

PENGARUH KOGNITIF SISWA TERHADAP KEMAMPUAN INTERKONEKSI MULTIPLE REPRESENTASI SISWA PADA TOPIK DINAMIKA KIMIA

Aditya Rakhmawan¹, Eva Ari Wahyuni², Rahmad Fajar Sidik³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan IPA, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Trunojoyo Madura, 69162, Indonesia
Aditya.rakhmawan@trunojoyo.ac.id

Diterima tanggal: 4 Juli 2022; Diterbitkan tanggal: 25 Juli 2022

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menggali informasi tentang hubungan kemampuan kognitif siswa terhadap kemampuan interkoneksi multiple representasi mereka dalam topik dinamika kimia. Penelitian ini menggunakan desain penelitian non eksperimen dalam bentuk survei. Subjek penelitian menggunakan siswa kelas 11 sekolah menengah atas negeri di Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat. Subjek penelitian yang terlibat ada sebanyak 205 siswa. Instrumen tes yang digunakan dalam survei ini dalam bentuk tes pilihan ganda sebanyak 25 butir soal. Instrumen tes memuat tiga level representasi kimia pada level makroskopik, simbolik, dan submikroskopik. Topik yang diangkat adalah topik dinamika kimia termasuk diantaranya subtopik laju reaksi dan kesetimbangan kimia. Hasil temuan diuji secara statistik menggunakan uji ANOVA diperoleh hasil bahwa capaian belajar siswa pada subtopik laju reaksi yang tinggi secara signifikan menghasilkan dua kemampuan representasi siswa yang tidak berbeda signifikan, yakni di level representasi simbolik dan submikroskopik. Sedangkan capaian belajar siswa pada subtopik kesetimbangan kimia yang rendah menghasilkan ketiga level representasi yang berbeda signifikan.

Kata-kata kunci: Kemampuan kognitif, Kesetimbangan kimia, Laju reaksi kimia, Tiga level representasi.

Abstract

This study aims to obtain information about the relationship between students' cognitive abilities and their interconnection multiple representation abilities in the topic of chemical dynamics. This study uses a non-experimental research design in the form of a survey. The research subjects using 11 grade students of public high school in Ketapang Regency, West Borneo. The research subjects involved were 205 students. The test instrument used in this survey is in the form of a multiple choice test with 25 questions. The test instrument contains three levels of chemical representation at the macroscopic, symbolic, and submicroscopic levels. The topic raised is the topic of chemical dynamics including the subtopics of reaction rates and chemical equilibrium. The findings were statistically tested using the ANOVA test. The results showed that student learning outcomes in the high reaction rate subtopic significantly resulted in two students' representational abilities that were not significantly different, namely at the symbolic and submicroscopic representation levels. Meanwhile, students' learning achievement in the subtopic of chemical equilibrium is low, resulting in three levels of representation that are significantly different.

Keywords: Cognitive ability, chemistry equilibrium, chemical rate reaction, three level representation

Pendahuluan

Kimia merupakan salah satu mata pelajaran yang diberikan di tingkat sekolah menengah atas (SMA) yang mempelajari salah satunya tentang perubahan materi. Perubahan yang dijelaskan dalam definisi tersebut berupa reaksi kimia dengan zat lain. Reaksi kimia ini dipelajari dari sisi energetika (energi yang menyertai perubahan zat) dan juga dinamika (mekanisme dari proses perubahan itu sendiri). Energetika dan dinamika sangat menentukan keberlangsungan suatu reaksi kimia dan bagaimana reaksi kimia terjadi.

Banyak siswa yang merasakan bahwa mata pelajaran kimia merupakan mata pelajaran yang sulit. Informasi yang diperoleh nilai Ujian Nasional di Indonesia pada mata pelajaran kimia bahwa

nilai kimia siswa di Indonesia hanya mencapai rata-rata 50,87 dari 100 pada tahun 2019 berdasarkan statistik pada situs kemendikbud. Hal ini masih terbilang rendah jika dibandingkan dengan pelajaran-pelajaran non eksak lainnya. Siswa merasa kesulitan dengan mata pelajaran kimia salah satu penyebabnya adalah karena mata pelajaran kimia harus dipahami dari sudut pandang tiga level representasi, yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik.

Konsep-konsep dalam kimia dibangun melalui tiga level, yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Makroskopik menjelaskan berbagai konsep-konsep yang dapat diindera oleh panca indera. Submikroskopik menjelaskan fenomena-fenomena alam yang terjadi pada skala molekuler dan tidak dapat diindera oleh panca indera. Simbolik menjelaskan fenomena-fenomena yang terjadi baik secara submikroskopik yang berdampak pada makroskopik, menggunakan simbol-simbol. Representasi simbolik ini seringkali digunakan sebagai bahasa yang digunakan antar ilmuwan untuk menjelaskan suatu fenomena submikroskopik. Kemampuan siswa di level representasi makroskopik dapat diperoleh siswa melalui pengalaman yang diperoleh menggunakan kelima panca indera. Kemampuan siswa di level simbolik dapat diperoleh siswa melalui kebiasaan siswa dalam memahami simbol-simbol kimia, persamaan reaksi kimia, dan rumus kimia. Kemampuan siswa di level representasi submikroskopik dapat diperoleh siswa melalui kemampuan imajinasi siswa terhadap sesuatu yang abstrak yang tak dapat dilihat oleh mata dan menggambarkannya dalam bentuk atom, molekul, ion dan gerakan-gerakannya.

Menurut (Nahadi dkk., 2018) untuk bisa memahami konsep secara keseluruhan, maka siswa harus mampu menghubungkan antara tiga level representasi kimia (makro, submikro, dan simbolik). Pemahaman siswa terkait tiga level representasi ini dan kemampuan melakukan interkoneksi diantara ketiganya banyak sekali menemui permasalahan. Pemahaman siswa pada umumnya bergantung panca indera sehingga cenderung mengalami kesulitan dalam memahami konsep kimia yang abstrak khususnya terkait representasi submikroskopik (Metianing dalam Zidny dkk., 2013). (Chandrasegaran dkk., 2007) melihat beberapa kekeliruan pada konsepsi siswa khususnya dalam merefleksikan antara level makroskopik menjadi level submikroskopik. Selain itu siswa pun masih belum memahami penggunaan level representasi simbolik untuk menggambarkan reaksi yang terjadi di level representasi submikroskopik. Kelemahan siswa ini seringkali tidak diatasi dengan pembelajaran kimia di sekolah yang cenderung hanya menyajikannya dalam representasi simbolik (Gabel dalam Kozma & Russell, 1997).

Menurut (Skemp, 1976), terdapat dua kategori kedalaman pemahaman siswa terhadap suatu konsep, dan kemampuan siswa dalam mengaplikasikan pengetahuan, yaitu *instrumental understanding/* pemahaman instrumen (*knowing how*), dan *relational understanding/* pemahaman keterkaitan (*knowing why*). Konsep kimia merupakan konsep yang abstrak, sehingga tidak cukup untuk memahami konsep kimia hanya dari aspek makroskopik nya saja. Dengan demikian, konsep kimia perlu dipahami dengan cara menghubungkan ketiga level representasi untuk bisa mencapai kategori *relational understanding*.

Ada perbedaan yang sangat signifikan antara kedua jenis pemahaman tersebut. Para pebelajar dapat saja mengetahui fakta yang sama dari suatu subjek, tetapi cara mengetahuinya masing-masing berbeda. Perspektif epistemologis inilah yang menjadi landasan pentingnya pembelajaran dengan menyajikan keterhubungan tiga level representasi kimia sebagai bagian dari struktur konseptual atau skema. Derajat menghubungkan ketiga level representasi dapat menyediakan insight (sudut pandang) untuk terbentuknya ontological knowledge network (jaringan pengetahuan ontologi) pebelajar. Semakin tinggi kemampuan untuk menghubungkan antara tiga level representasi kimia, pemahaman pebelajar semakin meningkat (Farida & Sopandi, 2011). Dalam hal ini, siswa yang sama bisa saja memiliki informasi yang sama terhadap suatu fakta, namun cara mengetahuinya yang berbeda. Sebagai contoh, siswa pertama dengan pemahaman instrumennya, ia mengetahui suatu fakta berdasarkan teori dan dihapal. Siswa yang lain dengan pemahaman keterkaitan, ia mengetahui suatu fakta berdasarkan interkoneksi yang dilakukan antara tiga level representasi terkait fakta itu. Semakin kuat keterhubungan antar tiga level representasi tersebut terjalin, maka hal ini akan memberikan insight bagi pebelajar dalam memahami suatu fakta, sehingga akan terbentuk jaringan pengetahuan

ontologi pada pebelajar. Dengan kata lain, pemahaman pebelajar terhadap suatu fakta semakin meningkat.

Topik dinamika kimia dianggap konsep yang mendasar dalam kimia. Seperti yang dipaparkan dalam Permendiknas No 14 tahun 2007 tentang standar isi paket A, B, dan C, bahwa kimia mempelajari segala sesuatu tentang komposisi, struktur dan sifat, perubahan, dinamika, dan energetika zat yang semua konsep tersebut bersifat abstrak. Demikian pula menurut lampiran Permendiknas No 22 tahun 2006 tentang standar isi yang menyatakan bahwa pelajaran kimia di SMA mempelajari tentang zat yang meliputi komposisi, struktur dan sifat, perubahan, dinamika, dan energetika. Dinamika kimia mengacu pada proses penataulangan atom yang terjadi selama reaksi kimia terjadi, serta faktor-faktor yang mempengaruhi kelajuan dari reaksi kimia tersebut. Konsep kimia yang terkait dengan dinamika kimia diantara subtopik laju reaksi dan kesetimbangan kimia.

Penelitian ini bertujuan untuk menggali informasi tentang pengaruh kemampuan kognitif siswa terhadap interkoneksi multipel representasi kimia mereka pada topik dinamika kimia. Informasi ini dapat diperoleh dengan membandingkan informasi yang diperoleh dari dua subtopik dinamika kimia yaitu laju reaksi dan kesetimbangan kimia.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain penelitian non eksperimen dan metode yang digunakan berupa survei.

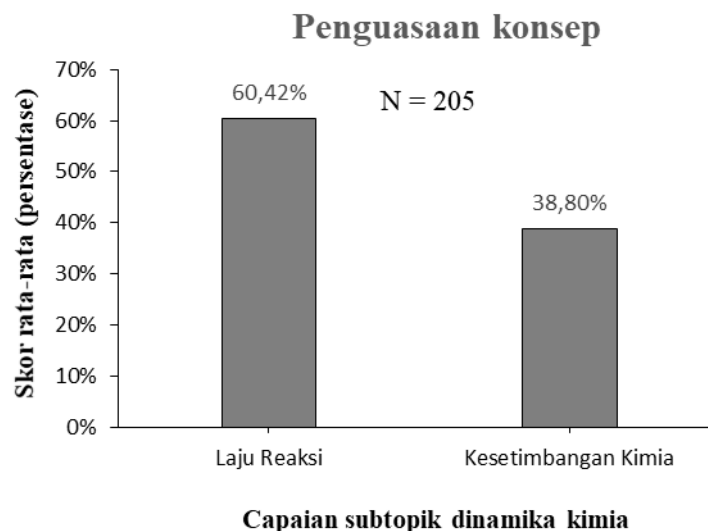
Instrumen multipel representasi kimia pada topik dinamika kimia dikembangkan khusus untuk penelitian ini yang memuat tiga level representasi kimia, yakni makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Instrumen tes ini terdiri atas 7 butir soal di level makroskopik, 9 butir soal di level submikroskopik, dan 9 butir soal di level simbolik. Bentuk instrumen tes ini berupa pilihan ganda (*multiple choices*) yang mengangkat subtopik laju reaksi dan kesetimbangan kimia.

Instrumen yang telah dikembangkan kemudian divalidasi oleh sejumlah ahli dengan mengadopsi metode *Content Validity Ratio* (CVR) dari (Lawshe, 1975). Metode CVR ini melibatkan panel yang terdiri dari lima orang ahli dalam materi subjek yang diangkat (*Subject Matter Experts*), yaitu para dosen kimia. Butir soal yang akan digunakan dalam penelitian harus memiliki nilai CVR lebih besar dari nilai kritis yang telah ditetapkan yang merujuk kepada tabel nilai kritis dari (Wilson dkk., 2012). Berdasarkan tabel nilai kritis Wilson ini, jika jumlah panelis yang terlibat sebanyak 5 orang ($\alpha=0,05$), maka batas nilai kritis yang digunakan adalah 0,877. Tabel nilai kritis Wilson ini menggambarkan bahwa semakin banyak ahli yang dilibatkan sebagai panelis (*subject matter experts*), maka kevalidan dari butir soal dapat dicapai semakin mudah.

Penelitian ini mengambil populasi seluruh siswa kelas 11 SMA Negeri yang ada di Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat. Subjek penelitian diambil dari empat sekolah di Kabupaten Ketapang. Dari empat sekolah tersebut kemudian diambil kelas 11 yang akan terlibat dalam penelitian. Dengan cara ini akhirnya diperoleh subjek penelitian yang terlibat dalam penelitian sebanyak 205 individu.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penyajian hasil penelitian ini dimulai dari data capaian rata-rata penguasaan konsep dari dua subtopik dinamika kimia siswa, yaitu laju reaksi dan kesetimbangan kimia. Gambar 1 diperlihatkan perbedaan data capaian rata-rata penguasaan konsep diantara subtopik laju reaksi dan kesetimbangan kimia.



Gambar 1. Skor rata-rata capaian hasil belajar pada topik dinamika kimia

Berdasarkan gambar 1, terlihat 205 orang siswa mencapai skor rata-rata 60,42% pada subtopik laju reaksi, dan pada subtopik keseimbangan kimia siswa mencapai skor rata-rata sebesar 38,80%. Data ini menunjukkan bahwa siswa lebih mampu pada subtopik laju reaksi dibandingkan subtopik keseimbangan kimia.

Perbedaan capaian konsep diantara dua subtopik tersebut selanjutnya dilakukan uji beda untuk menentukan apakah perbedaan yang dihasilkan tersebut signifikan atau tidak. Upaya melakukan uji beda diawali dengan uji homogenitas dan uji normalitas agar bisa diketahui perhitungan statistik apa yang hendak diambil.

Tabel 1. Uji normalitas data dari persentase skor dua subtopik dinamika kimia

	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Skewness	Kurtosis
Persentase skor laju reaksi	0,6197	0,18230	0,01232	-0,191	-0,007
Persentase skor keseimbangan kimia	0,3993	0,16501	0,01115	0,321	-0,307

Berdasarkan Tabel 1, nilai skewness dan kurtosis dari dua subtopik berada diantara -1 sampai +1. Menurut Morgan dkk. (2004, hal. 49) nilai skewness dan kurtosis yang masih berada diantara batas yang ditentukan maka sebaran data tersebut dapat dikatakan normal. Setelah uji normalitas dilakukan juga uji homogenitas data, hasilnya dipaparkan seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji homogenitas menggunakan uji Levene

	Levene's Test for Equality of Variances	
	F	Sig.
Equal variances assumed	1,304	0,254
Equal variances not assumed		

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa sebaran data memiliki nilai signifikansi lebih dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa kedua capaian subtopik dinamika kimia ini memiliki varian yang sama. Hal ini menyatakan bahwa sebaran data adalah homogen.

Berdasarkan hasil uji normalitas dan homogenitas, maka diputuskan bahwa uji beda yang dilakukan dapat menggunakan uji beda data parametrik. Dengan demikian, uji beda statistik yang dapat digunakan yaitu uji independent sample t-test. Hasil dari uji beda menggunakan independent sample t-test dapat dilihat pada Tabel 3.

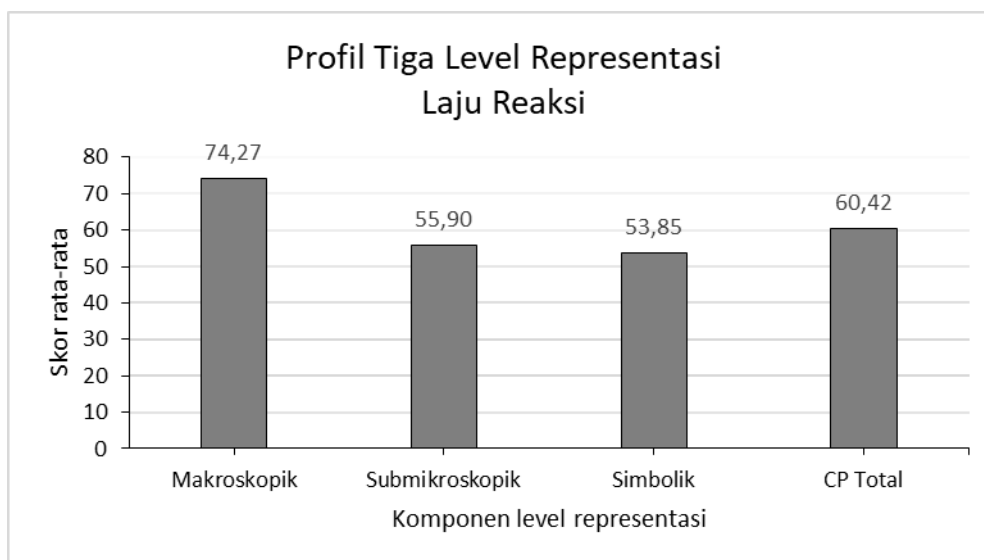
Tabel 3. Hasil uji beda menggunakan independent sample t-test

	T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Equal variances assumed	13,262	436	0,000	0,22036	0,01662
Equal variances not assumed	13,262	431,742	0,000	0,22036	0,01662

Berdasarkan

Tabel 3, jika melihat nilai signifikansi yang sebesar 0,000, maka dapat disimpulkan bahwa dua nilai rata-rata antara data capaian hasil belajar pada subtopik laju reaksi dan subtopik kesetimbangan kimia adalah berbeda secara signifikan. Hal ini disebabkan karena nilai signifikansi yang kurang dari 0,05. Artinya nilai rata-rata laju reaksi lebih baik secara signifikan dibandingkan nilai rata-rata kesetimbangan kimia.

Masing-masing subtopik laju reaksi dan kesetimbangan kimia ini jika kita pilah berdasarkan skor rata-rata setiap level representasinya, maka pada subtopik laju reaksi hasilnya akan diperoleh seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik capaian siswa di setiap level representasi pada subtopik laju reaksi

Perbedaan skor rata-rata pada setiap level representasi pada subtopik laju reaksi ini kemudian kita lakukan uji beda menggunakan uji one-way ANOVA sehingga diperoleh data seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Data hasil uji beda setiap level representasi pada subtopik laju reaksi menggunakan uji one-way ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4,479	2	2,239	38,544	0,000
Within Groups	37,996	654	0,058		
Total	42,475	656			

Setelah dilakukan uji beda menggunakan one-way ANOVA, kemudian dilakukan uji Post Hoc menggunakan Tukey HSD sehingga diperoleh data seperti pada Tabel 5.

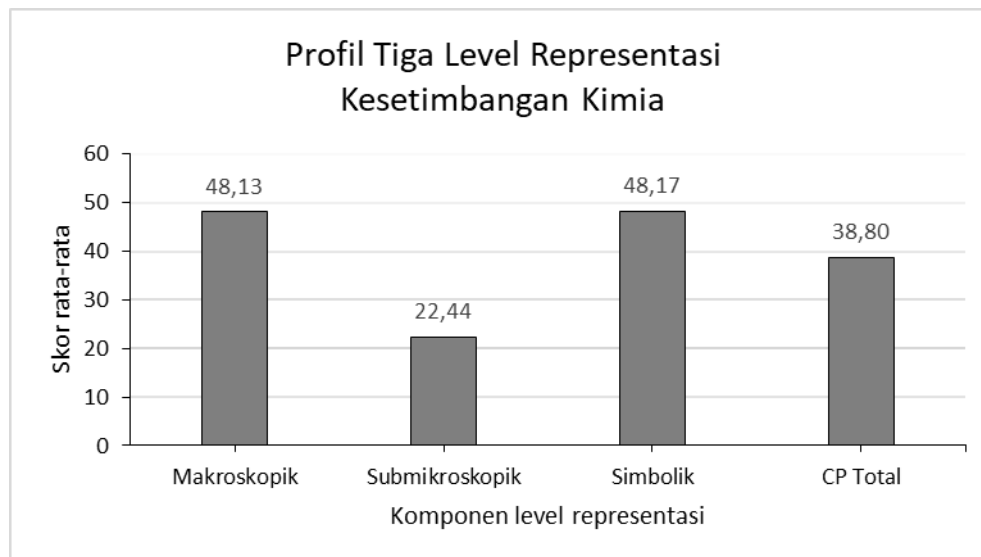
Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa perbedaan signifikan terjadi antara skor rata-rata representasi makroskopik dengan simbolik, demikian halnya dengan representasi makroskopik dengan submikroskopik. Hal ini dapat dilihat dari nilai probabilitas signifikansinya yang kurang dari 0,05. Berbeda halnya dengan perbedaan skor rata-rata antara representasi simbolik dengan representasi submikroskopik yang tidak berbeda secara signifikan. Hal ini dapat dilihat dari nilai probabilitas signifikansinya yang lebih dari 0,05, yaitu sebesar 0,708.

Tabel 5. Data hasil uji Post Hoc terhadap setiap level representasi pada subtopik laju reaksi menggunakan Tukey HSD

(I) Tipe representasi	(J) Tipe representasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Makroskopik	Simbolik	0,18356*	0,02303	0,000
	Submikroskopik	0,16530*	0,02303	0,000
Simbolik	Makroskopik	-0,18356*	0,02303	0,000

	Submikroskopik	-0,01826	0,02303	0,708
Submikroskopik	Makroskopik	-0,16530*	0,02303	0,000
	Simbolik	0,01826	0,02303	0,708

Proses analisis juga dilakukan dengan terhadap data pada subtopik kesetimbangan kimia, sehingga diperoleh data seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik skor rata-rata setiap level representasi pada subtopik kesetimbangan kimia

Melalui Gambar 3 dapat terlihat bahwa diantara tiga level representasi, baik makroskopik, simbolik, maupun submikroskopik terlihat perbedaan, namun terlihat bahwa representasi antara makroskopik dan simbolik memperlihatkan perbedaan yang kurang signifikan. Oleh karena itu, proses analisis berikutnya dilanjutkan menggunakan uji one way ANOVA terhadap ketiga kategori data tersebut. Hasil dari uji one way ANOVA ini diperlihatkan melalui Tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji beda skor rata-rata capaian belajar di tiga level representasi pada subtopik kesetimbangan kimia menggunakan one-way ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14,443	2	7,222	111,788	0,000
Within Groups	42,249	654	0,065		
Total	56,693	656			

Berdasarkan informasi dari Tabel 6, terlihat bahwa nilai probabilitas Sig-nya adalah 0,000 atau berada di bawah 0,05. Secara garis besar hal ini sudah menunjukkan bahwa diantara data skor rata-rata capaian hasil belajar di tiga level representasi pada subtopik kesetimbangan kimia terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik.

Data yang diperoleh menggunakan one-way ANOVA ini kemudian dilanjutkan ke uji Post Hoc menggunakan Tukey HSD untuk bisa memperoleh informasi yang lebih mendetail terkait beda diantara masing-masing variabelnya. Melalui uji Post Hoc diperoleh data seperti pada Tabel 7.

Berdasarkan informasi pada Tabel 7 diketahui bahwa hubungan setiap tipe representasi terdapat perbedaan signifikan, baik antara makroskopik dengan simbolik, makroskopik dengan submikroskopik, ataupun simbolik dengan submikroskopik.

Tabel 7. Hasil uji Post Hoc data tiga level representasi pada subtopik kesetimbangan kimia menggunakan Tukey HSD

(I) Tipe Representasi	(J) Tipe Representasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Makroskopik	Simbolik	-0,11654*	0,02429	0,000	-0,1736	-0,0595

	Submikroskopik	0,23962*	0,02429	0,000	0,1826	0,2967
Simbolik	Makroskopik	0,11654*	0,02429	0,000	0,0595	0,1736
	Submikroskopik	0,35616*	0,02429	0,000	0,2991	0,4132
Submikroskopik	Makroskopik	-0,23962*	0,02429	0,000	-0,2967	-0,1826
	Simbolik	-0,35616*	0,02429	0,000	-0,4132	-0,2991

Tingginya capaian hasil belajar pada subtopik laju reaksi seperti pada Gambar 1 ternyata menghasilkan perbedaan yang tidak signifikan pada kemampuan siswa di level representasi kimianya, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2. Hal ini dibuktikan melalui uji Post Hoc menggunakan Tukey HSD yang memperlihatkan capaian di level representasi simbolik dan submikroskopik tidak berbeda signifikan seperti yang diperlihatkan pada Tabel 5.

Berbeda halnya dengan capaian hasil belajar siswa pada subtopik kesetimbangan kimia yang rendah seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1, ternyata menghasilkan perbedaan yang signifikan diantara kemampuan siswa di level representasi kimianya seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3. Hal ini dibuktikan melalui uji Post Hoc menggunakan Tukey HSD pada Tabel 7 yang memperlihatkan signifikansi perbedaan diantara ketiga level representasi kimia.

Tingginya kemampuan kognitif siswa dalam suatu konsep ternyata mampu menghasilkan tingkat kemampuan representasi yang berimbang. Hal ini dapat membantu siswa dalam melakukan interkoneksi diantara ketiga level representasi kimia. Sedangkan jika kemampuan kognitif siswa rendah dalam suatu konsep kimia, hal ini akan menghasilkan tingkat kemampuan representasi kimia yang tidak berimbang, ada yang terlalu tinggi, ada juga yang terlalu rendah. Hal ini akan menyulitkan siswa dalam melakukan pergerakan pemahaman dari satu level representasi ke level representasi yang lain.

(Skemp, 1976) menyatakan bahwa kedalaman pemahaman dan kemampuan mengaplikasikan suatu pengetahuan oleh pebelajar dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu instrumental understanding/ pemahaman instrumen (*knowing how*) dan relational understanding/ pemahaman keterkaitan (*knowing why*). Pemahaman instrumen (tahu bagaimana) merupakan pemahaman yang lebih mengacu kepada belajar hapalan. Dengan belajar hapalan saja, kita bisa mengetahui bagaimana cara kerja suatu mekanisme, dan bagaimana cara menggunakannya (*knowing how*).

Kategori pemahaman yang kedua yaitu pemahaman keterkaitan (tahu kenapa). Pemahaman ini lebih mendalam, artinya tidak cukup hanya dengan hapalan. Pada tahap pemahaman ini, pebelajar memahami mengapa suatu konsep atau mengapa suatu sistem bisa bekerja, mengapa mereka harus melakukan demikian, sehingga pebelajar tahu betul apa yang seharusnya dilakukan (*knows what to do and why they are doing it*). Seorang pebelajar yang baru mencapai pemahaman instrumen, ia baru memahami tiga level representasi kimia secara terpisah, sedangkan untuk pebelajar yang sudah mencapai pemahaman keterkaitan, ia mampu melakukan interkoneksi antara tiga level representasi tersebut sehingga tercapai pemahaman yang sejati.

Tahapan yang diperlukan dalam upaya meningkatkan pemahaman dari pemahaman instrumen menjadi pemahaman keterkaitan, yaitu tahap formal. Tahap formal ini dalam perkembangan kognitif Piaget pun merupakan tahapan yang menandakan kematangan perkembangan dari kemampuan kognitif seseorang. Artinya ada kaitan antara dua kategori pemahaman yang dijelaskan oleh Skemp dengan ciri kemampuan berpikir logis seseorang yaitu berpikir formal. Seseorang yang memiliki kemampuan berpikir logis yakni tahap formal dalam tahap perkembangan kognitif Piaget, artinya ia telah mampu mencapai pemahaman keterkaitan dimana ia mampu melakukan interkoneksi mental tiga level representasi dengan baik. Namun berbeda halnya jika ia belum mencapai tahap formal, maka artinya pemahamannya terhadap tiga level representasi pun lebih bersifat diskrit.

Berkaitan dengan isu seputar ketiga representasi kimia, (Gilbert & Treagust, 2009) merangkum berbagai hasil penelitian mengenai masalah yang dihadapi pebelajar, yaitu: 1) Lemahnya pengalaman pebelajar pada level makroskopik, karena tidak tersedianya pengalaman praktik yang tepat atau tidak terdapatnya kejelasan apa yang harus mereka pelajari melalui kerja lab (praktikum); 2) terjadinya miskonsepsi pada level submikroskopik, karena kebingungan pada sifat-sifat partikel materi dan ketidak-mampuan untuk memvisualisasikan entitas dan proses pada level submikroskopik; 3)

Lemahnya pemahaman terhadap kompleksitas konvensi yang digunakan untuk merepresentasikan level simbolik; dan 4) Ketidak-mampuan untuk 'bergerak' antara ketiga level representasi. Oleh karena itu, perlu didesain kurikulum pendidikan kimia yang dapat memfasilitasi pebelajar agar mereka lebih efektif belajar dalam ketiga level representasi tersebut (Farida & Sopandi, 2011). Beberapa hal yang perlu diangkat dalam permasalahan multipel representasi pada siswa yaitu kurangnya pengalaman praktis siswa di lapangan, baik dalam kehidupan sehari-hari khususnya dalam kegiatan laboratorium. Pebelajar melihat, tapi tidak tahu apa yang harus mereka permasalahan. Mereka tidak tahu apa yang seharusnya mereka pelajari dan pertanyakan. Pada level submikroskopik, pebelajar kurang mampu memvisualisasikan dan mengimajinasikan apa yang terjadi dari fenomena yang tidak nampak. Selain itu untuk memahami fenomena submikroskopik pebelajar pun harus memahami sifat-sifat partikel materi yang terlibat dalam fenomena tersebut. Pebelajar pun kurang mampu untuk bergerak diantara ketiga level representasi dengan kata lain pebelajar memiliki kemampuan interkoneksi multipel representasi dalam kimia yang lemah.

Keberhasilan seseorang belajar kimia melibatkan konstruksi asosiasi mental antara level-level representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik menggunakan berbagai mode representasi yang berbeda (Treagust & Chandrasegaran, 2009). Pengamatan fenomena kimia secara makroskopik merupakan basis kimia, eksplanasi fenomena tersebut dilandasi level representasi submikroskopik dan simbolik. Konsekuensinya, aspek penting untuk menurunkan eksplanasi tergantung pada kemampuan pebelajar untuk memahami peranan setiap level representasi dan kemampuan untuk mentransfer dari satu level representasi ke level representasi lain. Pebelajar yang mengamati berbagai perubahan pada level makroskopik harus mengeksplanasi level ini ke level partikel (submikroskopik). Eksplanasi level partikel ini pada gilirannya harus bisa direpresentasikan menggunakan simbol-simbol dan rumus (level simbolik). Kemampuan pebelajar untuk merepresentasikan kembali saling keterhubungan tiga level representasi kimia melalui berbagai mode representasi disebut juga kemampuan interkoneksi multipel level representasi (IMLR) (Farida & Sopandi, 2011).

Kozma & Russel (2005) menyarankan kurikulum kimia harus bertujuan memberikan bimbingan kepada siswa untuk menggunakan multipel level representasi, baik secara verbal maupun visual. Lingkungan belajar perlu secara eksplisit mendemonstrasikan saling keterhubungan (interkoneksi) secara konseptual antara representasi pada level makroskopik, submikroskopik dan simbolik dalam konteks pemecahan masalah dan/ atau inkuiri ilmiah. Dengan demikian, output dari pengetahuan multipel level representasi dalam kurikulum kimia ini yaitu mengembangkan kemampuan/ kompetensi representasi pebelajar melalui bimbingan dalam menggunakan multipel level representasi dalam proses pembelajaran kimia.

Kesimpulan dan Saran

Capaian hasil belajar laju reaksi yang lebih tinggi dibandingkan capaian hasil belajar kesetimbangan kimia, telah menghasilkan level kemampuan representasi dalam subtopik kinetika memiliki perbedaan yang tidak terlalu signifikan diantara masing-masing tipe representasi. Dalam penelitian ini ditunjukkan oleh capaian siswa di level representasi simbolik dan level representasi submikroskopik. Berbeda halnya dengan level kemampuan representasi siswa pada subtopik kesetimbangan saling berbeda secara signifikan. Perbedaan kemampuan yang signifikan antar level representasi akan mengakibatkan siswa kurang mampu bergerak secara fleksibel antar level representasi untuk bisa menerjemahkan suatu konsep tertentu. Hal ini akan mengakibatkan siswa dengan level kemampuan representasi yang saling berbeda secara signifikan akan memperoleh pemahaman yang tidak utuh terhadap suatu konsep.

Daftar Pustaka

Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2007). The Development of Two Tier Multiple-Choice Diagnostic Instrument for Evaluating Secondary School Students' Ability to

Describe and Explain Chemical Reactions Using Multiple Levels of Representation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 293–307.

Farida, I., & Sopandi, W. (2011). Pembelajaran Berbasis Web, Interkoneksi Multiple Level Representasi, Keseimbangan Larutan Asam-Basa. *Jurnal Chemicaurnal Chemica*, 12(1), 14–24.

Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (2009). Towards a Coherent Model for Macro, Submicro and Symbolic Representations in Chemical Education. In *Multiple Representations in Chemical Education* (hal. 333–350). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8_15

Kozma, R. B., & Russell, J. (1997). Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949–968.

Lawshe, C. (1975). A Quantitative Approach to Content. *Personnel Psychology*, 28, 563–575. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x>

Morgan, G. A., Leech, N. L., Gloeckner, G. W., & Barrett, K. C. (2004). *SPSS for introductory statistics: Use and interpretation* (2 ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

Nahadi, N., Firman, H., & Kurniadi, H. (2018). Development and Validation Of Chemistry Virtual Test Based Multiple Representations. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 12(1), 44–51. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v12i1.6963>

Skemp, R. (1976). Relational Understanding and Instrumental Understanding. *Mathematics Teaching*, 1–10.

Treagust, D. F., & Chandrasegaran, A. L. (2009). The Efficacy of an Alternative Instructional Programme Designed to Enhance Secondary Students' Competence in the Triplet Relationship. *Models and Modeling in Science Education Multiple Representation*, 4, 151–168.

Wilson, F. R., Pan, W., & Schumsky, D. A. (2012). *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*. <https://doi.org/10.1177/0748175612440286>

Zidny, R., Sopandi, W., & Kusrijadi, A. (2013). Analisis Pemahaman Konsep Siswa SMA Kelas X pada Materi Persamaan Kimia dan Stoikiometri Melalui Penggunaan Diagram Submikroskopik Serta Hubungannya dengan Kemampuan Pemecahan Masalah. *Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia*, 1(1), 27–36.