

MENINGKATKAN KEMAMPUAN REPRESENTASIONAL PADA KONSEP LARUTAN PENYANGGA DENGAN PROTOTYPE E-BOOK BERBASIS INTERTEKSTUAL

Nur Sehasari Dewi^{1*}

¹Pendidikan Kimia, Universitas Pendidikan Indonesia
email: nur21@upi.edu

Abstract: The inability of students to visualize structures and processes at the submicroscopic or molecular level can lead to misconceptions. The aim of the research is to improve the representational ability of the concept of buffer solution with an intertextual-based E-Book prototype. The research method is through a literature study of 40 national and international articles that focus on intertextual, three levels of representation, e-books, buffer solutions and representational and literature studies of chemical buffer solutions textbooks. From the results of the Intertextual literature study, it can be a learning strategy for students to build understanding through various levels of chemical representations that are relevant to students' everyday experiences. Learning resources that can present verbal, audio, animated and 3D images are interactive e-books. The results of the research are one of the efforts to improve Representational skills in buffer solutions, namely e-books that are intertextual based because they can provide opportunities for students to visualize concepts in chemistry that are abstract in nature and require visualization.

Keywords: buffer solution; e-books; intertextual; representational

Abstrak: Ketidakmampuan siswa dalam memvisualisasikan struktur dan proses pada level submikroskopik atau molekuler dapat menyebabkan miskonsepsi. Tujuan penelitian adalah meningkatkan kemampuan representasional konsep larutan penyangga dengan *prototype E-Book* berbasis intertekstual. Metode penelitian melalui studi literatur dari 40 artikel nasional dan Internasional yang berfokus pada intertekstual, tiga level representasi, *e-book*, larutan penyangga dan representasional dan studi literatur *teksbook* kimia larutan penyangga. Dari hasil studi literatur Intertekstual dapat menjadi strategi pembelajaran bagi siswa untuk membangun pemahaman melalui berbagai level representasi kimia yang relevan dengan pengalaman siswa sehari – hari. Sumber belajar yang dapat menyajikan bentuk verbal, audio, animasi dan gambar 3D yaitu *e-book* interaktif. Hasil penelitian adalah salah satu upaya untuk dapat meningkatkan kemampuan Representasional pada larutan penyangga yaitu *e-book* yang berbasis intertekstual karena mampu memberikan kesempatan kepada siswa untuk memvisualisasikan konsep-konsep dalam ilmu kimia yang bersifat abstrak dan memerlukan visualisasi.

Kata kunci: *e-book*; intertekstual; larutan penyangga; representasional

Diterima: 4 Oktober 2022

Disetujui: 14 November 2022

Dipublikasi: 29 Desember 2022



© 2022 FKIP Universitas Terbuka
This is an open access under the CC-BY license

PENDAHULUAN

Ilmu kimia merupakan subjek yang didasarkan pada banyak konsep yang bersifat abstrak menurut Stojanovska et.al (2014). Menurut Nye (1993) kimia adalah ilmu mikroskopis, dimana dalam proses kimia secara paradigmatik diwakili oleh molekul dan dijelaskan dari perspektif mikroskopis. Menurut Johnstone (1993) bahwa fenomena kimia tersebut dapat dijelaskan dengan tiga level representasi, yaitu level makroskopik, submikroskopik dan simbolik. ketiga level tersebut dapat didefinisikan sebagai level makroskopis yang berasal dari pengalaman sehari-hari dalam fenomena kimia, level submikroskopis yang partikel mikroskopis yang tidak dapat dilihat secara langsung yang berperan menjelaskan struktur dan proses pada level partikel (atom atau molekular) terhadap fenomena makroskopis. 3. Level simbol: representasi kimia secara kualitatif yang digunakan untuk menjelaskan secara kuantitatif dari fenomena kimia yang mewakili setiap bagian dari level submikroskopik. Representasi merupakan cara untuk mengekspresikan fenomena, objek, kejadian, konsep-konsep abstrak, ide, proses, mekanisme, dan bahkan sistem (Wu dan Soloway (2000).

Ahli kimia secara skematis menggunakan ketiga level representasi dan menghubungkan antar level representasi agar dapat membentuk sebuah konsep (Johnstone, 1993). Menurut Ainsworth (1999) pemahaman sains akan lebih baik jika siswa mampu menerjemahkan representasi satu sama lain dan pengetahuannya dikoordinasi dalam proses penyajian pengetahuan ilmiah. Maka untuk dapat memahami konsep kimia secara utuh diperlukan pemahaman terhadap setiap level representasi dan keterkaitan antar level representasi tersebut (Jaber & BouJaoude, 2012).

Menurut Orgill dan Sutherland (2008) mengatakan bahwa larutan penyangga merupakan salah satu konsep kimia yang banyak ditemukan kesulitan sampai tingkat mahasiswa dan merupakan konsep yang dibahas dalam banyak kuliah kimia yang berbeda dan digunakan dalam berbagai jenis penelitian laboratorium, sehingga sangat penting memahami konsep larutan penyangga pada tingkat SMA. Berdasarkan penelitian Sarlin (2022) kesulitan siswa pada larutan penyangga yaitu, siswa kesulitan untuk membedakan senyawa asam, basa atau garam serta belum memahami konsep asam basa pada materi sebelumnya, siswa tidak memperhatikan jumlah mol dalam tiap senyawa pada reaksi asam basa sehingga siswa kesulitan menentukan konsep larutan penyangga, siswa kesulitan dalam memahami variabel pada rumus larutan penyangga dan hanya memasukkan angka- angka ke dalam rumus yang ada untuk menyelesaikan soal hitungan tanpa memperhatikan sifat larutan, karena siswa kesulitan dalam menganalisis larutan penyangga dan bukan larutan penyangga.

Kesulitan siswa tersebut dikarenakan siswa tidak mampu menghubungkan ketiga level representasi kimia yang abstrak (Orgill & Sutherland, 2008). Menurut Kozma & Russell (1997) siswa tidak dapat memberikan penjelasan verbal untuk proses kimia. Dan membuat terjemahan antara berbagai jenis representasi (Keig & Rubba, 1993), hal tersebut menunjukkan kurangnya hubungan antara fenomena kimia, representasi, dan konsep yang relevan (Kozma, 2000). Beberapa penelitian menyatakan bahwa kesulitan siswa dalam memahami level representasi dapat menimbulkan terjadinya miskonsepsi (Chittleborough & Treagust, 2007; Gkitzia et al., 2011). Menurut Tasker & Dalton (2006) beberapa miskonsepsi disebabkan karena ketidakmampuan siswa dalam memvisualisasikan struktur dan proses pada level submikroskopik atau molekular .

Untuk mengatasi miskonsepsi dan menghasilkan pembelajaran kimia yang sukses melibatkan membangun asosiasi mental diantara tingkat representasi fenomena kimia makroskopik, mikroskopik dan simbolik menggunakan berbagai mode representasi (Cheng & Gilbert, 2009). Dalam mempelajari ilmu kimia, siswa merekonstruksi suatu pemahaman yang mampu mempertautkan ketiga level representasi, sehingga pembelajaran akan lebih bermakna (Wu, 2003). Keterkaitan antara representasi dalam ilmu kimia dapat dipandang sebagai sebuah hubungan intertekstual (Wu, 2003).

Strategi pembelajaran intertekstual merupakan strategi pembelajaran yang dapat mengakomodasi ketiga level representasi dalam kimia dan mengaitkan hubungan antara ketiganya sehingga siswa dapat memahami konsep kimia secara utuh. Intertekstual dapat menjadi strategi pembelajaran bagi siswa untuk membangun pemahaman melalui berbagai level representasi kimia yang relevan dengan pengalaman siswa sehari-hari (Wu, 2003). Dengan pembelajaran intertekstual memberikan kesempatan kepada siswa untuk memvisualisasikan konsep-konsep dalam ilmu kimia dan meningkatkan pemahaman konseptual (Kozma & Russell, 1997). Sehingga sangat penting pembelajaran melalui visualisasi terhadap objek di lingkungan sekitar yang harus direalisasikan agar dapat dengan mudah mengklarifikasi pemahaman, meningkatkan minat, dan keterlibatan nyata peserta didik (Tan & Waugh, 2014).

Berbagai alat multimedia telah dirancang untuk membantu siswa memvisualisasikan entitas kimia yang tak terlihat (misalnya, atom dan molekul) yang diwakili oleh simbol kimia dan untuk mengembangkan pemahaman mereka tentang hubungan level representasi (Pallant & Tinker, 2004; Wu et al., 2001). Alat multimedia telah menunjukkan kekuatan dan nilainya untuk pemodelan, pembelajaran, dan perspektif penilaian karena sifat visualisasi, banyak tautan, dan representasi multipel dan dinamis (Kozma & Russell, 1997) dan karakteristik ini mendorong pemahaman konseptual dan hubungan antara representasi simbolik dan pemecahan masalah.

Salah satu sumber belajar yang dapat memuat multimedia adalah *e-book* interaktif. *E-book* telah menjadi buku digital teknologi canggih yang diharapkan dapat berkembang untuk menggantikan buku-buku tradisional untuk masa depan prospektif (Lai & Chang, 2011; Lynch, 2012). *E-book* interaktif merupakan buku digital yang penggunaannya dapat berinteraksi dan berkomunikasi secara timbal balik (Bozkurt & Bozkaya, 2015). Menurut Bozkurt & Bozkaya (2015) *e-book* interaktif menggunakan elemen multimedia yang memberikan peluang komunikasi yang kaya sehingga meningkatkan pengalaman belajar dan untuk memberikan kesempatan belajar yang efektif, efisien, dan menarik. *E-book* interaktif yang digunakan adalah *e-book* interaktif yang menjadi sebagai sumber belajar yang disertai dengan gambar, video atau animasi, soal-soal latihan interaktif yang memungkinkan siswa untuk menulis jawaban langsung di *e-book* (Abror Huda et al., 2015). Berdasarkan hasil analisis studi literatur *e-book* dapat membantu memvisualisasikan dan mengaitkan ketiga level representasi kimia yang bersifat abstrak.

METODE

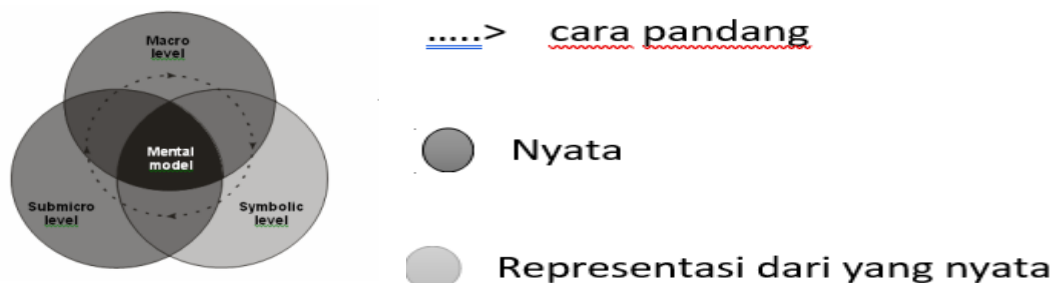
Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur artikel nasional dan internasional yang berfokus pada intertekstual, modal mental, tiga level representasi dan *e-book*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik ilmu kimia mencakup tiga level representasi, yaitu makroskopis, submikroskopis, dan simbolik dan hubungan antara tiga level representasi harus diajarkan (Harrison & Treagus, 2002). Hal ini dapat dicontohkan pada fenomena kimia makroskopis, yaitu mentega leleh atau lilin yang terbakar. Untuk lebih menjelaskan fenomena ini, ahli kimia mengembangkan konsepsi model atom dan molekul. Pada tingkat mikroskopis atau molekul, lilin yang terbakar menjadi proses kimia di mana atom karbon lilin bereaksi dengan molekul oksigen di udara sehingga molekul karbon dioksida dihasilkan. Cara untuk menggambarkan fenomena kimia ini adalah dengan menggunakan persamaan kimia dengan simbol, rumus, dan angka, seperti $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$. Seperti yang ditunjukkan dalam contoh ini, ahli kimia menggambarkan pengalaman sensorik oleh atom dan molekul, dan menerjemahkannya ke dalam simbol dan rumus (Wu, 2003). Oleh karena itu, untuk dapat memahami konsep kimia secara utuh, maka ketiga level representasi harus dihubungkan satu sama lain (Gkitzia dkk., 2011; Jaber & BouJaoude, 2012; Nyachwana & Wood, 2014; Sirhan, 2007; Treagus, Chittleborough, & Mamiala, 2003).

Pemahaman dari ketiga level representasi tersebut seringkali diartikan sebagai model mental kimia. Untuk mencapai pemahaman yang lebih baik tentang sains, siswa harus mampu menerjemahkannya representasi satu sama lain dan pengetahuannya dikordinasi dalam proses penyajian pengetahuan ilmiah, menurut Ainsworth, (1999) dalam (Devetak et al., 2009). Menurut teori ini, representasi submikroskopis hanya satu mode representasi yaitu submikro (Devetak et al., 2009). Dapat dilihat pada gambar 1. hubungan model mental antara ketiga level representasi menurut Devetak et al (2009).

Tetapi dari hasil penelitian memperlihatkan bahwa banyak siswa merasa tidak mengerti hubungan ketiga level representasi yang meliputi makroskopis, submikroskopis, dan simbolik dalam kimia (Treagus & Chandrasegaran, 2009). Hal ini sejalan dengan Gkitzia dkk. (2011) serta Nyachwana & Wood (2014) yang menjelaskan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami setiap level representasi dan menghubungkan satu level representasi dengan level representasi yang lain.



Gambar 1. Hubungan Tiga Level Representasi, Devetak et al (2009)

Intertekstual dalam ilmu kimia diadaptasi dari intertekstual dalam ilmu sastra, yakni pemahaman suatu teks yang dikaitkan dengan teks lain yang berhubungan untuk

memahami sebuah karya tulis seperti puisi, novel, dan karya sastra lain, makna dari teks tersebut akan dipahami jika kita mengenal latar belakangnya dan inti dari proses memahami teks adalah melalui hubungan antar berbagai teks (Wu, 2003). Menurut Wu (2003) intertekstual adalah strategi pemahaman ilmu kimia dengan cara mengaitkan ketiga level representasi yaitu level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Lingkungan belajar perlu secara eksplisit menunjukkan hubungankonseptual di antara representasi pada tingkat makroskopik, molekuler, dan simbolik dalam konteks pemecahan masalah. Melalui praktik sosial dandiskursif, siswa memiliki kesempatan untuk secara konseptual bergerak maju mundur di antara tiga tingkatan dan secara kognitif berinteraksi dengan berbagai jenisrepresentasi dengan cara yang bermakna.

Kemampuan representasional dapat diekspresikan mulai dari yang sederhana hingga menggunakan teknologi komputer, yaitu menggunakan kata-kata (*verbal*), diagram/gambar, model dua dimensi, model tiga dimensi baik diam maupun bergerak (berupa animasi). Pada pembelajaran sains, penting untuk menekankan peran dan tujuan model ilmiah. Vassiliou & Rowley (2008) berpendapat *e-book* adalah sebuah bentuk buku dalam versi digital, yang dapat dibaca pada komputer pribadi atau perangkat genggam yang dirancang khusus untuk tujuan tersebut. *E-book* dikatakan interaktif apabila terjadi bentuk komunikasi dua arah yang berlangsung antara *e-book* dan pembaca (Munir, 2009). Menurut Chene-Djan & Fernandes (2003) *e-book* interaktif berisi jaringan unit informasi digital yang terdiri dari teks, grafik, video, animasi atau suara dan soal-soal yang semuanya dikemas dalam bentuk visualisasi animasi flash yang dipadukan dalam satu program dan dilengkapi dengan warna, suara dan musik. Penjelasan yang ada di dalam program akan memperjelas materi yang ada di dalam *e-book* tersebut, pokok bahasan tertentu diberi tanda untuk mengetahui pokok bahasan yang ada penjelasan tambahan dalam program interaktif. Dengan menggunakan media interaktif seperti *e-book* memungkinkan kegiatan pembelajaran berpusat pada siswa dan memberikan interaksi antara siswa dengan *e-book* (Zhang, 2005).

Seiring dengan kemajuan teknologi terjadi perubahan atau pengembangan pada *e-book* yang bersifat interaktif dengan memanfaatkan multimedia interaktif. *E-book* interaktif dengan konten multimedia interaktif di dalamnya dapat digunakan dalam pembelajaran kimia karena dapat menghubungkan tiga level representasi (berbasis intertekstual) karena dapat menyajikan simulasi-simulasi yang interaktif dengan memadukan video, animasi, audio, dan gambar. Sehingga *e-book* interaktif dapat menautkan tiga level representasi dan meningkatkan kemampuan representasional.

E-book ini dapat dibuat dengan cara sebagai berikut penyusunan *outline prototype e-book* berbasis intertekstual pada materi Larutan Penyangga. Penyusunan outline didasarkan pada rumusan urutan penyajian konsep berdasarkan indikator pencapaian kompetensi, membuat *Flowchart* dan *Storyboard prototype e-book* berbasis intertekstual pada materi larutan penyangga. *Flowchart* dan *Storyboard* untuk menentukan desain tata letak konten dalam multimedia pada *prototype e-book*. Pengembangan dapat menggunakan *software*, yakni *Adobe photoshop*, *canva* dan *Kvisoft Flip Book Maker*.

Konsep larutan penyangga merupakan salah satu konsep dalam mata pelajaran kimia yang dipelajari siswa di kelas XI SMA. Berdasarkan Permendikbud Nomor 24 tahun 2016 tentang disesuaikan berdasarkan kurikulum 2013 edisi revisi 2017-2018, kompetensi dasar untuk konsep kimia larutan penyangga yaitu menjelaskan prinsip

kerja, perhitungan pH, dan peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup serta membuat larutan penyanggadengan pH tertentu.

SIMPULAN

Pada penelitian ini penulis dapat menyimpulkan salah satu upaya untuk dapat meningkatkan kemampuan Representasional pada larutan penyangga yaitu *e-book* berbasis intertekstual. Yang dapat memvisualisasikan konsep kimiayang abstrak dan menghubungkan antar level representasi. Dengan kemampuanmultimedia yang interaktif dapat menampilkan kata-kata (verbal), gambar,model dua dimensi, model tiga dimensi baik diam maupun bergerak (berupa animasi) dalam sebuah *e-book*.

Sesuai ditetapkan peraturan baru oleh Kemendikbudristek No 56/M/2022 tentang pedoman penerapan kurikulumdalam rangka pemulihan pembelajaran untuk mengatasi *learning loss* akibat pandemi covid-19 dengan poin penting peraturan tersebut yaitu struktur kurikulummerdeka belajar, capaian pembelajaran, mekanisme penerapan kurikulum merdeka dan bahan ajar. Sehingga dalam upaya mempersiapkan kurikulum merdeka belajar dan pembaruan bahan ajar yang sesuai dengan kurikulum terbaru, maka pembelajaran dengan *e-book* berbasis intertekstual pada konsep larutan penyangga untuk meningkatkanrepresentasional sangat relevansi dilakukan. Dimana buku dengan bentuk elektronik dapat digunakan sebagai media belajar era digitalisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abror Huda, T., Fadiawati, N., & Tania, L. (2015). Pengembangan Interaktif *E-Book* ada Materi Termokimia Berbasis Representasi Kimia. *Pendidikan Dan Pembelajaran Kimia*, 4(2), 530–542.
- Adnan, Saenab, S., & Muis, A. (2017). Karakteristik Buku Ajar Elektrik Biologi Dasar Berbasis Konstruktivis (E-Book Biodas). *Proceeding of National Seminar, 1-5*, Makassar: Research and Community Service Institute Universitas Negeri Makassar.
- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education*, 33, 131–152. www.elsevier.com/locate/compedu.
- Bozkurt, A., & Bozkaya, M. (2015). Evaluation Criteria for Interactive E-Books for Open and Distance Learning. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(5), 58–82.

- Cheng, M., & Gilbert, J. K. (2009). Towards a Better Utilization of Diagrams in Research into the Use of Representative Levels in Chemical Education. In: J. K. Gilbert & D. Treagust (Penyunting), *Multiple Representations in Chemical Education*, 55–72. Dordrecht: Springer . <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8>.
- 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. <https://doi.org/10.1039/B6RP90035F>.
- Davidowitz, B., & Chittleborough, G. (2009). Linking the Macroscopic and Sub-microscopic Levels: Diagrams. In J. K. Gilbert & D. Treagust, *Multiple Representations in Chemical Education*, 169–191. Netherlands Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8>.
- Farida, I. (2012). *Interkoneksi Multipel Level Representasi Mahasiswa Calon Guru pada Kesetimbangan dalam Larutan Melalui Pembelajaran Berbasis Web* [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana, UIN Sunan Gunung Djati, Bandung.
- Gabel, D. (1999). Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future. *Journal Chemical of Education*, 76(4), 548–554. <https://doi.org/10.1021/ed076p548>.
- Gilbert, J. K. (2008). Visualization: An Emergent Field of Practice and Enquiry in Science Education. In J. K. Gilbert, M. Reiner, & M. Nakhleh (Penyunting), *Visualization: Theory and Practice in Science Education* (hlm. 3–24). Dordrecht: springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5267-5_1.
- Gkitzia, V., Salta, K., & Tzougraki, C. (2011). Development and application of suitable criteria for the evaluation of chemical representations in school textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(1), 5–14. <https://doi.org/10.1039/c1rp90003j>.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2002). The Particulate Nature of Matter: Challenges in Understanding the Submicroscopic World. In J. K. Gilbert, O. Jong, R. Justi, D. F. Treagust, & J. H. Driel (Eds.), *Chemical Education: Towards Research-based Practice*, 17, 189–212. Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/0-306-47977-X_9.

- Hidayanti, U., & Rosilawati, I. (2018). Pengembangan E-book Interaktif Berbasis Representasi Kimia pada Materi Larutan Penyangga. *Journal Pendidikan Dan Pembelajaran Kimia*, 7(2), 1-12.
- Hoffmann, R., & Laszlo, P. (1991). Representation in Chemistry. *Angewandte Chemie*, 30(1), 1–112. [https://doi.org/https://doi.org/10.1002/anie.199100013](https://doi.org/10.1002/anie.199100013).
- Jaber, L. Z., & BouJaoude, S. (2012). A Macro-Micro-Symbolic Teaching to Promote Relational Understanding of Chemical Reactions. *International Journal of Science Education*, 34(7), 973–998. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.569959>.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75–83. [https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x).
- Johnstone, A. H. (1993). The Development of Chemistry Teaching: A Changing Response to Changing Demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701–705. [https://doi.org/https://doi.org/10.1021/ed070p701](https://doi.org/10.1021/ed070p701).
- Keig, P.F., & Rubba, P.A. (1993). Translation of representations of the structure of matter and its relationship to reasoning, gender, spatial reasoning, and specific prior knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(8), 883 - 903.
- Kozma, R. B., & Russell, J. (1997). Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949–968. [https://doi.org/https://doi.org/10.1002/\(SICI\)10982736\(199711\)34:9%3C949::AID-TEA7%3E3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/(SICI)10982736(199711)34:9%3C949::AID-TEA7%3E3.0.CO;2-U).
- Lai, J. Y., & Chang, C. Y. (2011). User attitudes toward dedicated e-book readers for reading: The effects of convenience, compatibility, and media richness. *Online Information Review*, 35(4), 558–580. <https://doi.org/10.1108/14684521111161936>.
- Lynch, K. (2012). E-books: The future for publishers and libraries. *Collection Building*, 31(2), 78–80. <https://doi.org/10.1108/01604951211229872>.
- Ohene-Djan, J., & Fernandes, A. A. A. (2003). Personalising Electronic Books. *Journal of Digital Information*, 3(4).

- Orgill, M. K., & Sutherland, A. (2008). Undergraduate chemistry students' perceptions of and misconceptions about buffers and buffer problems. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(2), 131–143. <https://doi.org/10.1039/b806229n>.
- Pallant, A., & Tinker, R. F. (2004). Reasoning With Atomic-Scale Molecular Dynamic Models. *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 51–66. <http://www.hps-inc.com/index.htm>.
- Rosilawati, I., & Fadiawati, N. (2017). *Pengembangan E-Book Interaktif Berbasis Representasi Kimia pada Materi Ikatan Kimia* (Vol. 6, Issue 1).
- Sulistiyowati, T., & Poedjiastoeti, S. (2013). Kelayakan Multimedia Interaktif Berbasis Intertekstual pada Materi Reaksi Kimia untuk Kekas X SMA. *Unesa Journal of Chemical Education*, 2(3), 57–63.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry “triplet.” *International Journal of Science Education*, 33(2), 179–195. <https://doi.org/10.1080/09500690903386435>.
- Tan, S., & Waugh, R. (2014). Use of virtual reality in teaching and learning molecular biology. In *3D Immersive and Interactive Learning* (pp. 17–43). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-4021-90-6_2.
- Tasker, R., & Dalton, R. (2006). Research into practice: visualisation of the molecular world using animations. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 141–159. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1039/B5RP90020D>.
- 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/10.1080/0950069032000070306>.
- Varelas, M., & Pappas, C. C. (2006). Intertextuality in read-alouds of integrated science-literacy units in urban primary classrooms: Opportunities for the development of thought and language. *Cognition and Instruction*, 24(2), 211–259. https://doi.org/10.1207/s1532690xci2402_2.
- Vassiliou, M., & Rowley, J. (2008). Progressing the definition of “e-book.” *Library Hi Tech*, 26(3), 355–368. <https://doi.org/10.1108/07378830810903292>.

- 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. <https://doi.org/10.1002/sce.10090>.
- Wu, H.-K., 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. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/tea.1033>.
- Zhang, D. (2005). Interactive Multimedia-Based E-Learning: A Study of Effectiveness. *International Journal of Phytoremediation*, 21(1), 149–162. https://doi.org/10.1207/s15389286ajde1903_3.