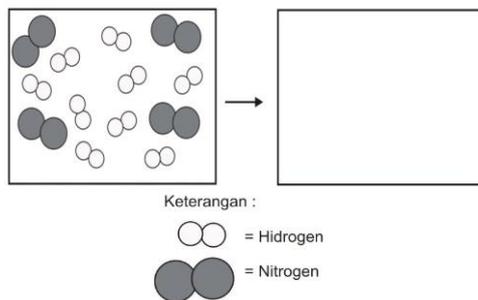
dan arti dari koefisien dalam persamaan reaksi dengan menganggap bahwa koefisien tersebut menyatakan jumlah hasil reaksi dan bukan menganggap koefisien sebagai perbandingan jumlah zat-zat yang bereaksi dan hasil reaksi. Sedangkan pada jawaban tipe 4 siswa mengalami miskonsepsi dengan menggambarkan terbentuknya molekul agregat ( $H_4O_2$ ). Mereka memiliki pemahaman yang berbeda akan maksud dan arti dari koefisien dalam persamaan reaksi dan menganggap 2 molekul  $H_2O$  dalam persamaan reaksi kimia simbolik sebagai molekul agregasi ( $1H_4O_2$ ) yang menunjukkan miskonsepsi mereka tentang gambaran bentuk molekul pada level submikroskopik. Berdasarkan deskripsi jawaban tersebut, tipe jawaban siswa ini dikategorikan kedalam siswa yang mengalami miskonsepsi.

Tidak dimilikinya pemahaman konsep secara utuh dan miskonsepsi pada siswa salah satunya disebabkan oleh lemahnya kemampuan siswa dalam menafsirkan penjelasan dari bentuk simbolik kedalam bentuk model diagram submikroskopik dan sebaliknya Tanpa pemahaman yang tepat dari konsep yang mendasarinya, siswa tidak mampu untuk menerjemahkan suatu bentuk representasi kedalam bentuk yang lainnya (Wu, *et al.*, 2001)

B. Pemahaman Konsep Siswa pada Materi Stoikiometri

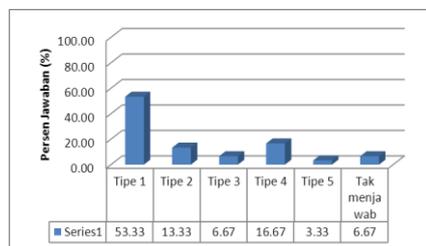
Pemahaman tentang konsep: “Dalam suatu reaksi kimia biasa, massa atau jumlah zat-zat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama”.

Konsep ini digali dengan pertanyaan yang menuntut siswa untuk menggambarkan diagram submikroskopik partikel-partikel yang ada pada keadaan akhir reaksi yang ditunjukkan dalam Gambar 9.



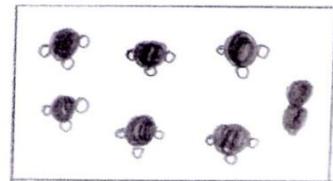
Gambar 9. Diagram Submikroskopik Reaksi antara  $N_2$  dan  $H_2$

Hasil jawaban siswa dapat dikelompokkan menjadi 5 tipe jawaban. Sebaran jawaban siswa dapat disajikan dalam Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Sebaran Jawaban Siswa pada Konsep Penentuan Jumlah dan Jenis Tiap Molekul Setelah Keadaan Akhir Reaksi

Hasil tes diagnostik pemahaman konsep siswa untuk konsep ini, menunjukkan bahwa sebagian besar menjelaskan pada tipe 1, yaitu siswa menggambarkan dengan benar jumlah dan jenis tiap molekul  $NH_3$  yang terbentuk serta pereaksi berlebih yang tersisa ( $N_2$ ) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11.

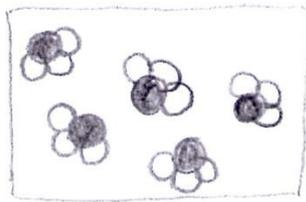


Gambar 11. Deskripsi Jawaban Diagram Submikroskopik Reaksi  $N_2$  dan  $H_2$  Siswa pada Tipe 1

Ini menunjukkan bahwa siswa memiliki pemahaman bahwa dalam suatu reaksi kimia biasa, massa atau jumlah zat-zat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama. Hal ini ditunjukkan dengan jawaban siswa yang menggambarkan dengan benar 6 molekul  $NH_3$  yang terbentuk serta adanya pereaksi  $N_2$  yang tersisa ( $6NH_3 + N_2$ ). Siswa memahami bahwa jumlah zat yang bereaksi dan jumlah zat hasil reaksi adalah sama sehingga mereka dapat menggambarkan dengan benar jenis dan jumlah molekul yang terbentuk pada keadaan akhir reaksi.

Selanjutnya, sebagian kecil siswa (13,33%) menjelaskan pada tipe 2, yaitu menggambarkan dengan benar jumlah dan jenis tiap molekul  $NH_3$  yang

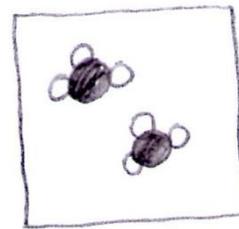
terbentuk namun tidak menggambarkan pereaksi berlebih yang tersisa ( $N_2$ ) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Deskripsi Jawaban Diagram Submikroskopik Reaksi  $N_2$  dan  $H_2$  Siswa pada Tipe 2

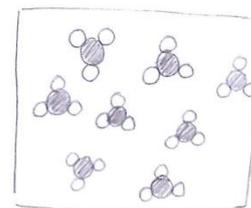
Berdasarkan gambar diagram submikroskopisnya menunjukkan ada zat yang hilang setelah keadaan akhir reaksi yaitu 1 molekul  $N_2$ . Siswa belum memahami dengan baik hukum konservasi materi dalam suatu reaksi kimia pada level submikroskopik. Mereka hanya mampu memprediksi jumlah molekul hasil reaksi namun mengabaikan hukum konservasi massa dalam suatu reaksi kimia.

Ada miskonsepsi yang ditemukan pada jawaban siswa pada tipe 3. Berdasarkan gambar diagram submikroskopisnya (Gambar 13), menunjukkan terbentuknya 2 molekul amonia ( $NH_3$ ), siswa mengalami miskonsepsi dengan menganggap jumlah molekul  $NH_3$  yang terbentuk sama dengan jumlah koefisien dalam persamaan reaksi simboliknya ( $2NH_3$ ).



Gambar 13. Deskripsi Jawaban Diagram Submikroskopik Reaksi  $N_2$  dan  $H_2$  Siswa pada Tipe 3

Sebanyak 16,67% siswa menjelaskan pada tipe 4 dengan menggambarkan jumlah molekul  $NH_3$  yang terbentuk sebanyak 8 molekul (Gambar 14). Siswa mengalami miskonsepsi dengan menganggap nitrogen sebagai pereaksi pembatasnya, sehingga berdasarkan diagram submikroskopik yang mereka gambarkan, semua molekul nitrogen (6 molekul) habis bereaksi menjadi 8 molekul amonia. Miskonsepsi siswa ini disebabkan karena siswa menganggap jumlah molekul yang terkecil dalam pereaksi (molekul  $N_2$ ) merupakan pereaksi pembatas.



Gambar 14. Deskripsi Jawaban Diagram Submikroskopik Reaksi  $N_2$  dan  $H_2$  Siswa pada Tipe 4

Sisanya, sebanyak 3,33% siswa menjawab pada tipe 5 dan 6,67% tidak dapat menjawab. Pada jawaban tipe 5, secara konsisten siswa mengalami

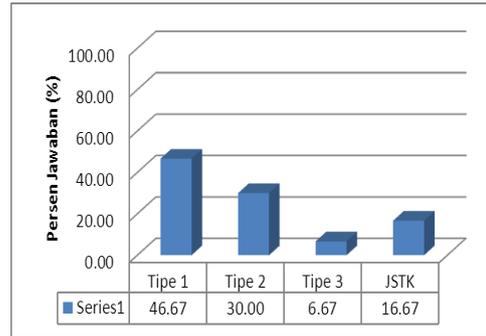
miskonsepsi dengan menggambarkan terbentuknya molekul agregat ( $\text{NH}_6$ ) (Gambar 15) seperti yang ditemukan pada tipe jawaban konsep persamaan kimia.



Gambar 15. Deskripsi Jawaban Diagram Submikroskopik Reaksi  $\text{N}_2$  dan  $\text{H}_2$  Siswa pada Tipe 5

Pemahaman tentang konsep: “Persamaan reaksi kimia setara menunjukkan perbandingan koefisien jumlah atom atau molekul pereaksi dan hasil reaksi, dengan demikian pereaksi yang bersisa pada akhir reaksi tidak dilibatkan dalam persamaan reaksi”

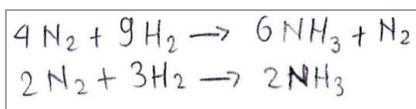
Pemahaman siswa pada konsep ini digali dengan pertanyaan yang menuntut siswa untuk menuliskan persamaan reaksi kimia setara dengan perbandingan koefisien yang sederhana berdasarkan diagram submikroskopik yang telah mereka digambarkan berdasarkan diagram submikroskopik (Gambar 9). Hasil jawaban siswa dapat dikelompokkan menjadi 4 tipe jawaban. Sebaran jawaban siswa pada konsep penentuan persamaan reaksi kimia setara berdasarkan penggambaran diagram submikroskopik dapat disajikan dalam Grafik 16 berikut ini.



Gambar 16. Grafik sebaran jawaban siswa pada konsep penentuan persamaan reaksi kimia setara berdasarkan penggambaran diagram submikroskopik. Selanjutnya tipe jawaban siswa ini di cocokkan dengan diagram submikroskopik yang telah mereka gambarkan. Tabel 1 berikut menunjukkan sebaran jawaban persamaan reaksi berdasarkan diagram submikroskopik yang digambarkan. Tabel 1. Sebaran Jawaban Persamaan Reaksi Berdasarkan Biagram Submikroskopik yang Digambarkan

Diagram Submikroskopik Siswa	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4	Tipe 5
% Jawaban pada Persamaan Reaksi Tipe 1 ( $2\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3$ )	20%	10%	3,33 %	10%	3,33 %
% Jawaban pada Persamaan Reaksi Tipe 2 ( $4\text{N}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 6\text{NH}_3 + \text{N}_2$ )	30%	-	-	-	-
% Jawaban pada Persamaan Reaksi Tipe 3 (Persamaan Reaksi Tidak Setara)	-	-	-	3,33 %	-

Hasil tes diagnostik pemahaman konsep siswa untuk konsep ini, menunjukkan bahwa hampir separuhnya menjelaskan pada tipe 1, yaitu siswa menuliskan persamaan reaksi setara secara tepat dengan perbandingan koefisien yang sederhana ( $2\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3$ ). Namun ada temuan yang menarik disini bahwa dari 46,67% yang menjawab pada tipe 1 hanya ada 20% siswa yang mampu menggambarkan diagram submikroskopik dengan benar (diagram tipe 1). Gambar 17 menunjukkan deskripsi jawaban persamaan reaksi siswa yang dapat menggambarkan diagram submikroskopik dengan benar.

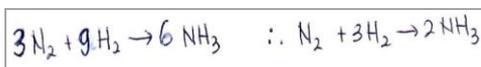


Gambar 17. Deskripsi jawaban persamaan reaksi tipe 1 yang dapat menggambarkan diagram submikroskopik dengan benar

Berdasarkan jawaban tersebut siswa berhasil menginterpretasi gambaran submikroskopiknya kedalam bentuk persamaan reaksi setara dengan perbandingan koefisien yang sederhana dengan tanpa menyertakan pereaksi bersisa di akhir jawabannya. Artinya siswa benar-benar memahami bahwa persamaan reaksi kimia setara menunjukkan perbandingan koefisien jumlah atom atau molekul pereaksi dan hasil reaksi, dengan demikian pereaksi

yang bersisa pada akhir reaksi tidak dilibatkan dalam persamaan reaksi. Jadi 20% siswa tersebut dapat dikategorikan kedalam siswa yang paham konsep.

10% dari 46,67% yang menjawab persamaan reaksi pada tipe 1 menggambarkan diagram submikroskopik tipe 2, Gambar 18 berikut menunjukkan deskripsi jawabannya.



Gambar 18. Deskripsi jawaban persamaan reaksi siswa tipe 1 menggambarkan diagram submikroskopik tipe 2

Berdasarkan jawaban tersebut siswa berhasil menginterpretasi gambaran submikroskopiknya kedalam bentuk persamaan reaksi setara dengan perbandingan koefisien yang sederhana, namun pemahaman mereka belum utuh karena belum memahami berlakunya hukum konservasi massa. Jadi 10% siswa tersebut dapat dikategorikan kedalam siswa yang paham sebagian konsep.

Sedangkan sisanya 16,67% dari 46,67 % siswa yang menjawab persamaan reaksi pada tipe 1, menggambarkan diagram submikroskopik pada tipe 3, tipe 4, dan 5 mengalami miskonsepsi pada level submikroskopik, namun berhasil menuliskan persamaan reaksi setara

dengan tepat. Setelah dilakukan wawancara terhadap beberapa siswa yang menjawab tipe ini, ternyata mereka berhasil menyelesaikan menuliskan persamaan reaksi setara dengan cara coba-coba (*trial and error*) menyamakan jumlah atom yang ada di pereaksi dan hasil reaksi. Dapat disimpulkan siswa yang menjawab pada tipe ini termasuk dalam kategori paham sebagian konsep dengan spesifik miskonsepsi.

Berdasarkan penjelasan tersebut, ada indikasi yang menunjukkan bahwa kemampuan siswa untuk memahami level submikroskopik tidak bergantung pada kemampuannya dalam menuliskan persamaan reaksi setara.

Selanjutnya, berdasarkan sebaran hasil jawaban hampir separuhnya siswa (30,00%) menunjukkan persamaan reaksi pada tipe 2, yaitu siswa menuliskan persamaan reaksi dengan perbandingan koefisien yang sama dengan diagram yang digambarkan dan menyertakan pereaksi berlebih pada hasil reaksi ( $4\text{N}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 6\text{NH}_3 + \text{N}_2$ ). Dari 30,00% siswa yang menjawab persamaan reaksi tipe 2 ini, semuanya menggambarkan diagram submikroskopik dengan benar (diagram tipe 1). Terdapat miskonsepsi pada jawaban siswa dengan menuliskan pereaksi berlebih ( $\text{N}_2$ ) sebagai hasil reaksi pada persamaan reaksi tipe 2.

Pada jawaban tipe 2 ini menunjukkan bahwa siswa menenjemahkan diagram secara langsung dengan menuliskan semua komponen yang ada di diagram submikroskopik kedalam persamaan reaksi simbolik. Siswa menggunakan “*surface features*” yang ada pada diagram untuk menjawab pertanyaan daripada menggunakan pemahaman konsep yang mendasarinya. Hal ini memperkuat dugaan bahwa kemampuan siswa untuk memahami level submikroskopik tidak bergantung pada kemampuannya dalam menuliskan persamaan reaksi setara. Dapat disimpulkan siswa yang menjawab pada tipe ini termasuk dalam kategori paham sebagian konsep dengan spesifik miskonsepsi.

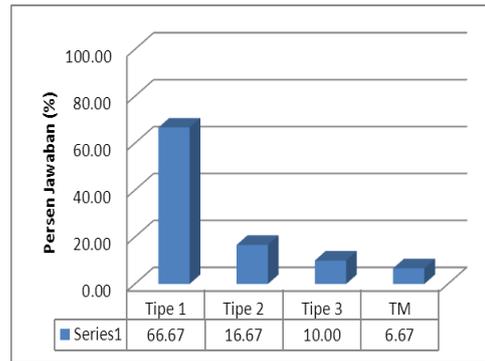
Sebanyak 6,67% siswa menunjukkan persamaan reaksi pada tipe 3 ( $\text{N}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 8\text{NH}_3$ ), 3,33% diantaranya secara konsisten menuliskan persamaan reaksi sesuai yang digambarkan pada diagram submikroskopik pada tipe 4, yaitu siswa tersebut mengalami miskonsepsi dengan menuliskan persamaan reaksi dengan menganggap nitrogen habis bereaksi. Sedangkan 3,33% tidak memberikan respon jawaban persamaan reaksi. Dapat disimpulkan siswa yang menjawab pada tipe ini termasuk dalam kategori miskonsepsi.

Sisanya sebanyak 16,67 % siswa menunjukkan respon jawaban salah yang tidak dapat dikategorikan. Berdasarkan hasil jawaban pada penggambaran submikroskopiknya, semuanya tidak dapat menggambarkan diagram submikroskopik dengan tepat. Dapat disimpulkan siswa yang menjawab pada tipe ini termasuk dalam kategori tidak paham konsep.

Pemahaman tentang konsep: “Jumlah molekul zat hasil reaksi yang dihasilkan pada akhir reaksi tergantung pada jumlah dan perbandingan pereaksi yang tersedia”.

Pemahaman konsep siswa pada penentuan jumlah molekul zat hasil reaksi yang dihasilkan pada akhir reaksi berdasarkan perbandingan pereaksi yang tersedia digali dengan pertanyaan yang menuntut siswa untuk menentukan jumlah maksimum molekul ammonia yang terbentuk berdasarkan diagram submikroskopik (Gambar 9) yang telah digambarkan.

Hasil jawaban siswa dapat dikelompokkan menjadi 3 tipe jawaban. Sebaran jawaban siswa pada konsep penentuan jumlah molekul zat hasil reaksi yang dihasilkan pada akhir reaksi berdasarkan perbandingan pereaksi yang tersedia dapat disajikan dalam gambar 19 di bawah ini :



Gambar 19. Grafik sebaran jawaban siswa pada penentuan jumlah molekul zat hasil reaksi yang dihasilkan pada akhir reaksi berdasarkan perbandingan pereaksi yang tersedia

Selanjutnya tipe jawaban siswa ini di cocokkan dengan diagram submikroskopik yang telah mereka gambarkan. Tabel 2 berikut menunjukkan sebaran jawaban siswa berdasarkan diagram submikroskopik yang digambarkan.

Tabel 2. Sebaran Jawaban Penentuan Jumlah Molekul Zat Hasil Reaksi Berdasarkan Diagram Submikroskopik yang Digambarkan

Diagram Submikroskopik Siswa	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4	Tipe 5
(%) Jawaban Jumlah Molekul tipe 1 (6 molekul)	53,3 3%	13,3 3%	-	-	-
(%) Jawaban Jumlah Molekul tipe 2 (8 molekul)	-	-	-	16,6 7%	-
(%) Jawaban Jumlah Molekul Tipe 3	-	-	6,67 %	-	3,33 %

Hasil tes diagnostik pemahaman konsep siswa untuk konsep ini, menunjukkan bahwa sebagian besar (66,67 %) menjawab pada tipe 1, yaitu siswa menjawab dengan tepat jumlah maksimal molekul  $\text{NH}_3$  yang terbentuk sebanyak 6 molekul. Berdasarkan table 4.10, dari 66,67% siswa yang menjawab pada tipe 1, 53,33% diantaranya menggambarkan diagram submikroskopik pada tipe 1 dan 13,33% diantaranya menggambarkan diagram submikroskopik pada tipe 2. Jawaban siswa tersebut konsisten dengan apa yang telah mereka gambarkan. Berdasarkan data tersebut, untuk menentukan jumlah molekul zat hasil reaksi yang dihasilkan pada akhir reaksi siswa harus memahami dan bisa meramalkan perbandingan pereaksi-pereaksi yang akan bereaksi membentuk hasil reaksi. Jadi, meskipun siswa tidak memahami konsep konservasi materi, siswa masih dapat memprediksi jumlah molekul zat hasil reaksi yang dihasilkan pada akhir reaksi. Berdasarkan deskripsi tersebut dapat disimpulkan bahwa 53,33% siswa termasuk kategori paham konsep dan 13,33% siswa termasuk kategori paham sebagian konsep.

Selanjutnya, sebagian kecil siswa (16,67%) menjawab pada tipe 2, yaitu siswa menjawab jumlah maksimal molekul  $\text{NH}_3$  yang terbentuk sebanyak 8 molekul. Dari 16,67% siswa yang

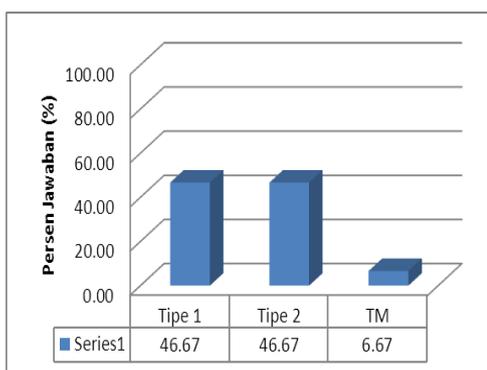
menjawab pada tipe 2 ini, semuanya menggambarkan diagram submikroskopik pada tipe 4. Jawaban siswa tersebut konsisten dengan apa yang telah mereka gambarkan. Siswa mengalami miskonsepsi dengan menganggap nitrogen sebagai pereaksi pembatasnya, sehingga berdasarkan diagram submikroskopik yang mereka gambarkan, semua molekul nitrogen (6 molekul) habis bereaksi menjadi 8 molekul ammonia. Miskonsepsi siswa ini disebabkan karena siswa menganggap jumlah molekul yang terkecil dalam pereaksi ( $\text{N}_2$ ) merupakan pereaksi pembatas. Dapat disimpulkan siswa yang menjawab pada tipe ini termasuk dalam kategori miskonsepsi.

Sebanyak 10,00% siswa menjawab pada tipe 3, yaitu siswa menjawab jumlah maksimal molekul  $\text{NH}_3$  yang terbentuk sebanyak 2 molekul. Dari 10,00% siswa yang menjawab pada tipe 2 ini, 6,67% diantaranya konsisten dengan gambaran diagram submikroskopiknya pada tipe 3 dan 3,33% menjawab pada tipe 5. Berdasarkan jawaban tersebut siswa mengalami miskonsepsi karena siswa menganggap bahwa koefisien yang ada pada persamaan reaksi setara menyatakan jumlah hasil reaksi yang terbentuk. Dapat disimpulkan siswa yang menjawab pada tipe ini termasuk dalam kategori miskonsepsi.

Sisanya sebanyak 6,67 % siswa tidak dapat menjawab pertanyaan. Siswa tersebut tidak memahami fenomena reaksi kimia pada level submikroskopik. Dapat disimpulkan siswa yang menjawab pada tipe ini termasuk dalam kategori tidak paham konsep.

Pemahaman tentang konsep: “Pereaksi pembatas merupakan pereaksi yang habis bereaksi dalam suatu reaksi kimia”.

Pemahaman siswa pada konsep ini digali dengan pertanyaan yang menuntut siswa untuk menentukan pereaksi pembatas berdasarkan diagram submikroskopik ( Gambar 9) yang telah digambarkan. Hasil jawaban siswa dapat dikelompokkan menjadi 2 tipe jawaban. Sebaran jawaban siswa pada konsep penentuan pereaksi pembatas dapat disajikan dalam gambar 20 di bawah ini:



Gambar 20. Grafik Sebaran Jawaban Siswa pada Penentuan Pereaksi Pembatas

Selanjutnya tipe jawaban siswa ini dicocokkan dengan diagram submikroskopik yang telah mereka gambarkan. Tabel 3 berikut

JPII, Vol. 1, No. 1, November 2015, Hal. 42-59  
e-ISSN 2477-2038

menunjukkan sebaran jawaban siswa berdasarkan diagram submikroskopik yang digambarkan.

Tabel 3. sebaran tipe jawaban siswa pada penentuan pereaksi pembatas berdasarkan diagram submikroskopik yang digambarkan

Diagram Submikroskopik Siswa					
	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4	Tipe 5
(%) Jawaban Pereaksi Pembatas Tipe 1	40%	6,67%	-	-	-
(%) Jawaban Pereaksi Pembatas Tipe 2	13,33%	6,67%	6,67%	16,67%	3,33%

Hasil tes diagnostik pemahaman konsep siswa untuk konsep ini, menunjukan hampir separuhnya (46,67 %) menjawab pada tipe 1, yaitu siswa menjawab hidrogen sebagai pereaksi pembatas. Berdasarkan tabel 4.22, dari 46,67 % siswa yang menjawab pada tipe 1, 40,00% diantaranya menggambarkan diagram submikroskopik pada tipe 1 dan 6,67% diantaranya menggambarkan diagram submikroskopik pada tipe 2. Dari hasil jawaban tersebut menunjukan bahwa untuk dapat menentukan pereaksi pembatas, siswa harus bisa memahami reaksi pada level submikroskopik secara benar, atau paling tidak bisa memprediksi pereaksi mana yang habis bereaksi berdasarkan jumlah molekul pereaksi yang tersedia. Berdasarkan

Robby Zidny, dkk

deskripsi tersebut dapat disimpulkan bahwa 40,00% siswa termasuk kategori paham konsep dan 6,67% siswa termasuk kategori paham sebagian konsep.

Selanjutnya, sebanyak 46,67% siswa menjawab pada tipe 2, yaitu siswa menjawab nitrogen sebagai pereaksi pembatas. Berdasarkan tabel 4.11, dari 46,67 % siswa yang menjawab pada tipe 2, 20% (13,33% + 6,67%) berhasil memprediksi jumlah maksimal molekul ammonia yang terbentuk, namun mereka mengalami miskonsepsi dengan menganggap bahwa pereaksi yang memiliki koefisien terkecil adalah pereaksi pembatas. 20,00% siswa tersebut termasuk kategori paham sebagian konsep dengan spesifik miskonsepsi. Sedangkan sisanya, 26,67% (6,67% + 16,67% + 3,33%) tidak mampu memprediksi jumlah maksimal molekul ammonia yang terbentuk dan mengalami miskonsepsi dengan menganggap bahwa pereaksi yang memiliki koefisien terkecil adalah pereaksi pembatas. 26,67% siswa tersebut termasuk kategori miskonsepsi.

Sisanya sebanyak 6,67 % siswa tidak dapat menjawab pertanyaan. Siswa tersebut tidak memahami fenomena reaksi kimia pada level submikroskopik.

### **KESIMPULAN**

Gambaran level submikroskopik menunjukkan pemahaman konsep

siswa pada materi persamaan kimia dan stoikiometri. Tes diagnostik pemahaman konsep dengan menggunakan diagram submikroskopik menunjukkan menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil siswa yang termasuk dalam tingkat paham konsep. Sedangkan sisanya tersebar kedalam tingkat paham sebagian konsep, paham sebagian dengan spesifik miskonsepsi, miskonsepsi dan tidak paham konsep. Tidak dimilikinya pemahaman konsep secara utuh dan miskonsepsi pada siswa salah satunya disebabkan oleh lemahnya kemampuan siswa dalam menafsirkan penjelasan dari bentuk simbolik kedalam bentuk model diagram submikroskopik dan sebaliknya tanpa pemahaman yang tepat dari konsep yang mendasarinya, siswa tidak mampu untuk menerjemahkan suatu bentuk representasi kedalam bentuk yang lainnya (Wu, *et al.*, 2001).

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Chittleborough, G., and D. Treagust. 2008. Correct Interpretation Of Chemical Diagrams Requires Transforming From One Level Of Representation To Another. *Research in Science Education*. 38(4) : 463–482.
- Davidowitz, B., G. Chittleborough, and E. Murray. 2010. Student-generated submicro diagrams: a useful tool for teaching and learning chemical equations and stoichiometry. *Chemistry Education: Research and Practice*. 11 :154–164.

Dori and Hercovitz. 2003. Multidimensional Analysis for System for Qualitative Problem: Symbol, Macro, Micro and Process Aspect. *Journal of Research in science teaching*. 40(3): 278-302.

Gilbert, J.K. 2003. *Chemical Education: Towards Research-Based Practice*. Kluwer Academic Publisher. USA

Morgil and Yoruk. 2006. Cross-Age Study Of The Understanding Of Some Concepts In Chemistry Subjects In Science Curriculum. *Journal of Turkish Science Education*. 3(1) :15-27.

Suyono. 2009. Model Pembelajaran Kimia Berbasis Multipel Representasi Dalam Meningkatkan Penguasaan Konsep Kinetika Kimia Dan Keterampilan Berfikir Kritis Siswa. *Tesis*. UNS, Surakarta.

Treagust, D., G. Chittleborough, and T. Mamiala. 2003. The Role of submicroscopic and symbolic representation in chemical Explanation. *International Journal of Science Education*. 25 (11) :1353-1368.

Wu, H.-K., J. S. Krajcik, and E. Soloway. 2001. Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*. 38(7): 821-842