



Pelatihan Peningkatan Kemampuan Guru untuk Mengidentifikasi Miskonsepsi Peserta Didik Pada Pembelajaran Kimia Bagi Guru Kimia Se-Kalimantan Selatan

Mahdian, Muhammad Kusasi, Bambang Suharto, Parham Saadi, dan Almubarak*

Prodi Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Lambung Mangkurat, Indonesia

*almubarak_kimia@ulm.ac.id

Abstrak: Pembelajaran kimia sangat sensitif terhadap perspektif peserta didik. Ketika peserta didik tidak diarahkan dengan tepat maka akan berpeluang munculnya miskonsepsi. Tujuan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini adalah 1) mendeskripsikan cara meningkatkan kemampuan guru dalam mengidentifikasi miskonsepsi peserta didik, dan 2) efektivitas pelatihan yang dilakukan terhadap peningkatan kemampuan guru dalam mengidentifikasi miskonsepsi peserta didik. Pelatihan ini diikuti oleh guru SMA yang tergabung dalam MGMP guru kimia. Teknik pengumpulan data yaitu teknik dokumentasi, observasi, dan wawancara agar memperoleh informasi yang jelas dari para responden. Teknik analisis data menggunakan analisis kualitatif dengan tujuan untuk mendeskripsikan fenomena yang terjadi selama proses kegiatan. Hasil kegiatan PkM diperoleh bahwa cara untuk meningkatkan kemampuan guru dalam mengidentifikasi miskonsepsi peserta didik yakni, 1) mengembangkan suatu tes diagnostik berbasis pilihan ganda/essai, 2) melakukan tes diagnostik kepada peserta didik baik sebelum ataupun sesudah proses pembelajaran, dan 3) menyajikan materi kimia dengan mengintegrasikan fenomena atau kehidupan sehari-hari. Kemudian, efektivitas pelatihan yang dilakukan terhadap peningkatan kemampuan guru dalam mengidentifikasi miskonsepsi peserta didik yakni dengan menyajikan konsep belajar kimia berbasis kimia representasi. Kegiatan ini menjadi salah satu strategi dalam mereduksi miskonsepsi peserta didik.

Kata Kunci: Kemampuan Guru; Miskonsepsi; Pembelajaran Kimia

Abstract: Chemistry learning is very sensitive to students' perspectives. When students are not appropriately directed, there will be opportunities for misconceptions to arise. The objectives of this Community Service activity are 1) to describe how to improve the teacher's ability to identify student misconceptions, and 2) the effectiveness of the training carried out to increase the teacher's ability to identify student misconceptions. This training was attended by high school teachers who are members of the chemistry teacher MGMP. Data collection techniques are documentation, observation, and interview techniques to obtain clear information from the respondents. The data analysis technique uses qualitative analysis to describe the phenomena that occur during the activation process. The results of the community service activity showed that the ways to improve the teacher's ability to identify students' misconceptions were, 1) developing a multiple-choice/essay-based diagnostic test, 2) conducting diagnostic tests to students both before and after the learning process, and 3) presenting chemistry material by integrating phenomena of everyday life. Then, the effectiveness of the training carried out on improving the ability of teachers to identify students' misconceptions is by presenting the concept of learning chemistry based on representational chemistry. This activity is one of the strategies in reducing students' misconceptions.

Keywords: Teachers Ability; Misconception; Chemical Learning



How to cite: Mahdian, M., Kusasi, M., Suharto, B., Saadi, P., & Almubarak, A. (2021). Pelatihan peningkatan kemampuan guru untuk mengidentifikasi miskonsepsi peserta didik pada pembelajaran kimia bagi guru kimia se-kalimantan selatan. *Bubungan Tinggi Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(4), 311-319.

PENDAHULUAN

Pembelajaran Kurikulum 2013 memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan potensi peserta didik menjadi kemampuan yang semakin lama semakin meningkat dalam sikap (spiritual dan sosial), pengetahuan, dan keterampilan yang diperlukan dirinya untuk hidup dan untuk bermasyarakat, berbangsa, serta berkontribusi pada kesejahteraan hidup umat manusia (Permendikbud No. 104 tahun 2014 tentang Pembelajaran). Sehubungan dengan hal tersebut, maka proses pembelajaran merupakan aspek fundamental dalam mengkonstruksi dan mengembangkan kompetensi peserta didik khususnya dalam pembelajaran kimia.

Kimia merupakan salah satu aspek sains yang memiliki banyak peran dalam kehidupan manusia. Kimia tidak hanya sekedar sebagai materi yang dipelajari di lingkungan sekolah tetapi bagaimana kimia diinterpretasi oleh peserta didik sehingga memiliki implikasi dalam kehidupan (Chandrasegaran *et al.*, 2009; Treagust *et al.*, 2003). Kemudian, sains merupakan sekelompok pengetahuan tentang obyek dan fenomena alam yang diperoleh dari pemikiran dan hasil penelitian para ilmuwan yang dilakukan dengan keterampilan berkesperimen menggunakan metode ilmiah, sehingga literasi sains didefinisikan sebagai kapasitas untuk menggunakan pengetahuan dan kemampuan ilmiah, mengidentifikasi masalah dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti-bukti dan data-data agar dapat memahami esensi ilmu yang dikaji dan membantu dalam

mengambil keputusan mengenai dunia khususnya terkait manusia dengan lingkungannya (Hans-Dieter Barke *et al.*, 2012; Gilbert & Treagust, 2009; Hadinugrahaningsih *et al.*, 2017; Kask *et al.*, 2015).

Pembelajaran kimia sangat sensitif terhadap bagaimana perspektif peserta didik sehingga ketika peserta didik tidak diarahkan dengan tepat maka kemungkinan besar miskonsepsi akan hadir (Hand-Dieter Barke *et al.*, 2009; Erlina *et al.*, 2018; Saif, 2016; Üce & Ceyhan, 2019). Disisi lain bahwa, ilmu kimia memiliki ciri-ciri khusus, diantaranya sebagian besar berisi konsep kimia yang selalu bersifat abstrak, konsep-konsep kimia sifatnya berurutan dan berkembang dengan cepat, tidak sekedar berisi pemecahan tes-tes, konsep-konsep kimia jumlahnya sangat banyak dengan karakteristik setiap topik berbeda-beda. Dengan ciri-ciri yang demikian menyebabkan sebagian besar peserta didik mengalami kesulitan dalam belajar kimia dan berpotensi terjadi miskonsepsi (Ozmen, 2004; Ryan & Herrington, 2014; Taber, 2018). Artinya, salah satu faktor yang sangat besar andilnya dalam menghambat pencapaian prestasi belajar yang memuaskan, yaitu adanya miskonsepsi dalam diri peserta didik, baik disebabkan prakonsepsi yang dibawa peserta didik ketika mereka mencoba mengonstruksi sendiri konsep tersebut di pikirannya maupun miskonsepsi buatan sekolah (*school made misconception*) (Hand-Dieter Barke *et al.*, 2009).

Miskonsepsi kimia yang berlarut-larut akan merusak sistem pemahaman

peserta didik terhadap ilmu kimia secara keseluruhan, mengingat konsep-konsep kimia sebagian besar saling berkaitan satu sama lain. Menurut (Hand-Dieter Barke et al., 2009) bahwa setiap peserta didik memiliki perspektif sendiri dalam memandang suatu fenomena dan disebut sebagai *preconcept*. *Preconcept* ini kemudian perlu konstruksi secara tepat dan ilmiah menjadi *scientific concepts*, di mana pendidikan kimia merupakan jembatan akan isu yang dijelaskan (Hand-Dieter Barke et al., 2009; Taber, 2001). Artinya, peran konsep pembelajaran kimia dan intervensi pengajar sangat dibutuhkan untuk mereduksi secara perlahan miskonsepsi yang terjadi (Durmaz, 2018; Kahveci, 2009; Purwanto & Nurliani, 2017; Shah et al., 2018). Khususnya intervensi pengajar bahwa arah dan strategi pembelajaran sangat bergantung bagaimana pengajar mengarahkan pola pikir peserta didik agar mereka tidak hanya sekedar paham dengan materi tetapi bagaimana peserta didik memiliki kemampuan interpretasi yang tepat dan ilmiah sehingga miskonsep tidak terjadi (seperti, penerapan konsep representasi kimia) (Becker et al., 2015; Koballa et al., 2017; Sözbilir et al., 2010; Trivic & Milanovic, 2018).

Berdasarkan observasi dan wawancara oleh beberapa pengajar mata pelajaran kimia di lingkungan sekolah, mereka cenderung memikirkan bagaimana menyelesaikan materi kimia dan melaksanakan ujian bagi peserta didik. Artinya, pengajar tidak fokus pada esensi dan kebutuhan belajar peserta didik selama proses pembelajaran. Kemudian, pembelajaran kimia berbasis gaya belajar peserta didik sepertinya tidak begitu sejalan dengan fakta lapangan, di mana tahun 2019 wawancara dilakukan kepada beberapa guru kimia di beberapa sekolah di SMAN Kota Banjarmasin bahwa beberapa dari guru kimia menilai ketidakefektifan proses pembelajaran

karena hadirnya faktor-faktor tertentu. Beberapa faktor diantaranya, perbedaan karakter dan cara berpikir peserta didik ketika memahami suatu materi. Intervensi eksternal juga merupakan bagian dari faktor pemicu dalam proses pembelajaran sehingga pengajar menjadi sulit mencapai indikator pembelajaran yang seharusnya.

Transfer pengetahuan dari pengajar kepada peserta didik bukan perkara yang mudah sehingga butuh kompetensi dalam memahami materi khususnya menyangkut isu miskonsepsi. Miskonsepsi sering terjadi di lingkungan sekolah, di mana salah satu pengajar di SMA Kota Banjarmasin mengatakan bahwa kesulitan mengajar kimia masih dirasakan. Hasil penelitian Nurhidayah et al. (2020) menunjukkan bahwa model pembelajaran inkuiri terbimbing bisa mengurangi miskonsepsi pada peserta didik. Nurhidayah et al. (2020) juga menambahkan bahwa miskonsepsi terjadi karena beberapa faktor seperti metode pembelajaran dan kecenderungan peserta didik menghafal materi yang disajikan atau tidak memahami secara konkrit apa yang mereka pelajari. Artinya, faktor miskonsepsi perlu ditelaah lebih lanjut apakah miskonsepsi berasal dari pengajar atau dari peserta didik. Wawancara dengan mahasiswa pendidikan kimia juga dilakukan terkait proses pembelajaran ketika mereka bersekolah bahwa mereka secara konteks rata-rata pembelajaran kimia hanya berorientasi pada konteks penyelesaian materi. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perlu adanya diskusi dan atau temu ilmiah untuk menyamakan perspektif dan menelaah lebih dalam konteks miskonsepsi yang muncul dan bagaimana mengatasinya. Tujuan yang ingin dicapai dari kegiatan ini ialah guru memiliki kemampuan mengidentifikasi miskonsepsi yang terjadi pada peserta didik sehingga peserta didik bisa memahami materi

secara mendalam. Secara khusus kegiatan ini bertujuan untuk (1) memberikan pengetahuan tentang bagaimana pengajar menganalisis miskonsepsi yang terjadi pada peserta didik, 2) melatih peserta (guru) untuk membuat instrumen tes diagnostik untuk kebutuhan asesmen pembelajaran seperti tes diagnostik three-tier, dan 3) memberikan pemahaman kepada guru bahwa analisis kebutuhan belajar perlu dilaksanakan secara rutin dengan menggunakan konsep representasi.

METODE

Penyampaian materi kegiatan dilaksanakan secara daring tentang miskonsepsi kemudian diikuti dengan penyusunan instrumen tes untuk mengidentifikasi miskonsepsi peserta didik seperti deskripsi di bawah ini. Selain itu, metode kegiatan yang digunakan yaitu metode sosialisasi formal (Kasjuaji, 2018). Sosialisasi formal dinilai tepat dijadikan metode dalam melaksanakan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) Program Studi (Prodi) Pendidikan Kimia FKIP ULM. Teknik pengumpulan data yaitu teknik dokumentasi, observasi, dan wawancara agar memperoleh informasi yang jelas dari para responden. Berdasarkan kegiatan, indikator capaian yang diharapkan adalah guru bisa mengidentifikasi miskonsepsi yang dialami peserta didik kemudian mendalami materi yang tersentuh miskonsepsi. Setelah itu, guru mengembangkan instrumen soal diagnosa berbasis *three tier* sebagai bagian dari analisis miskonsepsi pada peserta didik. Teknik analisis data menggunakan analisis kualitatif dengan tujuan untuk mendeskripsikan fenomena yang terjadi selama proses kegiatan (Clark, 1999). Peserta kegiatan ini ialah guru MGMP Se-Kota Banjarmasin dan juga MGMP Guru Kimia Kabupaten Batola Kalimantan Selatan dengan jumlah 63 orang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

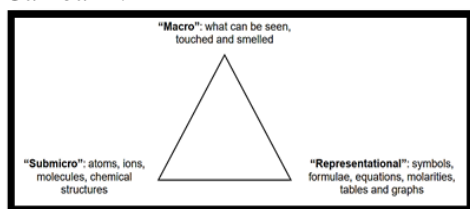
Kegiatan PkM Prodi Pendidikan Kimia FKIP ULM merupakan kegiatan yang secara rutin dilaksanakan setiap tahun. Selain itu, topik PKM yang disung juga selalu beragam dengan menilai dan mengevaluasi permasalahan-permasalahan yang terjadi baik di lingkungan sekolah ataupun di Perguruan Tinggi (PT). Kegiatan PkM dilaksanakan pada Selasa, 17 Nopember 2020 dari pukul 08.00 WITA sampai dengan 13.30 WITA dengan ketua PkM Drs. H. Mahdian, M.Si. kegiatan PkM PS Pendidikan Kimia ini dibuka langsung oleh Koordinator PS Pendidikan Kimia Dr. H. Rusmasnyah, M.Pd. di mana beliau memaparkan bahwasanya topik PkM ini dinilai sangat krusial karena terkait miskonsepsi dan bagaimana menggunakan instrumen untuk mengalisanya. Artinya, kegiatan PkM ini diharapkan mampu merubah pola pikir pengajar (guru) agar secara konkrit mengenali peserta didik secara tepat sehingga guru bisa menyajikan pembelajaran yang bermakna. Pembelajaran yang bermakna tentu memperbaiki model mental peserta didik dan peserta didik secara tidak langsung mengkonstruk pengetahuan mereka sesuai prinsip ilmiah sehingga hal ini bisa mereduksi miskonsepsi yang terjadi. Berikut visualisasi pembukaan kegiatan PkM oleh koordinator PS Pendidikan Kimia FKIP ULM disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Pembukaan Kegiatan PkM oleh Koordinator Prodi Pend. Kimia

Materi kimia termasuk materi yang banyak dinilai oleh para peserta didik

sebagai materi yang rumit, sulit dipahami, pengimplementasian rumus kimia, dan pemahaman terhadap materi secara submikroskopik (Mubarak, 2016; Shui-Te *et al.*, 2018). Padahal, ilmu kimia tidak hanya bagian dari ilmu sains tetapi kimia memiliki fungsi dan kedudukan sendiri dalam ilmu pengetahuan khususnya kaitannya dengan fenomena alam, manusia, dan lingkungan (Hand-Dieter Barke *et al.*, 2009; Berkel, Berry *et al.*, 2009; Gilbert & Treagust, 2009). Menurut (Hand-Dieter Barke *et al.*, 2009) bahwa konsep representasi merupakan solusi terbaik dalam mereduksi miskonsepsi mengingat perubahan-perubahan yang terjadi seiring berkembangnya teknologi. Berikut deskripsi konsep representasi kimia disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Deskripsi Konsep Representasi Kimia

Narasumber kegiatan PkM yakni Drs. H. Muhammad Kusasi, M.Pd., dan Drs. H. Mahdian, M.Si. menjelaskan bahwa perlunya mengetahui secara mendalam sumber hadirnya miskonsepsi. Miskonsep bukan berarti selalu dari peserta didik karena pemahaman mereka yang dinilai belum optimal dalam belajar kimia tetapi bisa saja kehadiran miskonsepsi berasal hal yang lain. Kehadiran miskonsepsi bisa berasal dari guru, sumber belajar, media pembelajaran, dst, artinya justifikasi miskonsepsi ke peserta didik tidak selalu menjadi acuan. Selain itu, pembelajaran kimia yang banyak mengadopsi level partikulat sehingga miskonsepsi mudah terjadi karena kemampuan spasial yang tidak optimal.

Pernyataan dari Hans-Dieter Barke *et al.* (2012) menunjukkan bahwa

ketidakefektifan pencapaian tujuan pembelajaran di kelas bisa hadir karena pengajar belum sepenuhnya maksimal dalam melayani dan menyajikan pembelajaran. Hal ini senada dengan riset (Ryan & Herrington, 2014) bahwa level submikroskopik termasuk sulit untuk diimplementasi karena level ini memerlukan kemampuan visual dan daya nalar yang tinggi agar peserta didik bisa menginterpretasi materi yang diajarkan bahkan buat pengajar terkait level ini. perbedaan perspektif antara guru dan peserta didik di kelas bisa menjadi pemicu hadirnya miskonsepsi sehingga perlu menganalisa dan mengidentifikasi secara jauh hal-hal yang mampu meningkatkan miskonsepsi termasuk pengajar perlu membuat tes diagnostik.



Gambar 3 Pemaparan Materi Miskonsepsi

Sehubungan dengan miskonsepsi, Hasil penelitian Utami *et al.* (2017) menunjukkan model pembelajaran CCT dapat direkomendasikan sebagai alternatif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran kimia, memperbaiki model mental peserta didik, dan mereduksi miskonsepsi. Berikut dokumentasi pemaparan terkait tes diagnostic dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Pemaparan Terkait Tes Diagnostik

Tes diagnostik dimaksudkan sebagai suatu studi yang lebih mendalam mengenai kesulitan belajar anak didik. Tes diagnostik biasanya adalah sebuah tes yang dibuat dengan jumlah item soal yang cukup banyak pada suatu materi tertentu/spesifik (Kompasiana, 2020). Tes diagnostik ini seyogyanya dilakukan dalam dua tahap yakni, 1) dilakukan setelah proses pembelajaran, dan 2) bisa dilakukan sebagai analisis kebutuhan belajar peserta didik sebelum memasuki materi pembelajaran kimia. Perlakuan ini bisa disebut sebagai asesmen pembelajaran dengan menggunakan item soal seperti pilihan ganda/essai. Teknik analisis pemodelan Rasch merupakan salah satu teknik analisis yang bisa digunakan dalam menganalisa sejauh mana pemahaman peserta didik pada materi tertentu (Park *et al.*, 2017; Runnels, 2012; Sprague *et al.*, 2018; Sumintono & Widhiarso, 2015).

Riset dari Wahidah & Sapton (2018) menunjukkan bahwa mengembangkan suatu tes diagnostik berbasis pilihan ganda ataupun esai merupakan salah satu solusi bagaimana mengidentifikasi miskonsepsi peserta didik. Dengan tes diagnostik apapun bisa menjadi acuan bagi pengajar dalam mendesai dan merancang suatu pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Hasil tes diagnostik juga bisa menjadi *self-reflection* bagi peserta didik itu sendiri dalam mengenali potensi mereka terhadap materi yang disajikan sehingga hal ini sangat penting untuk dilakukan.

Salah satu guru/peserta kegiatan mengungkapkan pengalamannya melakukan pengajaran. Beliau menjelaskan bahwa bahwa salah satu trik beliau untuk mencegah miskonsepsi dalam belajar kimia adalah mengintegrasikan lingkungan sekitar atau contoh konkrit dalam kehidupan manusia yang kemudian dihubungkan dengan materi yang diajarkan. Kemudian, beliau juga menjelaskan bahwa menyandingkan konsep

kehidupan sehari-hari dengan materi yang diajarkan bisa membawa dampak besar khususnya pada pola pikir peserta didik. Perlakuan ini menunjukkan bahwa kimia merupakan bagian vital dari kehidupan manusia yang tidak bisa dipisahkan. Hal ini senada dengan penilaian Hand-Dieter Barke *et al.* (2009) bahwa peran guru sangat diharapkan untuk merubah *preconcepts* peserta didik menjadi *scientific concepts*, artinya pengetahuan peserta didik perlu dikonstruksi secara bertahap dengan tujuan tidak hanya mereduksi miskonsepsi tetapi peserta didik bisa memiliki pemahaman yang ilmiah terhadap materi kimia. Melalui kegiatan ini, kemampuan guru mengalami peningkatan dalam mengidentifikasi dan mendiagnosa miskonsepsi yang terjadi di kelas, artinya kegiatan ini menjadi media penyebarluasan bagaimana mereduksi miskonsepsi pada peserta didik sehingga tidak berkelanjutan. Dengan mengembangkan soal diagnostik *three tier* guru bisa mendiagnosa secara mendalam miskonsepsi yang terjadi pada peserta didik.

SIMPULAN

Simpulan yang diperoleh berdasarkan kegiatan PkM Prodi Pendidikan Kimia FKIP ULM yang dilaksanakan, 1) bahwa cara untuk meningkatkan kemampuan guru dalam mengidentifikasi miskonsepsi peserta didik yakni, a) mengembangkan suatu tes diagnostik berbasis pilihan ganda/essai, b) melakukan tes diagnostik kepada peserta didik baik sebelum ataupun sesudah proses pembelajaran, c) menyajikan materi kimia dengan mengintegrasikan fenomena atau kehidupan sehari-hari. Kemudian, 2) efektivitas pelatihan yang dilakukan terhadap peningkatan kemampuan guru dalam mengidentifikasi miskonsepsi peserta didik yakni menyajikan konsep belajar kimia berbasis kimia representasi di

mana proses pembelajaran tidak hanya secara makroskopik tetapi submikroskopik dan simbolik agar mereka memiliki model mental yang tepat dalam memahami materi kimia dan secara bertahap hal ini bisa mereduksi miskonsepsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Barke, Hand-Dieter, Hazari, A., & Yitbarek, S. (2009). *Misconceptions in chemistry (Addressing perceptions in chemical education)*. Sense Publisher.
https://doi.org/10.1007/978-3-540-70989-3_2
- Barke, Hans-Dieter, Harsch, G., & Schmid, S. (2012). *Essentials of chemical education*. Springer.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Becker, N., Stanford, C., Towns, M., & Cole, R. (2015). Translating across macroscopic, submicroscopic, and symbolic levels: The role of instructor facilitation in an inquiry-oriented physical chemistry class. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(4), 769–785.
<https://doi.org/10.1039/c5rp00064e>
- Berkel, Berry, V., Pilot, A., & Bulte, Astrid, M. W. (2009). Micro-macro thinking in chemical education: Why and how to escape. In J. K. Gilbert & D. F. Treagust (Eds.), *Multiple representations in chemical education, models and modeling in science education*, 31–54. Springer Science + Business.
https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8_3
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2009). Emphasizing multiple levels of representation to enhance students' understandings of the changes occurring during chemical reactions. In *Journal of Chemical Education* (Vol. 86, Issue 12, pp. 1433–1436).
<https://doi.org/10.1021/ed086p1433>
- Clark, A. (1999). Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions, by John W. Cresswell. In *Western Journal of Nursing Research* (Vol. 21, Issue 1, pp. 103–105).
- Durmaz, M. (2018). Determination of prospective chemistry teachers' cognitive structures and misconceptions about stereochemistry. *Journal of Education and Training Studies*, 6(9), 13.
<https://doi.org/10.11114/jets.v6i9.3353>
- Erlina, Cane, C., & Williams, D. P. (2018). Prediction! the VSEPR game: Using cards and molecular model building to actively enhance students' understanding of molecular geometry. *Journal of Chemical Education*, 95(6), 991–995.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00687>
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (2009). Introduction: Macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: key models in chemical education. In *Multiple Representations in Chemical Education, Models and Modeling in Science Education*, 1–8. Springer Science + Business.
https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8_1
- Hadinugrahaningsih, T., Rahmawati, Y., & Ridwan, A. (2017). Developing 21st century skills in chemistry classrooms: Opportunities and challenges of STEAM integration. *The 4th International Conference on Research, Implementation, and Education of Mathematics and Science (ICRIEMS)*, 1868(August), 030008-1-030008–8.
<https://doi.org/10.1063/1.4995107>
- Kahveci, A. (2009). Exploring chemistry teacher candidates' profile characteristics, teaching attitudes and beliefs, and chemistry conceptions.

- Chemistry Education Research and Practice*, 10(2), 109–120.
<https://doi.org/10.1039/b908248b>
- Kasjuaji, K. (2018). 4 Jenis sosialisasi dan contohnya. *Ilmugeografi.Com*.
<https://ilmugeografi.com/ilmu-sosial/jenis-sosialisasi>
- Kask, K., Ploomipuu, I., & Rannikmäe, M. (2015). Changes in cognitive skills during a gymnasium chemistry course. *Global Conference on Contemporary Issues in Education, GLOBE-EDU 2014, 12-14 July 2014, Las Vegas, USA, 177*(July 2014), 367–371.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.02.363>
- Koballa, T. R., Gräber, W., Coleman, D., & Kemp, An. C. (2017). Prospective teachers' conceptions of the knowledge base for teaching chemistry at the german gymnasium author (s): Thomas R . Koballa , Jr ., Wolfgang Gräber , Dava Coleman and Andrew C . Kemp Published by : Springer Stable URL : <http://www.jstor.org/s>. *Journal of Science Teacher Education*, 10(4), 269–286.
- Mubarak, S. (2016). Pengembangan tes diagnostik three tier multiple choice. *Journal of Innovative Science Education*, 5(2), 101–110.
- Nurhidayah, N., Suharto, B., & Leny, L. (2020). Penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing materi reaksi redoks. *JCAE: Journal of Chemistry And Education*, 4(2), 67–72.
- Ozmen, H. (2004). Some student misconceptions in chemistry: A literature review of chemical some student misconceptions in chemistry. *Journal Of Science Education and Technology*, 13(2), 147–159.
<https://doi.org/10.1023/B>
- Park, M., Liu, X., & Waight, N. (2017). Development of the connected chemistry as formative assessment pedagogy for high school chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 94(3), 273–281.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00299>
- Purwanto, M. G., & Nurliani, R. (2017). Assessment in science education. *International Conference on Mathematics and Science Education*, 1–6.
- Runnels, J. (2012). Using the rash model to validate a multiple choice english achievement test. *International Journal of Language Studies*, 6(4), 141–155.
- Ryan, S., & Herrington, D. G. (2014). Sticky ions: A student-centered activity using magnetic models to explore the dissolving of ionic compounds. *Journal of Chemical Education*, 91, 860–863.
- Saif, A. D. A. (2016). The nature of science as viewed by science teachers in najran district, saudi arabia. *Journal of Education and Practice*, 7(12), 147–153.
- Shah, L., Schneider, J., Fallin, R., Linenberger Cortes, K., Ray, H. E., & Rushton, G. T. (2018). What prospective chemistry teachers know about chemistry: an analysis of praxis chemistry subject assessment category performance. *Journal of Chemical Education*, 95(11), 1912–1921.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00365>
- Shui-Te, L., Kusuma, I. W., Wardani, S., & Harjito. (2018). Hasil Identifikasi miskonsepsi siswa ditinjau dari aspek makroskopis, mikroskopis, dan simbolik (mms) pada pokok bahasan partikulat sifat materi di taiwan. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 12(1).
- Sözbilir, M., Pinarbaşı, T., & Canpolat, N. (2010). Prospective chemistry teachers' conceptions of chemical thermodynamics and kinetics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*,

- 6(2), 111–121.
<https://doi.org/10.12973/ejmste/75232>
- Sprague, E., Siegert, R. J., Medvedev, O., & Roberts, M. H. (2018). Rasch Analysis of the edmonton symptom assessment system. *Journal of Pain and Symptom Management*, 55(5), 1356–1363.
<https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2018.01.016>
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2015). *Aplikasi pemodelan rasch pada assessment pendidikan*. Penerbit Trim Komunikata.
- Taber, K. S. (2001). The mismatch between assumed prior knowledge and the learner's conceptions: A typology of learning impediments. *Educational Studies*, 27(2), 159–171.
<https://doi.org/10.1080/03055690120050392>
- Taber, K. S. (2018). Alternative conceptions and the learning of chemistry. *Israel Journal of Chemistry*, 58, 1–21.
<https://doi.org/10.1002/ijch.201800046>
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353–1368.
<https://doi.org/10.1080/095006903200070306>
- Trivic, D. D., & Milanovic, V. D. (2018). The macroscopic, submicroscopic and symbolic level in explanations of a chemical reaction provided by thirteen-year olds. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 83(10), 1177–1192.
<https://doi.org/10.2298/JSC171220055T>
- Üce, M., & Ceyhan, İ. (2019). Misconception in chemistry education and practices to eliminate them: Literature analysis. *Journal of Education and Training Studies*, 7(3), 202–208.
<https://doi.org/10.11114/jets.v7i3.3990>
- Utami, D. B., Rahmawati, Y., & Slamet, R. (2017). Penggunaan conceptual change text dengan model pembelajaran 5e untuk mengatasi miskonsepsi siswa pada materi asam basa di sman 4 tambun selatan. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 1(1), 30–37.
- Wahidah, N., & Saptono, S. (2018). The Development of three tier multiple choice test to explore junior high school students' scientific literacy misconceptions. *Journal of Innovation Science Education*, 7(2), 434–442.