INVESTIGASI MODEL MENTAL PADA MATERI ALKOHOL MENGGUNAKAN TES DIAGNOSTIK *INTERVIEW ABOUT EVENT*

Ulya Lathifa1, Dwipa Ajiati2 dan Wirda Udaibah3

1, 2, 3 Pendidikan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Walisongo Semarang, Semarang,50185, Indonesia

ulyalathifa@walisongo.ac.id

**Abstract**. Penelitian ini bertujuan untuk menggali jenis model mental mahasiswa pada materi alkohol. Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Subjek penelitian ini adalah mahasiswa jurusan Pendidikan Kimia angkatan 2016. Sampel dipilih dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. Jumlah sampel yang ditentukan sebanyak 12 mahasiswa dengan level pemahaman yang berbeda. Penggalian model mental dilakukan dengan menggunakan tes diagnostik model mental-*Interview About Event* (TDM-IAE). Tes diagnostik tersebut terdiri dari pertanyaan *open-ended*, kegiatan menggambar representasi submikroskopik, dan wawancara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum mahasiswa memiliki model mental sintetik dengan persentase jawaban deskripsi lisan sebanyak 66,66% dan jawaban gambar sebanyak 100%.

Kata kunci: model mental, alkohol, TDM-IAE

**PENDAHULUAN**

Materi kimia melibatkan tiga tingkat representasi, yaitu makroskopik, sub-mikroskopik, dan simbolik (Yuanita & Ibrahim, 2015). Ketiga tingkat representasi tersebut saling berhubungan satu sama lain serta digunakan untuk menerjemahkan fenomena dan konsep-konsep kimia yang bersifat abstrak (Chandrasegaran *et al.,* 2007*;* Dayana *et al*., 2013). Konsep abstrak tersebut dapat dipahami dengan menggunakan suatu model (Dayana *et al*., 2013). Model tersebut sering dikenal dengan model mental.

Model mental merupakan suatu representasi kognitif seseorang dalam mempelajari, memahami, dan mengingat suatu fenomena atau informasi (Rahayu & Purwanto, 2013). Model mental terbentuk melalui berpikir analogi. Menurut Collins & Gentner (1987) (dalam Jones *et al*., 2011), ketika seseorang memperoleh pengetahuan baru, maka seseorang tersebut akan menganalogikan pengetahuan baru dengan pengetahuan lama yang serupa untuk dapat memahaminya. Model mental seseorang akan berubah dari waktu ke waktu seiring dengan bertambahnya informasi atau pengetahuan serta pengalaman yang didapatkan.

Umumnya dari ketiga tingkat representasi yang dianggap sulit adalah pemahaman pada tingkat simbolik dan sub-mikroskopik. Hal tersebut disebabkan karena keterbatasan kognitif sehingga model mental yang terbentuk pada individu masih sederhana dan belum ilmiah. Hal tersebut dikuatkan dari penelitian Sunyono *et al.,* (2015) yang menyatakan bahwa model mental siswa masih cenderung pada tingkat representasi makroskopik karena dapat dipahami melalui pengamatan langsung.

Sebagai calon guru kimia, mahasiswa pendidikan kimia hendaknya memiliki model mental yang utuh. Keutuhan model mental tercermin dari terkoneksinya pemahaman tingkat makroskopik, simbolik dan mikroskopik. Salah satu materi yang wajib dikuasi oleh calon guru kimia adalah alkohol. Materi tersebut merupakan bagian dari materi gugus fungsi. Ditinjau dari segi makroskopik, wujud senyawa alkohol dapat diamati dan sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari, seperti sebagai pelarut, antiseptik, dan lain sebagainya. Dari segi submikroskopik, antarsenyawa alkohol terjadi ikatan kimia seperti ikatan hidrogen. Secara simbolik, senyawa alkohol mengalami beberapa reaksi seperti oksidasi, subtitusi, dan sebagainya.

Materi alkohol ini dapat ditemui pada mata kuliah kimia dasar 2. Materi tersebut merupakan landasan bagi calon guru kimia untuk memahami materi kimia organik. Namun pada kenyataannya, dari hasil observasi diketahui sebanyak 42% mahasiswa calon guru kimia menganggap bahwa materi alkohol sulit untuk dipahami. Kesulitan tersebut menjadi indikator ketidakutuhan model mental calon guru kimia.

Selama ini belum pernah terpetakan model mental calon guru kimia pada materi alkohol. Padahal dengan adanya pemetaan ini, kesulitan calon guru kimia dapat diketahui sehingga mampu dilakukan upaya penanggulangannya. Hal itu dikarenakan mahasiswa jurusan Pendidikan kimia merupakan calon pendidik yang dituntut untuk memiliki pemahaman tingkat makroskopik, sub-mikroskopik dan simbolik yang utuh dan ilmiah (Abdul *et al*., 2011).

Penyelidikan model mental memerlukan metode yang tepat. Para peneliti biasanya menggunakan metode berupa Tes Diagnostik Model mental (TDM). Jenis TDM yang digunakan antara lain adalah *Two-Tier Multiple Choice*, *Open-Ended Responses*, *Interview with Probing Question and Drawing*, *Predict-Observe-Explain* (POE) dan *Interview-About-Event* (IAE) (Wang, 2007). Dalam penelitian ini digunakan metode TDM IAE untuk menggali model mental mahasiswa. TDM-IAE dipilih karena metode tersebut sesuai dengan masalah yang dihadapi oleh mahasiswa. Berdasarkan hasil prariset diketahui bahwa mahasiswa kurang memahami dalam penulisan simbol dan persamaan reaksi pada materi alkohol, sehingga dengan metode ini akan memudahkan peneliti dalam menggali dan mengungkap jenis model mental mahasiswa. TDM-IAE berbasis wawancara berdasarkan fenomena. Suatu fenomena atau masalah ditampilkan kepada peserta didik untuk kemudian dipahami sehingga mereka akan memikirkan jawaban atau penjelasan dari permasalahan tersebut secara mandiri. Metode ini juga meminta peserta didik untuk menggambarkan jawaban pada tingkat sub-mikroskopiknya. Penggunaan pertanyaan penuntun (*probing question*) dimungkinkan dalam metode ini untuk menggali lebih dalam model mental dari peserta didik.

**METODE PENELITIAN**

 Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif kualitatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil model mental mahasiswa jurusan Pendidikan Kimia pada materi alkohol. Sampel dipilih dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. Penelitian ini menggunakan instrumen berupa tes dan non-tes. Instrumen nontes yang digunakan adalah angket. Instrumen tes yang digunakan berupa soal pilihan ganda beralasan yang telah divalidasi. Soal berisi 5 pilihan jawaban dan mahasiswa diminta untuk mengisi kolom alasan. Jawaban soal tersebut dinilai dengan menggunakan kriteria penskoran yaitu: jawaban benar dengan alasan benar (skor 3), jawaban benar dengan alasan sebagian benar (skor 2), jawaban salah (skor 1), dan tidak ada jawaban (skor 0) (Karatas *et al*., 2011). Setelah mengerjakan soal, dilakukan pengelompokan pada mahasiswa di mana dipilih 6 mahasiswa berkemampuan tinggi dan 6 mahasiswa berkemampuan rendah. Selanjutnya dilakukan wawancara. Wawancara dilakukan pada mahasiswa jurusan Pendidikan Kimia angkatan 2016 yang telah mendapat materi alkohol dan mengerjakan soal. Sebelumnya, mahasiswa ditunjukkan suatu fenomena atau peristiwa. Setelah ditunjukkan artikel, mahasiswa kemudian diberikan pertanyaan open-ended. Dari hasil wawancara, didapatkan data. Dalam menganalisis data, terdapat tiga langkah yang harus dilakukan, yakni reduksi data, penyajian data, serta penarikan kesimpulan dan verifikasi. Rubrik penilaian yang digunakan dalam analisis data ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2.

**Tabel 1.** Rubrik Penilaian untuk Jawaban Deskripsi

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tingkat pemahaman** | **Skor** | **Kriteria** |
| *Sound Understanding* (SU) | 4 | Jawaban mengandung semua komponen yang sesuai denganpengetahuan ilmiah |
| *Partial Understanding* (PU) | 3 | Jawaban mengandung beberapa komponen yang sesuai dengan pengetahuan ilmiah  |
| *Partial Understanding with Alternative Conception* (PU-AC)  | 2 | Jawaban sebagian mengandung komponen yang sesuai dengan ilmiah tetapi sebagian juga mengandung konsep ilmiah yang salah |
| *Alternative Conception* (AC) | 1 | Jawaban mengandung komponen yang tidak masuk akal atau informasi yang salah |
| *No Understanding* (NU) | 0 | Jawaban kosong |

(Sumber: Kurnaz & Eksi, 2015)

**Tabel 2.** Rubrik Penilaian untuk Jawaban Gambar

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tingkat Pemahaman** | **Skor** | **Kriteria** |
| Gambar Benar (GB)  | 4 | Menggambar semua komponen dari penggambaranilmiah sampai tingkat submikroskopik |
| Gambar Sebagian Benar(GSB) | 3 | Menggambar sebagian komponen dari penggambaran ilmiah sampai tingkat submikroskopik |
| Gambar Sebagian Benardan Gambar Non Ilmiah(GSB-GN) | 2 | Menggambar sebagian komponen dari penggambaranilmiah tetapi terdapat jugapenggambaran yang nonilmiah |
| Gambar Salah (GS)  | 1 | Semua gambar mengandungpenggambaran yang nonilmiah dan tidak sampai ketingkat sub-mikroskopiknya |
| Tidak Menggambar (TM) | 0 | Kosong |

(Sumber: Kurnaz & Eksi, 2015)

Setelah jawaban mahasiswa dikelompokkan berdasarkan rubrik pada Tabel 1 dan 2, maka langkah selanjutnya adalah menentukan jenis model mental yang dimiliki mahasiswa Jurusan Pendidikan Kimia pada materi alkohol. Rubrik penilaian jenis model mental dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Rubrik Penilaian Jenis Model Mental

|  |  |
| --- | --- |
| **Jenis Model Mental** | **Kriteria** |
| Saintifik | Jawaban sesuai dengan pengetahuan ilmiah yaitu semua jawaban memiliki kemungkinan skor antara 3 (PU)-4 (SU) untuk jawaban deskripsi dan 3 (GSB)-4 (GB) untuk jawaban gambar |
| Sintetik | Jawaban sebagian sesuai dan sebagian lagi tidak sesuai dengan pengetahuan ilmiah yaitu semua jawaban memiliki kemungkinan skor dari 0 (NU)-4 (SU) untuk jawaban deskripsi dan 0 (TM)-4 (GB) untuk jawaban gambar |
| Inisial | Jawaban tidak sesuai dengan pengetahuan ilmiah yaitu semua jawaban memiliki kemungkinan skor antara 0 (NU)-2 (PU-AC) untuk jawaban deskripsi dan 0 (TM)-2 (GSB-GN) untuk jawaban gambar  |

(Sumber: Kurnaz & Eksi, 2015; Kurnaz & Emen, 2014)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil penelitian, secara umum diketahui bahwa jenis model mental pada jawaban deskripsi didominasi pada model mental sintetik, sedangkan sisanya adalah model mental inisial dan saintifik. Pada jawaban gambar, diketahui bahwa seluruh jawaban responden terkategorikan model mental sintetik. Secara lebih jelas, model mental pada materi alkohol dapat dilihat pada Gambar 1.

**Gambar 1.** Model Mental pada Materi Alkohol

Fenomena yang diangkat yaitu “Bioteknologi: Fermentasi”. Pertanyaan yang diajukan antara lain sebagai berikut.

1. Apa definisi dari proses fermentasi?
2. Apa jenis gugus fungsi yang terdapat pada produk fermentasi tape dan tergolong senyawa apa?
3. Manakah yang lebih larut dalam air, apakah etanol atau propanol? Jelaskan alasannya!
4. Dari kedua contoh alkohol tadi yaitu etanol dan propanol, manakah yang akan menguap lebih dulu jika keduanya sama-sama diuapkan?

Berdasarkan analisis data, ragam jawaban yang muncul dikelompokkan hingga diperoleh persentasenya. Secara rinci ragam jawaban seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Ragam Jawaban pada Fenomena Bioteknologi: Fermentasi

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No Soal** | **Kategori** | **Ragam Jawaban** | **%** |
| 1 | SU | Proses pengubahan makanan dengan bantuan mikroorganisme | 25 |
| PU | Proses pembentukan alkohol | 16,67 |
| Suatu proses yang didiamkan dengan penambahan ragi | 25 |
| PU-AC | Perubahan makanan menjadi produk lain | 16,67 |
| NU | Tidak ada jawaban | 16,67 |
| 2 | SU | Senyawa alkohol (gugus hidroksil) dengan rumus struktur R-OH | 66,67 |
| PU-AC | Senyawa asam karboksilat denganrumus struktur R-OH | 8,33  |
| Gugus OH dengan rumus struktur R-C-OH | 8,33 |
| NU | Tidak ada jawaban | 16,67 |
| 3 | SU | Etanol karena rantai alkilnya yang bersifat non polar lebih sedikit | 50 |
| PU-AC | Propanol karena adanya ikatan pi yang mudah putus | 8,33 |
| PU | Etanol karena memiliki massa atom relatif yang lebih kecil | 8,33 |
| Etanol karena titik didihnya lebih tinggi dari pada propanol | 8,33 |
| AC | Etanol karena memiliki bulki yang lebih kecil | 8,33 |
| Propanol karena rantai alkilnya lebih panjang | 8,33 |
| NU | Tidak ada jawaban | 8,33 |
| 4 | SU | Etanol karena memiliki rantai karbon yang lebih sedikit sehinggatitik didihnya lebih rendah | 41,67 |
| PU-AC | Etanol karena memiliki rantai karbon yang lebih pendek sehingga titik didihnya lebih tinggi | 8,33 |
| Etanol karena energi yang dilepas lebih sedikit | 8,33 |
| AC | Propanol karena titik didihnya lebihtinggi | 25 |
| PU | Etanol karena memiliki massa atom relatif yang rendah dan mudah untuk diputus dengan reaksi substitusi | 16,67 |

Ket:

SU : *Sound Understanding*

PU : *Partial Understanding*

PU-AC : *Partial Understanding with Alternative Conception*

AC : *Alternative Conception*

NU : *No Understanding*

Secara umum, model mental yang dimiliki mahasiswa adalah model mental sintetik. Hal ini dikarenakan mahasiswa mengalami kesulitan dalam menjelaskan definisi dari fermentasi. Berikut cuplikan wawancara antara peneliti (P) dengan responden (R8) yang menunjukkan model mental sintetik.

P : “Artikel tersebut itu kan tentang fermentasi... nah menurutmu fermentasi itu pengertiannya apa? Setahumu saja, nggak panjang juga nggak apa-apa”

R8 : “Fermentasi adalah mengubah suatu zat ke zat lain dengan bantuan mikroorganisme”

P : “hasil samping yang dihasilkan dari proses fermentasi tadi kan etanol ya, nah gugus fungsi yang terdapat dalam etanol itu apa?”

R8 : “Gugus fungsi alkohol”

P : “terus pertanyaan selanjutnya, mana yang lebih larut dalam air apakah etanol atau propanol? Dan jelaskan mengapa?”

R8 : “Propanol karena lebih panjang alkilnya”

Cuplikan wawancara di atas merupakan wawancara yang dilakukan oleh peneliti dengan responden yang berasal dari kelompok kemampuan rendah. Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak semua mahasiswa yang termasuk dalam kelompok kemampuan rendah tidak mampu menjawab pertanyaan dengan ilmiah, begitu pula sebaliknya. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti faktor kesulitan dalam bahasa penyampaian. Namun sebagian besar mahasiswa telah mampu menjawab dengan tepat pertanyaan terkait titik didih serta sifat kepolaran dari etanol dan propanol, sehingga ragam jawaban yang dimiliki mahasiswa terkait hal tersebut termasuk ke dalam kategori SU dengan persentase tinggi. Sedangkan model mental terendah yang dimiliki oleh mahasiswa adalah model mental inisial dan saintifik dengan jumlah persentase yang sama yaitu 16,67%.

Mahasiswa juga diminta menggambar fenomena terkait gugus fungsi senyawa alkohol. Berikut pertanyaan yang diajukan:

1. Gambarkan secara makroskopik, sub-mikroskopik dari produk fermentasi tape dalam hal ini adalah etanol dan tuliskan persamaan reaksi fermentasi!
2. Coba gambarkan kelarutan etanol air dan propanol dalam air secara sub-mikro, dan simboliknya!

Berdasarkan analisis data, ragam jawaban yang muncul dikelompokkan hingga diperoleh persentase secara rinci ragam jawaban seperti ditunjukkan pada Tabel 5:

**Tabel 5**. Ragam Model Mental Mahasiswa untuk Jawaban Gambar

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No. Soal** | **Kategori** | **Ragam Jawaban** | **Persentase** |
| 1 | GSB | Mahasiswa menggambarkan tape dan menyebutkan ciri-cirinya secara makroskopik, dapat menggambarkan etanol pada tingkat sub-mikroskopik secara ilmiah dan benar, dapat menuliskan reaksi fermentasi secara ilmiah tetapi kurang tepat | 33,33 |
| GSB-GN | Mahasiswa menggambarkan tape dan menyebutkan ciri-cirinya secara makroskopik, dan menggambarkan etanol secara ilmiah tetapi belum submikroskopik, dapat menuliskan reaksi fermentasi kurang tepat dan tidak ilmiah | 33,33 |
| Mahasiswa menggambarkan tape dan menyebutkan ciri-cirinya secara makroskopik, dan menggambarkan etanol secara ilmiah tetapi belum submikroskopik, dapat menuliskan reaksi fermentasi secara ilmiah tetapi kurang tepat | 8,33 |
| Mahasiswa menggambarkan tape dan menyebutkan ciri-cirinya secara makroskopik, dan menggambarkan etanol secara ilmiah, tetapi belum submikroskopik | 8,33 |
| GS | Mahasiswa menggambarkan tape dan menyebutkan ciri-cirinya secara Makroskopik | 16,67 |
| 2 | GB | Mahasiswa menggambarkan ikatan antara etanol atau propanol dengan air secara tepat dan ilmiah | 16,67 |
| GSB | Mahasiswa menggambarkan ikatan antara etanol atau propanol dengan air secara ilmiah namun belum tepat | 16,67 |
| GS | Mahasiswa menggambarkan ikatanantara etanol atau propanol dengan air tetapi belum tepat dan tidak ilmiah | 33,33 |
| TM | Tidak ada jawaban | 33,33 |

Ket:

GB : Gambar Benar

GSB : Gambar Sebagian Benar

GSB-GN : Gambar Sebagian Benar dan Gambar Non Ilmiah

GS : Gambar Salah

TM : Tidak Menggambar

Mahasiswa mampu mendeskripsikan tape pada tingkat makroskopik dengan baik sehingga jawaban mahasiswa yang termasuk ke dalam kategori GB memiliki jumlah persentase yang tinggi. Mahasiswa menyatakan bahwa tape memiliki beberapa sifat fisik seperti teksturnya yang lembek, dan berasa masam. Namun pada tingkat submikroskopik dan simboliknya, mahasiswa belum bisa menggambarkan secara keseluruhan dengan tepat. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Jansoon *et al.* (2009) juga diketahui bahwa peserta didik belum mampu menghubungkan fenomena pada tingkat simbolik dan submikroskopik. Permasalahan yang dialami mahasiswa pada penelitian ini dimungkinkan karena kesulitan dalam menuliskan persamaan reaksi dari fermentasi. Selain itu mereka juga mengalami kesulitan dalam menggambarkan ikatan hidrogen antara etanol dengan air atau propanol dengan air baik secara submikroskopik maupun simboliknya. Hal tersebut juga ditemukan dalam penelitian yang dilakukan oleh Sunyono et al. (2015) juga menyatakan bahwa peserta didik belum mampu menghubungkan fenomena pada tingkat simbolik dan diikuti pada tingkat sub-mikroskopik.



**Gambar 2.** Jawaban Gambar Mahasiswa Secara Submikroskopik dari Etanol (ilmiah)

Gambar 2 menunjukkan bahwa mahasiswa tersebut mampu menggambarkan produk yang dihasilkan dari proses fermentasi tape dimana produk yang maksud adalah etanol pada tingkat sub-mikroskopik secara ilmiah. Mahasiswa memberikan keterangan dari apa yang mereka gambar seperti menunjukkan atom secara satu persatu.



**Gambar 3.** Jawaban Gambar Mahasiswa dari Persamaan Reaksi Fermentasi (Ilmiah)



**Gambar 4.** Jawaban Gambar Mahasiswa dari Persamaan Reaksi Fermentasi (nonilmiah)

Gambar 3 dan 4 menunjukkan 2 buah jawaban yang berbeda dari responden. Pada Gambar 3 responden menunjukkan jawaban ilmiah. Pada Gambar 4, responden salah dalam menuliskan salah satu produk. Terdapat juga responden yang masih mengalami kesulitan dalam penggunaan simbol-simbol kimia yang benar, misalkan mereka masih menuliskan molekul gula dengan tulisan “gula”.



**Gambar 5.** Jawaban Gambar Mahasiswa Mengenai Ikatan Hidrogen yang Terjadi antara Etanol dengan Air dan Propanol dengan Air Secara Sub-mikroskopik

Gambar 5 menunjukkan bahwa responden telah mampu menggambarkan ikatan yang terjadi antara etanol dengan air dan propanol dengan air pada tingkat submikroskopik. Mahasiswa mampu menunjukkan atom mana yang memiliki muatan parsial positif dan muatan parsial negatif. Namun, tidak semua mahasiswa dapat menggambar pada submikroskopik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Hal tersebut juga ditemukan dalam penelitian yang dilakukan oleh Jansoon *et al.* (2009) dan Sunyono *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa peserta didik mampu menggambarkan fenomena pada tingkat simbolik namun belum mampu menggambarkan pada tingkat submikroskopik.

**SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian, secara umum mahasiswa memiliki model mental sintetik. Pada jawaban deskripsi, sebanyak 66,66% mahasiswa memiliki pemahaman perpaduan antara model mental inisial dan saintifik. Pada jawaban gambar, seluruh mahasiswa memiliki model mental sintetik.

**DAFTAR PUSTAKA**

Abdul, L. *et al*. 2011. Model Mental Siswa dalam Memahami Perubahan Wujud Zat. *Jurnal Penelitaian dan Pendidikan*. 8 (1): 1–12.

Chandrasegaran, A.L., Treagust, D.F. & Mocerino, M., 2007. The Development of A Two-Tier Multiple-Choice Diagnostic Instrument for Evaluating Secondary School Students ’ Ability to Describe and Explain Chemical Reactions Using Multiple Levels of Representation. *Educational Research*. 8(3): 293–307.

Dayana, N. *et al.* 2013. Mental Model In Learning Chemical Bonding : A Preliminary Study*. Procedia-Social And Behavioral Sciences*. 97: 224–228.

Jansoon, N., Coll, R.K. & Somsook, Ekasith. 2009. Understanding Mental Models Of Dilution In Thai Students. *International Journal of Environmental & Science Education.* 4(2): 147–168.

Karatas, I. *et. al*. 2011. A Cross-Age Study of Students ’ Understanding of Limit and Continuity Concepts A Compreensão Dos Conceitos De Limite E Continuidade : Um Estudo Desenvolvido Com Alunos Em Distintos Momentos De Um Curso De Formação Inicial. *Boletim De Educacao Matematica*. 24: 245–264.

Kurnaz, M.A. & Eksi, C. 2015. An Analysis of High School Students ’ Mental Models of Solid Friction in Physics*. Educational Sciences: Theory & Practice Physics.* 15(3): 787–795.

Kurnaz, M.A. & Emen A.Y. 2014. Student Mental Models Related to Expansion and Contraction. *Acta Didactica Napocensia*. 7(1): 59-68.

Rahayu, S. & Purwanto, J. 2013. *Identifikasi Model Mental Siswa SMA Kelas X pada Materi Hukum Newton Tentang Gerak.* ISSN (Online). IX(2): 12–20.

Sunyono, Yuanita, L. & Ibrahim, M. 2015. Mental Models Of Students On Stoichiometry Concept In Learning By Method Based On Multiple. *The Online Journal Of NewHorizons In Education*. 5(2): 30–45.

Wang, C.Y.2007*. The Role of Mental-Modeling Ability, Content Knowlwdge, and Mental Models in General Chemistry Students’ Understanding about Molecular Polari.* Thesis. Columbia: Dissertation for the Doctor Degree of Philosophy in the Graduate School of the University of Missouri.

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.