

ANALISIS PEMAHAMAN KONSEP SISWA KELAS XI IPA PADA TOPIK LAJU REAKSI

Annisa Chiyarotul Wardah^{1*}

¹SMA Negeri 1 Cigemblong, Lebak, Banten

email: annisacwardah@gmail.com

Abstract: This preliminary study was conducted to cover understanding of XI Science Grade students about rate of reaction concept. A quantitative approach was taken to 25 students who were following the rate of reaction course. Data were generated using a true and false test which contained 7 and 3 essay questions related to the rate of reaction basic concept. They were categorized into five concepts which reveal to rate of reaction basic concepts, collision theory, rate of reaction factor, and rate of reaction calculation, and activation energy. The results proved that the most of students had a low understanding in the rate of reaction concept, especially on the definition sub concept but they had a relatively high understanding in the relationship of reactant concentration vs time graph sub concept. This is a cause for concern, because the rate of reaction basic concept is an initial concept that all concepts must be mastered by them. It needs effort to increase their understanding of that concept. However, this study did not explore students' description in explaining concepts. Therefore, there is a need for further study to discuss the mental models of students in the rate of reaction concept understanding.

Keywords: chemistry concept; preliminary study; rate of reaction

Abstrak: Penelitian pendahuluan ini dilakukan untuk mengungkap pemahaman siswa kelas XI IPA dalam konsep laju reaksi. Survei dengan pendekatan kuantitatif dilakukan terhadap 25 siswa (9 laki-laki dan 16 perempuan) yang sedang mengikuti mata pelajaran kimia bab laju reaksi. Data diperoleh dengan menggunakan tes benar salah yang berisi 7 pernyataan dan essay terdiri atas 3 pertanyaan terkait dengan topik laju reaksi. Tes tersebut dikategorikan ke dalam 5 konsep yang meliputi konsep dasar laju reaksi, teori tumbukan, faktor laju reaksi (katalis), perhitungan laju reaksi, dan energi aktivasi. Hasil penelitian membuktikan bahwa sebagian besar siswa memiliki pemahaman yang rendah dalam konsep dasar laju reaksi, terutama pada subkonsep definisi, namun dalam subkonsep grafik perubahan konsentrasi reaktan vs waktu memiliki pemahaman yang relatif tinggi. Hal ini memprihatinkan, karena konsep dasar laju reaksi merupakan konsep awal yang seluruh konsepnya harus dikuasai oleh siswa. Perlu upaya untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep laju reaksi. Namun, penelitian ini tidak mengeksplorasi deskripsi siswa dalam menjelaskan konsep tersebut. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk membahas model mental siswa dalam pemahaman konsep laju reaksi.

Kata kunci: laju reaksi; konsep kimia; penelitian pendahuluan

Diterima: 2 Oktober 2022

Disetujui: 12 November 2022

Dipublikasi: 29 Desember 2022



© 2022 FKIP Universitas Terbuka

This is an open access under the CC-BY license

PENDAHULUAN

Fenomena kimia tidak dapat diakses hanya melalui sensorik (Majid et.al., 2018). Demikian juga, Isnaini dan Ningrum (2018) menyatakan bahwa proses pemahaman fenomena kimia yang abstrak dan kompleks tidak dapat dicapai tanpa menggunakan berbagai representasi kimia. Hasil penelitian serupa juga dilakukan oleh Yoni et.al. (2018) yang menyatakan bahwa pembelajaran kimia membutuhkan banyak pemikiran dan penegasan intelektual karena sebagian besar materi kimia terdiri atas konsep-konsep abstrak, sehingga siswa bahkan guru mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep kimia. Dalam upaya mengatasi kesulitan belajar kimia, terkadang siswa membuat interpretasi sendiri terhadap konsep yang dipelajari. Namun, tidak jarang hasil interpretasi tersebut menyimpang dari konsep yang telah disepakati oleh para ahli. Hal tersebut didukung oleh penelitian-penelitian sebelumnya tentang rendahnya pemahaman konsep terkait kelarutan dan hasil kelarutan (Sudiana et.al., 2019), ikatan kimia (Safitri et.al., 2018), dan konsep atom (Körhasan & Wang, 2016; Zarkadis et.al., 2017).

Hasil lain dari penelitian Yakina et.al. (2017) menunjukkan bahwa siswa tidak tertarik belajar kimia dan cenderung menggunakan metode menghafal tanpa memahami konsep. Lebih lanjut, Mulyani et.al. (2015) menekankan bahwa konsep yang diterima siswa bersifat hafalan karena tidak mengintegrasikan tiga level representasi kimia (makroskopis, mikroskopis, dan simbolik). Sedangkan dalam teori yang diungkapkan oleh Dahsah dan Coll (2007) bahwa masalah kimia dapat lebih baik diselesaikan oleh siswa jika siswa memahami konsep dasar kimianya terlebih dahulu.

Pemahaman tiga level representasi kimia sering dikenal sebagai model mental. Model mental adalah cara atau alur individu dalam menggambarkan suatu konsep (Jansoon & Somsook, 2009). Ketiganya saling terkait dan mencerminkan perkembangan model mental (Grosslight et.al., 1991). Perkembangan model mental pada saat ini tampaknya tidak sesuai dengan yang diharapkan, seperti dalam penelitian Tümay (2014) yang mengungkapkan bahwa hanya 14,1% peserta yang mampu membangun model ilmiah pada bahan tekanan uap cair dalam berbagai kondisi. Selanjutnya penelitian serupa dilakukan oleh Khasanah et.al. (2016) yang menunjukkan bahwa 57,89% siswa mengalami miskonsepsi sehingga dikategorikan sebagai model mental rendah. Penelitian model mental lainnya juga dilakukan oleh Yoni et.al. (2018) yang menemukan bahwa hanya terdapat 6,44% siswa SMA yang memiliki model mental ilmiah dan selebihnya hanya model mental alternatif dalam konsep dasar kimia.

Perkembangan model mental siswa tidak lepas dari peran gurunya. Seperti yang disarankan oleh Nahum et.al. (2004) serta Suja dan Retug (2013), guru harus memfasilitasi pengembangan model mental siswa, sambil memastikan bahwa siswa tidak mengembangkan model mental yang salah, sehingga pemahaman siswa tentang konsep kimia dapat ditingkatkan. Selain itu, perlu mengembangkan model mental siswa melalui pengalaman, interpretasi, dan penjelasan untuk membuat prediksi, mengetes ide-ide baru, dan memecahkan masalah dalam pembelajaran kimia (Bodner & Domin, 2002). Namun, sayangnya belum terjalin kerjasama yang baik antara guru dan siswa, seperti penelitian model mental yang dilakukan oleh (Justi & Gilbert, 2002; Yoni et.al., 2018) menyatakan bahwa tidak ada diskusi antara guru dan siswa mengenai penggunaan model mental dalam pemecahan masalah kimia.

Laju reaksi merupakan salah satu konsep yang memungkinkan untuk

direpresentasikan dalam berbagai tingkatan (Sari et.al., 2018). Satuan dalam laju reaksi yang mencakup banyak konsep dasar kimia, antara lain energi aktivasi, teori tumbukan, entalpi, faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi, dan mekanisme reaksi (Kolomuç & Tekin, 2011). Namun dalam praktiknya masih banyak siswa yang mengandalkan konsep alternatif dalam pembelajaran laju reaksi. Seperti penelitian konsep alternatif siswa pada topik laju reaksi yang dilakukan oleh Çalik (2013) yang mengakibatkan beberapa konsep alternatif muncul karena sebagian besar siswa merasa sulit untuk memvisualisasikan fenomena dan proses kimia secara submikroskopik dan simbolik satu sama lain. Salah satu konsep alternatif yang dinyatakan siswa pada penelitian ini adalah terkait peran katalis dapat menurunkan energi aktivasi. Selain itu juga siswa sekolah menengah dan universitas memiliki berbagai kesalahpahaman tentang laju reaksi (Cakmaki et.al., 2006). Kesalahpahaman calon guru kimia tentang mekanisme reaksi dan kesalahpahaman ini sangat mungkin menular kepada siswa dan lebih parah lagi kesalahpahaman itu sulit diubah (Taştan et.al., 2010). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemahaman siswa kelas XI tentang konsep laju reaksi.

METODE

Secara keseluruhan, desain penelitian ini menggunakan survei dengan pendekatan kuantitatif. Hal ini dilakukan untuk menganalisis pemahaman siswa tentang konsep laju reaksi menggunakan tes benar salah. Pemahaman siswa dianalisis secara kuantitatif menggunakan persentase. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XI IPA yang sedang mengikuti mata pelajaran kimia topik laju reaksi. Pemilihan subjek penelitian dilakukan dengan teknik *purposive sampling* karena subjek tersebut sedang melakukan proses pembelajaran laju reaksi.

Data dikumpulkan dengan menggunakan tes benar salah yang berisi 10 pernyataan dan pertanyaan terkait dengan topik laju reaksi. Tes benar salah dikategorikan ke dalam lima konsep meliputi konsep dasar laju reaksi (4 pernyataan benar salah dan 1 pertanyaan essay), teori tumbukan (1 pernyataan benar salah), faktor laju reaksi (katalis) (2 pernyataan benar salah), perhitungan laju reaksi (1 pertanyaan essay), dan energi aktivasi (1 pertanyaan essay). Instrumen terdiri dari empat kolom, kolom pertama menyatakan jumlah pernyataan dan pertanyaan, kolom ke dua berisi 7 pernyataan dan 3 pertanyaan, kolom ke tiga dan ke empat masing-masing adalah kolom benar salah dan kolom essay. Responden diminta untuk memberikan *checklist* (✓) pada kolom ke tiga jika pernyataan dianggap benar dan *checklist* (✓) pada kolom ke empat jika pernyataan dianggap salah, sedangkan untuk jawaban pertanyaan nomor 8-10 ditulis pada kolom essay (gabungan kolom ke tiga dan empat).

Kriteria skor tes adalah responden mendapat skor 1 jika jawabannya benar dan mendapat skor 0 jika salah. Tingkat pemahaman siswa terhadap tes dikelompokkan menjadi paham dan tidak paham. Analisis disajikan pada setiap pernyataan, kemudian setiap subkonsep dan konsep dianalisis kembali sehingga diperoleh analisis dalam bentuk persentase.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis pemahaman siswa dalam konsep laju reaksi, diperoleh persentase untuk setiap soal, subkonsep, dan konsep. Tujuh pernyataan dan 3 pertanyaan pada instrumen penelitian dikategorikan menjadi lima konsep dan masing-masing konsep memiliki subkonsep yang jumlahnya tidak sama. Sebaran konsep, subkonsep, dan setiap soal di dalamnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi Pernyataan dan Pertanyaan Topik Laju Reaksi

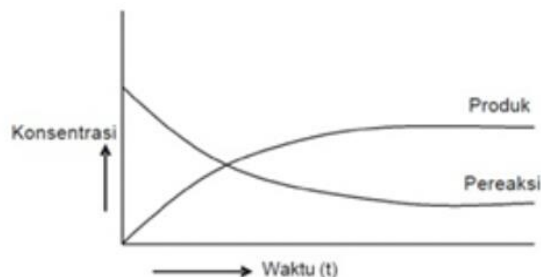
Konsep	Subkonsep	Nomor Pernyataan/Pertanyaan
Konsep dasar laju reaksi	Istilah	1,2
	Simbol	3
	Definisi	4
	Grafik reaktan vs produk	8
Teori tumbukan	Tumbukan efektif	5
Faktor laju reaksi (katalis)	Katalis	6,7
Perhitungan laju reaksi	Perhitungan laju reaksi	9
Energi aktivasi	Energi aktivasi	10

Konsep Dasar Laju Reaksi

Tabel 2. Persentase Pemahaman Konsep Dasar Laju Reaksi

Nomor	Pernyataan/Pertanyaan	Pilihan Jawaban		Persentase Jawaban Benar
		Benar	Salah	
1	Istilah yang benar adalah laju reaksi bukan kecepatan reaksi	√		84%
2	Istilah laju reaksi sama dengan kecepatan reaksi		√	56%
3	Simbol laju reaksi dinyatakan dalam huruf “v” yang berarti <i>velocity</i>		√	48%
4	Laju reaksi dideskripsikan melalui bertambahnya konsentrasi reaktan tiap satuan waktu		√	28%
8	Gambarkan grafik perubahan konsentrasi reaktan dan produk vs waktu	(jawaban di gambar bawah tabel)		88%

Gambar 1 merepresentasikan hubungan antara konsentrasi reaktan dengan waktu selama proses reaksi. Seiring berjalannya waktu, jumlah reaktan berkurang hingga habis (apabila reaksi berlangsung sempurna). Namun, pada saat kondisi suplai reaktan habis, jumlah produk bertambah hingga pada titik tertentu mencapai jumlah stabil.



Gambar 1. Grafik Perubahan Konsentrasi Reaktan dan Produk Vs Waktu

Seperti yang terlihat pada Tabel 1 dan Tabel 2, konsep dasar laju reaksi terdiri atas lima subkonsep. Subkonsep pertama terdiri atas satu pernyataan (nomor 1) terkait dengan konsistensi penggunaan istilah laju reaksi yang menghasilkan 84% responden yang menjawab dengan benar. Kemudian subkonsep pertama diperkuat oleh subkonsep ke dua (pernyataan nomor 2) bahwa istilah laju reaksi tidak sama dengan kecepatan reaksi. Hal ini sesuai dengan teori Bektaşlı dan Cakmakci (2011) yang menyatakan bahwa ditinjau dari segi fisika, jalannya reaksi dari reaktan menjadi produk, dapat dikatakan bahwa reaksi memiliki nilai dan arah. Tinjauan ke dua, dilihat dari segi definisi “perubahan molaritas pada waktu tertentu” tidak menunjukkan arah reaksi, karena definisi ini menunjukkan perubahan molaritas dapat dilihat baik dari reaktan maupun produk. Jika dilihat dari reaktan, molaritas akan berkurang sedangkan jika dilihat dari produk, molaritas akan bertambah. Berdasarkan definisi tersebut, istilah yang lebih tepat digunakan adalah laju reaksi dan istilah laju reaksi tidak sama dengan kecepatan reaksi. Hasil penelitian menyatakan lebih dari setengah jumlah responden (56%) yang dapat menjawab benar subkonsep ke dua.

Pada subkonsep ke tiga juga terdiri atas satu pernyataan (nomor 3) tentang penggunaan simbol yang sesuai untuk laju reaksi bukan “v” melainkan “r” yang berarti laju (Chang & Overby, 2011). Pada subkonsep tersebut hanya 48% responden yang berhasil menjawab dengan benar. Hal ini menunjukkan bahwa siswa kurang menguasai tingkat representasi simbolik. Hasil ini tidak sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Enero dan Umesh (2018) yang menyatakan bahwa kompetensi representasi dominan yang dimiliki siswa berada pada level simbolik daripada level makroskopik, dengan rasio 8:1. Selain itu, penelitian lain sebelumnya oleh Wiyarsi et.al. (2018) juga menghasilkan bahwa siswa lebih memahami representasi simbolik dan matematis daripada submikroskopis dalam konsep laju reaksi.

Subkonsep ke empat menanyakan definisi laju reaksi (nomor 4) yang sebagian besar dijawab dengan salah oleh sekitar 80% responden. Hal ini disebabkan karena siswa berasumsi bahwa laju reaksi mewakili waktu yang dibutuhkan untuk melakukan reaksi sampai selesai bukan merupakan peningkatan konsentrasi produk atau penurunan konsentrasi reaktan per satuan waktu (Kolomuç & Çalık, 2012). Dari pertanyaan nomor 8, siswa diminta untuk merepresentasikan perubahan konsentrasi reaktan dan produk vs waktu melalui grafik. Sesuai dengan gambar grafik pada Tabel 3 pertanyaan 8 dideskripsikan bahwa seiring berjalannya waktu, jumlah reaktan berkurang hingga habis (apabila reaksi berlangsung sempurna) dan jumlah produk bertambah hingga pada titik tertentu mencapai jumlah stabil karena suplai reaktan yang habis. Terdapat persentase jawaban benar paling tinggi pada subkonsep ini, sebanyak 88% responden mampu

merepresentasikan perubahan konsentrasi reaktan vs waktu melalui grafik. Berdasarkan hasil analisis pemahaman siswa pada konsep dasar laju reaksi, hanya pada subkonsep 1,2, dan 5 siswa dinyatakan paham sedangkan pada subkonsep 4 dan 5 siswa dinyatakan tidak paham.

Konsep Teori Tumbukan

Tabel 3. Persentase Pemahaman Konsep Teori Tumbukan

Nomor	Pernyataan	Pilihan Jawaban		Persentase Jawaban Benar
		Benar	Salah	
5	Semakin tinggi konsentrasi molekul reaktan, maka semakin banyak jumlah peluang tumbukan efektif, sehingga laju reaksi semakin besar	√		80%

Sebagaimana disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 3, konsep ke tiga hanya terdiri atas satu subkonsep yang berkaitan dengan tumbukan efektif. Pernyataan tersebut (nomor 5) mengungkapkan bahwa semakin tinggi konsentrasi molekul reaktan, maka semakin banyak jumlah peluang tumbukan efektif, sehingga laju reaksi semakin besar. Hal ini sesuai teori bahwa peluang tumbukan efektif tinggi jika jumlah molekul yang bereaksi semakin banyak. Selain itu juga didukung oleh energi kinetik dan ketepatan orientasi tumbukan antar molekul yang bereaksi (Kolomuç & Çalık, 2012). Sebanyak 80% responden yang setuju dengan teori ini, sehingga pada subkonsep ini siswa dinyatakan paham.

Konsep Faktor Laju Reaksi (Katalis)

Tabel 4. Persentase Pemahaman Konsep Faktor Laju Reaksi (Katalis)

Nomor	Pernyataan	Pilihan Jawaban		Persentase Jawaban Benar
		Benar	Salah	
6	Katalis mempercepat laju reaksi dengan menurunkan energi aktivasi		√	48%
7	Katalis mempercepat laju reaksi dengan menyediakan jalan alternatif yang memiliki energi aktivasi lebih rendah	√		80%

Seperti terlihat pada Tabel 1 dan Tabel 4, Pada konsep faktor laju reaksi (katalis) hanya terdiri atas 2 subkonsep (nomor 6 dan 7) yang keduanya meninjau dari faktor katalis. Hal ini dikarenakan berdasarkan fakta di lapangan lebih sering terjadi miskonsepsi pada faktor tersebut dibandingkan faktor yang lain. Pada subkonsep pertama terkait katalis pada pernyataan nomor 6 di mana hanya 48% yang menjawab benar dengan menyatakan tidak setuju jika katalis meningkatkan laju reaksi dengan menurunkan energi aktivasi. Hal ini sesuai dengan teori yang diungkapkan oleh Taber (2002) bahwa katalis meningkatkan laju reaksi dengan memilih jalur alternatif untuk menghasilkan produk yang memiliki energi aktivasi lebih rendah dari energi aktivasi yang seharusnya karena

energi aktivasi untuk reaksi tetap atau tidak berubah. Hal ini berhubungan dengan pernyataan lain yang berkaitan dengan katalis dinyatakan dalam nomor 7 di mana terdapat 80% responden menyetujui pernyataan tersebut. Berdasarkan hasil analisis pemahaman siswa pada konsep faktor laju reaksi (katalis), pada subkonsep 6 siswa dinyatakan tidak paham sedangkan pada subkonsep 7 siswa dinyatakan paham.

Konsep Perhitungan Laju Reaksi

Tabel 5. Persentase Pemahaman Konsep Perhitungan Laju Reaksi

Nomor	Pernyataan	Jawaban	Persentase
			Jawaban Benar
9	Berapa laju reaksi dari 4 gram serbuk NaOH yang dilarutkan hingga volume larutan 2 liter selama 100 sekon? (Ar Na = 23, O = 16, H = 1)	5×10^{-4} M/detik	84%

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 5, konsep ke empat terdiri atas satu subkonsep yang berisi satu pertanyaan (nomor 9), sebanyak 84% responden berhasil menentukan laju reaksi menggunakan rumus molaritas per waktu, di mana responden mampu menguasai perhitungan mol dan massa molekul relatif terlebih dahulu sebelum menentukan besarnya laju reaksi. Berdasarkan hasil analisis pemahaman siswa pada konsep perhitungan laju reaksi, pada subkonsep 9 siswa dinyatakan paham.

Konsep Energi Aktivasi

Tabel 6. Persentase Pemahaman Konsep Energi Aktivasi

Nomor	Pertanyaan	Jawaban	Persentase
			Jawaban Benar
10	Diketahui: Reaksi A memiliki energi aktivasi sebesar 45 kJ/mol. Reaksi B memiliki energi aktivasi sebesar 88 kJ/mol Ditanya: Reaksi mana yang memiliki laju reaksi lebih cepat?	Reaksi A karena memiliki energi aktivasi lebih kecil	54,8%

Seperti terlihat pada Tabel 1 dan Tabel 6, konsep terakhir ini berkaitan dengan mekanisme reaksi yang menanyakan hubungan antara energi aktivasi dengan cepat lambatnya laju reaksi. Semakin tinggi energi aktivasi, maka laju reaksinya semakin lambat (Kolomuç & Çalık, 2012). Terdapat 54,8% responden yang menyatakan hal yang sama sesuai dengan teori tersebut.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa secara umum pemahaman siswa kelas XI IPA tentang konsep laju reaksi belum sesuai dengan yang diharapkan, khususnya pada konsep dasar laju reaksi subkonsep definisi. Subkonsep lain

yang dinyatakan bahwa siswa tidak paham adalah subkonsep simbol dan sebagian dari faktor laju reaksi. Sedangkan pada subkonsep istilah, grafik reaktan vs produk, tumbukan efektif, sebagian dari faktor laju reaksi, perhitungan laju reaksi, dan energi aktivasi telah memiliki pemahaman yang relatif baik. Hal ini menunjukkan bahwa masih perlu adanya pengembangan lebih lanjut untuk mengeksplorasi cara berpikir siswa dalam merepresentasikan konsep laju reaksi atau yang sering kita sebut dengan model mental. Melalui eksplorasi model mental akan memberikan alternatif pandangan bagi guru kimia untuk mengatasi permasalahan yang dialami siswa saat memahami konsep laju reaksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dihaturkan kepada para dosen Universitas Terbuka Banten, khususnya program studi rumpun IPA (Fisika, Kimia, dan Biologi) yang membimbing dan memfasilitasi proses pembuatan dan publikasi artikel ilmiah ini. Terima kasih kepada instansi kerja penulis Pemerintah Provinsi Banten yang mengamanahkan penulis menjadi guru kimia di SMA Negeri 1 Cigemplong, sehingga penulis diberi kesempatan untuk mengeksplorasi kemampuan siswa khususnya dalam pembelajaran kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Bektaşlı, B., & Cakmakci, G. (2011). Consistency of Students' Ideas about The Concept of Rate Across Different Contexts. *Education of Science, 36*(162), 273-287.
- Bodner, G. M., & Domin, D. S. (2002). Mental Models: The Role of Representations in Problem Solving in Chemistry. *Proceedings of Purdue University, 4*, 24-30.
- Cakmakci, G., Leach J., & Donnelly, J. (2006). Students' Idea about Reaction Rate and its Relationship with Concentration or Pressure. *International Journal of Science Education, 28*(15), 1795-1815.
- Çalık, M. (2013). Effect of Technology-Embedded Scientific Inquiry on Senior Science Student Teachers' Self-Efficacy. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 9*(9), 223-232.
- Chang, R., & Overby, J. (2011). *General Chemistry The Essential Concept*. New York: McGraw-Hill Companies.
- Dahsah, C., & Coll, R. K. (2007). Thai Grade 10 and 11 Students' Conceptual Understanding and Ability to Solve Stoichiometry Problems. *Research in Science & Technological Education, 25*(2), 227-241.
- Enero, U. J., & Umesh, R. (2018). An Analysis of Chemistry High School End-of-Year Exams According to Bloom's Cognitive Complexity. *Chemistry Education Research and Practice, 20*, 146-159.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. L. (1991). Understandings Models and Their Use in Science: Conceptions of Middle and High School Students and Experts. *Journal of Research in Science Teaching, 28*(9), 799-822.
- Isnaini, M., & Ningrum, W. P. (2018). Hubungan Keterampilan Representasi terhadap Pemahaman Konsep Kimia Organik. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia, 8*(2), 12-25.

- Jansoon, N., Coll, R. K., & Somsook, E. (2009). Understanding Mental Models of Dilution in Thai Students. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(2), 147-168.
- Justi, R., & Gilbert, J. (2002). The Role of Visual Representations in The Learning and Teaching of Science: An Introduction. *Science Technology Education Library*, 47-68.
- Khasanah, N., Wartono, L., & Yuliaty. (2016). Analysis of Mental Model of Students Using Isomorphic Problems in Dynamics of Rotational Motion Topic. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 186-191.
- Kolomuç, A., & Çalık, M. (2012). Comparison of Chemistry Teachers' and Grade 11 Students' Alternative Conceptions of Rate of Reaction. *Journal of Baltic Science Education*, 11(4), 333-4.
- Kolomuç, A., & Tekin, S. (2011). Chemistry Teachers' Misconceptions Concerning Concept of Chemical Reaction Rate. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 3(2), 84-101.
- Körhasan, N. D., & Wang, L. (2016). Students' Mental Models of Atomic Spectra. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 743-755.
- Majid, A., Usman, Amir, M., Suyono, & Prahani, B. K. (2018). Misconception Identification of Buffer Solution Concept and Students' Learning Style. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 8(2), 47-54.
- Mulyani, S., Liliyasi, L., & Wiji, W. (2015). Model Mental Calon Guru Kimia Mengenai Sifat Koligatif Larutan Melalui Pembelajaran Berbasis TIK. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 3(2), 123-132.
- 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, 301-325.
- Safitri, A. F., Widarti, H. R., & Sukarianingsih, D. (2018). Identifikasi Pemahaman Konsep Ikatan Kimia. *Jurnal Pembelajaran Kimia*, 3 (1), 41-50.
- Sari, D., Hardeli, & Bayharti. (2018). Development of Chemistry Triangle Oriented Module on Topic of Reaction Rate for Senior High School Level Grade XI Chemistry Learning. *Proceeding of IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 335(1), 76-78.
- Sudiana, I. K., Suja, I. W., & Mulyani, I. (2019). Analisis Kesulitan Belajar Kimia Siswa pada Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 3(1), 7-16.
- Suja, I. W., & Retug, N. (2013). Profil Konsepsi Kimia Siswa Kelas XI di Kota Singaraja. *Prosiding Senari (Seminar Nasional Riset Inovatif) Lembaga Penelitian UNDIKSHA*, 1, 172-179.
- Taber, K. S. (2002). *Alternative Conceptions in Chemistry*. London: Royal Society of Chemistry
- Taştan, Ö., Yalçinkaya, E., & Boz, Y. (2010). Pre-Service Chemistry Teachers' Ideas about Reaction Mechanism. *Journal of Turkish Science Education*, 7(1), 47-60.
- Tümay, H. (2014). Prospective Chemistry Teachers' Mental Models of Vapor Pressure. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(3), 366-379.
- Wiyarsi, Sutrisno, & Rohaeti. (2018). The Effect of Multiple Representation Approach on Students' Creative Thinking Skills: A Case of Rate of Reaction Topic. *Proceedings of Journal of Physics: Conference Series*, 1-9.

- Yakina, Y., Kurniati, T., & Fadhilah, R. (2017). Analisis Kesulitan Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Kimia Kelas X di SMA Negeri 1 Sungai Ambawang, *Jurnal Ilmiah Ar-Razi*, 5(2), 287-297.
- Yoni, A. A. S., Suja, I. W., & Karyasa, I. W. (2018). Profil Model Mental Siswa SMA Kelas X tentang Konsep-konsep Dasar Kimia pada Kurikulum Sains SMP. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 2(2), 64-69.
- Zarkadis N., Papageorgiou, G., & Stamovlasis, D. (2017). Studying The Consistency between and within The Student Mental Models for Atomic Structure. *Chemistry Education Research and Practice*, 18, 893-902.