



## IDENTIFIKASI KONSEP ALTERNATIF PADA GURU KIMIA: SEBUAH KAJIAN LITERATUR

Ardiansah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 57110

*Email Korespondensi: [ardiansah@student.uns.ac.id](mailto:ardiansah@student.uns.ac.id)*

### Abstrak

Konsep alternatif pada guru telah menjadi perhatian bagi peneliti karena memberikan peran dalam konsepsi siswa yang dibangun. Reviu ini menjelaskan dan menyajikan beberapa konsepsi alternatif guru pada beberapa materi kimia. Konsepsi ini dikumpulkan dari literatur yang terjadi selama beberapa tahun terakhir di berbagai negara. Berdasarkan hasil reviu ini, dibuat beberapa saran untuk memperbaiki konsepsi yang terjadi pada guru untuk meningkatkan pemahaman konsep.

**Kata kunci:** Konsep alternatif guru, Ikatan kimia, Asas Le Châtelier, Laju Reaksi

### Pendahuluan

Kimia merupakan salah satu pelajaran yang diajarkan di sekolah menengah atas (SMA). Menurut Depdiknas (2007:460), salah satu tujuan pembelajaran kimia adalah mewujudkan siswa yang menguasai konsep-konsep kimia dan menerapkannya dalam upaya memecahkan masalah-masalah pada kehidupan sehari-hari dan Iptek (Ilmu Pengetahuan dan Teknologi). Penerapan ilmu kimia dalam kehidupan sehari-hari diawali dengan pemahaman konsep, prinsip, hukum, dan teori kimia yang benar, namun pelajaran kimia termasuk salah satu pelajaran yang sulit dipahami oleh siswa dan guru. Kebanyakan siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep dan prinsip-prinsip kimia. Konsep yang terdapat dalam kimia pada umumnya adalah konsep yang abstrak, sehingga membutuhkan pemahaman yang baik dalam belajar kimia. Selain sifat abstrak kata-kata dari bahasa sehari-hari seperti kekuatan, tekanan dan energi dalam kimia berbeda sehingga menimbulkan masalah relasional dan interpretatif bagi guru selama belajar dan mengajar.

Materi dalam pembelajaran kimia di SMA terdiri dari materi yang bersifat submikroskopik (abstrak), makroskopik (dapat dilihat dengan panca indra), dan simbolik (berupa simbol) (Chittleborough, G. & Treagust, D. F., 2007). Sebagai contoh, materi ikatan kimia merupakan contoh materi yang bersifat abstrak dan jauh dari

pengalaman sehari-hari, misalnya: tidak dapat melihat atom, struktur, dan bagaimana reaksi dengan atom lainnya (Nicoll dalam Haluk Ozmen, 2007: 4). Beberapa temuan dalam pembelajaran kimia masih sering ditemukan kesalahan konsepsi tentang ikatan kimia pada siswa. David F. Treagust (1989: 310) menemukan banyak konsep alternatif spesifik yang terjadi tentang materi ikatan kimia. Konsep alternatif ini terjadi pada sub konsep polaritas ikatan, bentuk molekul, polaritas molekul, dan aturan oktet.

Materi lain yang bisa membuat siswa dan guru mengalami konsepsi yang berbeda adalah materi laju reaksi dan asas Le Châtelier (Cheung, D., Ma, H. J., & Yang, J., 2009; Kolomuç, A. & Tekin, S., 2011). Kompleksitas dari materi laju reaksi sebenarnya tidak terlalu tinggi. Guru dan siswa umumnya hanya memfokuskan pemahaman pada persamaan algoritma (Awan, A. S., Iqbal, M. Z., Khan, T. M., & Mahmood, T., 2011). Hal ini akan memicu konsep alternatif dalam menafsirkan materi laju reaksi yang bukan bersifat algoritmik. Fokus dalam mengajar algoritmik pada materi yang asas Le Châtelier juga membuat kebingungan dalam mengajarkannya di kelas. Guru tidak menjelaskan secara detail pada materi ini.

Guru memegang peran penting dalam membuat siswa mengerti dan belajar konsep yang diajarkan di kelas. Kesalahan konsepsi yang terjadi pada guru merupakan salah satu

penyebab keberadaan konsepsi alternatif pada siswa.

Alat pendeteksi konsep alternatif secara umum dapat diteliti dengan menggunakan peta konsep, tes *multiple choice* dengan *reasoning* terbuka, tes esai tertulis, wawancara diagnosis, diskusi dalam kelas, dan praktikum dengan tanya jawab (Paul Suparno, 2013: 129). Tes diagnostik *two-tier* dan *four-tier* juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi konsepsi siswa. Ini akan memetakan konsep untuk meningkatkan pemahaman guru dalam pemahaman tentang fenomena kimia. Pada tahun 1999, Hasan et al. mengembangkan alat pendeteksi miskonsepsi dengan menggabungkan soal pilihan ganda dengan skala Likert yang berisi keyakinan dari responden. Ini disebut dengan tes CRI (*Certainty of Response Index*). Metode ini dapat mendeteksi responden yang memiliki konsep yang benar, miskonsepsi, dan responden yang tidak tahu konsep.

Konsep alternatif guru seharusnya tidak terjadi mengingat pengetahuan dan konsepsi yang disampaikan harus benar. Miskonsepsi guru tidak sesuai dengan Pasal 8 UU No. 14 Tahun 2005 yang menyatakan bahwa guru harus memenuhi kompetensi sebagai pendidik profesional, yaitu: kompetensi pedagogi, kompetensi kepribadian, kompetensi sosial, dan kompetensi profesional (kemampuan penguasaan materi pelajaran secara luas dan mendalam). Hal ini mendasari pendeteksian miskonsepsi yang terjadi pada guru penting untuk dibahas.

Berdasarkan data yang telah dipaparkan sebelumnya, akan dilakukan pembahasan literatur mengenai konsep alternatif yang terjadi pada guru, sehingga bisa menjadi refleksi dan perbaikan untuk peningkatan konsepsi yang benar pada guru.

## Hasil Penelitian dan Pembahasan

Kimia merupakan salah satu pelajaran dan memiliki beberapa materi penting yang bisa menimbulkan kesalahan konsep melalui berbagai macam analogi untuk membuat materi tersebut dapat dimengerti. Kompleksitas dari materi kimia telah membuat konsepsi yang salah pada guru. Selain itu, komponen submikroskopik dan

matematis dari kimia juga bisa menyebabkan kesalahan konsep guru. Konsep elektron, energi ionisasi, elektronegativitas, ikatan kimia, bentuk dan struktur molekul, dan kestabilan merupakan inti dari kimia. Hampir semua materi di kimia yang telah diteliti dengan guru sebagai subjek penelitian ternyata mengandung konsep alternatif. Kesalahan konsepsi atau konsep alternatif yang terjadi pada umumnya dideteksi dari tingkat paling rendah yaitu peserta didik (siswa), mahasiswa, mahasiswa calon guru hingga guru (Nakhleh, M. B., 1992).

Pada sumber jurnal internasional, terdapat beberapa penelitian yang dibahas untuk mengetahui konsepsi alternatif guru. Literatur yang digunakan dibatasi hanya mata pelajaran kimia di sekolah menengah dan berada pada jangkauan sepuluh tahun terakhir untuk membuktikan kebenaran dan akurasi kajian.

Ardiansah, Enawaty, & Lestari, (2014) mengemukakan terdapat 36 bentuk konsep alternatif guru yang terjadi pada materi ikatan kimia yang terjadi di Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat dengan menggunakan bantuan *Certainty of Response Index* (CRI). Penyebab konsep alternatif ini guru adalah pemikiran asosiatif (40%), intuisi yang salah (35%), buku (5%) dan alasan tidak lengkap (47,5%). Bentuk konsep alternatif guru ini yang dicantumkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Beberapa Konsep yang Terjadi pada Guru Kimia pada Materi Ikatan Kimia Menurut Ardiansah, Enawaty, & Lestari, (2014)

Pembentukan Ikatan Ion dan Kovalen
<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Setiap senyawa yang berasal dari unsur logam dan non logam membentuk ikatan ion</li> <li>b. Ikatan ion terdiri dari unsur logam dan non logam</li> <li>c. Ikatan kovalen terbentuk dari unsur non logam dan non logam</li> <li>d. Setiap ion positif dan negatif membentuk ikatan ion</li> <li>e. Kestabilan unsur ion <math>A^{2+}</math> <math>B^{3-}</math> terbentuk dengan membentuk senyawa <math>A_3B_2</math> dengan berikatan kovalen</li> <li>f. Senyawa <math>NH_4Cl</math> terjadi serah terima elektron antara senyawa <math>NH_3</math> dan <math>HCl</math></li> <li>g. Senyawa <math>NH_4Cl</math> terbentuk dari ikatan kovalen koordinasi antara <math>NH_3</math> dan <math>HCl</math></li> <li>h. Unsur C dan Si merupakan unsur pada golongan IV A, sehingga dapat membentuk ion dengan muatan +4</li> <li>i. Molekul <math>H_2O_2</math> memiliki dua pasangan elektron bebas</li> <li>j. Ion <math>CO_3^{2-}</math> memiliki dua buah ikatan kovalen tunggal dan satu ikatan kovalen koordinasi</li> <li>k. Ion <math>NH_4^+</math> memiliki empat ikatan kovalen tunggal</li> </ul>
Polaritas dalam senyawa

<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Kepolaran molekul dalam ikatan kovalen ditentukan oleh perbedaan keelektronegatifan unsur penyusun senyawa</li> <li>b. Harga keelektronegatifan yang besar menyebabkan atom bermuatan parsial</li> <li>c. Kepolaran molekul dalam ikatan kovalen ditentukan oleh perbedaan keelektronegatifan unsur penyusun senyawa</li> <li>d. Muatan parsial nol disebabkan oleh perbedaan keelektronegatifan nol</li> </ul>
<p>Simetri pada senyawa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Senyawa non polar memiliki bentuk simetri sehingga cenderung stabil</li> <li>b. Senyawa yang polar akan bersifat non polar apabila simetri</li> <li>c. Senyawa yang memiliki bentuk simetri maka momen dipol senyawa sama dengan nol</li> <li>d. Bentuk tidak simetri dari NH<sub>3</sub> karena senyawa berikatan kovalen</li> <li>e. Bentuk molekul piramida menyebabkan molekul bersifat polar</li> <li>f. Senyawa NH<sub>3</sub> memiliki simetri lipat</li> <li>g. Molekul H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> tidak simetri</li> </ul>

Tabel diatas menjelaskan bahwa konsepsi alternatif yang dimiliki guru pada materi ikatan kimia sangat banyak terjadi pada materi ikatan kimia. Konsepsi ini diyakini oleh guru sebagai konsep yang benar namun berdasarkan telaah literatur berbeda dengan konsepsi ilmiah yang berasal dari para ahli (Hammer, D., 1996). Ini didukung pula oleh penelitian relevan yang menggunakan siswa atau mahasiswa calon guru sebagai subjek penelitian. Kesalahan konsepsi ini membuktikan bahwa semua peserta belajar mengajar memiliki konsep alternatif pada materi ikatan kimia.

Hasil analisis pada konsepsi alternatif pada konsep pembentukan ikatan ion dan ikatan kovalen menunjukkan bahwa ada guru yang menganggap terbentuknya ikatan ion berdasarkan sifat logam dan non logam dari suatu unsur dan ada pula yang beranggapan anion dan kation yang akan membentuk ikatan ion. Guru tidak menggunakan data nilai perbedaan keelektronegatifan unsur penyusun senyawa dalam menentukan jenis ikatan meskipun telah disediakan nilai keelektronegatifan unsur penyusun senyawa. Guru hanya menganggap terbentuknya ikatan ion berdasarkan sifat logam dan non logam dari suatu unsur dan berdasarkan anion dan kation yang akan membentuk ikatan ion.

Semua guru yakin bahwa setiap unsur logam dan non logam pasti akan membentuk

ikatan ion. Selain itu, guru hanya memandang ikatan ion terbentuk dari ion-ion. Hal ini disebabkan oleh konsepsi yang salah yaitu ikatan ion pasti terbentuk dari unsur logam dan non logam. Ini menyebabkan guru secara spontan akan menjawab ikatan ion ketika menemukan soal mengenai penentuan jenis ikatan antara unsur logam dan non logam tanpa memikirkan kebenarannya. Guru memandang ikatan yang terjadi jika unsur logam dan non logam berikatan berdasarkan perbedaan nilai elektronegatifan yang besar tanpa menyebutkan secara spesifik nilai perbedaan keelektronegatifan untuk membentuk ikatan ion.

Pada indikator menentukan polaritas molekul berdasarkan simetri molekul terdapat lima bentuk konsepsi alternatif. Guru menentukan molekul NH<sub>3</sub> bersifat polar karena berdasarkan kenyataan sehari-hari yang menunjukkan bahwa molekul NH<sub>3</sub> bersifat polar. Guru lain beranggapan simetri yang ada pada molekul NH<sub>3</sub> yang berbentuk piramida adalah simetri lipat, sehingga jika dilipat tidak akan simetri. Hal ini bertentangan dengan konsepsi ilmuwan yang menyatakan bahwa simetri dari molekul ditentukan dari simetri putar (Atkins, P., & De Paula, J., 2006).

Materi ikatan kimia sangat penting karena berkaitan dengan materi selanjutnya. Kesalahan pada konsep ikatan kimia, maka siswa mengalami kesalahan konsep dalam memahami konsep selanjutnya, seperti: kesetimbangan kimia, termodinamika, struktur molekul dan materi yang berkaitan dengan reaksi kimia yang lain. Materi ini juga sangat mendasar karena berada pada kelas X, yang merupakan awal dari pemerolehan pengetahuan siswa. Konstruksi siswa dalam belajar kimia secara penuh diawali oleh materi ikatan kimia

Kolomuç dan Tekin (2011) mengungkapkan bahwa konsepsi alternatif juga terjadi pada guru di Turki. *Chemical Reactions Rate Comprehension Test (CRRCT)* berhasil mendeteksi konsep alternatif pada guru. Penelitian ini menggunakan subjek 70 guru yang berasal dari 40 kota seluruh Turki dengan masa kerja 15-25 tahun. Berikut ditampilkan beberapa konsep alternatif esensial yang terjadi pada guru dalam penelitian ini.

Tabel 2. Beberapa Konsep yang Terjadi pada Guru Kimia pada Materi Laju Reaksi Menurut Kolomuç dan Tekin (2011)

Mendefinisikan dan menjelaskan laju reaksi
<ol style="list-style-type: none"> <li>Dalam reaksi satu tahap, laju reaksi adalah sama dengan perkalian dari reaktan pada reaksi kimia</li> <li>Dalam reaksi banyak tahap, laju reaksi adalah langkah paling lambat.</li> <li>Laju reaksi adalah transformasi massa dalam waktu yang ditentukan.</li> </ol>
Menjelaskan bagaimana laju reaksi berubah dari awal sampai akhir
<ol style="list-style-type: none"> <li>Laju reaksi tetap stabil dari awal sampai akhir.</li> <li>Beberapa reaksi kimia memiliki kecepatan yang meningkat sementara yang lain menurun</li> <li>Laju reaksi / tidak dipengaruhi oleh konsentrasi reaktan yang mengambil bagian dalam reaksi.</li> <li>Laju reaksi dijelaskan palung perubahan tekanan, konduktivitas dan warna.</li> </ol>
Menjelaskan reaksi tingkat-waktu grafik
<ol style="list-style-type: none"> <li>Laju reaksi tidak tetap stabil karena ada zat lain yang mempengaruhi reaksi.</li> <li>Zat kehilangan karakteristik ketika konsentrasi menurun dari waktu ke waktu.</li> <li>Reaksi diwujudkan dan laju reaksi akan lebih cepat.</li> <li>Laju kenaikan reaksi sebagai konsentrasi reaktan berkurang.</li> </ol>
Menjelaskan bagaimana tingkat ditentukan dalam reaksi pada mekanisme
<ol style="list-style-type: none"> <li>Laju reaksi mungkin tidak stabil.</li> <li>Reaksi yang terjadi dalam satu langkah dan J adalah kompleks diaktifkan.</li> </ol>
Menjelaskan hubungan antara entalpi dan laju reaksi
<ol style="list-style-type: none"> <li>Reaksi eksotermik lebih cepat dari reaksi endoterm.</li> <li>Tingkat reaksi eksotermik dan endoterm adalah sama seperti suhu yang sama.</li> <li>Reaksi eksotermik lebih cepat karena ada kebutuhan untuk panas sehingga reaksi dapat berlangsung.</li> <li>Reaksi endoterm meningkatkan kelarutan dan reaksi lebih cepat.</li> <li>Bahkan jika suhu yang sama, <math>\Delta H_1</math> dan <math>\Delta H_2</math>, jumlah dari energi dalam dari reaktan dan produk bisa berbeda.</li> </ol>
Menjelaskan hubungan antara energi aktivasi dan laju reaksi
<ol style="list-style-type: none"> <li>Reaksi antara ion terjadi biasanya lebih cepat.</li> <li>Jika diberikan nilai <math>E_a</math>, laju reaksi tergantung pada apakah partikel atom tunggal atau banyak atom.</li> <li>Dalam reaksi dengan energi aktivasi yang tinggi, probabilitas bahwa molekul mungkin bertabrakan berkurang.</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>Suhu menurunkan energi aktivasi, memungkinkan reaksi untuk meningkatkan laju</li> </ol>

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa konsep alternatif yang terjadi pada guru merupakan konsep yang sangat penting diajarkan dalam mengajar di kelas baik di Turki, Indonesia dan negara lain yang mengajarkan materi laju reaksi. Namun berdasarkan hasil penelitian ini, materi laju reaksi terdapat pula konsep alternatif guru

Dua penelitian tersebut diperkuat dengan hasil penelitian Derek Cheung, Hong-Jia Ma dan Jie Yang (2009) dalam jurnal yang berjudul *“Teachers’ Misconceptions about The Effects of Addition of More Reactants or Products on Chemical Equilibrium”* yang

menunjukkan bahwa guru kimia sekolah menengah di Nanjing umumnya memiliki konsep alternatif tentang efek penambahan reaktan atau produk dengan sistem kesetimbangan kimia pada tekanan konstan dan suhu. Sumber utama keberadaan konsep alternatif tersebut adalah ketergantungan pada asas Le Châtelier. Selain itu, mereka tidak memahami bahwa jika jumlah produk yang dibentuk oleh reaksi kimia reversibel tidak sama dengan jumlah reaktan, menambahkan lebih banyak reaktan pada tekanan konstan dan suhu dapat menggeser keseimbangan kimia gas untuk reaktan daripada sisi produk. Hal ini menunjukkan bahwa mereka mungkin telah mengandalkan algoritma dan tidak memahami konsep kesetimbangan kimia yang mendasari sepenuhnya.

Berdasarkan tiga kajian literatur yang dipaparkan, penelitian mengenai konsep alternatif yang terjadi pada guru memang sedikit dilakukan. Hal ini karena dianggap guru telah memenuhi kualifikasi ilmu kimia dalam mengajar sekolah menengah. Namun setelah dilakukan penelitian di Indonesia, Republik Rakyat Tiongkok (RRT) dan Turki ditemukan konsepsi yang bertentangan dengan konsepsi yang diterima oleh para ahli.

Konsep alternatif yang dimiliki oleh guru pada umumnya merupakan satu konsep pengecualian (Ardiansah, Enawaty, & Lestari, 2014), dan jarang ditemui oleh guru pada saat mengajar. Selain itu konsep yang tidak dimengerti oleh guru juga memicu konsep alternatif guru. Konsep yang hanya diterima dan dipelajari secara parsial oleh guru. Materi algoritmik seperti laju reaksi dan asas Le Châtelier membuat guru tidak terlalu fokus mengajarkan materi teoritis, sehingga pemahaman guru juga kurang pada materi tersebut.

Guru membantu siswa membangun pengetahuan secara aktif dengan mendorong mereka untuk berpartisipasi dalam berbagai kegiatan belajar atau membuat penggunaan bahan pengajaran yang berbeda. Guru yang kurang memiliki pengetahuan konten menyebabkan konsepsi alternatif dan kesulitan dalam menjelaskan konsepsi yang menyebabkannya berbeda dengan konsepsi yang berlaku umum oleh masyarakat ilmiah menjadikan sebuah miskonsepsi, prasangka, kerangka alternatif atau konsepsi alternatif.

Pada penelitian beberapa tahun terakhir, konsep alternatif banyak diteliti pengajaran kimia dan belajar.

Berdasarkan beberapa materi yang terdapat konsepsi pada guru, maka diberikan beberapa saran kepada guru. Pertama, penelitian terbaru tentang miskonsepsi dari fenomena alam menunjukkan bahwa konsep-konsep baru tidak dapat dipelajari jika model alternatif yang menjelaskan fenomena yang sudah ada dalam pikiran mereka (Hanson, Twumasi, & Antwi, 2015; Supasorn, 2015 dalam Hanson R., Kwarteng T. A., 2016). Ini menunjukkan bahwa konsepsi baru susah untuk diperbaiki jika bertentangan dengan konsep alternatif yang ada pada guru.

Kedua, guru seharusnya memahami bahasa ilmiah yang terdapat dalam kimia. Hal ini disebabkan oleh materi kimia yang bersifat abstrak dan jauh dari kenyataan sehari-hari (Nakiboglu, C., 2003; Wu, H. K. 2003). Karakteristik pemahaman sub-mikroskopik dari beberapa konsep kimia sering dihubungkan dan dianalogikan menjadi sesuatu yang nyata tanpa memperhatikan objek dan target analogi tersebut juga merupakan salah satu penyebab timbulnya konsep alternatif (Niebert, K., Marsch, S., & Treagust, D. F., 2012).

Ketiga, guru hendaknya berbagi pengetahuan kepada yang lebih mengetahui konsep yang benar. Ini termasuk dalam kegiatan MGMP (Musyawarah Guru Mata Pelajaran), seminar nasional dan lain-lain. Ilmu yang ada pada guru bisa ditambah dan konsep alternatif yang mungkin ada dapat dikurangi. Salah satu jejaring diantaranya adalah dengan cara mengakses bahan kuliah dari dosen seluruh dunia (Feldman-Maggor, Y., Rom, A., & Tuvi-Arad, I., 2016).

Keempat, melakukan metode hubungan-kait antara semua ilmu dalam sains (IPA) untuk memperkuat pemahaman dalam berbagai bidang sains. Materi termokimia pada fisika dan materi kalor pada fisika adalah satu paket (Cooper, M. M., 2013; Tuysuz, M., Bektas, O., Geban, O., Ozturk, G., & Yalvac, B., 2016). Pemahaman yang terpisah dalam belajar akan membuat pemahaman yang salah dalam salah satu pelajaran. Contoh lain adalah identifikasi senyawa karbon dan turunannya dalam kimia sangat mendasari pemahaman

dalam materi identifikasi gugus fungsi pada makanan.

## Simpulan, Saran, dan Rekomendasi

Pembahasan mengenai literatur yang ditemukan bahwa terdapat beberapa konsep alternatif guru pada ketiga materi yang ada. Penelitian yang dilaksanakan di Turki, Republik Rakyat Tiongkok dan Indonesia ini mewakili beberapa konsep alternatif yang terdapat pada guru. Guru diharapkan mengurangi konsep alternatif karena berpengaruh terhadap konsepsi siswa yang diberikan materi. Guru dapat berbagi ilmu kepada yang lebih berpengalaman. Terdapat empat saran yang dikemukakan untuk meningkatkan pemahaman guru dalam kimia.

## Daftar Pustaka

- Ardiansah, Enawaty, E., & Lestari, I. (2014). Miskonsepsi guru sma negeri pada materi ikatan kimia menggunakan Certainty of Response Index (CRI). *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Untan*, 3(9), Hal 1-18.
- Atkins, P., & De Paula, J. (2006). *Atkins' physical chemistry*. New York, 776-780.
- Awan, A. S., Iqbal, M. Z., Khan, T. M., & Mahmood, T. (2011). Students Understanding about Learning the Concept of Solution. *Journal of Elementary Education*, 21(2), 23-34.
- Cheung, D., Ma, H. J., & Yang, J. (2009). Teachers' misconceptions about the effects of addition of more reactants or products on chemical equilibrium. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(6), 1111-1133.
- Chittleborough, G., & Treagust, D. F. (2007). The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 274-292.
- Cooper, M. M. (2013). Chemistry and the next generation science standards. *Journal of Chemical Education*, 90(6), 679-680.

- Depdiknas. (2007). *Kurikulum Berbasis Kompetensi untuk Mata Pelajaran Kimia*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Feldman-Maggor, Y., Rom, A., & Tuvi-Arad, I. (2016). Integration of open educational resources in undergraduate chemistry teaching—a mapping tool and lecturers' considerations. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(2), 283-295.
- Hammer, D. (1996). Misconceptions or p-prims: How may alternative perspectives of cognitive structure influence instructional perceptions and intentions. *The Journal of the Learning Sciences*, 5(2), 97-127.
- Hanson, R., & Kwarteng, T. A. (2016). Using concept mapping to remediate chemistry teacher trainees' understanding of chemical phenomena—before and after. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*. 2(4), 214-221.
- Hasan, S., Bagayoko, D & Kelley, E. L. 1999. Misconceptions and the Certainty of Response Index (CRI). *Physics Education Journal*. 34(5) 5. Hal. 294-299.
- Kolomuç, A. & Tekin, S. (2011). Chemistry teachers' misconceptions concerning concept of chemical reaction rate. *Eurasian J. Phys. Chem. Educ.* 3(2) 84-101, 2011
- Nakiboglu, C. (2003). Instructional misconceptions of Turkish prospective chemistry teachers about atomic orbitals and hybridization. *Chemistry Education Research and Practice*, 4(2), 171-188.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions. *J. Chem. Educ.* 69(3), 191.
- Niebert, K., Marsch, S., & Treagust, D. F. (2012). Understanding needs embodiment: A theory-guided reanalysis of the role of metaphors and analogies in understanding science. *Science Education*, 96(5), 849-877.
- Özmen, H. (2004). Some student misconception in chemistry: a literature review of chemical bonding. *Journal of Science Education and Technology*. 13(2). Hal. 147-159.
- Suparno, P. (2013). *Miskonsepsi dan Perubahan Konsep dalam Pendidikan Fisika*. Jakarta: Grasindo.
- Tuysuz, M., Bektas, O., Geban, O., Ozturk, G., & Yalvac, B. (2016). Pre-service physics and chemistry teachers' conceptual integration of physics and chemistry concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(6), 1549-1568.
- Wu, H. K. (2003). Linking the microscopic view of chemistry to real-life experiences: Intertextuality in a high-school science classroom. *Science Education*, 87(6), 868-891

**Pertanyaan:**

1. Sebutkan 3 level kimia?

**Jawaban:**

2. Mikroskopik, 2. Makroskopik, 3. Simbolik