

Analisis Dampak Kesalahan Konsep Laju Reaksi Terhadap Kesalahan Konsep Keseimbangan Pada Siswa SMA

Yeyek Ihdal Umam¹⁾, Sрни M. Iskandar²⁾, Endang Budiasih²⁾

¹⁾SMAN 1 Sumenep

²⁾Pendidikan Kimia–Universitas Negeri Malang

Jl. Payudan Timur 1, Sumenep, Madura. E-mail: yeyek.ihdalumam@gmail.com

Abstract: This study was designed to analyze the misconception of the chemistry subject reaction rate and chemical equilibrium and the effect of the misconceptions on the chemical equilibrium concept. The subjects of the research are two homogenous classes from seven science classes which were determined using random sampling technique. The research instruments were multiple choice test with four answers as well as an interview. The result showed that misconception occurred in all concepts discussed in this research and the impact of the misconception on chemical equilibrium concept occurred in reaction rate concept and effect of increasing concentration of the reaction rate and chemical equilibrium.

Key Words: misconception, reaction rate, chemical equilibrium, impact of misconception

Abstrak: Penelitian ini dirancang untuk menganalisis kesalahan konsep laju reaksi dan keseimbangan kimia serta dampak kesalahan konsep laju reaksi terhadap bahasan keseimbangan kimia. Subjek penelitian ini adalah dua kelas homogen dari tujuh kelas IPA di SMA Negeri 1 Sumenep yang ditentukan dengan menggunakan sistem random sampling. Instrumen penelitian berupa tes pilihan ganda dengan empat pilihan jawaban dan tes wawancara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kesalahan konsep terjadi pada semua konsep yang diteliti. Dampak kesalahan konsep laju reaksi terhadap keseimbangan kimia terjadi pada konsep laju reaksi dan konsep penambahan konsentrasi pada laju reaksi dan keseimbangan kimia.

Kata kunci: kesalahan konsep, laju reaksi, keseimbangan kimia, dampak kesalahan konsep

Kimia adalah ilmu tentang materi dan perubahannya (Kolomuc dan Tekin, 2011). Brady (2002) menyebutkan bahwa ilmu pengetahuan tentang kimia mencakup sejumlah aspek mengenai bahan-bahan kimia dan reaksi kimia yaitu perubahan yang terjadi apabila senyawa kimia bereaksi membentuk senyawa yang berbeda. Effendy (2002) menyatakan kajian ilmu kimia meliputi banyak hal, seperti sifat-sifat zat termasuk struktur zat. Perubahan zat yang pada dasarnya adalah perubahan kimia berdasarkan hukum, prinsip, konsep, dan teori. Berdasarkan definisi-definisi tersebut, kimia merupakan ilmu yang mempelajari tentang fenomena-fenomena alam mulai dari komposisi, struktur, sifat zat dari skala atom sampai molekul serta interaksi antara zat yang satu dengan lainnya membentuk zat baru yang banyak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari berdasarkan hukum, prinsip, konsep, dan teori tertentu.

Kajian-kajian dalam kimia umumnya terdiri atas konsep yang abstrak (Liu, dkk, 2008; Sendur, dkk., 2010) dan berjenjang (Sastrawijaya, 1988). Kean dan Middlecamp (1985) menyebutkan karakteristik kimia, yaitu (1) sebagian bersifat abstrak, (2) ilmu kimia yang dipelajari merupakan penyederhanaan dari yang sebenarnya, (3) materi kimia sifatnya berurutan dan berkembang dengan cepat, (4) ilmu kimia tidak hanya sekadar memecahkan soal, dan (5) bahan yang harus dipelajari dalam kimia sangat banyak. Karakteristik kimia tersebut menyebabkan siswa mengalami kesulitan dalam mempelajari dan memahami kimia. Johnstone (2000) dan Sirhan (2007) menyatakan karakteristik kimia yang abstrak menimbulkan anggapan bahwa kimia merupakan hal yang sulit. Banyak siswa yang berusaha dengan keras dalam memahami kimia, tetapi sering tidak berhasil (Nakhleh, 1992; Erdemir, dkk, 2000).

Konsep-konsep dalam kimia umumnya merupakan penyederhanaan dari keadaan sebenarnya dan konsep-konsep tersebut saling berkaitan dan berurutan (Kean dan Middlecamp, 1985). Kimia merupakan konsep yang berjenjang mulai dari konsep yang sederhana ke konsep yang lebih tinggi tingkatannya sehingga untuk memahami konsep yang lebih tinggi tingkatannya perlu pemahaman yang benar terhadap konsep dasar yang membangun konsep tersebut (Sastrawijaya, 1988; Effendy, 2002). Sebagai contoh kesetimbangan kimia didalamnya terdapat konsep pereaksi, hasil reaksi, reaksi reversibel, dan laju reaksi. Siswa harus mempunyai pemahaman yang benar terhadap konsep-konsep dasar sehingga pengetahuan yang sudah dimiliki siswa penting untuk membangun konsep baru (Erdemir, dkk, 2000).

Karakteristik ilmu kimia yang abstrak dan berjenjang menyebabkan siswa rentan mengalami kesalahan konsep. Penelitian kesalahan konsep materi kimia sudah banyak dilakukan. Penelitian yang dilakukan oleh Nakhleh (1992) menunjukkan bahwa kesalahan konsep terjadi hampir pada semua pokok bahasan. Kousathana dan Tsaparlis (2002) meneliti adanya kesalahan konsep pada laju reaksi. Nahum, dkk (2004) meneliti kesalahan konsep struktur dan ikatan kimia. Penelitian kesalahan konsep lain tentang elektrokimia yang dilakukan oleh Ozkaya, dkk (2003). Kesalahan konsep dalam berbagai materi kimia ini dapat disebabkan oleh banyak faktor baik dari faktor guru, buku, maupun siswa sendiri. Penelitian yang dilakukan oleh Kolomuc dan Tekin (2011) menyebutkan bahwa sekitar 22 % dari 70 orang guru masih salah dalam menggambarkan grafik hubungan laju reaksi dengan waktu. Penelitian ini menunjukkan bahwa seorang guru merupakan salah satu faktor penyebab siswa mengalami salah konsep. Jika guru mengalami salah konsep, maka dimungkinkan terjadi kesalahan penyampaian materi saat pembelajaran berlangsung sehingga tidak menutup kemungkinan siswa mengalami kesalahan konsep serupa. Driver (1985) dalam Khurshid dan Iqbal (2011) menyebutkan bahwa kemungkinan sumber kesalahan konsep siswa adalah pembelajaran sekolah, pembelajaran di luar sekolah, pengalaman sehari-hari, dan lingkungan sosial, seperti penggunaan model pembelajaran, animasi, diskusi dengan teman sejawat dan lain sebagainya. Ketidaktahuan siswa dalam memvisualisasikan struktur dan konsep pada level sub-mikro juga dapat menyebabkan ketidaktepatan siswa dalam memahami konsep-konsep kimia (Tasker dan Dalton, 2006).

Penelitian kesalahan konsep tentang laju reaksi telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti. Kurt

dan Ayas (2012) meneliti pemahaman siswa terhadap laju reaksi dalam kehidupan sehari-hari. Dari penelitian tersebut ditemukan konsep yang sukar dipahami siswa, yaitu konsep katalis, efek temperatur, efek konsentrasi, dan efek luas permukaan terhadap laju reaksi. Kolomuc dan Tekin (2011) menyebutkan bahwa sekitar 22% responden tidak dapat menggambarkan grafik hubungan laju dengan waktu. Penelitian yang dilakukan oleh Marganof (1999) menyebutkan 45,3% siswa memahami bahwa laju reaksi merupakan penambahan konsentrasi reaktan dan pengurangan konsentrasi produk.

Seperti halnya laju reaksi, kesalahan konsep kesetimbangan kimia telah banyak dilaporkan oleh para peneliti. Kousathana dan Tsaparlis (2002) meneliti tentang kesalahan siswa dalam memecahkan hitungan kesetimbangan kimia. Salah satu hasil dari penelitian tersebut, yaitu 62,5% responden mengalami kesalahan pada konsep penambahan temperatur dalam sistem kesetimbangan. Responden menjawab bahwa kenaikan temperatur akan selalu meningkatkan konstanta kesetimbangan. Voska dan Heikkinen (2000) juga melakukan penelitian tentang kesetimbangan kimia. Dari hasil penelitian tersebut diketahui bahwa siswa masih lemah dalam mengaplikasikan prinsip *Le Chatelier's*.

Pada penelitian-penelitian tersebut, hanya dilakukan identifikasi hal-hal yang berhubungan dengan pengetahuan laju reaksi dan kesetimbangan kimia secara terpisah. Namun pada penelitian ini, identifikasi kesalahan konsep kesetimbangan dilakukan secara bersamaan dengan identifikasi kesalahan konsep laju reaksi. Salah satu alasannya adalah materi laju reaksi dan kesetimbangan merupakan materi yang berjenjang. Laju reaksi merupakan dasar untuk memahami kesetimbangan kimia dengan baik, seperti yang dinyatakan oleh Effendy (2002) bahwa untuk memahami kesetimbangan kimia dengan benar diperlukan pemahaman yang benar tentang konsep-konsep lain yang mendasarinya, yaitu konsep tentang pereaksi, hasil reaksi, reaksi *reversible*, dan laju reaksi. Pada umumnya, siswa kurang dapat menghubungkan konsep baru dengan konsep yang telah mereka terima sebelumnya. Ketika siswa mempelajari kesetimbangan kimia siswa memahami konsep laju reaksi dan kesetimbangan secara terpisah atau tidak terkait antara konsep yang satu dengan konsep lainnya. Kurangnya kemampuan siswa dalam membangun konsep dasar juga menjadi penyebab kegagalan siswa dalam memahami kimia (Erdemir, dkk., 2000).

Pada saat menjelaskan kesetimbangan kimia, dimungkinkan siswa mengalami pemahaman yang

salah seperti dengan menaikkan temperatur maka harga konstanta kesetimbangan juga akan meningkat. Pada saat mempelajari laju reaksi, siswa mengetahui bahwa kenaikan temperatur dapat meningkatkan laju reaksi. Pengetahuan ini dibawa oleh siswa pada saat mempelajari kesetimbangan kimia tanpa dapat menerapkan pemahaman tersebut pada reaksi dua arah. Pada saat mempelajari laju reaksi, pengaruh temperatur melibatkan konsep energi kinetik dan teori tumbukan, yaitu peningkatan temperatur akan meningkatkan kecepatan gerakan molekul, peningkatan gerakan molekul akan meningkatkan energi kinetik dan laju tumbukan molekul. Reaktan dapat bereaksi menghasilkan produk jika molekul yang bertumbukan memiliki energi kinetik total sama atau lebih besar dari energi aktivasi. Jadi pada saat temperatur dinaikkan, molekul mempunyai energi kinetik yang cukup untuk melampaui energi aktivasi sehingga tumbukan efektif yang terjadi semakin besar akibatnya laju reaksi semakin besar. Jika siswa dapat mengaitkan antara konsep energi kinetik, teori tumbukan, dan laju reaksi maka kesalahan konsep dapat dihindari. Sama halnya dengan laju reaksi, konsep pengaruh temperatur terhadap kesetimbangan kimia juga melibatkan konsep teori tumbukan dan energi kinetik. Tidak hanya dua konsep tersebut, pengaruh temperatur juga berkaitan dengan reaksi eksotermik dan endotermik. Jadi, untuk menghindari kesalahan konsep pada pengaruh temperatur terhadap kesetimbangan kimia maka siswa harus dapat memahami laju reaksi dengan benar dan dapat mengaitkan konsep laju, entalpi, dan kesetimbangan kimia. Jika siswa kurang memahami laju reaksi maka dapat disimpulkan bahwa siswa akan mengalami kesulitan dalam memahami kesetimbangan kimia. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kesalahan konsep pada laju reaksi dapat berdampak pada kesalahan konsep kesetimbangan kimia. Kesalahan konsep laju reaksi dikatakan berdampak pada kesalahan konsep kesetimbangan kimia jika kesalahan konsep yang terjadi pada kesetimbangan kimia berasal dari kesalahan siswa dalam memahami materi laju reaksi dan hal ini terjadi pada siswa yang sama. Jadi, kesalahan konsep siswa pada materi laju reaksi dan kesetimbangan kimia adalah sama.

METODE

Subjek penelitian ini terdiri atas dua kelas homogen dari tujuh kelas di SMA Negeri 1 Sumenep tahun ajaran 2012/2013. Dua kelas tersebut adalah kelas XI IPA 6 dan XI IPA 7 yang ditentukan dengan teknik

cluster random sampling. Kelas XI IPA 6 sebagai kelas eksperimen berjumlah 38 siswa dan kelas XI IPA 7 sebagai kelas kontrol berjumlah 35 orang. Kelas XI IPA 6 diajarkan dengan menggunakan strategi konflik kognitif, sedangkan kelas XI IPA 7 diajarkan menggunakan konvensional. Tingkat kehomogenan subjek penelitian ditentukan melalui *Levene Statistic Test* menggunakan *SPSS 16 for Windows*.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa tes tulis dan tes wawancara. Tes tulis digunakan untuk mengukur kemampuan siswa dalam memahami konsep sebanyak 25 butir soal. Jenis tes yang digunakan berupa tes objektif dengan 4 pilihan jawaban. Tes tulis yang digunakan pada saat pre tes dan pos tes adalah sama. Analisis jawaban siswa dilakukan dengan cara mengelompokkan jawaban siswa pada pre tes maupun pos tes dikelompokkan ke dalam empat kategori, yaitu (a) jawaban benar jika pilihan jawaban dan alasan yang dikemukakan siswa benar, (b) jawaban setengah benar jika pilihan jawaban siswa benar dan alasan jawaban yang diberikan salah atau tanpa memberikan alasan atau pilihan jawaban siswa salah tetapi alasan jawaban yang diberikan benar, (c) jawaban salah jika pilihan jawaban dan alasan yang diberikan siswa salah, dan (d) tidak menjawab jika siswa tidak memberikan jawaban apapun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kesalahan konsep laju reaksi dan kesetimbangan kimia serta dampak kesalahan konsep laju reaksi terhadap kesetimbangan kimia dapat diketahui dengan menganalisis hasil jawaban, alasan dan wawancara siswa. Analisis ini dilakukan per konsep dan per siswa. Kesalahan konsep laju reaksi dikatakan berdampak terhadap kesalahan konsep kesetimbangan kimia jika kesalahan konsep yang terjadi pada kesetimbangan kimia berasal dari kesalahan siswa dalam memahami materi laju reaksi dan hal ini terjadi pada siswa yang sama. Hasil analisis dampak kesalahan konsep laju reaksi terhadap kesetimbangan kimia ditunjukkan pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 1, ditemukan banyak kesalahan konsep baik pada laju reaksi maupun kesetimbangan kimia. Kesalahan konsep tersebut terjadi pada semua konsep yang diteliti, yaitu konsep laju reaksi, faktor-faktor penentu laju reaksi, konsep kesetimbangan kimia, dan faktor-faktor yang memengaruhi kesetimbangan kimia. Dampak kesalahan konsep laju reaksi terhadap kesetimbangan kimia salah satunya terjadi pada konsep pengaruh pe-

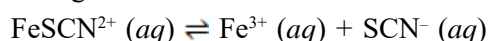
Tabel 1. Hasil Analisis Kesalahan Konsep Laju Reaksi terhadap Kesalahan Konsep Keseimbangan Kimia

Konsep yang Diukur	Kesalahan Konsep Laju reaksi	Kesalahan Konsep Keseimbangan Kimia	Keterangan
1. Konsep laju reaksi a. Hubungan konsentrasi terhadap waktu b. Hubungan laju reaksi terhadap waktu 2. Ciri keseimbangan kimia	1. Laju reaksi semakin meningkat dengan bertambahnya waktu reaksi 2. Konsentrasi reaktan bertambah dan konsentrasi produk yang terbentuk berkurang dengan bertambahnya waktu 3. Laju reaksi akan meningkat seiring bertambahnya waktu karena jumlah produk yang terus meningkat dan jumlah reaktan menurun. 4. Konsentrasi produk semakin berkurang dan konsentrasi reaktan semakin meningkat sehingga laju reaksi terus bertambah cepat.	1. Konsentrasi produk dan reaktan sama saat dalam keadaan setimbang 2. Laju reaksi ke arah produk meningkat dengan bertambahnya waktu dan laju reaksi ke arah reaktan menurun tiap satuan waktu sampai akhirnya konstan saat setimbang	Kesalahan konsep keseimbangan kimia disebabkan oleh kesalahan konsep laju reaksi. Kesalahan konsep tersebut adalah <i>Laju reaksi ke arah produk meningkat dengan bertambahnya waktu dan laju reaksi ke arah reaktan menurun tiap satuan waktu sampai akhirnya konstan saat setimbang.</i>
3. Pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi 4. Pengaruh konsentrasi terhadap keseimbangan kimia	Kenaikan konsentrasi menyebabkan kenaikan luas permukaan sehingga laju reaksi meningkat	Penambahan konsentrasi akan mengakibatkan kenaikan luas permukaan zat sehingga tumbukan efektif yang terjadi makin besar	Kesalahan konsep keseimbangan kimia disebabkan oleh kesalahan konsep laju reaksi. <i>Kesalahan konsep tersebut adalah Penambahan konsentrasi akan mengakibatkan kenaikan luas permukaan zat sehingga tumbukan efektif yang terjadi makin besar.</i>
5. Pengaruh Suhu terhadap laju reaksi 6. Pengaruh Suhu terhadap keseimbangan kimia	1. Kenaikan suhu menyebabkan kenaikan laju reaksi dan produk yang dihasilkan lebih banyak. 2. Kenaikan suhu akan menurunkan energi aktivasi sehingga laju reaksinya lebih cepat.	Kenaikan temperatur akan meningkatkan harga konstanta keseimbangan.	Kesalahan konsep pada keseimbangan kimia tidak disebabkan oleh kesalahan konsep laju reaksi.
7. Pengaruh katalis terhadap laju reaksi 8. Pengaruh katalis terhadap keseimbangan kimia	Penambahan katalis dapat memperbanyak jumlah produk yang dihasilkan.	Penambahan katalis dalam sistem keseimbangan dapat mempercepat pembentukan dan memperbanyak produk yang dihasilkan.	Kesalahan konsep pada keseimbangan kimia tidak disebabkan oleh kesalahan konsep laju reaksi. Hal ini disebabkan oleh kesalahan konsep tersebut tidak terjadi pada siswa yang sama.
9. Pengaruh tekanan terhadap laju reaksi 10. Pengaruh tekanan terhadap keseimbangan kimia	Tidak ditemukan salah konsep	Panambahan tekanan pada sistem keseimbangan akan menyebabkan keseimbangan bergeser ke arah mol yang lebih besar	Kesalahan konsep keseimbangan kimia tidak disebabkan oleh kesalahan konsep laju reaksi. Pada laju reaksi tidak ditemukan adanya kesalahan konsep karena berdasarkan hasil wawancara terhadap guru pengajar siswa tidak diajarkan tentang pengaruh tekanan terhadap laju reaksi sehingga siswa tidak tahu efek dari pengaruh tekanan tersebut dan kesalahan yang terjadi tidak bisa dianggap sebagai kesalahan konsep.

nambahan konsentrasi pada laju reaksi dan kesetimbangan kimia. Pada laju reaksi kesalahan konsep yang dialami siswa disebabkan karena siswa bingung antara konsep pengaruh konsentrasi dan luas permukaan terhadap laju reaksi. Siswa beranggapan semakin banyak jumlah partikel berarti luas permukaan bidang sentuh juga semakin besar. Padahal konsep luas permukaan dan konsentrasi merupakan konsep berbeda dalam pengaruhnya terhadap kecepatan laju. Memang benar bahwa kenaikan konsentrasi akan meningkatkan luas permukaan partikel, tetapi luas permukaan pada konsep laju reaksi adalah terbatas pada zat yang sama dengan berat yang sama pula hanya saja berbeda ukuran. Selain itu, konsep luas permukaan pada laju reaksi hanya berlaku untuk reaktan yang berwujud padat. Secara umum, siswa memahami bahwa kenaikan konsentrasi menyebabkan kenaikan laju reaksi. Namun, siswa belum dapat memahami mengapa kenaikan konsentrasi dapat meningkatkan laju reaksi. Hal ini disebabkan karena siswa belum memahami konsep tumbukan sehingga siswa tidak dapat menjelaskan mengapa kenaikan konsentrasi dapat mempercepat laju reaksi. Kesalahan konsep siswa terhadap pengaruh kenaikan konsentrasi juga didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Kaya dan Geban (2012) yang menjelaskan bahwa siswa beranggapan kenaikan konsentrasi menyebabkan kenaikan luas permukaan sehingga laju reaksi juga meningkat.

Pada kesetimbangan kimia ditemukan kesalahan konsep yang sama, yaitu penambahan konsentrasi akan mengakibatkan kenaikan luas permukaan zat sehingga tumbukan efektif yang terjadi makin besar. Adanya kesalahan konsep tersebut menunjukkan bahwa jika siswa mengalami salah konsep pada konsep dasar maka dapat dipastikan bahwa siswa akan mengalami salah konsep untuk konsep berikutnya. Untuk memahami konsep kesetimbangan dibutuhkan pemahaman tentang konsep laju reaksi. Dengan demikian, pemahaman yang benar tentang konsep laju reaksi akan mengurangi kesalahan konsep pada kesetimbangan kimia.

Chang (2003) menjelaskan perumahan konsentrasi pada sistem kesetimbangan yang terjadi FeSCN^{2+} membentuk kesetimbangan dengan Fe^{3+} dan SCN^- sesuai dengan reaksi berikut:



Jika ke dalam sistem kesetimbangan tersebut ditambahkan sedikit natrium tiosianat (NaSCN) dalam hal ini terjadi penambahan ion SCN^- yang berasal dari NaSCN maka untuk mengatasi gangguan tersebut be-

berapa ion Fe^{3+} akan bereaksi dengan ion SCN^- yang ditambahkan sehingga kesetimbangan akan bergeser dari kanan ke kiri. Dengan kata lain, penambahan konsentrasi SCN^- akan mengakibatkan probabilitas tumbukan efektif antara ion Fe^{3+} dan ion SCN^- makin besar sehingga kecepatan reaksi ke arah reaktan akan lebih besar daripada kecepatan reaksi ke arah produk. Dengan demikian, penambahan konsentrasi tidak akan mengakibatkan kenaikan luas permukaan zat. Konsep luas permukaan hanya digunakan untuk zat yang berwujud padat.

Memang benar bahwa kenaikan konsentrasi akan meningkatkan luas permukaan partikel, tetapi luas permukaan pada konsep laju reaksi adalah terbatas pada zat yang sama dengan berat yang sama pula hanya saja berbeda ukuran. Hal ini dapat dijelaskan dengan contoh berikut:

Dalam dua Erlenmeyer A dan B terdapat senyawa CaCO_3 masing-masing dengan massa 1 gram. CaCO_3 pada Erlenmeyer A berbentuk bongkahan sedangkan CaCO_3 pada Erlenmeyer B berupa serbuk. Maka dapat disimpulkan bahwa luas permukaan CaCO_3 pada Erlenmeyer B lebih besar dari pada Erlenmeyer A.

Konsep inilah yang belum dipahami siswa, sehingga kesalahan konsep pada laju reaksi mengakibatkan mereka juga mengalami kesalahan konsep pada kesetimbangan kimia.

SIMPULAN

Berdasarkan analisis data, ditemukan banyak kesalahan konsep baik pada bahasan laju reaksi maupun kesetimbangan kimia. Kesalahan konsep tersebut terjadi pada semua konsep yang diteliti, yaitu konsep laju reaksi, faktor-faktor penentu laju reaksi, konsep kesetimbangan kimia, dan faktor-faktor yang memengaruhi kesetimbangan kimia. Dampak kesalahan konsep laju reaksi terhadap kesetimbangan kimia, meliputi (a) laju reaksi ke arah produk meningkat dengan bertambahnya waktu; dan (b) untuk reaksi yang melibatkan zat cair dan gas, penambahan konsentrasi akan mengakibatkan kenaikan luas permukaan zat.

DAFTAR RUJUKAN

- Brady E, J. 1982. *Kimia Universitas Asas dan Struktur Jilid 2*. Terjemahan oleh Sukmariah Maun. 2002. Tangerang: Binapura Aksara.

- Chang, R. 2003. *Kimia Dasar: Konsep-Konsep Inti Jilid 2 Edisi Ketiga*. Terjemahan oleh Suminar Setiadi Achmadi. 2005. Jakarta: Erlangga.
- Effendy. 2002. Upaya untuk Mengatasi Kesalahan Konsep dalam Pengajaran Kimia dengan Menggunakan Strategi Konflik Kognitif. *Media Komunikasi Kimia*, 2(6):1–12.
- Erdemir, A., Geban, O., & Uzuntiryaki, E. 2000. Freshman Students' Misconceptions in Chemical Equilibrium. *Journal of Education*, 18:79–84.
- Johnstone, A. H. 2000. Teaching of Chemistry-Logical or Psychological?. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(1): 9–15.
- Kaya, E., & Geban, O. 2012. Facilitating Conceptual Change in Rate of Reaction Concepts Using Conceptual Change Oriented Instruction. *Journal of Education and Science*, 37(163): 216–225.
- Kean, E., & Middlecamp, C. 1985. *Panduan Belajar Kimia Dasar*. Jakarta: Gramedia.
- Khurshid, M., & Iqbal, M. Z. 2009. Children's Misconceptions about Units on Changes, Acids and Laboratory Preparation of CO₂. *Bulletin of Education and Research*, 31(2):61–74.
- Kolomuc, A., & Tekin, S. 2011. Chemistry Teachers' Misconceptions Concerning Concept of Chemical Reaction Rate. *Eurasian Journal of Physic and Chemistry Education*, 3(2):84–101.
- Kousathana, M., & Tsaparlis, G. 2002. Students' Errors in Solving Numerical Chemical-Equilibrium Problems. *Journal of Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 3(1):5–17.
- Kurt, S., & Ayas, A. 2012. Improving Students' Understanding and Explaining Real Life Problems on Concepts of Reaction Rate by Using a Four Step Constructivist Approach. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4(2):979–992.
- Liu, H. C., Andre, T., & Greenbowe, T. 2008. The Impact of Learner's Prior Knowledge on Their Use of Chemistry Computer Simulations: A Case Study. *Journal Science Education Technology*, 17:466–482.
- Marganof. 1999. *Analisis Kesulitan Siswa Kelas XI SMU dalam Memahami Materi Laju Reaksi dan Upaya Perbaikannya dengan Pengajaran Remidi (Studi Kasus di SMU Negeri 1 Koto XI Tarusan)*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Nahum, L. T., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., & Bar-Dov, Z. 2004. Can Final Examinations Amplify Students' Misconceptions in Chemistry? *Journal of Chemistry Education: Research and Practice*, 5 (3): 301–325.
- Nakhleh, M. B. 1992. Why Some Students Don't Learn Chemistry: Chemical Misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69(3):191–195.
- Ozkaya, A. R., Üce, M., & Sahin, M. 2003. Prospective Teachers Conceptual Understanding of Electrochemistry: Galvanic and Electrolytic Cells. *The Higher Education Chemistry Journal of The Royal Society of Chemistry*, 7(1):1–12.
- Sastrawijaya, T. 1988. *Proses Belajar Mengajar Kimia*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Sendur, G., Toprak, M., & Pekmez, S. E. 2010. *Analyzing of Students' Misconceptions About Chemical Equilibrium*. Artikel disajikan dalam International Conference on New Trends in Education and Their Implications, Antalya-Turkey, 11-13 November.
- Sirhan, G. 2010. Learning Difficulties in Chemistry: An Overview. *Journal of Turkish Science Education*, 4(2):2–20.
- Tasker, R., & Dalton, R. 2006. Research Into Practice: Visualization of The Molecular World Using Animations. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2): 141–159.
- Tastan, O., Yalcinkaya, E., & Boz, Y. 2010. Pre-Service Chemistry Teachers' Ideas About Reaction Mechanism. *Journal of Turkish Science Education*, 7(1):47–60.
- Voska, K. W., & Heikkinen, H. W. 2000. Identification and Analysis of Student Conceptions Used to Solve Chemical Equilibrium Problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2):160–176.
- Wu, H., Krajcik, J.S., & Soloway, E. 2001. Promoting Understanding of Chemical Representations: Students' Use of A Visualization Tool in the Classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7):821–842.