

PROFIL MODEL MENTAL SISWA TENTANG KORELASI STRUKTUR MOLEKUL TERHADAP SIFAT SENYAWA ORGANIK

I Gusti Ngurah Bayu Sucitra¹, I Wayan Suja¹, I Wayan Muderawan³, & Frieda Nurlita^{4*}

Jurusan Pendidikan Kimia, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja

Email: friedanurlita1952@gmail.com

Abstrak

Pemahaman siswa SMA terkait dengan hubungan struktur molekul dengan sifat senyawa organik sangat rendah. Sejauh ini, belum ada penelitian terkait dengan model mental siswa dalam pembelajaran kimia di Bali. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang bertujuan untuk mendeskripsikan dan menjelaskan model mental siswa tentang hubungan struktur molekul terhadap sifat senyawa organik. Subjek dalam penelitian ini adalah 74 orang siswa kelas XI IPA di SMA Laboratorium Undiksha Singaraja pada tahun ajaran 2015/2016. Data dikumpulkan melalui tes diagnostik model mental berbentuk pilihan ganda dua tingkat, yang terdiri atas bagian isi dan bagian alasan. Analisis data dilakukan secara deskriptif interpretatif dengan mengelompokkan jawaban siswa berdasarkan kemiripannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model mental siswa dalam memahami hubungan struktur molekul terhadap sifat senyawa organik adalah 1,35% model mental ilmiah (*Scientifically Correct*, SC) dan 98,65% model mental alternatif, yang terdiri atas 5,53% model mental tipe NR (*No Response*); 42,57% tipe SM (*Specific Misconceptions*); dan 50,54% tipe PC (*Partially Correct*). Secara umum, siswa belum dapat memahami hubungan struktur molekul terhadap sifat senyawa organik yang mencakup representasi ketiga level kimia beserta interkoneksinya. Hal ini diperkuat dengan rerata hasil belajar siswa hanya mencapai 21,47 dari skala 100.

Kata-kata Kunci: model mental, tes diagnostik, struktur molekul, senyawa organik

Abstract

The student's understanding on correlation of molecular structure towards the properties of organic compounds is very low. So far, there is no research on students' mental models in chemistry learning in Bali. The present research was a descriptive study aimed to describe and explain student's mental models about the correlation of molecular structure toward the properties of organic compounds. The subject of this study was 74 students of 11th grade of science program at SMA Laboratorium Undiksha Singaraja in academic year 2015/2016. The data were collected through diagnostic test of mental models in form of two level multiple choice, consisting the content and reason. Data analysis was conducted by using descriptive interpretative method in classifying students' answers based on its similarities. The result of this study showed that students' mental models about the correlation of molecular structure toward the properties of organic compounds were 1.35% of scientifically correct (SC) and 98.65% of alternative mental models, consisting of 5.53% mental models of no response (NR) type, 42.57% of specific misconception (SM) type, and 50.54% of partially correct (PC) type. Generally, students' could not understand the correlation of molecular structure toward the organic compounds properties including the representation of three chemistry level and the interconnection. This statement is supported by the mean of students' achievement only 21.47 out of 100.

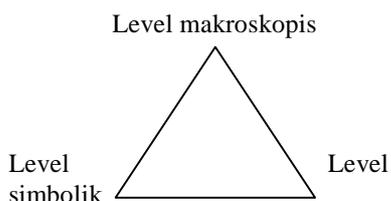
Keywords : mental models, diagnostic test, molecular structure, organic compounds

1. Pendahuluan

Kimia merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari

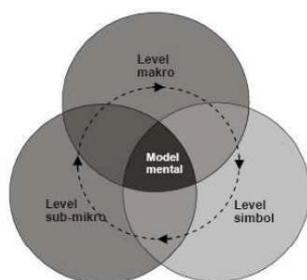
tentang struktur, sifat dan perubahan materi serta energi yang menyertainya. Kebermaknaan pembelajaran kimia

membutuhkan kajian tentang ketiga level kimia, yaitu: level makroskopis, level submikroskopis, dan level simbolik beserta interkoneksi ketiga level tersebut. Hal ini sejalan dengan pernyataan Johnstone (1991), bahwa pembelajaran kimia harus menyertakan ketiga representasi level kimia. Ketiga representasi level kimia tersebut disajikan sebagai segitiga pemahaman kimia, seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tiga Representasi Level Kimia

Tuntutan pembelajaran terkait pemahaman ketiga level kimia tersebut membuat kimia menjadi salah satu pelajaran yang sulit bagi siswa. Kesulitan siswa dalam belajar kimia terutama terletak pada pemahaman level submikroskopis dalam menjelaskan fenomena makroskopis dan penggunaan simbol-simbol kimia. Kondisi tersebut menyebabkan pemahaman siswa terkait ketiga level kimia menjadi tidak utuh, sehingga siswa cenderung tidak mampu menjelaskan fenomena makroskopis kimia secara molekuler (Suja, 2015; Sunyono *et al.*, 2015). Menurut Devetak (2005), pemahaman siswa terkait ketiga level kimia membentuk suatu irisan interkoneksi yang dilabel sebagai model mental kimia, seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Keterkaitan Tiga Level Kimia dengan Model Mental

Model mental merupakan representasi intrinsik yang muncul selama

berlangsungnya proses kognitif, dapat berupa objek, ide, atau gagasan untuk memberikan alasan, menggambarkan, memprediksi atau menjelaskan sebuah fenomena (Wang, 2007).

Tipe model mental mengindikasikan tingkat pemahaman siswa terhadap objek, ide, atau proses kimia. Menurut Sendur *et al.*, (2010), model mental dikategorikan menjadi empat, yaitu: 1) Tidak ada jawaban/tanggapan (*No Response, NR*), jika siswa tidak memberikan jawaban dan tidak membuat alasan pada tingkat molekuler; 2) Miskonsepsi khusus pada hal tertentu (*Specific Misconceptions, SM*), jika jawaban dan penjelasan tidak dapat diterima secara keilmuan; 3) Benar sebagian (*Partially Correct, PC*), jika jawaban siswa tidak menyangkut ketiga level kimia dan tidak membangun interkoneksi di antara ketiga level tersebut; dan 4) Benar secara keilmuan (*Scientifically Correct, SC*), jika jawaban siswa menyangkut ketiga level kimia dan berhasil membangun interkoneksi di antara ketiga level tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran pemahaman siswa dalam mempertautkan ketiga level kimia beserta interkoneksinya dalam menjelaskan hubungan struktur molekul terhadap sifat senyawa organik. Bahwasanya dalam memahami struktur molekul (level submikroskopis dan simbolik) siswa akan mampu meramalkan dan menjelaskan sifat senyawa (level makroskopis), sehingga dengan memahami sifat senyawa, siswa akan mampu menjelaskan manfaatnya.

2. Metode

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Laboratorium Undiksha Singaraja pada semester genap tahun ajaran 2015/2016. Subjek dalam penelitian adalah siswa kelas XI IPA sebanyak 74 orang.

Penelitian dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu: 1) perencanaan, terdiri atas tahap analisis kebutuhan dan adaptasi instrumen, 2) pelaksanaan, merupakan tahap pengumpulan data, analisis data, serta pembahasan, dan 3) pelaporan. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini merupakan tes diagnostik

model mental yang diadaptasi dari hasil pengembangan oleh Suja dan Nurlita (2016), berbentuk pilihan ganda dua tingkat (*two-tier test*), yaitu: bagian pertama berisikan pilihan jawaban (level makroskopis) yang telah disediakan berkaitan dengan konten, sedangkan pada bagian kedua siswa dituntut untuk memberikan alasan/argumentasi (level submikroskopis dan level simbolik) atas jawaban bagian pertama.

Analisis data dilakukan secara deskriptif interpretatif dari jawaban siswa. Model mental siswa dikelompokkan berdasarkan kemiripan jawaban siswa kedalam tipe model mental tertentu. Dalam penelitian ini, model mental dikelompokkan ke dalam empat tipe yaitu; tidak ada jawaban/tanggapan (*No Response*, NR), miskonsepsi khusus pada bagian tertentu (*Specific Misconceptions*, SM), benar sebagian (*Partially Correct*, PC), dan benar secara ilmiah (*Scientifically Correct*, SC). Selanjutnya, secara umum tiga model mental pertama disebut sebagai model mental alternatif, sedangkan model mental keempat dilabel sebagai model ilmiah atau model konseptual.

3. Hasil Dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh distribusi model mental siswa kelas XI SMA Laboratorium Undiksha Singaraja tentang korelasi struktur molekul terhadap sifat senyawa organik seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.

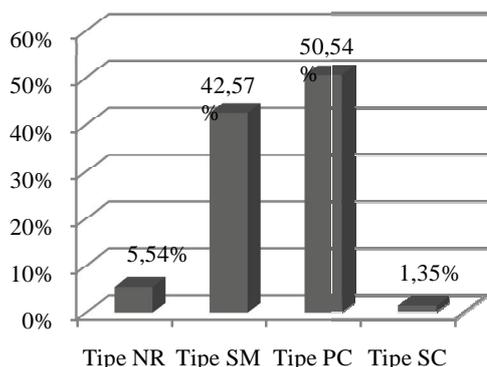
Tabel 1. Profil Model Mental Siswa Kelas XI SMA Laboratorium Undiksha Singaraja

No Soal	Indikator	Sk or	Model Mental (%)			
			NR	SM	PC	SC
1	Menjelaskan pengaruh ikatan hidrogen terhadap kelarutan senyawa organik dalam air.	194	0,00	33,79	63,51	2,70
2	Menentukan kepolaran senyawa.	138	0,00	75,68	16,21	8,11

Lanjutan Tabel 1.

3	Menentukan daya hantar listrik larutan senyawa organik.	282	0,00	8,11	90,54	1,35	
4	Membanding kan titik didih isomer-isomer rantai alkana.	188	10,81	28,38	60,81	0,00	
5	Membanding kan kestabilan isomer-isomer <i>cis-trans</i> .	89	8,11	62,16	29,73	0,00	
6	Membanding kan titik didih alkana dan alkuna terminal.	96	9,46	63,51	27,03	0,00	
7	Menjelaskan contoh reaksi eksoterm di lingkungan siswa.	175	2,70	28,38	68,92	0,00	
8	Menjelaskan kebiasaan alkil amina dengan persamaan reaksi.	72	6,75	66,22	27,03	0,00	
9	Membedakan titik didih alkohol dan eter.	143	9,46	41,89	48,65	0,00	
10	Menjelaskan kelarutan formaldehida dalam air.	212	8,11	17,57	72,97	1,35	
Rerata			21,47	5,54	42,57	50,54	1,35

Pada Tabel 1 terlihat bahwa profil model mental ilmiah siswa kelas XI SMA Laboratorium Undiksha Singaraja hanya mencapai 1,35%. Sisanya sebanyak 98,65% tergolong model mental alternatif, yang terdiri atas 5,53% model mental tipe NR, 42,57% tipe SM, dan 50,54% tipe PC. Data profil model mental siswa pada Tabel 1 dapat ditampilkan dalam bentuk histogram, seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Histogram Profil Model Mental Siswa

Temuan penelitian menunjukkan bahwa ketidakmampuan siswa dalam mengaitkan representasi ketiga level kimia menyebabkan tidak utuhnya model mental siswa, sehingga tergolong ke dalam model mental alternatif. Hal tersebut sejalan dengan rendahnya rerata skor yang diperoleh siswa, yaitu 21,47 dari skala 100.

Pada tes model mental, beberapa konsep digunakan dalam menjelaskan sifat makroskopis senyawa. Pada soal nomor 1, dalam membandingkan kelarutan karbon disulfida (CS_2) dan etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) dalam air (H_2O), sebesar 63,51% memiliki model mental tipe PC dan 33,79% tipe SM. Hal yang serupa terjadi pula pada soal nomor 10. Siswa tidak dapat menjelaskan kelarutan formaldehida (HCHO) di dalam H_2O . Sebanyak 72,97% siswa memiliki model mental tipe PC dan hanya 1,35% siswa memiliki tipe SC. Ketidakmampuan dalam menjelaskan kelarutan senyawa pada soal nomor 1 dan 10 disebabkan oleh kurangnya kemampuan siswa dalam melakukan penalaran, pengetahuan mereka terkait kepolaran dan interaksi antar molekul tidak dapat mereka terapkan pada level submikroskopis dan level simbolik.

Ketidakmampuan siswa dalam menentukan kepolaran senyawa juga terjadi pada soal nomor 2. Sebanyak 75,68% siswa memiliki model mental tipe SM, dan 8,11% siswa memiliki tipe SC. Dalam menentukan kepolaran senyawa, kecenderungan siswa hanya menghafal konsep, apabila terdapat perbedaan

keelektronegatifan dari atom-atom penyusunnya, maka senyawa tersebut tergolong senyawa polar. Siswa tidak memahami kepolaran suatu senyawa ditentukan oleh resultan vektor dari momen-momen ikatannya (momen dipol).

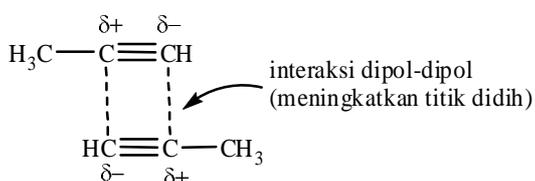
Pada soal nomor 3, sebagian besar siswa (90,54%) cenderung menjawab asam metanoat (HCOOH) merupakan elektrolit lemah, sehingga mampu menghantarkan arus listrik. Siswa tidak mampu menjelaskan mengapa HCOOH yang merupakan elektrolit lemah dapat menghantarkan arus listrik. Secara konseptual, daya hantar listrik larutan ditentukan oleh konsentrasi ion dalam larutan, yang besarnya tergantung pada konsentrasi larutan, derajat ionisasi, dan jumlah ion yang dihasilkan.

Pemahaman siswa tentang titik didih isomer-isomer senyawa organik digali dari soal nomor 4, 6 dan 9. Berdasarkan hasil tes, sebagian besar siswa benar secara makroskopis dalam menentukan titik didih senyawa, namun tidak mampu menjelaskan secara submikroskopis dan simbolik.

Kurangnya pemahaman siswa terhadap konsep mendidih membuat mereka tidak dapat memberikan alasan secara molekuler pada soal-soal tersebut. Secara konseptual, mendidih merupakan suatu proses terjadinya pemutusan interaksi antar molekul. Oleh karena itu, senyawa yang memiliki gaya antar molekul yang kuat memiliki titik didih lebih tinggi. Dalam hal ini, pada soal nomor 4, molekul *n*-pentana berbentuk memanjang, memiliki area kontak antar muka yang lebih besar, sehingga lebih mudah mengalami polarisasi dan menginduksi molekul-molekulnya. Kondisi tersebut menyebabkan gaya London dari *n*-pentana lebih kuat dibandingkan neopentana yang memiliki bentuk molekul bulat.

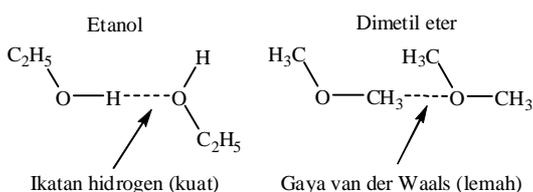
Perbedaan jenis ikatan antar molekul menyebabkan perbedaan titik didih suatu senyawa. Pada soal nomor 6, antar molekul *n*-propana (C_3H_8) hanya terjadi interaksi non dipol (gaya London), sedangkan pada molekul propuna (C_3H_4), adanya ikatan rangkap tiga terminal memungkinkan terjadinya polarisasi

muatan, sehingga terjadi interaksi dipol-dipol antar molekul C_3H_4 sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Interaksi Dipol-Dipol Antar Molekul Propuna (C_3H_4)

Sejalan dengan soal nomor 6, pada soal nomor 9, antar molekul C_2H_5OH terjadi ikatan hidrogen yang jauh lebih kuat daripada gaya van der Waals antar molekul dimetil eter. Berikut ditampilkan interaksi antar molekul pada etanol dan dimetil eter pada Gambar 5.



Gambar 5. Interaksi Antar Molekul pada Etanol dan Dimetil Eter

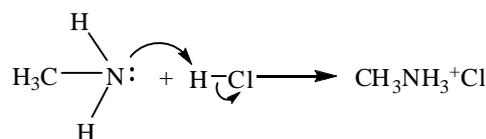
Berdasarkan pemaparan diatas, mencerminkan ketidakmampuan siswa dalam menjelaskan sifat makroskopis (titik didih) senyawa secara submikroskopis dan simbolik. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Andhini (2010) yang mengungkapkan, pada konsep isomer struktur, titik didih dan kelarutan senyawa alkana, model mental siswa didominasi level makroskopis, siswa tidak dapat menjelaskan fenomena tersebut pada level submikroskopis dan level simbolik.

Model mental siswa juga belum mampu menjelaskan kestabilan isomer geometri (*cis-trans*) senyawa 2-butena. Akibatnya, sebagian besar siswa (62,16%) memiliki model mental tipe SM dan 29,73% tipe PC. Siswa tidak dapat menjelaskan adanya gaya tolak-menolak antar gugus metil berperan dalam menentukan ketidakstabilan isomer-isomer geometri. Pada isomer *trans*-2-

butena, gugus metil yang terikat terletak pada sisi berseberangan (saling berjauhan), sehingga gaya tolaknya rendah, yang menyebabkan isomer tersebut lebih stabil dibandingkan dengan isomer *cis*-2-butena.

Tingginya persentase model mental alternatif siswa juga terjadi pada soal nomor 7. Sebanyak 68,65% siswa memiliki model mental tipe PC dan 28,38% tipe SM. Dari hasil temuan, siswa menyatakan bahwa gas etuna (C_2H_2) merupakan hasil reaksi dari CaC_2 dengan H_2O , tetapi siswa tidak mampu menuliskan persamaan reaksi yang terjadi. Dalam menuliskan persamaan reaksi, kecenderungan siswa hanya mencocokkan jenis dan jumlah atom yang bereaksi.

Hal yang serupa juga terjadi pada soal nomor 8. Siswa mengalami kesulitan dalam menentukan sifat metilamina. Sebesar 66,22% (tipe SM) siswa cenderung menyatakan metilamina bersifat asam, dan hanya 27,03% (tipe PC) siswa menyatakan metilamina bersifat basa. Metilamina merupakan senyawa turunan dari amonia. Adanya pasangan elektron bebas pada atom N dalam metilamina, menyebabkan metilamina bersifat basa (basa Lewis), sehingga metilamina dapat bereaksi dengan HCl melalui donor pasangan elektron. Berikut ditampilkan persamaan reaksi metilamina dengan HCl pada Gambar 6.



Gambar 6. Persamaan eaksi Metilamina dengan HCl

Tingginya persentase model mental alternatif siswa tentang korelasi struktur molekul terhadap sifat senyawa organik disebabkan oleh berbagai faktor, yang secara umum, dikelompokkan menjadi dua, yaitu faktor eksternal dan faktor internal.

Faktor eksternal merupakan faktor yang berasal dari luar diri siswa yang memungkinkan terjadinya model mental

alternatif. Buku-buku yang digunakan sebagai sumber belajar oleh siswa berpeluang dalam menimbulkan jadinya miskonsepsi (Suja dan Retug, 2013). Tidak menutup kemungkinan, model mental alternatif dapat ditimbulkan dari materi dan kesalahan konsep yang dilakukan oleh guru dalam menganalogikan atau memberikan penjelasan yang tidak relevan dengan konsep-konsep ilmiah. Sejalan dengan hal tersebut, pada bimbingan belajar siswa cenderung mengiginkan cara yang instan dalam mengerjakan soal, sehingga konsep kimia kurang mendapatkan penekanan yang mengakibatkan tidak utuhnya pemahaman siswa terhadap suatu konsep.

Secara internal, pemahaman siswa terhadap ketiga level kimia beserta interkoneksinya sangat erat kaitannya dengan model mental siswa. Terbentuknya model mental alternatif disebabkan oleh faktor-faktor berikut.

Pertama, ketidakmampuan siswa dalam memilih atribut esensial dari sebuah konsep (Ibrahim, 2012). Suja dan Retug (2013) mengungkapkan bahwa siswa cenderung lebih tertarik pada ciri konsep yang mudah diingatnya. Dari hasil temuan, siswa menyatakan bahwa kepolaran senyawa ditentukan oleh beda keelektronegatifan dan bentuk molekul yang simetris atau tidak simetris. Bahwasanya, secara konseptual yang menyebabkan suatu senyawa bersifat polar ataupun non polar adalah jumlah resultan vektor dari momen ikatannya (momen dipol). Apabila terdapat momen dipol berarti senyawa tersebut bersifat polar, sedangkan momen dipol sama dengan nol menunjukkan bahwa senyawa tersebut bersifat non polar.

Kedua, kekeliruan penalaran. Kurangnya kemampuan siswa pada level submikroskopis dan simbolik akan berdampak pada penalaran siswa dalam memecahkan masalah. Dalam membandingkan titik didih, siswa menyatakan panjangnya rantai karbon (ada tidaknya cabang) merupakan sebab dari perbedaan titik didih yang terjadi pada suatu isomer. Sesungguhnya, kemampuan senyawa dalam membentuk interaksi antar molekulnya yang

berpengaruh dalam menjelaskan fenomena titik didih. Oleh karena itu, semakin kuat interaksi antar molekul yang dibentuk, maka semakin tinggi titik didih dari senyawa tersebut.

Ketiga, kekeliruan akibat over generalization. Siswa menyatakan HCHO mudah larut karena air digunakan sebagai pelarut. Hal ini menunjukkan, bahwa siswa menafsirkan air sebagai pelarut universal, sehingga semua senyawa dapat larut di dalam air. Secara konseptual, kelarutan ditentukan oleh kepolaran senyawa (*like dissolve like*). Senyawa polar lebih mudah larut dalam pelarut polar, sedangkan senyawa non polar lebih mudah larut pada pelarut non polar.

Keempat, ketidakmampuan siswa dalam menerapkan konsep. Berdasarkan hasil temuan, kemampuan yang dimiliki siswa cenderung tidak dapat mereka visualisasikan kedalam level simbolik yang sejalan dengan kurangnya kemampuan level submikroskopis dalam menjelaskan sifat senyawa. Sebagai contoh, kemampuan submikroskopis siswa yang dapat menjelaskan bahwa CaC_2 bereaksi dengan H_2O menghasilkan gas C_2H_2 tidak diimbangi dengan kemampuan pada level simbolik. Bahwasanya, dalam menuliskan persamaan reaksi, siswa menuliskan kalsium oksida (CaO) sebagai hasil reaksi, sedangkan yang tepat secara konseptual adalah kalsium hidroksida, $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Kelima, kurangnya perhatian terhadap proses. Kecenderungan siswa lebih mementingkan hasil daripada proses belajar. Sebagai contoh, siswa kesulitan menentukan penggunaan tanda panah pada reaksi ionisasi. Mereka keliru menggunakan tanda panah (\longrightarrow) dalam penulisan reaksi ionisasi dari HCOOH . Dalam hal ini, HCOOH merupakan senyawa asam lemah, sehingga tanda panah bolak balik (\rightleftharpoons) yang tepat digunakan dalam menuliskan reaksi ionisasi larutan HCOOH .

Berdasarkan hasil pemaparan tersebut, kemampuan siswa belum mencapai model mental ilmiah. Secara umum, siswa belum dapat memahami korelasi struktur molekul terhadap sifat senyawa organik yang mencakup

representasi ketiga level kimia berserta interkoneksinya.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa profil model mental siswa kelas XI SMA Laboratorium Undiksha Singaraja dalam memahami korelasi struktur terhadap sifat senyawa organik, meliputi 1,35% model mental ilmiah (*Scientifically Correct*, SC) serta 98,65% model mental alternatif, yang terdiri dari atas 5,53% model mental tipe NR (*No Response*), 42,57% tipe SM (*Specific Misconceptions*), dan 50,54% tipe PC (*Partially Correct*) dengan rerata skor sebesar 21,47 dari skala 100.

5. Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Bapak Drs. I Wayan Sukarta, M.Pd. selaku Kepala SMA Laboratorium Undiksha Singaraja yang telah memberikan ijin pengumpulan data dalam penelitian ini.

6. Daftar Pustaka

- Andhini, R. (2010). Profil model mental siswa pada pokok bahasan senyawa hidrokarbon. *Skripsi* tidak dipublikasikan. Bandung: UPI.
- Devetak, I. (2005). Explaining the latent structure of understanding submicrorepresentations in science. *Disertasi* tidak dipublikasikan. Slovenia: University of Ljubljana.
- Ibrahim, M. (2012). *Seri pembelajaran inovatif: Konsep, miskonsepsi, dan cara pembelajarannya*. Surabaya: Unesa University Press
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75-83.
- Sendur, G., Toprak, M., & Pekmez, E. (11-13 November 2010). *Analyzing of students' misconceptions about chemical equilibrium*. Makalah disajikan pada International Conference on New Trends in Education and Their Implications, Antalya (Turkey).
- Suja, I W., & Retug, N. (2013). Profil Konsepsi Kimia Siswa Kelas XI di Kota Singaraja. *Prosiding Seminar Nasional Riset Inovatif I*. Singaraja: Undiksha.
- Suja, I W. (2015). Model mental mahasiswa calon guru kimia dalam memahami bahan kajian stereokimia. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 4(2), 625-638.
- Suja, I W., & Nurlita, F. (2016). Pengembangan tes model mental siswa dan mahasiswa calon guru kimia tentang korelasi struktur dan sifat senyawa organik. *Penelitian Hibah Institusi Bersaing*. Singaraja: Undiksha
- Sunyono, Yuanita, L., & Ibrahim, M. (2015). Supporting students in learning with multiple representation to improve student mental models on atomic structure concepts. *Science Education International*, 26(2), 104-125.