

## MODEL MENTAL MISKONSEPSI PADA KONSEP KESETIMBANGAN KELARUTAN

**Chusnur Rahmi<sup>1\*</sup>, Wiji<sup>2</sup>, Sri Mulyani<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Kimia, UIN Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Pendidikan Kimia, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

**Email:** chusnur.rahmi@ar-raniry.ac.id

### ABSTRACT

Study on students' mental models analysis was done to identify misconceptions about solubility equilibria concept. The method employed in the study was a case study uses a qualitative approach. The participants were 23 students of class XI of a senior high school in Bandung. The instrument used in the study was the Diagnostic Test on Mental Model-Prediction, Observation, Explanation (TDM-POE). The results showed that there were diverse of students' misconceptions about the precipitate formation of a reaction, the effect of common ions and decrease in pH on solubility. Based on the results of the study, many misconceptions occur in the sub concept of the effect of common ions on solubility. Misconceptions arise because students have incomplete mental models at the submicroscopic level.

**Keywords:** Mental Models, Misconceptions, Solubility Equilibria.

### PENDAHULUAN

Konsep kimia dipahami pada tiga tingkatan representasi yaitu level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Pada level makroskopik, konsep kimia dipelajari melalui observasi fenomena ilmiah menggunakan panca indra dan alat bantu. Level submikroskopik menyajikan konsep kimia seperti atom, molekul, ion, dan elektron. Level submikroskopik bersifat nyata tetapi tidak dapat diobservasi langsung menggunakan panca indra sehingga kebenarannya bergantung pada teori atom. Level simbolik digunakan untuk mendeskripsikan atom, molekul, ion, elektron, dan fenomena kimia menggunakan simbol, rumus, persamaan kimia, mekanisme reaksi, struktur Lewis, grafik, kurva, dan persamaan aljabar (Jansoon dkk., 2009; Gkitzia dkk., 2011). Pemahaman konsep kimia pada tiga level representasi tersebut dan kemampuan mempertahankannya menunjukkan keutuhan model mental kimia siswa. Model mental yang utuh berguna bagi siswa untuk memprediksi fenomena kimia, memberikan alasan, mendeskripsikan, menjelaskan, mengeksplorasi ide-ide baru, dan menyajikan data (Chittleborough, 2004; Wang, 2007). Guru perlu mengkaji

model mental siswa dalam upaya memperbaiki kualitas pembelajaran kimia. Guru harus mengetahui bagaimana siswa membentuk model mental. Hal ini penting untuk memastikan berkembangnya model mental kimia yang utuh (Nahum dkk., 2004).

Guru dapat mengungkap miskonsepsi yang dialami siswa dengan memahami dan menganalisis model mental mereka. Miskonsepsi merupakan konsepsi yang bertentangan dengan konsep para ahli (Tumay, 2014). Pemahaman konsep kimia pada tiga level representasi dan kemampuan mempertahankannya telah menjadi penyebab utama terjadinya miskonsepsi. Siswa yang tidak memahami konsep pada salah satu level representasi dapat mengalami miskonsepsi. Berkembangnya model mental kimia yang cacat, sangat berpotensi menyebabkan siswa mengalami miskonsepsi dalam pembelajaran (Brandriet & Bretz, 2014).

Kesetimbangan kelarutan merupakan konsep kimia yang harus dipahami dengan utuh oleh siswa. Akan tetapi, hasil penelitian Ipek dkk. (2010) menunjukkan bahwa siswa umumnya membangun model mental kimia yang tidak utuh pada konsep tersebut. Siswa belum mampu memahami konsep kesetimbangan kelarutan pada level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik dengan benar. Karakteristik materi yang kompleks menuntut siswa untuk mampu mempertahankan konsep molaritas, persamaan kimia, sifat dasar materi, senyawa ionik, kesetimbangan kimia, dan prinsip Le Chatelier dalam memahami konsep tersebut (Raviolo, 2001; Cam & Geban, 2013). Hal ini sangat berpotensi menyebabkan munculnya miskonsepsi pada pembelajaran konsep tersebut.

Hasil observasi di SMAN kota Bandung menunjukkan bahwa guru perlu melakukan pembelajaran remedial karena rendahnya hasil belajar siswa pada konsep kesetimbangan kelarutan. Penelitian yang dilaporkan Viyandari dkk. (2012) mengungkapkan bahwa di SMAN 1 Ungaran, siswa memiliki nilai rata-rata 61 pada pembelajaran konsep kesetimbangan. Sementara itu, di SMAN 4 Semarang juga ditemukan tingginya jumlah siswa dengan hasil belajar di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Temuan tersebut didukung oleh Khotimah dkk. (2016) yang melaporkan bahwa 69% siswa kelas XI MIA 2 di SMA Negeri 2 Surakarta belum mencapai KKM yang ditetapkan yaitu 70.

Cam & Geban (2013) telah mengidentifikasi miskonsepsi pada konsep kesetimbangan kelarutan menggunakan instrumen soal pilihan ganda dan terbuka. Wang (2007) dan Sesen (2013) menyatakan bahwa soal pilihan ganda memiliki banyak kekurangan. Siswa yang tidak memahami konsep dengan utuh dapat menjawab soal dengan mudah. Hal ini menyebabkan instrumen ini sering gagal menggali daya nalar dan

model mental siswa. Soal pilihan ganda dinilai hanya efektif menguji keterampilan berpikir level rendah saja. Sementara itu, pertanyaan terbuka dinilai sangat subjektif dan sulitnya mengukur jawaban. Dalam praktiknya, siswa cenderung malas mengisi jawaban dengan lengkap. Miskonsepsi yang berhasil ditemukan adalah tidak adanya pengaruh perubahan suhu terhadap kelarutan, turunnya suhu menyebabkan  $K_{sp}$  menjadi berkurang, pengendapan tidak terjadi sebelum sistem berada dalam keadaan setimbang, laju pelarutan meningkat sejak awal pencampuran padatan dengan pelarut sampai terjadinya kesetimbangan, proses pelarutan berhenti pada saat kesetimbangan, konsentrasi zat terlarut ekuivalen dengan konsentrasi pelarut pada saat kesetimbangan, pengendapan dan pelarutan tidak terjadi pada saat kesetimbangan, massa larutan lebih sedikit dibandingkan massa zat terlarut pada saat kesetimbangan, kelarutan dipengaruhi oleh tekanan dan volume.

Viyandari dkk. (2012) telah mengungkap miskonsepsi yang terjadi pada materi kelarutan dan hasil kali kelarutan menggunakan instrumen diagnostik *two-tier*. Menurut Wang (2007), tes diagnostik yang digunakan dalam penelitian tersebut belum memberikan gambaran model mental siswa secara nyata. Dalam menjawab soal, siswa tidak menggunakan model mental mereka sendiri, tetapi hanya mengandalkan logika dengan mengidentifikasi istilah-istilah ilmiah. Siswa beranggapan bahwa soal dan alasan pada tes diagnostik *two-tier* adalah dua pertanyaan yang terpisah satu sama lain. Pemikiran untuk jawaban alasan didasari oleh logika siswa yang masuk akal dengan jawaban pada soal. Penelitian tersebut melaporkan bahwa siswa mengalami miskonsepsi pada konsep kelarutan dan hasil kali kelarutan, pengaruh ion senama dan pH terhadap kelarutan, serta reaksi pengendapan.

Pada penelitian ini, miskonsepsi pada konsep kesetimbangan kelarutan diidentifikasi melalui analisis model mental siswa yang diungkap menggunakan Tes Diagnostik Model Mental-Prediksi, Observasi, Eksplanasi (TDM-POE). TDM-POE merupakan strategi yang sangat tepat dalam menggali model mental siswa (Kala dkk., 2013; Sesen, 2013). TDM-POE sesuai dengan karakteristik ilmu kimia yang dipelajari pada tiga level representasi sehingga dapat menggali model mental kimia siswa. TDM-POE dapat mengungkap pengetahuan siswa dalam menjelaskan dan menghubungkan konsep kesetimbangan kelarutan pada tiga level representasi kimia (Costu dkk., 2010; Sesen, 2013). Mencermati hal tersebut, maka penting untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa pada konsep kesetimbangan kelarutan berdasarkan analisis model mental siswa.

## **METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus dengan pendekatan kualitatif. Penelitian dilaksanakan di salah satu SMA di kota Bandung. Penelitian ini mengidentifikasi miskonsepsi berdasarkan analisis model mental siswa pada konsep kesetimbangan kelarutan. Model mental siswa diungkap dengan menggunakan TDM-POE dalam bentuk soal uraian tes tertulis. Soal disusun sesuai dengan tahapan dalam TDM-POE dan mempertautkan ketiga level representasi kimia. Pada tahap prediksi, siswa diminta memprediksi pembentukan endapan dari suatu reaksi berdasarkan prinsip kelarutan dan hasil kali kelarutan, pengaruh ion senama dan penurunan pH terhadap kelarutan. Kemudian siswa mengamati fenomena melalui video demonstrasi laboratorium untuk membuktikan prediksi, dan menjelaskan kembali fenomena tersebut dengan mempertautkan level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. TDM-POE telah divalidasi dan dinyatakan valid secara pedagogi dan konten oleh 8 orang dosen ahli pendidikan kimia dan kimia. Hasil uji coba, diperoleh hasil bahwa siswa dapat memahami redaksi soal dengan baik (Wiji, dkk., 2018). Tes diagnostik selanjutnya diberikan kepada 23 siswa kelas XI yang telah mempelajari konsep kesetimbangan kelarutan. Jawaban siswa dikelompokkan sesuai dengan kemiripan pola jawaban berdasarkan pemahaman siswa pada tiga level representasi kimia. Pengelompokan model mental kemudian dianalisis lebih lanjut untuk menentukan miskonsepsi pada konsep kesetimbangan kelarutan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil analisis model mental, diperoleh temuan bahwa muncul miskonsepsi yang beragam pada konsep kesetimbangan kelarutan. Pada sub konsep pembentukan endapan dari suatu reaksi ditemukan 4 miskonsepsi (Tabel 1). Miskonsepsi tersebut diperoleh dari hasil analisis 4 tipe profil model mental (PMM) yakni tidak mampu menjelaskan terbentuknya endapan baik secara submikroskopik maupun simbolik walaupun sudah ditunjukkan fenomena makroskopiknya (PMM Tipe 1); mampu menjelaskan terbentuknya endapan dari suatu reaksi berdasarkan hubungan  $Q_{sp}$  dan  $K_{sp}$  tetapi tidak mampu menjelaskan interaksi partikel-partikel yang terlibat dalam reaksi dan menghitung  $Q_{sp}$  (PMM Tipe 2); mampu menjelaskan terbentuknya endapan dari suatu reaksi berdasarkan hubungan  $Q_{sp}$  dan  $K_{sp}$  dan menentukan partikel-partikel yang terlibat, tetapi tidak mengetahui interaksi yang terjadi dan tidak mampu menghitung  $Q_{sp}$  (PMM Tipe 3); mampu menjelaskan terbentuknya endapan dari suatu reaksi berdasarkan

hubungan  $Q_{sp}$  dan  $K_{sp}$  dan menentukan interaksi partikel-partikel yang terlibat dalam reaksi tetapi tidak mampu menghitung  $Q_{sp}$  (PMM Tipe 4) (Rahmi, dkk., 2017).

**Tabel 1.** Miskonsepsi Siswa pada Sub Konsep Pembentukan Endapan dari Suatu Reaksi

No	Miskonsepsi
1	Ketika konsentrasi larutan senyawa ion diturunkan maka $Q_{sp}$ semakin kecil sehingga tidak terjadi pengendapan
2	Larutan jenuh terbentuk apabila dua larutan senyawa ion dengan konsentrasi sama dicampurkan karena $Q_{sp} = K_{sp}$
3	Endapan terbentuk bila $Q_{sp} \geq K_{sp}$
4	Endapan tidak terbentuk bila $Q_{sp} \leq K_{sp}$

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada penelitian ini ditemukan 4 miskonsepsi yang muncul pada konsep pembentukan endapan dari suatu reaksi. Siswa beranggapan bahwa ketika konsentrasi larutan senyawa ion diturunkan maka  $Q_{sp}$  semakin kecil sehingga pengendapan larutan tidak terjadi. Miskonsepsi tersebut muncul karena siswa tidak menghubungkan  $Q_{sp}$  dan  $K_{sp}$  untuk memprediksi terbentuk tidaknya endapan. Konsep yang seharusnya adalah ketika konsentrasi larutan senyawa ion diturunkan maka nilai  $Q_{sp}$  juga akan turun, akan tetapi ini bukan kriteria terbentuk tidaknya endapan. Kriteria terbentuk tidaknya endapan harus menghubungkan antara  $Q_{sp}$  dengan  $K_{sp}$  yaitu jika  $Q_{sp} < K_{sp}$  maka keadaan larutan belum jenuh dan endapan tidak terbentuk, jika  $Q_{sp} = K_{sp}$  maka keadaan larutan jenuh dan belum terlihat adanya endapan, dan jika  $Q_{sp} > K_{sp}$  maka terbentuk endapan dalam larutan jenuhnya.

Munculnya anggapan bahwa larutan jenuh terbentuk apabila dua larutan senyawa ion dengan konsentrasi sama dicampurkan karena  $Q_{sp} = K_{sp}$  terjadi karena siswa meyakini bahwa konsentrasi yang sama akan selalu menghasilkan nilai  $Q_{sp} = K_{sp}$ . Konsep yang seharusnya adalah tidak akan selalu terbentuk larutan jenuh ketika dua larutan senyawa ion dengan konsentrasi yang sama dicampurkan, karena bergantung pada  $Q_{sp}$  dan  $K_{sp}$ -nya. Jika  $Q_{sp} < K_{sp}$  maka larutan belum jenuh dan endapan tidak terbentuk, jika  $Q_{sp} = K_{sp}$  maka larutan jenuh dan belum terlihat adanya endapan, dan jika  $Q_{sp} > K_{sp}$  maka terbentuk endapan dalam larutan jenuhnya. Munculnya konsepsi bahwa endapan terbentuk bila  $Q_{sp} \geq K_{sp}$  dan endapan tidak terbentuk bila  $Q_{sp} \leq K_{sp}$  karena siswa menggunakan tanda sama dengan (=). Tanda = hanya berlaku khusus untuk larutan jenuh, sedangkan tanda < berlaku untuk menunjukkan larutan belum jenuh dan tidak terbentuk endapan, dan tanda > untuk menunjukkan terbentuknya endapan dalam larutan jenuhnya.

Berdasarkan hasil analisis model mental yang diungkap menggunakan TDM-POE, ditemukan 8 miskonsepsi siswa pada sub konsep pengaruh ion senama terhadap kelarutan

(Tabel 2). Miskonsepsi tersebut diperoleh dengan menganalisis dua tipe profil model mental (PMM) yaitu tidak mampu menjelaskan pengaruh ion senama terhadap kelarutan baik secara submikroskopik maupun simbolik walaupun sudah ditunjukkan fenomena makroskopiknya (PMM Tipe 1); mampu menjelaskan pengaruh ion senama terhadap kelarutan berdasarkan pegeseran kesetimbangan kimia, tetapi tidak mampu menghitung kelarutan sebelum dan setelah penambahan ion senama (PMM Tipe 3) (Rahmi, dkk., 2017).

**Tabel 2.** Miskonsepsi Siswa pada Sub Konsep Pengaruh Ion Senama terhadap Kelarutan

No	Miskonsepsi
1	Penambahan ion senama mempengaruhi $K_{sp}$
2	Ion senama menyebabkan kelarutan meningkat dan endapan bertambah
3	Ion senama tidak mempengaruhi jumlah endapan yang terbentuk
4	Ion senama menyebabkan endapan berkurang
5	Kelarutan tanpa ion senama = $K_{sp}$
6	Kelarutan dengan adanya ion senama = $Q_{sp}$
7	Kelarutan dengan adanya ion senama = $K_{sp}$ + mol senyawa ion senama
8	Kelarutan dengan adanya ion senama = $K_{sp}$ senyawa ion sukar larut + $K_{sp}$ senyawa ion senama

Tabel 2. menunjukkan bahwa miskonsepsi paling banyak terjadi pada sub konsep pengaruh ion senama terhadap kelarutan. Anggapan bahwa penambahan ion senama mempengaruhi  $K_{sp}$  muncul karena siswa tidak mengetahui bahwa  $K_{sp}$  bernilai tetap pada suhu tetap dan tidak dipengaruhi oleh penambahan ion senama. Penambahan ion senama menyebabkan kelarutan berkurang tetapi tidak mengubah nilai  $K_{sp}$ .

Pada penelitian ini ditemukan pula konsepsi bahwa ion senama menyebabkan kelarutan meningkat, endapan bertambah dan berkurang. Namun siswa juga beranggapan bahwa ion senama tidak mempengaruhi jumlah endapan yang terbentuk. Miskonsepsi tersebut muncul karena siswa tidak mengetahui pergeseran kesetimbangan kelarutan akibat penambahan ion senama. Konsep yang seharusnya adalah penambahan ion senama menyebabkan kelarutan berkurang karena terjadi pergeseran kesetimbangan ke arah pembentukan zat padatnya sehingga endapan yang terbentuk semakin bertambah.

Anggapan siswa bahwa kelarutan tanpa ion senama sama dengan  $K_{sp}$  muncul karena siswa tidak mengetahui hubungan kelarutan dan  $K_{sp}$ . Kelarutan sebelum penambahan ion senama dapat ditentukan berdasarkan hubungan kelarutan dan  $K_{sp}$ . Miskonsepsi 6, 7, dan 8 terjadi karena siswa tidak mengetahui hubungan kelarutan dengan  $K_{sp}$ , dan konsentrasi ion-ion yang ada dalam larutan setelah penambahan ion senama.

Kelarutan setelah penambahan ion senama dapat ditentukan berdasarkan hubungan kelarutan dengan  $K_{sp}$ .

Hasil analisis model mental menunjukkan bahwa siswa juga mengalami miskonsepsi pada sub konsep pengaruh turunnya pH terhadap kelarutan (Tabel 3). Miskonsepsi tersebut didapatkan dengan cara menganalisis dua tipe profil model mental (PMM) yaitu tidak mampu menjelaskan pengaruh penurunan pH terhadap kelarutan baik secara submikroskopik maupun simbolik walaupun sudah ditunjukkan fenomena makroskopiknya (PMM Tipe 1); mampu memprediksi pengaruh penurunan pH terhadap kelarutan tetapi tidak mampu menjelaskan pada level submikroskopik berdasarkan pergeseran kesetimbangan kelarutan, dan tidak mampu menghitung kelarutan sebelum dan setelah penurunan pH (PMM Tipe 2) (Rahmi, dkk., 2017).

**Tabel 3.** Miskonsepsi Siswa pada Sub Konsep Pengaruh Penurunan pH terhadap Kelarutan

No	Miskonsepsi
1	Penurunan pH mempengaruhi $K_{sp}$
2	Penurunan pH menyebabkan kelarutan berkurang
3	Penurunan pH menyebabkan endapan semakin bertambah

Tabel 3. menunjukkan bahwa ditemukan 3 miskonsepsi pada sub konsep pengaruh penurunan pH terhadap kelarutan. Anggapan siswa bahwa turunnya pH menyebabkan  $K_{sp}$  berubah, bertambah atau berkurang muncul karena mereka tidak mengetahui bahwa  $K_{sp}$  bernilai tetap pada suhu tetap dan tidak dipengaruhi oleh penurunan pH. Penurunan pH menyebabkan kelarutan bertambah tetapi tidak mengubah nilai  $K_{sp}$ .

Siswa beranggapan bahwa penurunan pH menyebabkan kelarutan semakin berkurang dan endapan yang terbentuk semakin bertambah. Miskonsepsi tersebut muncul karena mereka tidak mengetahui pergeseran kesetimbangan kelarutan akibat penurunan pH. Konsep yang seharusnya adalah penurunan pH akan menambah kelarutan karena terjadi pergeseran kesetimbangan ke arah pembentukan ion-ionnya sehingga endapan yang terbentuk semakin berkurang.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan analisis model mental siswa pada konsep kesetimbangan kelarutan, miskonsepsi banyak terjadi pada sub konsep pengaruh ion senama terhadap kelarutan. Miskonsepsi muncul karena siswa memiliki model mental yang tidak utuh pada level submikroskopik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brandriet, A.R. & Bretz, S.L. (2014). Measuring Meta-Ignorance through The Lens of Confidence: Examining Students' Redox Misconceptions About Oxidation Numbers, Charge, and Electron Transfer. *Chemistry Education Research and Practice*, 15, 729-246.
- Cam, A., & Geban, O. (2013). Effectiveness of Case-Based Learning Instruction on Students' Understanding of Solubility Equilibrium Concepts. *Journal of Education*, 44, 97-108.
- Chittleborough, G. D. (2004). *The Role of Teaching Models and Chemical Representation in Developing Students' Mental models of Chemical Phenomena*. (Thesis). Curtin University of Technology: tidak diterbitkan.
- Costu, B., Ayas, A., & Niaz, M. (2010). Promoting Conceptual Change in First Year Students' Understanding of Evaporation. *Chemistry Education Research and Practice*, 11, 5-16.
- Gkitzia, V., Katerina, S., & Chryssa, T. (2011). Development and Application of Suitable Criteria for The Evaluation of Chemical Representations in School Textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 12, 5-14.
- Ipek, H., Kala, N., Yaman, F., & Ayas, A. (2010). Using POE Strategy to Investigate Student Teachers' Understanding About The Effect of Substance Type on Solubility. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 648-653.
- Jansoon, N., Coll, R., & Somsook, E. (2009). Understanding Mental Models Of Dilution in Thai Students. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4 (2), 147-168.
- Kala, N., Yaman, F., & Ayas, A. (2013). The Effectiveness of Predict-Observe-Explain Technique in Probing Students Understanding About Acid-Base Chemistry : A Case for The Concepts of pH, pOH, and Strength. *International Journal of Science & Mathematics Education*, 11 (2), 555-574.
- Khotimah, N., Yamtinah, S., & Masykuri, M. (2016). Penerapan Model Pembelajaran *Cooperative Problem Solving (CPS)* Disertai Jurnal Siswa (*Diary Book*) untuk Meningkatkan Aktivitas Belajar dan Prestasi Siswa pada Materi Pokok Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan Kelas XI Semester II SMA Negeri 2 Surakarta Tahun Ajaran 2014/2015. *Jurnal Pendidikan Kimia (JPK)*, 5 (1), 55-63.
- Nahum T. L., Hofstein A., Mamlok-Naaman R., & Bar-Dov Z. (2004). Can Final Examinations Amplify Students' Misconceptions in Chemistry? *Chemistry Education Research and Practice*, 5 (3).
- Rahmi, C., Katmiati, S., Wiji, & Mulyani, S. (2017). Student's Mental Models on The Solubility and Solubility Product Concept. *AIP Conference Proceedings*, 1848 (1), 030001.
- Raviolo, A. (2001). Assessing Students' Conceptual Understanding of Solubility Equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 78 (5), 629-631.



- Sesen, A.B. (2013). Diagnosing Pre-Service Science Teachers Understanding of Chemistry Concepts by Using Computer-Mediated Predict-Observe-Explain Tasks. *Chemistry Education Research and Practice*, 14 (1), 239-246.
- Tumay, H. (2014). Prospective Chemistry Teachers' Mental Models of Vapor Pressure. *Chemistry Education Research and Practice*, 15, 366-379.
- Viyandari, A., Priatmoko, S., & Latifah. (2012). Analisis Miskonsepsi Siswa Terhadap Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan ( $K_{sp}$ ) dengan Menggunakan *Two-Tier Diagnostic Instrument*. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 6 (1), 852-861.
- Wang, C.Y. (2007). *The Role of Mental-Modeling Ability, Content Knowledge, and Mental Models in General Chemistry Students' Understanding About Molecular Polarity*. (Disertasi). Faculty of the Graduate School, University of Missouri, Columbia.
- Wiji, W., Rahmi, C., Mulyani, S., & Widhiyanti, T. (2018). The Development of Diagnostic Test for Eliciting Student's Mental Model About Solubility Equilibria. *Jurnal Pengajaran dan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 23 (1).