

PENGEMBANGAN *GAME* EDUKASI BERBASIS INTERTEKSTUAL  
UNTUK MENINGKONSTRUKSI MODEL MENTAL PESERTA DIDIK  
PADA KONSEP PENURUNAN TEKANAN UAP  
SEBAGAI SIFAT KOLIGATIF LARUTAN

TESIS

Diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Magister Pendidikan

Program Studi Pendidikan Kimia



Oleh:

Anisa Listiawati

2112950

PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN KIMIA  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
BANDUNG  
2024

## LEMBAR HAK CIPTA

PENGEMBANGAN *GAME* EDUKASI BERBASIS INTERTEKSTUAL UNTUK  
MENGKONSTRUKSI MODEL MENTAL PESERTA DIDIK PADA KONSEP  
PENURUNAN TEKANAN UAP SEBAGAI SIFAT KOLIGATIF LARUTAN

Oleh

Anisa Listiawati, S.Pd

Universitas Pendidikan Indonesia

Sebuah tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Pendidikan (M.Pd.) pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu  
Pengetahuan Alam

© Anisa Listiawati, 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2024

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, di  
foto kopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

## LEMBAR PENGESAHAN TESIS

ANISA LISTIAWATI

PENGEMBANGAN *GAME* EDUKASI BERBASIS INTERTEKSTUAL UNTUK  
MENGKONSTRUKSI MODEL MENTAL PESERTA DIDIK PADA KONSEP  
PENURUNAN TEKANAN UAP SEBAGAI SIFAT KOLIGATIF LARUTAN

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I



Dr. H. Wiji, M.Si.  
NIP. 197204302001121001

Pembimbing II



Dr. Sri Mulyani, M.Si.  
NIP. 196111151986012001

Penguji I



Prof. Dr. Fitri Khoerunnisa, M.Si., Ph.D.  
NIP. 197806282001122001

Penguji II



Tuzie Widhiyanti, M.Pd., Ph.D.  
NIP. 198108192008012014

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Pendidikan Kimia



Dr. H. Wiji, M.Si.  
NIP. 197204302001121001

## HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pengembangan *Game* Edukasi Berbasis Intertekstual untuk Mengkonstruksi Model Mental Peserta Didik Pada Konsep Penurunan Tekanan Uap sebagai Sifat Koligatif Larutan” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri dengan bimbingan dari dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko ataupun sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2024

Yang Membuat Pernyataan



METERAI  
TEMPEL  
10000  
04988ALX262434722

Anisa Listiawati

NIM. 2112950

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pengembangan *Game* Edukasi Berbasis Intertekstual untuk Mengkonstruksi Model Mental Peserta Didik pada Konsep Penurunan Tekanan Uap sebagai Sifat Koligatif Larutan”. Dalam penyusunan tesis ini penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr Wiji, M.Si selaku dosen pembimbing pertama dan Ketua Program Studi Magister Pendidikan Kimia yang telah senantiasa selalu memberikan masukan, bimbingan, saran dan motivasi dengan penuh kesabaran sehingga tesis ini dapat terselesaikan dengan baik
2. Ibu Sri Mulyani, M.Si selaku dosen pembimbing kedua dan validator *game* edukasi yang telah senantiasa meluangkan waktunya untuk memberikan masukan, bimbingan, saran dan memotivasi penulis selama menyelesaikan tesis ini.
3. Ibu Tuszie Widhiyanti, M.Pd., Ph.D., selaku sekretaris Program Studi Magister Pendidikan Kimia dan validator *game* edukasi yang telah memberikan dukungan dan bantuan pada penulis selama menyelesaikan tesis ini.
4. Bapak Dr. Budiman Anwar, M.Si selaku dosen Program Studi Pendidikan Kimia yang telah senantiasa meluangkan waktunya untuk menjadi validator *game* edukasi.
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Magister Pendidikan Kimia Universitas Pendidikan Indonesia yang telah mendidik dan mengajarkan ilmu pengetahuan kepada penulis.
6. Mahasiswa Magister Pendidikan Kimia Universitas Pendidikan Indonesia yang telah berjuang bersama untuk menyelesaikan studi ini.
7. Rekan-rekan, sahabat, dan seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang selalu memberikan dukungan baik secara langsung ataupun tidak langsung selama proses penyelesaian studi ini.

8. Kedua orang tua yaitu Bapak Yayat Sudrajat dan Ibu Sri Komariah serta saudara Indah Dwi Yulianti, Dinar Sudrajat dan Adil Wira Bhakti yang telah menjadi pendukung nomor satu, selalu mendoakan, memfasilitasi, dan memberikan dukungan baik moril atau materil selama penulis menyelesaikan tesis ini.
9. Hansdynand Poudyra Agatha Tanjung selaku pihak pengembang *game* edukasi yang telah bekerjasama dalam pengembangan media *game* edukasi berbasis intertekstual.
10. Keluarga Besar SMA Edu Global Bandung yang telah mengizinkan, mendukung, dan membantu terselenggaranya penelitian.
11. Keluarga, teman, dan seluruh pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

Semoga Allah SWT senantiasa melindungi, menyayangi dan memberikan balasan pahala, rahmat dan berkah-Nya pada penulis dan seluruh pihak yang mendukung terselesaikan tesis ini. Penulis menyadari bahwa tesis ini memiliki banyak kekurangan dan kekeliruan sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan penelitian selanjutnya sehingga tesis ini dapat bermanfaat bagi berbagai kalangan.

Bandung, Agustus 2024

Anisa Listiawati

## ABSTRAK

Penelitian bertujuan dalam mengembangkan *game* edukasi berbasis intertekstual untuk mengkonstruksi model mental peserta didik pada konsep penurunan tekanan uap sebagai sifat koligatif larutan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian dan pengembangan (R&D) dalam skala kecil. Pada tahap uji coba terbatas melibatkan kelas kontrol dan kelas eksperimen. Pada kelas kontrol menggunakan metode pembelajaran konvensional, dan kelas eksperimen menggunakan media *game* edukasi. Uji coba *game* dilakukan pada 15 orang peserta didik dari kelas eksperimen serta 2 guru kimia. Wawancara TDM-IAE dilakukan pada 6 peserta didik kelas kontrol dan 6 peserta didik kelas eksperimen. Data hasil TDM-IAE diolah secara kuantitatif dan dibuat pemetaan. Karakterisasi *game* edukasi berdasarkan aspek konten, aspek pedagogi, dan aspek multimedia. *Game* edukasi yang dikembangkan telah divalidasi berdasarkan aspek konten, pedagogi, dan multimedia dengan beberapa perbaikan yang dilakukan. Berdasarkan pada TDM-IAE diperoleh rata-rata skor akhir untuk kelas kontrol sebesar 86,34 sedangkan kelas eksperimen sebesar 87,495. Berdasarkan *N-gain* kelas eksperimen, diperoleh lima peserta didik dengan peningkatan model mental tinggi, dan satu peserta didik dengan peningkatan model mental sedang. Sedangkan pada kelas kontrol, diperoleh empat peserta didik dengan peningkatan model mental tinggi dan dua peserta didik yang dengan peningkatan model mental sedang. Kelas eksperimen mengalami peningkatan lebih baik daripada kelas kontrol dan penggunaan *game* edukasi berbasis intertekstual dapat mengkonstruksi profil model mental secara mandiri. Guru memberikan persetujuan terhadap ketersediaan *game* edukasi, kejelasan video, animasi/karakter, kemudahan navigasi, pedagogi dan konten. Peserta didik memberikan tingkat persetujuan terhadap ketertarikan, keterlibatan, pemahaman konsep dan tampilan dalam *game* edukasi.

Kata Kunci : *game* edukasi, intertekstual, model mental, penurunan tekanan uap

## ABSTRACT

The research aims to develop an intertextual-based educational *game* to construct students' mental models on the concept of vapor pressure reduction as a colligative property of solutions. The research method used is the small-scale research and development (R&D) method. In the limited trial stage involving the control class and the experimental class. The control class uses conventional learning methods, and the experimental class uses educational *game* media. The *game* trial was conducted on 15 students from the experimental class and 2 chemistry teachers. TDM-IAE interviews were conducted on 6 students in the control class and 6 students in the experimental class. The TDM-IAE data were processed quantitatively and a mapping was made. Characterization of educational *games* based on content aspects, pedagogical aspects, and multimedia aspects. The educational *game* developed has been validated based on content, pedagogical aspects, and multimedia aspects with several improvements made. Based on TDM-IAE, the average final score for the control class was 86.34 while the experimental class was 87.495. Based on the *N-gain* value of the experimental class, five students were obtained with a high increase in mental models, and one student with a moderate increase in mental models. While in the control class, four students were obtained with a high increase in mental models and two students with a moderate increase in mental models. The experimental class experienced better improvement than the control class and the use of intertextual-based educational *games* can construct mental model profiles independently. Teachers gave their approval for the availability of educational *games*, clarity of videos, animations/characters, ease of navigation, pedagogy and content. Students gave their level of approval for interest, involvement, understanding of concepts and appearance in educational *games*.

Keyword: educational *games*, intertextual, mental models, lowering vapor pressure.



## DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA .....	i
LEMBAR PENGESAHAN TESIS .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	6
1.3    Tujuan Penelitian .....	7
1.4    Manfaat Penelitian .....	7
BAB II.....	10
KAJIAN PUSTAKA.....	10
2.1    Profil Model Mental.....	10
2.2 <i>Game</i> Edukasi .....	17
2.3    Intertekstual.....	19
2.4    Penurunan Tekanan Uap sebagai Sifat Koligatif Larutan.....	22
BAB III .....	29
METODOLOGI PENELITIAN.....	29
3.1    Desain Penelitian.....	29
3.2    Partisipan dan Tempat Penelitian.....	30
3.3    Prosedur Penelitian.....	31
3.4    Instrumen Penelitian.....	35
3.5    Teknik Pengumpulan Data.....	36

3.6	Teknik Analisis Data.....	39
3.6.1	Karakterisasi <i>Game</i> Edukasi Berbasis Intertekstual .....	39
3.6.2	Hasil Validasi <i>Game</i> Edukasi Berbasis Intertekstual .....	39
3.6.3	Hasil Wawancara TDM-IAE .....	39
3.6.4	Data Angket Tanggapan Guru .....	41
3.6.4	Data Angket Tanggapan Peserta Didik.....	41
BAB IV .....		43
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		43
4.1	Karakterisasi <i>Game</i> Edukasi .....	43
4.1.1	Kajian Kompetensi Dasar 3.1 pada Kurikulum 2013 .....	43
4.1.2	Analisis Tiga Level Representasi Kimia pada Buku Teks .....	46
4.1.3	Analisis Miskonsepsi .....	47
4.1.4	Deskripsi <i>Game</i> Edukasi pada Konsep Penurunan Tekanan uap .....	48
4.1.5	<i>Flowchart Game</i> Edukasi Berbasis Intertekstual .....	60
4.1.6	Karakterisasi <i>Game</i> Edukasi Berbasis Intertekstual.....	62
4.2	Validasi <i>Game</i> Edukasi pada Konsep Penurunan Tekanan Uap.....	63
4.2.1	Validasi <i>Game</i> Edukasi pada Aspek Konten .....	63
4.2.2	Validasi <i>Game</i> Edukasi pada Aspek Pedagogi.....	64
4.2.3	Validasi <i>Game</i> Edukasi pada Aspek Multimedia .....	65
4.3	Profil Model Mental Peserta Didik .....	66
4.3.1	Data Hasil Wawancara TDM-IAE.....	66
4.3.2	Deskripsi hasil wawancara.....	71
4.4	Tanggapan Guru dan Peserta Didik terkait Penggunaan <i>Game</i> Edukasi .	108
4.4.1	Tanggapan Guru terhadap <i>Game</i> Edukasi Berbasis Intertekstual .....	108
4.4.2	Tanggapan Peserta Didik terhadap <i>Game</i> Edukasi Berbasis Intertekstual	111
BAB V.....		116
SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI .....		116
5.1	Simpulan .....	116
5.2	Implikasi.....	118
5.3	Rekomendasi .....	118
DAFTAR PUSTAKA .....		119

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1	Teknik Pengumpulan Data.....	38
Tabel 3. 2	Peningkatan Hasil Profil Model Mental .....	40
Tabel 4. 1	Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar .....	44
Tabel 4. 2	Kompetensi Dasar dan IPK.....	44
Tabel 4. 3	Label Konsep .....	46
Tabel 4. 4	Buku yang Digunakan pada Analisis Tiga Level Representasi .....	46
Tabel 4. 5	Deskripsi Konsep Penurunan Tekanan Uap .....	47
Tabel 4. 6	Layar Utama <i>Game</i> .....	48
Tabel 4. 7	Hasil Perolehan Skor Peserta Didik Kelas Eksperimen.....	66
Tabel 4. 8	Hasil Perolehan Peserta Didik pada Kelas Kontrol .....	67
Tabel 4. 9	Hasil TDM-IAE Peserta Didik 1 .....	72
Tabel 4. 10	Hasil TDM-IAE Peserta Didik 2 .....	78
Tabel 4. 11	Hasil TDM-IAE Peserta Didik 3 .....	84
Tabel 4. 12	Hasil TDM-IAE Peserta Didik 4 .....	90
Tabel 4. 13	Hasil TDM-IAE Peserta Didik 5 .....	96
Tabel 4. 14	Hasil TDM-IAE Peserta Didik 6 .....	102
Tabel 4. 15	Tanggapan Guru terkait Ketersediaan <i>Game</i> Edukasi.....	108
Tabel 4. 16	Tanggapan Guru terkait Kejelasan Video, Animasi atau Karakter .....	109
Tabel 4. 17	Tanggapan Guru terkait Kemudahan Navigasi.....	110
Tabel 4. 18	Tanggapan Guru terkait Aspek Pedagogi .....	110
Tabel 4. 19	Tanggapan Guru terkait Aspek Konten .....	111
Tabel 4. 20	Tanggapan Guru Terhadap <i>Game</i> Edukasi.....	111
Tabel 4. 21	Tanggapan Peserta Didik terkait Keterkaitan dalam <i>Game</i> Edukasi.....	112
Tabel 4. 22	Tanggapan Peserta Didik terkait Keterlibatan dalam <i>Game</i> Edukasi.....	112
Tabel 4. 23	Tanggapan Peserta Didik terkait Konsep dalam <i>Game</i> Edukasi .....	113
Tabel 4. 24	Tanggapan Peserta Didik terkait Tampilan dalam <i>Game</i> Edukasi .....	114
Tabel 4. 25	Rata-Rata Tanggapan Peserta Didik .....	115

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Tiga Level Representasi Kimia .....	16
Gambar 2. 2	Hubungan Tiga Level Representasi dengan Profil Model Mental .....	16
Gambar 2. 3	Kerangka Teoritis dari <i>Game Based Learning</i> .....	18
Gambar 2. 4	Penguapan Air .....	23
Gambar 2. 5	Tekanan Uap Pelarut Murni dan Larutan .....	23
Gambar 3. 1	Metode Penelitian .....	29
Gambar 3. 2	Alur Penelitian .....	34
Gambar 4. 1	Layar Opening <i>Game</i> .....	49
Gambar 4. 2	Tampilan Menu .....	50
Gambar 4. 3	Tampilan <i>Log in</i> .....	51
Gambar 4. 4	Tampilan Tutorial .....	51
Gambar 4. 5	Tampilan Penyusun <i>Game</i> .....	52
Gambar 4. 6	Tampilan Petunjuk Penggunaan .....	53
Gambar 4. 7	Tampilan Identitas Nama .....	53
Gambar 4. 8	Tampilan Penguatan Konsep Misi 1A .....	56
Gambar 4. 9	Tampilan Penguatan Konsep Misi 1B .....	57
Gambar 4. 10	Tampilan Penguatan Konsep Misi 2A .....	58
Gambar 4. 11	Tampilan Penguatan Konsep Misi 2B .....	59
Gambar 4. 12	Perbandingan Data Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen Sebelum Menggunakan <i>Game</i> Edukasi .....	68
Gambar 4. 13	Perbandingan Data Kelas Kontrol Sebelum dan Setelah Menggunakan <i>Game</i> Edukasi .....	69
Gambar 4. 14	Perbandingan Data Kelas Eksperimen Sebelum dan Setelah Menggunakan <i>Game</i> Edukasi .....	70
Gambar 4. 15	Pemetaan Profil Model Mental Peserta Didik 1 Sebelum Menggunakan <i>Game</i> Edukasi .....	76

Gambar 4. 16 Pemetaan Profil Model Mental Peserta Didik 1 Setelah Menggunakan <i>Game</i> Edukasi.....	77
Gambar 4. 17 Pemetaan Profil Model Mental Peserta Didik 2 Sebelum Menggunakan <i>Game</i> Edukasi.....	82
Gambar 4. 18 Pemetaan Profil Model Mental Peserta Didik 2 Setelah Menggunakan <i>Game</i> Edukasi.....	83
Gambar 4. 19 Pemetaan Profil Model Mental Peserta Didik 3 Sebelum Menggunakan <i>Game</i> Edukasi.....	88
Gambar 4. 20 Pemetaan Profil Model Mental Peserta Didik 3 Setelah Menggunakan <i>Game</i> Edukasi.....	89
Gambar 4. 21 Pemetaan Profil Model Mental Peserta Didik 4 Sebelum Menggunakan <i>Game</i> Edukasi.....	94
Gambar 4. 22 Pemetaan Profil Model Mental Peserta Didik 4 Setelah Menggunakan <i>Game</i> Edukasi.....	95
Gambar 4. 23 Pemetaan Profil Model Mental Peserta Didik 5 Sebelum Menggunakan <i>Game</i> Edukasi.....	100
Gambar 4. 24 Pemetaan Profil Model Mental Peserta Didik 5 Setelah Menggunakan <i>Game</i> Edukasi.....	101
Gambar 4. 25 Pemetaan Profil Model Mental Peserta Didik 6 Sebelum Menggunakan <i>Game</i> Edukasi.....	106
Gambar 4. 26 Pemetaan Profil Model Mental Peserta Didik 6 Setelah Menggunakan <i>Game</i> Edukasi.....	107

## DAFTAR PUSTAKA

- Adita, A., Kusuma, A. B., & Risnani, L. Y. (2018). Analisis Kebutuhan *Game* Edukasi MIPA. *Jurnal Bioedukatika*, 5(2), 86. <https://doi.org/10.26555/bioedukatika.v5i2.7374>
- Adli, S. (2020). Pengembangan *Game* Edukasi Kimia pada Materi Struktur Atom di SMA Negeri 1 Blangkejeren. *Jurnal Tadris Kimia*, 01(02), 12–21.
- Agung, D., Fauziah, C., & Fitri, H. S. A. (2022). Jurnal Riset Pendidikan Kimia ARTICLE. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 12(1), 24–30. <https://doi.org/10.21009/JRPK.122.08>
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., & Cruikshank, K. A. (2023). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives* ((Abridge E).
- Anne, M., Lima, S., Monteiro, C., Jose, A., Leite, M., Sidarta, I., ... Júnior, S. (2019). *Aplikasi Berbasis Game untuk Membantu Siswa Mengulas Nomenklatur Kimia dengan Cara yang Menyenangkan*. 801–805. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00540>
- Astiningsih, A. D., & Partana, C. F. (2020). Using android media for chemistry learning construction of motivation and metacognition ability. *International Journal of Instruction*, 13(1), 279–294. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13119a>
- Atma Waritsum, S. (2023). *Desain dan Uji Coba Game Edukasi Berbasis Role Playing Game (RPG) Pada Materi Kimia Unsur*.
- Bolhassan, N., & Taha, H. (2017). TGT for chemistry learning to enhance students' achievement and critical thinking skills. *AIP Conference Proceedings*, 1847(March). <https://doi.org/10.1063/1.4983904>
- Bongers, A., Beauvoir, B., Streja, N., Northoff, G., & Flynn, A. B. (2020). Building mental models of a reaction mechanism: The influence of static and animated representations, prior knowledge, and spatial ability. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(2), 496–512. <https://doi.org/10.1039/c9rp00198k>
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2007). The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and *explain* chemical reactions using multiple levels of representation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 293–307. <https://doi.org/10.1039/B7RP90006F>
- Chang, R., & Overby, J. (2022). *Chemistry* (Fourteenth). New York: McGraw Hill.
- Chen, S., Husnaini, S. J., & Chen, J. J. (2020). Effects of *games* on students' emotions of learning science and achievement in chemistry. *International Journal of Science Education*, 42(13), 2224–2245. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1817607>

- Chittleborough, G. D. (2004). The Role of Teaching Models and Chemical Representations in Developing Students' Mental Models of Chemical Phenomena. *Curtin University of Technology*, (May), 1–494.
- Devetak, I., Lorber Drogenik, E. D., Jurišević, M., & Glažar, S. A. (2009). Comparing Slovenian year 8 and year 9 elementary school pupils' knowledge of electrolyte chemistry and their intrinsic motivation. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(4), 281–290. <https://doi.org/10.1039/b920833j>
- Dewi, K. M., Suja, I. W., & Sastrawidana, I. D. K. (2018). Model Mental Siswa Tentang Termokimia. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 2(2), 45. <https://doi.org/10.23887/jjpk.v2i2.21165>
- Eka Fitriana, C., Maimunah, & Roza, Y. (2021). Desain Game Edukasi Berbasis Android pada Materi Transformasi. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan, Pengajaran Dan Pembelajaran*, 7(2), 297–305.
- Farida, I., Liliyasi, L., Sopandi, W., & Widyantoro, D. H. (2017). A web-based model to enhance competency in the interconnection of multiple levels of representation for pre-service teachers. *Ideas for 21st Century Education*, 359–362. <https://doi.org/10.1201/9781315166575-72>
- Fitri, T. E., Mulyani, S., & Khoerunnisa, F. (2022). Profil Model Mental Siswa Pada Materi Hukum Laju Reaksi dengan Menggunakan Tes Diagnostik Model Mental-Interview About Event (TDM-IAE). *Jurnal Riset Dan Praktik Pendidikan Kimia*, 10(1).
- Fitriyana, N., Wiyarsi, A., Ikhsan, J., & Sugiyarto, K. H. (2020). Android-based-game and blended learning in chemistry: Effect on students' self-efficacy and achievement. *Cakrawala Pendidikan*, 39(3), 507–521. <https://doi.org/10.21831/cp.v39i3.28335>
- Gall, M. D., & Borg, W. R. (2003). Educational Research: An Introduction. *Library of Congress Cataloging in Publication Data*. <https://doi.org/10.4324/9781003008064-1>
- Gilbert, T. R. (2018). *The Science in Context* (Fifth Edit; E. Fahlgren, Ed.). London.
- 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>
- Hafis, M., Tolle, H., Supianto, A. A., Suryanda Atmojo, L., Rochmainy, S. N., & Chandra Christian, I. (2019). Game design elements and educational game design for rate of reaction topic in high school chemistry subject. *Proceedings - 2019 5th International Conference on Science and Technology, ICST 2019*. <https://doi.org/10.1109/ICST47872.2019.9166318>

- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. Retrieved from <https://pubs.aip.org/aapt/ajp/article-abstract/66/1/64/1055076/Interactive-engagement-versus-traditional-methods>
- Hilton, A., & Nichols, K. (2011). Representational Classroom Practices that Contribute to Students' Conceptual and Representational Understanding of Chemical Bonding. *International Journal of Science Education*, 33(16), 2215–2246. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.543438>
- Hu, Y., Gallagher, T., Wouters, P., van der Schaaf, M., & Kester, L. (2022). Game-based learning has good chemistry with chemistry education: A three-level meta-analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, (February), 1499–1543. <https://doi.org/10.1002/tea.21765>
- Hunter, V., Hawkins, I., & Phelps, A. J. (2019). Comparing the influence of visualization type in an electrochemistry laboratory on the student discourse: who do they talk to and what do they say? *Chemistry Education Research and Practice*, 20(4), 851–861. <https://doi.org/10.1039/c9rp00064j>
- Johnson-laird, P. N. (2014). *The Mental Models Perspective* (Daniel Reisberg, Ed.). <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780195376746.013.0041>
- Johnstone, A. H. (2009). Multiple Representations in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 31(16), 2271–2273. <https://doi.org/10.1080/09500690903211393>
- Lathifa, U., & Ajiati, D. (2020). Investigasi Model Mental Pada Materi Alkohol menggunakan Tes Diagnostik *Interview About Event*. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 14(1), 2479 – 2489.
- Lay, Ah Nam & Osman, K. (2018). Developing 21st Century Chemistry Learning through Designing Digital Games. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 4(1), 81–92. <https://doi.org/10.21891/jeseh.387499>
- Lima, M. A. S., Monteiro, Á. C., & Junior, A. J. M. L. (2019). Game-Based Application for Helping Students Review Chemical Nomenclature in a Fun Way. *Journal of Chemical Education*, 96(4), 801–805. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00540>
- Meesuk, K., & Srisawasdi, N. (2015). Implementation of Mario-like digital game in chemistry education: Results on students' perception. *Workshop Proceedings of the 23rd International Conference on Computers in Education, ICCE 2015*, (July), 696–703.
- Melykhatun, R. A., Mahatmanti, F. W., & Wijayanti, N. (2019). Pengembangan Media Chemo-Edutainment Berbasis Intertekstual sebagai Media Pembelajaran Kimia SMA Kelas XI Materi Hidrokarbon. *Journal of Chemistry In Education*, 2(3), 133–139.



- Park, S., & Kim, S. (2021). Is sustainable online learning possible with gamification?—the effect of gamified online learning on student learning. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(8). <https://doi.org/10.3390/su13084267>
- Petrucci. (2017). *General Chemistry Principles and Modern Applications*. <https://doi.org/10.5796/electrochemistry.73.935>
- Plass, J. L. (2020). *Handbook of Game Based Learning* (R. E. Mayer, Ed.). Cambridge: The MIT Press.
- Putri, W. M., & Guspatni, G. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran PowerPoint-iSpring Terintegrasi Tiga Level Representasi Kimia dan Pertanyaan Prompting pada Materi Sifat Koligatif Larutan Kelas XII SMA/MA. *Entalpi Pendidikan Kimia*, *1*(1). <https://doi.org/10.24036/epk.v1i1.89>
- Ricardo, D. A., Sahputra, R., & Sartika, R. P. (2022). Pengembangan *Game* Edukasi Kimia Berbasis Android Pada Materi Perkembangan Teori Atom. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Khatulistiwa*, *11*(12), 3424–3434. <https://doi.org/10.26418/jppk.v11i12.60759>
- Sinaga, K. (2022). Mental Models in Chemistry: Prospective Chemistry Teachers' Mental Models of Chemical Equilibrium. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, *11*(2), 113–129. <https://doi.org/10.26740/jpps.v11n2.p113-129>
- Sinaga, K., Sitinjak, D. S., & Purba, F. J. (2021). Pre-service Chemistry Teachers' Mental Model of Colligative Properties for Nonelectrolyte Solutions. *Jurnal Akademika Kimia*, *10*(3), 139–152. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2021.v10.i3.pp139-152>
- Siregar, E. A., & Kurniawati, Y. (2022). The Analysis of Students' Mental Models Using Macromedia Flash-Based Learning Media on Molecular Shapes Lesson. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, *16*(1), 47–52. <https://doi.org/10.15294/jipk.v16i1.29869>
- Sodanango, P. Y., Munzil, M., & Sumari, S. (2021). Analisis Model Mental Peserta Didik SMA dalam Memahami Konsep Laju Reaksi. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, *6*(10), 1543. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v6i10.15048>
- Srisawasdi, N., & Panjaburee, P. (2019). Implementation of *Game*-transformed Inquiry-based Learning to Promote the Understanding of and Motivation to Learn Chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, *28*(2), 152–164. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9754-0>
- Suari, N. N. J. (2019). Profil Model Mental Siswa Tentang Larutan Elektrolit Dan Nonelektrolit. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, *2*(2), 59. <https://doi.org/10.23887/jpk.v2i2.16615>
- Suja, I. W. (2018). Profil Model Mental Siswa SMA Kelas XII Tentang Struktur Dan

- Sifat Senyawa Organik. *Jurnal Matematika, Sains, Dan Pembelajarannya*, 12(2), 26–40.
- Sunyono, Yuanita, L., & Ibrahim, M. (2015). Mental Model of Students on Stoichiometry Concept in Learning by Method Based on Multiple representation. *The Online Journal of New Horizon in Education*, 5(2), 30–45. Retrieved from <http://www.tojned.net/volume.php?volume=5&issue=2>
- Supasorn, S. (2015). Grade 12 students' conceptual understanding and mental models of galvanic cells before and after learning by using small-scale experiments in conjunction with a model kit. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(2), 393–407. <https://doi.org/10.1039/c4rp00247d>
- Surbakti, K. (2017). Pengaruh *Game* Online Terhadap Remaja. *Jurnal Curere*, 1(1), 29. Retrieved from <http://www.portaluniversitasquality.ac.id:5388/ojssystem/index.php/CURERE/article/view/20/22>
- Suryana, O. A., Supriadi, K. I., & Kasmui. (2018). Desain Media Permainan Edukasi Berorientasi Chemo-Edutainment Pada Pembelajaran Kimia Sma. *Chemistry in Education*, 7(2), 46–53.
- Tapingkae, P., Panjaburee, P., Hwang, G. J., & Srisawasdi, N. (2020). Effects of a formative assessment-based contextual gaming approach on students' digital citizenship behaviours, learning motivations, and perceptions. *Computers and Education*, 159(August 2019), 103998. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103998>
- 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>
- Tümay, H. (2014). Prospective chemistry teachers' mental models of vapor pressure. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(3), 366–379. <https://doi.org/10.1039/c4rp00024b>
- Tuysuz, C. (2009). Development of two-tier diagnostic instrument and assess students understanding in chemistry. *Mustafa Kemal University*, 4(6), 626–631.
- Wang. (2007). The Role Of Mental-Modeling Ability, Content Knowledge, And Mental Models In General Chemistry Students' Understanding About Molecular Polarity. *Group*, (August).
- Wang, & Barrow, L. H. (2011). Characteristics and Levels of Sophistication: An Analysis of Chemistry Students' Ability to Think with Mental Models. *Research in Science Education*, 41(4), 561–586. <https://doi.org/10.1007/s11165-010-9180-7>

- Wang, C.-Y. (2007). The role of mental-modeling ability, content knowledge, and mental models in general chemistry students' understanding about molecular polarity. *Disertasi*, 70(3-A), 835.
- Wardah, A. C., & Wiyarsi, A. (2020). A systematic review: How are mental model of chemistry concepts? *Universal Journal of Educational Research*, 8(2), 332–345. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080202>
- White, R., & Gunstone, R. (2014). *Probing Understanding* ((1st ed.)). <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9780203761342>
- Whitten, K. W., Davis, R. E., & Stanley, G. G. (2010). *Chemistry* (Ninth Edit). Belmont: Pre-Press.
- Widhiyanti, T. (2011). *Effectiveness of Information Technology-Based Instruction on Student's Understanding of Colligative Properties Tuszie Widhiyanti Departement of Chemistry Education, Indonesia University of Education*.
- Wiji, W., Widhiyanti, T., Delisma, D., & Mulyani, S. M. (2021a). Studi Intertekstualitas Konsep, Konsep Threshold, Dan Pengetahuan Masalah Tentang Reaksi Redoks. *Jurnal Teknik Sains Dan Teknologi*, 16(2), 1356–1369.
- Wiji, Widhiyanti, T., Delisma, D., & Mulyani, S. (2021b). The intertextuality study of the conception, threshold concept, and troublesome knowledge on redox reaction. *Journal of Engineering Science and Technology*, 16(2), 1356–1369.
- Williamson, V. M., & Abraham, M. R. (1995). The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(5), 521–534. <https://doi.org/10.1002/tea.3660320508>
- 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>
- Zulfahmi, Z., Wiji, W., & Mulyani, S. (2021). Development of Intertextual Based Learning Strategy Using Visualization Model To Improve Spatial Ability on Molecular Geometry Concept. *Chimica Didactica Acta*, 9(1), 8–16. <https://doi.org/10.24815/jcd.v9i1.20078>