

## MODEL MENTAL MAHASISWA PADA FENOMENA PENGHILANGAN KARAT MELALUI ELEKTROLISIS

Sunniarti Ariani <sup>1\*</sup>, Effendy <sup>2</sup>, Suharti <sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Magister Pendidikan Kimia, Pascasarjana Universitas Negeri Malang, Jalan Semarang No. 5 Kota Malang, Jawa Timur 65145, Indonesia.

\* Corresponding Author. E-mail: [sunniartiariani31@gmail.com](mailto:sunniartiariani31@gmail.com)

**Received:** 16 Oktober 2020

**Accepted:** 15 November 2020

**Published:** 19 November 2020

**doi:** 10.29303/cep.v3i2.2104

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menggali model mental mahasiswa dalam memahami fenomena penghilangan karat melalui elektrolisis. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan metode penelitian *cross-section*. Subyek penelitian adalah mahasiswa semester III dan V Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Mataram yang dipilih dengan *purposive sampling*. Model mental mahasiswa digali menggunakan tes tertulis dan wawancara semistruktur. Model mental mahasiswa dianalisis menggunakan teknik *constant comparative*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa mengembangkan model mental inisial dalam memahami fenomena penghilangan karat melalui elektrolisis. Selain itu, ditemukan bahwa seiring dengan bertambahnya usia individu, model mental yang dikembangkannya mendekati model mental saintifik.

**Kata Kunci:** model mental, karat, elektrolisis.

### *Students' Mental Models on Rust Removal Through Electrolysis Phenomenon*

#### Abstract

*This study aimed to explore the mental model of the students in understanding of the phenomenon of rust removal through electrolysis. This research was a descriptive research with cross-section research method. The subjects of the study were students of the third and fifth semester of Chemistry Study Program of FKIP Mataram University chosen by purposive sampling. The mental models of the students were explored using written tests and semistructured interviews. The mental model of students were analyzed using constant comparative technique. The results of the study showed that most students developed the initial mental model in understanding of the phenomenon of rust removal by electrolysis. In addition, it was found that the increasing of the individual age, the mental model he developed approached to the scientific mental model.*

**Keywords:** mental models, rust, electrolysis.

---

## PENDAHULUAN

Pembelajaran Elektrolisis mencakup tiga representasi, yaitu representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Penyajian konsep dengan tiga tingkat representasi secara simultan menjadi aspek penting dalam pembelajaran Elektrolisis, namun pada umumnya pemahaman makroskopik dan simbolik lebih ditekankan, sementara aspek submikroskopik cenderung diabaikan (Tasker & Dalton, 2006). Hal ini dapat dilihat dari pembelajaran Elektrolisis di kelas yang masih belum menerapkan ketiga

representasi tersebut. Sunyono (2013) menyatakan bahwa Pembelajaran Elektrolisis di kelas hanya menerapkan representasi makroskopik dan simbolik, sedangkan representasi submikroskopik belum diterapkan. Pebelajar yang tidak dilatih dalam menginterkoneksi ketiga tiga tingkatan representasi kimia tersebut akan mengalami kesulitan dalam memecahkan masalah yang terkait dengan transformasi dari tingkatan makroskopik ke submikroskopik dan/atau simbolik atau sebaliknya. Hal ini juga menyebabkan pebelajar cenderung kesulitan

dalam memahami konsep-konsep abstrak pada materi Elektrolisis.

Kesulitan pebelajar dalam memahami konsep-konsep elektrolisis dapat menghasilkan pemahaman yang salah. Pemahaman tersebut bila terjadi secara konsisten dapat menimbulkan terjadinya kesalahan konsep (miskonsepsi). Berbagai penelitian telah mengungkapkan adanya miskonsepsi dalam materi elektrolisis seperti dilaporkan oleh Garnett dan Treagust (1990; 1992), Ozkaya, *et al.* (2003), serta Acar dan Tarhan (2007).

Kesulitan pebelajar dalam memahami materi Elektrolisis juga terlihat dari model mental mereka. Model mental pebelajar merupakan salah satu bentuk hasil belajar. Rendahnya pemahaman dan miskonsepsi yang dimiliki pebelajar dapat menyebabkan model mental yang dikembangkannya tidak sesuai dengan model mental ilmiah. Greca & Moreira (2000) dan Jansoon, *et al.* (2009) menunjukkan bahwa pebelajar seringkali mengembangkan model mental yang berbeda dengan model ilmiah. Model mental merupakan representasi internal yang mencerminkan ketiga tingkatan representasi untuk mendeskripsikan dan menjelaskan suatu fenomena atau untuk memecahkan suatu masalah (Chittleborough, *et al.*, 2002; Jansoon, *et al.*, 2009; Kurnaz & Emen, 2014; Rapp, 2005; Wang & Barrow, 2011). Menurut Rapp (2005) model mental ilmiah adalah model mental yang sesuai dengan teori-teori yang disepakati oleh masyarakat ilmiah.

Chiu dan Wu (2013), Kurnaz & Emen (2013) dan Vosniadou (1992) menyatakan bahwa model mental yang dikembangkan pebelajar dikategorikan menjadi tiga jenis, yaitu model mental inisial, model mental sintetik, dan model mental saintifik. Model mental inisial adalah persepsi yang tidak sesuai dengan pengetahuan ilmiah. Model mental sintetik adalah persepsi yang sebagian sesuai atau sebagian tidak sesuai dengan pengetahuan ilmiah. Model mental saintifik adalah persepsi yang sesuai dengan pengetahuan ilmiah.

Pebelajar yang mengembangkan model mental inisial hanya menggambarkan fenomena pada tingkatan makroskopik dan simbolik (Kurnaz & Emen, 2014). Pebelajar yang mengembangkan model mental sintetik sudah mencoba menggambarkan tingkatan submikroskopik, tetapi belum mampu menghubungkannya dengan tingkatan makroskopik dan simbolik. Pebelajar yang mengembangkan model mental saintifik sudah

mampu menggambarkan dan menghubungkan ketiga tingkatan representasi sesuai dengan pengetahuan ilmiah.

Menurut Coll & Treagust (2003) model mental seseorang dapat diidentifikasi ataupun dianalisis melalui model mental yang diekspresikan (*expressed mental model*) menggunakan lisan, tulisan, dan gambar. Model mental bersifat kompleks dan bervariasi, oleh karena itu karakteristiknya membutuhkan pengumpulan data yang kaya dari pebelajar, misalnya berupa gambar, tulisan, atau penjelasan verbal. Analisis model mental pebelajar dalam sains umumnya menggunakan data kualitatif yang dikumpulkan melalui wawancara, kuesioner tertulis, atau alat diagnostik (Stains & Sevia, 2014).

Model mental menarik untuk diteliti karena bersifat unik, di mana model mental setiap individu berbeda-beda. Selain keunikan tersebut, model mental sangat menarik untuk dikaji karena dua alasan yaitu model mental mempengaruhi fungsi kognitif dan mampu memberikan informasi berharga untuk penelitian pendidikan sains mengenai kerangka konsep yang dimiliki peserta didik (Laliyo, 2011).

Model mental pebelajar sangat penting untuk diidentifikasi karena data model mental yang dimiliki pebelajar dapat digunakan oleh para pengembang pendidikan kimia untuk mengembangkan model pembelajaran yang tepat dalam memvisualisasikan tingkat representasi submikroskopik dari fenomena kimia, seperti fenomena sel Elektrolisis. Salah satu fenomena sel Elektrolisis yaitu fenomena penghilangan karat melalui elektrolisis. Fenomena penghilangan karat menarik dan tahapan-tahapan kejadiannya mudah dianalisis oleh pebelajar. Fenomena ini tidak terlalu umum atau pembahasannya sering dijumpai dalam mempelajari ilmu-ilmu kimia karena akan mengurangi keluasan model mental pebelajar dalam membuat analisis dan prediksi. Jika model mental pebelajar tentang fenomena penghilangan karat melalui elektrolisis sudah diidentifikasi, maka dapat dikembangkan suatu model yang dapat memvisualisasikan proses terjadinya fenomena tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menggali model mental pebelajar (mahasiswa) dalam memahami fenomena penghilangan karat melalui elektrolisis dan melihat keterkaitan antara model mental dengan usia pebelajar (mahasiswa).

## METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *cross-sectional* dengan teknik analisis deskriptif. Subyek penelitian ini terdiri dari 84 mahasiswa yang berasal dari semester III dan V Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Mataram. Pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling*. Pengambilan sampel didasarkan pada mahasiswa yang telah memperoleh mata kuliah kimia dasar dan materi kimia lainnya yang berhubungan dengan materi Elektrolisis serta yang mengikuti seluruh rangkaian kegiatan dalam penelitian.

Data model mental mahasiswa diidentifikasi dengan tes model mental dan wawancara semistruktur. Tes model mental digunakan untuk menggali model mental mahasiswa yang dianalisis berdasarkan respon deskriptif dan respon visual mahasiswa terhadap fenomena penghilangan karat melalui elektrolisis. Tes model mental terdiri dari lima butir soal essay. Instrumen tes model mental dikemas dalam aplikasi *Adobe Flash Profesional CS6*. Selanjutnya, dilakukan wawancara semistruktur pada dua puluh mahasiswa yang bersedia secara sukarela untuk mendapatkan pengetahuan yang mendalam tentang model mental mereka. Wawancara dilakukan dengan *generative question* mulai dari pertanyaan konsep mendasar sampai pertanyaan-pertanyaan mengenai jawaban mahasiswa dalam soal tes model mental.

Model mental mahasiswa dianalisis dengan teknik analisis *constant comparative* yang diterapkan pada jawaban mahasiswa. Analisis data Model mental mahasiswa dilakukan dengan menganalisis pola jawaban mahasiswa, dengan melihat kecenderungan respon deskriptif dan visual dari jawaban yang diberikan mahasiswa dan kemudian dibandingkan berdasarkan kategori-kategori yang muncul pada unit data yang lain. Rubrik penilaian respon deskripsi dan respon visual diadopsi dari rubrik yang dikembangkan oleh Kurnaz dan Eksi (Kurnaz & Eksi, 2015). Berdasarkan penilaian respon deskriptif dan respon visual mahasiswa, maka ditentukan kategori model mental mahasiswa yang muncul. Model mental dikategorikan menjadi tiga yaitu model mental inisial, sintetik, dan saintifik. Penentuan kategori model mental dilakukan sesuai dengan rubrik model mental yang dikembangkan oleh Kurnaz dan Eksi (Kurnaz & Eksi, 2015).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Model Mental Mahasiswa

Berdasarkan hasil analisis terhadap penjelasan mahasiswa, diperoleh 6 ragam model mental yang dikembangkan mahasiswa tentang fenomena penghilangan karat melalui elektrolisis.

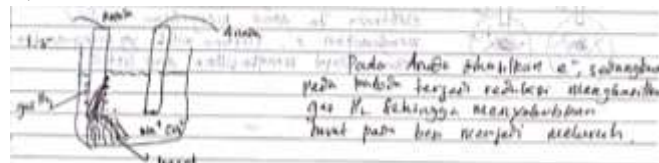
#### **R1: Karat pada besi dapat menghilang karena gas hidrogen yang dihasilkan di katode mereduksi karat besi**

Mahasiswa yang memiliki model mental ini sudah mampu memvisualisasikan bahwa zat yang bereaksi dengan karat besi adalah gas hidrogen. Mereka mampu membayangkan bahwa karat menghilang bukan karena karat bereaksi langsung di katode, tetapi melalui dua tahap yaitu pembentukan gas hidrogen yang selanjutnya gas hidrogen bereaksi dengan karat besi. Namun mereka belum mampu menjelaskan gas hidrogen yang bereaksi dengan karat besi dihasilkan dari reaksi reduksi air di katode. Model mental ini merupakan jenis model mental sintetik karena sudah mampu menjelaskan konsep sampai ke tingkat submikroskopik tetapi penjelasannya belum lengkap. Berikut contoh-contoh pemikiran mahasiswa yang dikategorikan ke dalam model mental R1, yaitu model mental dari mahasiswa semester III (MIII-65) dan mahasiswa semester V (MV-31).

MIII-65 : “Karat besi dapat menghilang karena karat tereduksi oleh gas hidrogen yang dihasilkan dari reduksi air ( $H_2O$ ) dimana akan dihasilkan besi yang tidak berkarat dan air”.

MV-53 : “Karat pada besi menghilang karena karat bereaksi dengan gas hidrogen sehingga karat dapat terendapkan. Gas hidrogen dihasilkan pada katode”.

Contoh respon visual mahasiswa yang memiliki ragam model mental R1 diberikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Mental MV-53

#### **R2: Karat pada besi dapat menghilang karena gas hidrogen yang dihasilkan soda kue (natrium bikarbonat) akan mengoksidasi oksigen pada karat besi ( $Fe_2O_3$ )**

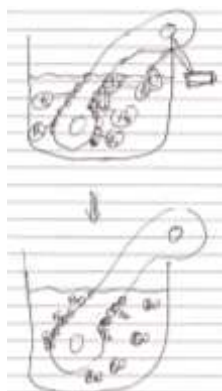
Mahasiswa yang mengembangkan model mental ini sudah mampu membayangkan bahwa reaksi terjadi karena adanya gas hidrogen. Akan

tetapi, mereka belum mengetahui bahwa gas hidrogen dihasilkan dari reduksi air di katode. Mereka menganggap bahwa gas hidrogen dihasilkan oleh larutan natrium bikarbonat. Mereka juga menganggap bahwa gas hidrogen mengoksidasi atom oksigen pada karat besi. Model mental ini terbentuk karena mahasiswa belum memahami reaksi-reaksi yang terjadi pada proses elektrolisis. Model mental ini merupakan jenis model mental inisial karena belum mampu menjelaskan konsep sampai ke tingkat submikroskopik dan belum memiliki pemahaman konsep yang benar tentang sel elektrolisis. Model mental mahasiswa yang dikategorikan ke dalam model mental R2 dimiliki oleh mahasiswa semester III (MIII-18) dan semester V (MV-33). Penjelasan mereka diberikan sebagai berikut.

MIII-18 : “*Besi berkarat dapat menghilang karena adanya gas hidrogen ( $H_2$ ) yang dihasilkan soda kue (natrium bikarbonat) akan mengoksidasi oksigen pada karat besi ( $Fe_2O_3$ ) ...*”.

MV-33 : “*Karenaterjadipenguraian karat pada besi yaitu besi oksida oleh gas hidrogen yang dihasilkan pada larutan elektrolit dengan bantuan energi listrik*”.

Contoh respon visual mahasiswa yang memiliki ragam model mental R2 diberikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Model Mental MV-21

**R3: Karat pada besi dapat menghilang karena gas oksigen yang dihasilkan dari reduksi karat bereaksi dengan gas hidrogen membentuk air**

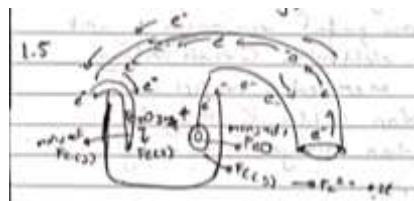
Mahasiswa yang memiliki model mental ini masih belum mampu membayangkan reaksi yang terjadi pada katode dan anode. Mereka menganggap bahwa karat besi mengalami reduksi menghasilkan gas oksigen. Mereka juga belum mampu menjelaskan mengapa gas hidrogen ada dalam larutan. Model mental ini merupakan jenis model mental inisial karena

belum mampu menjelaskan konsep sampai ke tingkat submikroskopik dan belum memiliki pemahaman konsep yang benar tentang sel elektrolisis. Berikut contoh-contoh pemikiran mahasiswa yang dikategorikan ke dalam model mental R3, yaitu model mental dari mahasiswa semester III (MIII-46) dan mahasiswa semester V (MV-21).

MIII-46 : “*Karat pada besi menghilang karena besi yang berkarat mengalami reduksi yang akan melepaskan oksigen kemudian oksigen akan bereaksi dengan gas hidrogen membentuk air*”.

MV-21 : “*Karat besi dapat menghilang karena pada besi berkarat mengalami reaksi kimia dari besi(III) oksida akan menerima elektron atau tereduksi menjadi besi saat diberi listrik*”.

Contoh respon visual mahasiswa yang memiliki ragam model mental R3 diberikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Model Mental MV-21

**R4: Karat pada besi dapat menghilang karena adanya larutan elektrolit yang menimbulkan listrik yang mengalir dari negatif ke positif dan karat ditransfer dari logam berkarat ke anode**

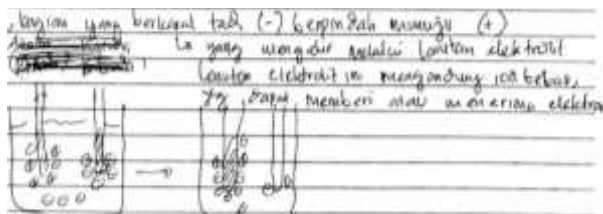
Mahasiswa yang memiliki model mental ini menganggap proses penghilangan karat menggunakan konsep sel Volta. Mahasiswa menganggap larutan elektrolit mampu menghasilkan listrik dan mampu menghilangkan karat menggunakan listrik tersebut. Mahasiswa juga menganggap bahwa listrik mampu mentransfer karat besi melalui elektrode. Mahasiswa hanya mampu mengamati menghilangnya karat besi, tetapi belum mampu menjelaskan secara submikroskopik proses menghilangnya karat. Pemahaman mahasiswa tentang perbedaan sel Volta dan sel elektrolisis yang masih rendah menjadi penyebab munculnya model mental ini. Model mental ini juga merupakan jenis model mental inisial karena belum mampu menjelaskan konsep sampai ke tingkat submikroskopik dan belum memiliki pemahaman konsep yang benar tentang sel Volta dan sel elektrolisis. Berikut contoh-contoh pemikiran mahasiswa yang dikategorikan ke

dalam model mental R4, yaitu model mental dari mahasiswa semester III (MIII-30) dan mahasiswa semester IV (MV-15).

MIII-30: “Karat dapat menghilang dikarenakan besi yang berada pada katode mentransfer karatnya ke anode ...”.

MV-15 : “Karat besi dapat menghilang karena elektron mengalir dari negatif ke positif sehingga elektron yang ada pada besi berkarat akan mengalir ke kutub positif sehingga besi akan tereduksi menjadi besi atau karat terurai menjadi besi”.

Contoh respon visual mahasiswa yang memiliki ragam model mental R4 diberikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Model Mental MIII-30

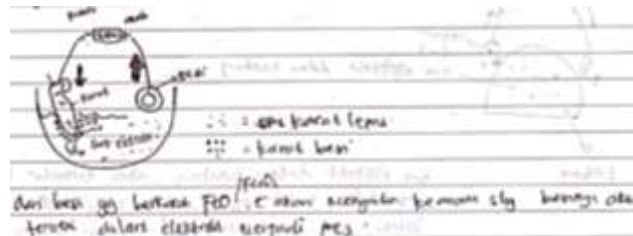
**R5: Karat pada besi dapat menghilang karena karat besi terurai dalam larutan elektrolit yang dihubungkan dengan arus listrik karena adanya soda Ash**

Mahasiswa yang memiliki model mental ini hanya menjelaskan apa yang mereka amati secara makroskopik. Mahasiswa tidak menjelaskan mengapa larutan elektrolit dan listrik mampu menghilangkan karat. Model mental mahasiswa ini tidak salah, tetapi alasan yang diberikan hanya sebatas pengamatan mereka secara makroskopik saja. Mahasiswa juga menganggap bahwa karat besi mampu terionisasi dalam larutan elektrolit. Model mental ini terbentuk karena pemahaman mahasiswa masih rendah tentang reaksi yang terjadi pada sel elektrolisis. Model mental ini juga merupakan jenis model mental inisial karena belum mampu menjelaskan konsep sampai ke tingkat submikroskopik dan belum memiliki pemahaman konsep yang benar. Berikut contoh-contoh pemikiran mahasiswa yang dikategorikan ke dalam model mental R5, yaitu model mental dari mahasiswa semester 3 (MIII-22) dan mahasiswa semester 5 (MV-36).

MIII-22 : “Karat besi dapat menghilang besi berkarat terionisasi dalam larutan elektrolit dan terjadi reaksi reduksi setelah dimasukkan ke dalam larutan natrium karbonat”.

MV-36 : “Karat pada besi menghilang karena karat pada besi akan terurai dalam larutan elektrolit yang dihubungkan dengan arus listrik”.

Contoh respon visual mahasiswa yang memiliki ragam model mental R5 diberikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Model Mental MV-36

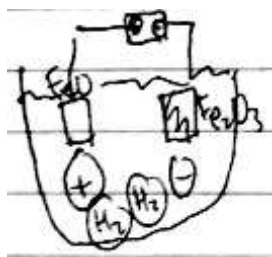
**R6: Karat pada besi menghilang karena terjadi reaksi redoks antara gas hidrogen dan logam berkarat**

Mahasiswa yang memiliki model mental ini hanya menjelaskan reaksi yang terjadi antara gas hidrogen dan karat besi, tetapi tidak menjelaskan mengapa gas hidrogen terbentuk dalam larutan. Mahasiswa menganggap bahwa reaksi yang terjadi dalam sel elektrolisis hanya reaksi antara gas hidrogen dengan karat. Oleh karena itu, model mental mahasiswa ini juga masih kurang tepat. Model mental ini muncul karena mahasiswa belum memahami reaksi yang terjadi dalam sel elektrolisis. Model mental ini juga merupakan jenis model mental inisial karena belum mampu menjelaskan konsep sampai ke tingkat submikroskopik dan belum memiliki pemahaman konsep yang benar tentang sel elektrolisis. Berikut contoh-contoh pemikiran mahasiswa yang dikategorikan ke dalam model mental R6, yaitu model mental dari mahasiswa semester III (MIII-05) dan mahasiswa semester V (MV-50).

MIII-05: “Karat besi dapat menghilang karena adanya proses oksidasi an reduksi antara gas hidrogen dengan karat”.

MV-50 : “Karat pada besi menghilang karena hidrogen dapat mendesak besi sehingga besi mengalami reduksi atau dengan kata lain luntur dari besi dan membentuk endapan dalam larutan”.

Contoh respon visual mahasiswa yang memiliki ragam model mental R6 diberikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Model Mental MIII-05

Jumlah mahasiswa tiap semester yang memiliki ragam model mental diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sebaran Ragam Model Mental Mahasiswa Tentang Fenomena Penghilangan Karat Melalui Elektrolisis

| Ragam Model Mental | Kategori Model Mental | Jumlah Mahasiswa |            | Σ  |
|--------------------|-----------------------|------------------|------------|----|
|                    |                       | Semester III     | Semester V |    |
| R1                 | Sintetik              | 1                | 5          | 6  |
| R2                 | Inisial               | 4                | 2          | 6  |
| R3                 | Inisial               | 23               | 13         | 36 |
| R4                 | Inisial               | 7                | 10         | 17 |
| R5                 | Inisial               | 6                | 5          | 11 |
| R6                 | Inisial               | 4                | 4          | 8  |

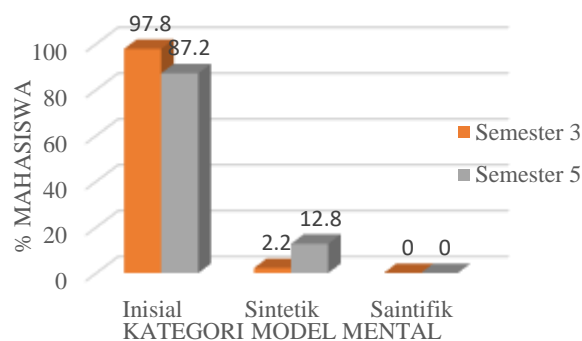
Dari keenam ragam model mental tersebut, hanya satu yang merupakan model mental sintetik, sedangkan ragam yang lain merupakan model mental inisial. Mahasiswa yang mengembangkan model mental inisial memiliki pengetahuan awal yang rendah tentang konsep sel Volta. Mahasiswa yang memiliki pengetahuan awal rendah hanya mampu menjelaskan fenomena baterai kentang pada aspek makroskopik, yaitu hanya sebatas apa yang mereka amati. Berdasarkan hasil ini dapat diketahui bahwa model mental dipengaruhi oleh pengetahuan awal mahasiswa.

Model mental seseorang mengalami perkembangan dan terjadi terus menerus sepanjang perkembangan hidup seseorang tersebut. Banyak faktor yang mempengaruhi model mental, salah satu faktor yang dominan yaitu pengalaman belajar yang didapat individu ketika pembelajaran formal di sekolah. Akumulasi pembelajaran yang dialami mahasiswa semester III dan V program studi pendidikan kimia UNRAM pada tingkat SD, SMP, SMA masih belum efektif dalam mengembangkan model mental mereka. Selama ini proses pembelajaran yang mereka dapat di tingkat SD, SMP, SMA yaitu pembelajaran dengan pendekatan verifikasi, di mana pembelajaran didominasi oleh pemberian materi oleh guru dan kemudian mereka melakukan

praktikum untuk membuktikan konsep yang mereka dapatkan. Evaluasi pembelajaran yang selama ini mereka peroleh di tingkat SD, SMP, SMA hanya sebatas soal kognitif dan sifatnya konseptual dan algoritmik. Proses pembelajaran maupun evaluasi yang didapatkan belum mampu menuntun mereka dalam memecahkan masalah terkait kehidupan sehari-hari. Hal ini merupakan salah satu yang menyebabkan keterlambatan perkembangan model mental mereka.

### Keterkaitan Model Mental dengan Usia Mahasiswa

Berdasarkan kriteria yang ditetapkan oleh Kurnaz & Eksi (2015) model mental yang dikembangkan mahasiswa dalam menjelaskan fenomena penghilangan karat melalui elektrolisis berdasarkan tingkat semesternya diberikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Model Mental Mahasiswa Tentang Fenomena Penghilangan Karat Melalui Elektrolisis

Mahasiswa semester V lebih tua usianya dibandingkan mahasiswa semester III, di mana rata-rata usia mahasiswa semester III adalah 20 tahun dan rata-rata usia mahasiswa semester V adalah 21 tahun. Hal ini memungkinkan untuk dikaitkannya model mental yang dikembangkan dengan usia mahasiswa yang dilihat berdasarkan tingkat semesternya.

Mahasiswa semester III dan V dengan rentang usia 18,8-21,7 dan 19,6-21,9 yang termasuk dalam usia dewasa seharusnya sudah mengembangkan model mental saintifik (ilmiah). Gambar 7 menunjukkan bahwa tidak ada mahasiswa yang mengembangkan model mental saintifik dalam menjelaskan fenomena penghilangan karat melalui elektrolisis. Hal ini menunjukkan adanya keterlambatan mahasiswa dalam mengembangkan model mentalnya.

Gambar 7 menunjukkan bahwa dari semester III ke semester V terjadi penurunan persentase mahasiswa yang mengembangkan model mental inisial dan terjadi peningkatan jumlah mahasiswa yang mengembnagkan model mental sintetik dan saintifik. Jadi, semakin tinggi usia mahasiswa, maka model mental yang dikembangkannya cenderung menuju model mental ilmiah (model mental saintifik). Hal ini sesuai dengan dengan hasil peneitian yang dilakukan oleh Radvansky *et al.* (1990) dan Sacco *et al.* (2002) yang menyatakan bahwa semakin menuju dewasa model mental yang dikembangkan seseorang akan semakin kompleks atau semakin mendekati model mental ilmiah (saintifik).

Pada Gambar 7 juga terlihat bahwa sebagian besar mahasiswa semester III dan semester V mengembangkan model mental inisial atau model mental yang tidak seseuai dengan model mental ilmiah (saintifik). Hal ini disebabkan karena mahasiswa semseter III dan mahasiswa semester V jarang diberikan pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan mereka dalam memvisualisasikan proses kimia pada tingkat submikroskopik. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Cool & Taylor (2002) yang menemukan bahwa pebelajar dari semua level pendidikan menyukai model mental yang realistik dan sederhana, di mana mereka mengembangkan model mental dalam menjelaskan sifat kimia dan fisika suatu senyaawa merujuk model mental yang keliru atau tidak seseuai dengan model mental ilmiah.

#### SIMPULAN

Sebagian mahasiswa mengembangkan model mental inisial dalam memahami fenomena penghilangan karat melalui elektrolisis. Secara umum, seiring dengan bertambahnya usia model mental yang dikembangkan mahasiswa semakin mendekati model mental ilmiah (saintifik).

#### DAFTAR PUSTAKA

Acar, B. and Tanhar, L. 2007. Effect Of Cooperative Learning Strategies On Students' Understanding Of Concepts In

Electrochemistry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5: 349-373.

- Chittleborough, G.D., Treagust, D. F., & Mocerino, M. 2002. Constraints to Development of First Year University Chemistry Students' Mental Models of Chemical Phenomena. *Teaching and Learning Forum. Focusing on Student*. Cin, M. 2013. Undergraduate Students' Mental Models of Hailstone Formation. *International Journal of Environmental & Science Education*, 8 (1): 163-174.
- Coll R.K. & Treagust, D.F. 2003. Investigation of Secondary School, Undergraduate, and Graduate *Learners'* Mental Models of Ionic Bonding. *Journal of Research in Science Teaching*. 40 (5) : 464-486
- Garnett, P.J., Garnet, P. J., & Treagust, D. F. 1990. Implications of Research on Students' Understanding of Electrochemistry for Improving Science Curricula and Classroom Practice. *International Journal of Scince Education*, 12 (2): 147-156
- Garnett, P.J & Treagust, D. F. 1992. Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Electrochemistry: Electric Circuits and Oxidation-Reduction Equations. *Journal of Research in Science Teaching*; 29 (2): 121-124.
- Jansoon, N., Coll, R. K., & Somsook, E. 2009. Understanding Mental Model of Dilution in Thai Students.
- Johnstone, A.H. 1991. Why is Science Difficult to Learn? Things are Seldom What They Seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83.
- Kurnaz, M.A. & Eksi, C. 2015. An Analysis of High School Students' Mental Models of Solid Friction in Physics. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 15 (3): 787-795.
- Kurnaz, M.A. & Emen, A.Y. 2014. Student Mental Models Related To Expansion And Contraction. *Acta Didactica Napocensia*, 7 (1): 59-67.

- Laliyo, L.A.R. 2011. Model Mental Siswa Dalam Memahami Perubahan Wujud Zat. *Jurnal Penelitian dan Pendidikan*, 8 (1): 1-12.
- Ozkaya, A.R., Uce, M., & Sahin, M. 2003. Prospective teachers' conceptual understanding of electrochemistry: Galvanic and electrolytic cells. *U.Chem.Ed.*, 7: 1-12.
- Radvansky, G.A., Gerard, L.D., Zacks, R.T., & Hasher, L. 1990. Younger and Older Adults' Use of Mental Models as Representations for Text Materials. *Psychology and Aging*, 5 (2): 209-214.
- Rapp, D.N. 2005. Mental Models: Theoretical Issues For Visualizations In Science Education. In J.K. Gilbert (Ed.), *Visualization in Science Education* (hal. 43-60). The Netherlands: Springer.
- Sacco, K., Bucciarelli, M., & Adenzato, M. 2001. Mental Models and the Meaning of Connectives A Study on Children, Adolescents and Adults.
- Sunyono, Yuanita, L., Ibrahim, M. 2013. Keterkaitan Model Mental Mahasiswa Dengan Penguasaan Konsep Stoikiometri Sebelum Dan Sesudah Pembelajaran Dengan Model SiMaYang. *Seminar Nasional Pendidikan Sains PPs 2013*, Universitas Negeri Surabaya, 19 Januari 2013.
- Vosniadou, S., & Brewer, W.F. 1992. Mental Models of The Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood. *Cognitive Psychology*, 24: 535-585.
- Wang, C., & Barrow, L.H. 2011. Characteristic and Level of Sophistication: An Analysis of Chemistry Students' Ability to Think with Mental Models. *Research Science Education*, Springer, 41(1): 561-586.