

**PENGEMBANGAN TES DIAGNOSTIK *PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN* (POE) UNTUK MENGANALISIS KEMAMPUAN
MULTIPEL REPRESENTASI KIMIA PESERTA DIDIK PADA
MATERI SEL ELEKTROLISIS**



SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu Pendidikan Kimia

Disusun Oleh:

Yusri Hajjo Dwipa
22104060042

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
2026



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 513056 Fax. (0274) 586117 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-705/Un.02/DT/PP.00.9/02/2026

Tugas Akhir dengan judul : PENGEMBANGAN TES DIAGNOSTIK *PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN* (POE)
UNTUK MENGANALISIS KEMAMPUAN MULTITPEL REPRESENTASI KIMIA
PESERTA DIDIK PADA MATERI SEL ELEKTROLISIS

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : YUSRI HAJJO DWIPA
Nomor Induk Mahasiswa : 22104060042
Telah diujikan pada : Selasa, 03 Februari 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



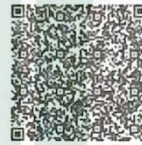
Ketua Sidang
Setia Rahmawan, M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 69817e040d283



Penguji I
Nima Hamidah, S.Si. M.A.
SIGNED

Valid ID: 699e9c43637e0



Penguji II
Lati Nailul Muna, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 6986b597546ae



Yogyakarta, 03 Februari 2026
UTN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
Prof. Dr. Sigit Purnama, S.Pd.I., M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 699f6f196c585

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yusri Hajjo Dwipa

NIM : 22104060042

Program Studi : Pendidikan Kimia

Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Pengembangan Tes Diagnostik *Predict-Observe-Explain* (POE) untuk Menganalisis Kemampuan Multipel Representasi Kimia Peserta Didik pada Materi Sel Elektrolisis” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang sepengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 20 Februari 2026

Penulis



Yusri Hajjo Dwipa
NIM. 22104060042

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudari:

Nama : Yusri Hajjo Dwipa
NIM : 22104060042
Judul Skripsi : Pengembangan Tes Diagnostik *Predict-Observe-Explain* (POE) untuk Menganalisis Kemampuan Multipel Representasi Kimia Peserta Didik pada Materi Sel Elektrolisis

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Pendidikan Sains.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudari tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, 20 Februari 2026

Pembimbing

Setia Rahmawan, M.Pd
NIP. 19930626 202012 1 0055

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



NOTA DINAS KONSULTAN

Hal: Skripsi Saudari Yusri Hajjo Dwipa

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr.wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudari:

Nama : Yusri Hajjo Dwipa
NIM : 22104060042
Judul skripsi : Pengembangan Tes Diagnostik *Predict-Observe-Explain* (POE) untuk Menganalisis Kemampuan Multipel Representasi Kimia Peserta Didik pada Materi Sel Elektrolisis

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Pendidikan Kimia.

Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, 20 Februari 2026
Konsultan I

Nina Hamidah, S.Si. M.A
NIP. 19770630 200604 2 001

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



NOTA DINAS KONSULTAN

Hal: Skripsi Saudari Yusri Hajjo Dwipa

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr.wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudari:

Nama : Yusri Hajjo Dwipa
NIM : 22104060042
Judul skripsi : Pengembangan Tes Diagnostik *Predict-Observe-Explain* (POE) untuk Menganalisis Kemampuan Multipel Representasi Kimia Peserta Didik pada Materi Sel Elektrolisis

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Pendidikan Kimia.

Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, 20 Februari 2026

Konsultan II

Laili Nailul Muna, M.Sc

NIP. 19910820 201903 2 018

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

ABSTRAK

Pembelajaran kimia sering dihadapkan pada permasalahan kompleksitas konsep yang bersifat abstrak, sehingga menyulitkan peserta didik dalam membangun pemahaman konseptual yang utuh. Kondisi ini semakin diperkuat oleh keterbatasan guru dalam mendiagnosis kesulitan belajar peserta didik secara mendalam, khususnya terkait keterpaduan representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Salah satu materi kimia yang menuntut kemampuan multipel representasi secara optimal adalah sel elektrolisis, karena konsepnya melibatkan proses yang tidak dapat diamati secara langsung. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan memvalidasi instrumen tes diagnostik berbasis *Predict-Observe-Explain* (POE) untuk menganalisis kemampuan multipel representasi kimia peserta didik pada materi sel elektrolisis. Model pengembangan yang digunakan adalah *Tessmer Formative Evaluation* melalui tahap *preliminary, self-evaluation, prototyping (expert review, one-to-one, small group)*, dan *field test*. Subjek penelitian melibatkan 50 peserta didik kelas XII salah satu SMA/MA di Yogyakarta dengan kemampuan kognitif beragam. Hasil validasi menunjukkan nilai *Content Validity Index* (CVI) dan *Content Validity Ratio* (CVR) sebesar 1.00, menandakan validitas isi sangat tinggi. Analisis reliabilitas menggunakan model Rasch menghasilkan *Cronbach's Alpha* 0.93, *Person Reliability* 0.88, dan *Item Reliability* 0.87, yang menunjukkan konsistensi internal sangat baik. Distribusi kemampuan peserta didik berada pada kategori tinggi (18%) mampu mengintegrasikan ketiga representasi secara konsisten, sedang (48%) dapat menghubungkan sebagian besar representasi dengan baik, dan rendah (34%) masih belum bisa mengintegrasikan ketiga level representasi. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa instrumen POE efektif sebagai alat diagnostik yang tidak hanya mengukur penguasaan konsep, tetapi juga menilai keterpaduan representasi kimia secara komprehensif serta memperkuat peran asesmen diagnostik berbasis representasi ganda dalam menumbuhkan *chemical reasoning* abad ke-21 dan kontribusi praktis terhadap pengembangan evaluasi pembelajaran kimia yang reflektif dan kontekstual.

Kata kunci: Tes Diagnostik; *Predict-Observe-Explain* (POE); Multipel Representasi; Sel Elektrolisis; Model Tessmer.

“MOTTO”

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(Q.S Al-Insyirah: 6)

“Watch your thoughts, for they become words. Watch your words, for they become action. Watch your actions, for they become habits. Watch your habits, for they become character. Watch your character, for it becomes your destiny”.

(Lao Tzu)

“Kerja keras, kerja cerdas, kerja tepat!

Kesempatan itu ada bagi mereka yang mau memulai dan mengusahakannya”.

(Yusri Hajjo Dwipa)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Atas rahmat dan karunia Allah SWT, penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dan mempersembahkannya kepada:

Orang tua terbaik yang saya cintai dan sayangi,
Bapak Muhammad Yusuf dan Ibu Sahni Wati. Apapun yang penulis dapatkan sejauh ini tidak lepas dari do'a yang selalu terpanjat, dukungan, semangat, dan motivasi dari kedua orang tua.

Saudara-saudara saya,
Kakak, Asro Mailando Ispandiar, S. Ak yang menjadi inspirasi penulis dengan kerja keras dan tekadnya dalam mengusahakan sesuatu. Adek, Muhammad Irham Sukfi Majdi dan Jurriyatina Asri Mardina yang saya cintai dan sayangi.

Sahabat serta teman satu perjuangan penulis yang saling menyemangati dan memberikan dukungan serta motivasi selama penyelesaian tugas ini.

Serta, almamater saya Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, nikmat kemudahan serta kelancaran penulis dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul, “Pengembangan Tes Diagnostik *Predict-Observe-Explain* (POE) untuk Menganalisis Kemampuan Multipel Representasi Kimia Peserta Didik pada Materi Sel Elektrolisis” tepat pada waktunya. Shalawat serta salam kepada junjungan alam nabi besar Muhammad SAW, semoga kelak kita mendapatkan syafaatnya di hari akhir. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan pada program studi Pendidikan Kimia, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Dalam penyelesaian studi dan penyusunan skripsi ini, penulis menyadari banyak pihak yang ikut andil dalam memberikan do’a, pengajaran, bimbingan, bantuan serta arahan baik secara langsung ataupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis sangat mengapresiasi semuanya dan berterima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Noorhaidi, M.A., M.Phil., Ph.D. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
2. Bapak Prof. Dr. Sigit Purnama, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
3. Ibu Dr. Paed. Asih Widi Wisudawati, S.Pd., M.Pd. selaku ketua Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
4. Bapak Setia Rahmawan, M.Pd. selaku Dosen Penasihat Akademik sekaligus pembimbing skripsi yang telah banyak membantu selama proses perkuliahan. Terima kasih penulis ucapkan atas semua bimbingan, masukan, arahan, serta motivasi selama proses studi dan penyusunan skripsi.
5. Ibu Jamil Suprihatiningrum, S.Pd. Si., M.Pd., Ph.D., dan Bapak Ari Wahyu Saputro, M.Pd., selaku ahli evaluasi yang telah memvalidasi instrumen dan memberikan saran perbaikan pada penyusunan instrumen penelitian untuk produk yang dikembangkan.

6. Ibu Titah Nor Fahmi, M.Pd., Bapak Pandu Ridzaniyanto, S.Pd., dan Ibu Indah Ayudia, S.Pd, selaku ahli evaluasi (Guru Kimia SMA/MA) yang telah memberikan penilaian dan masukan terhadap produk yang dikembangkan
7. Seluruh dosen prodi Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan yang telah membantu dalam proses perkuliahan
8. Pegawai Tata Usaha (TU) Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan yang telah membantu penulis dalam mengurus segala bentuk administrasi
9. Bapak Taufik Zamhari, M.Sc selaku guru pamong yang telah membimbing pada kegiatan PLP dan membantu penulis dalam proses pengambilan data penelitian
10. Peserta didik kelas XII-E, XII-D, dan XII-G MAN 1 Yogyakarta yang telah bersedia sebagai subjek penelitian dan membantu penelitian ini dengan mengerjakan produk pengembangan berupa soal
11. Orang tua terbaik, bapak Muhammad Yusuf dan Ibu Sahni Wati dengan segala bentuk kasih sayang dan cinta, segala do'a yang selalu terpanjat, dan dengan segala bentuk harapan, motivasi, dan semangat yang telah diberikan kepada penulis. Terima kasih selalu bangga dan mengapresiasi atas semua pencapaian besar atau kecil yang penulis raih. Penulis selalu bangga atas perhatian dan kasih sayang yang diberikan bapak dan ibu, selalu diusahakan yang terbaik, didukung setiap mimpi dan cita-cita, dan selalu memotivasi dalam setiap langkah yang diambil. Sehat selalu bapak dan ibu, semoga Allah selalu memudahkan setiap urusan dan kelancaran dalam setiap keadaan. Temani kami, anak-anakmu dalam setiap langkah mencapai mimpi dan cita-citanya satu persatu.
12. Saudara-saudara hebat, kakak Asro Mailando Ispandiar, S.Ak. Terima kasih sudah menjadi kakak terbaik, memberikan contoh, inspirasi, dan mengusahakan yang terbaik juga untuk adek-adeknya. Penulis banyak belajar dari kakak bagaimana tekad, motivasi dan keinginan yang kuat bisa membawa kita pada mimpi yang kita usahakan. Adek-adek penulis, M. Irham Sukfi Majdi dan Jurriyatina Asri Mardalina yang telah menjadi salah satu semangat dan motivasi penulis dalam menyelesaikan studi.
13. Keluarga besar penulis atas semua do'a, kasih sayang, dan dukungan yang selalu diberikan sehingga penulis bisa menyelesaikan studi tepat waktu

14. Sahabat penulis dan teman perantauan IAIC Lombok Timur (Zalfa, Sofia, Neni, Rafly, Alif, dll) yang sudah seperti saudara di perantauan. Terima kasih sudah saling membantu, memberikan semangat, motivasi, serta sharing banyak hal.
15. Teman-teman “sahabat surga” (Rani, Faizah, Iza, Rara, dan Diah) yang sudah menemani, saling membantu, memberikan dukungan, semangat, serta motivasi kepada penulis selama masa studi.
16. Teman-teman satu bimbingan serta teman seperjuangan Angkatan 2022 Interferons yang sudah membersamai penulis selama masa studi dan memberikan banyak dukungan, semangat, kebersamaan, serta do’a.
17. Semua pihak yang terlibat selama masa studi dan proses penyusunan tugas akhir ini yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Yogyakarta, 03 Februari 2026

Penulis,



Yusri Hajjo Dwipa
22104060042

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	iii
NOTA DINAS KONSULTAN I	iv
NOTA DINAS KONSULTAS II.....	v
ABSTRAK.....	vi
“MOTTO”	ivii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	vix
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	8
1.3 Rumusan Masalah.....	8
1.4 Tujuan Penelitian	8
1.5 Spesifikasi Produk Pengembangan.....	9
1.6 Manfaat Penelitian.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Kajian Teori	11
2.2 Penelitian yang Relevan	29
2.3 Kerangka Berpikir	38
BAB III METODE PENELITIAN	40
3.1 Uji Validitas	44
3.2 Uji Reliabilitas.....	46
3.3 Prosedur Analisis Data Hasil Tes Diagnostik.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Hasil Validitas Tes Diagnostik <i>Predict-Observe-Explain</i> (POE).....	50
4.2 Hasil Reliabilitas Tes Diagnostik <i>Predict-Observe-Explain</i> (POE)	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	94

5.1	KESIMPULAN	94
5.2	SARAN.....	95
5.3	PENUTUP	96
	DAFTAR PUSTAKA	97
	LAMPIRAN	125



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian yang Relevan	33
Tabel 3.1 Karakteristik Fokus <i>Prototype</i>	42
Tabel 3.2 Nilai Kritis CVR.....	45
Tabel 3.3 Rentang Nilai Cronbach's Alpha	47
Tabel 4.1 Hasil Analisis Validitas menggunakan CVR dan CVI.....	54
Tabel 4.2 Rekapitan Hasil Saran dan Masukan dari Validator.....	55
Tabel 4.3 Hasil Penilaian Tahap <i>One-to-One</i>	66
Tabel 4.4 Ringkasan Respon Peserta Didik pada Tahap <i>One-to-One</i>	67
Tabel 4.5 Hasil Penilaian Peserta Didik pada Tahap <i>Small Group</i>	68
Tabel 4.6 Respon Peserta Didik.....	70
Tabel 4.7 Distribusi Kemampuan Peserta Didik	77
Tabel 4.8 Rata-Rata Penguasaan Level Representasi	77
Tabel 4.9 Persentase Kemampuan <i>Predict, Observe, Explain</i>	78
Tabel 4.10 Jawaban <i>Predict</i> Peserta Didik Kategori Kemampuan Tinggi	86
Tabel 4.11 Jawaban <i>Observe</i> Peserta Didik Kategori Kemampuan Tinggi.....	86
Tabel 4.12 Jawaban <i>Explain</i> Peserta Didik Kategori Kemampuan Tinggi.....	87
Tabel 4.13 Jawaban <i>Predict</i> Peserta Didik Kategori Kemampuan Sedang	88
Tabel 4.14 Jawaban <i>Observe</i> Peserta Didik Kategori Kemampuan Sedang	88
Tabel 4.15 Jawaban <i>Explain</i> Peserta Didik Kategori Kemampuan Sedang	89
Tabel 4.16 Jawaban <i>Predict</i> Peserta Didik Kategori Kemampuan Rendah.....	90
Tabel 4.17 Jawaban <i>Observe</i> Peserta Didik Kategori Kemampuan Rendah.....	90
Tabel 4.18 Jawaban <i>Explain</i> Peserta Didik Kategori Kemampuan Rendah.....	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Model Tipe <i>Formative Evaluation Tessmer</i>	40
Gambar 4.1 Perbaikan Instrumen Soal 1.....	56
Gambar 4.2 Perbaikan Instrumen Soal 2.....	57
Gambar 4.3 Soal Tentang Elektrolisis Larutan KCl dengan Elektrode Karbon.....	58
Gambar 4.4 Soal Tentang Elektrolisis Larutan NaCl dengan Elektrode Besi.....	59
Gambar 4.5 Soal Tentang Elektrolisis Larutan NaNO ₃ dengan Elektrode Karbon.....	60
Gambar 4.6 Soal Tentang Elektrolisis Larutan KI dengan Elektrode Besi.....	61
Gambar 4.7 Soal Tentang Elektrolisis Larutan KI dengan Elektrode Karbon.....	62
Gambar 4.8 Soal Tentang Elektrolisis Larutan Porstex dengan Elektrode Besi.....	63
Gambar 4.9 Soal Tentang Elektrolisis Larutan NaOH dengan Elektrode Besi.....	64
Gambar 4.10 Soal Tentang Elektrolisis Larutan KCl dengan Elektrode Karbon dan Besi.....	65
Gambar 4.11 Hasil Analisis Data Model Rasch.....	73
Gambar 4.12 Hasil Analisis <i>Item Statistic</i>	74

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Subjek Penelitian.....	125
Lampiran 2 Instrumen Penelitian	128
Lampiran 3 Produk Pengembangan.....	158
Lampiran 4 Daftar Hasil Uji Coba Lapangan (<i>Field Test</i>)	226
Lampiran 5 Daftar Riwayat Hidup	233



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Evaluasi dalam pembelajaran merupakan salah satu sarana untuk mengetahui nilai dari suatu pembelajaran yang telah dilaksanakan melalui proses ujian penilaian atau pengukuran pemahaman belajar (Mahirah, 2017). Tingkat keberhasilan suatu proses pembelajaran juga dapat dilihat melalui capaian hasil evaluasi yang dilaksanakan (Idarah, 2019). Salah satu bentuk evaluasi yang dapat digunakan yaitu tes diagnostik (Fortuna, 2013). Tes diagnostik merupakan jenis evaluasi untuk mengetahui serta memahami secara cermat mengenai kekurangan peserta didik dalam proses pembelajaran sehingga akan didapatkan hasil yang digunakan untuk bahan evaluasi sebagai bentuk perbaikan serta meminimalisir kesulitan peserta didik dalam belajar (Trinovitasari dkk., 2022). Tes diagnostik bertujuan untuk mengidentifikasi kelemahan serta kesulitan yang dialami oleh peserta didik yang akan menjadi pedoman dalam mencari penyelesaian masalah bagi guru (Rinta & Fitriza, 2022).

Kesulitan yang dialami peserta didik terkadang sering tidak dapat didiagnosa oleh guru sehingga dapat menghambat proses pembelajaran, dengan adanya tes diagnostik ini membantu guru untuk dapat mengetahui kesulitan peserta didik yang akan memudahkan guru dalam menempatkan tujuan pembelajaran dengan benar (Tamungku dkk., 2019). Kelemahan yang dialami peserta didik dapat diidentifikasi menggunakan tes diagnostik, sehingga guru dapat memberikan solusi yang tepat atas kesulitan yang dialami peserta didik. Penggunaan tes diagnostik membantu guru untuk melihat tingkat pencapaian, kemampuan dasar serta permasalahan utama yang menjadi kendala peserta didik dalam mencapai hasil belajar yang telah ditetapkan (Hidayati dkk., 2013). Seorang guru perlu mengembangkan tes diagnostik ini dalam proses pembelajaran untuk menentukan prioritas materi yang harus dicapai sesuai dengan apa yang telah ditentukan (Wijaya dkk., 2013). Selain untuk mengidentifikasi kesulitan, tes diagnostik juga dikembangkan untuk menganalisis pemahaman konsep peserta didik (Ulfah dkk., 2016).

Tes diagnostik tidak menentukan nilai akhir dalam suatu pembelajaran namun mengungkapkan kesulitan belajar, pemahaman konsep peserta didik, serta dapat membantu guru untuk mengelompokkan karakteristik tingkat pemahaman peserta didik (Antari & Sumarni, 2020). Pengelompokan karakter tingkat pemahaman peserta didik

oleh guru dapat dilakukan melalui proses pendekatan dalam menumbuhkan tes diagnostik yaitu: proses pendekatan secara kerangka materi, proses pendekatan dengan prasyarat dalam pengetahuan, proses pendekatan untuk mencapai kesuksesan belajar, proses pendekatan dalam mengidentifikasi kekurangan, serta proses pendekatan dalam menumbuhkan pengetahuan secara terstruktur (RI, 2003; Rusilowati, 2015). Proses pendekatan ini dapat diaplikasikan melalui beberapa tes diagnostik pilihan ganda, meliputi pilihan ganda basis *one-tier* (satu tingkat), basis *two-tier* (dua tingkat), basis *three-tier* (tiga tingkat), dan basis *four-tier* (empat tingkat) (Annisa dkk., 2019).

Hasil tes diagnostik dapat digunakan sebagai salah satu rujukan dalam memperbaiki proses pembelajaran agar sesuai dengan kemampuan peserta didik. Tes diagnostik dinyatakan efektif apabila mampu menggambarkan secara akurat kelemahan, miskonsepsi, serta cara berpikir peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan (Fariyani dkk., 2015). Selain itu, suatu tes dikatakan baik apabila memenuhi kriteria validitas, reliabilitas, objektivitas, ekonomis, dan praktibilitas sesuai dengan ketentuan yang berlaku (Mustika, 2022).

Tes diagnostik bertujuan untuk memperoleh informasi secara tepat mengenai kemampuan peserta didik, menetapkan hasil belajar, serta menarik kesimpulan terkait kelebihan dan kendala yang dialami peserta didik dalam proses pembelajaran, sehingga dapat menjadi dasar perbaikan bagi guru maupun peserta didik (Hadi dkk., 2015). Namun, dalam praktik pembelajaran, guru tidak selalu memperoleh informasi yang memadai mengenai kesulitan belajar peserta didik, seperti letak kesalahan konsep, gaya belajar, dan tingkat pemahaman. Oleh karena itu, diperlukan suatu upaya diagnosis kemampuan peserta didik terhadap konsep pembelajaran, salah satunya melalui penerapan model pembelajaran *Predict–Observe–Explain* (POE).

Model pembelajaran *Predict–Observe–Explain* (POE) merupakan salah satu bentuk pengembangan model pembelajaran yang bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat kemampuan peserta didik dalam memprediksi suatu fenomena serta memahami alasan atau dasar argumen di balik prediksi tersebut (Savitri dkk., 2019). Model pembelajaran POE ini pertama kali diperkenalkan oleh White dan Gunstone (1992), yang menekankan pentingnya keterlibatan aktif peserta didik dalam proses berpikir ilmiah melalui kegiatan memprediksi, mengamati, dan menjelaskan hasil pengamatan (Cinici & Demir, 2013). Menurut White dan Gunstone dalam Wu-Tsai (Wu & Tsai, 2005), latar belakang

dikembangkannya model pembelajaran POE ini untuk melihat kemampuan peserta didik dalam memprediksi atau memperkirakan suatu fenomena serta mengetahui apa yang mendasari argumen mereka tentang fenomena tersebut. Model *Predict–Observe–Explain* (POE) dapat membantu mengoreksi miskonsepsi yang dialami peserta didik dengan cara melibatkan mereka secara aktif dalam proses pembelajaran. Keterlibatan aktif ini mampu meningkatkan motivasi dan semangat belajar, sehingga peserta didik merasa lebih tertarik dan tidak mudah bosan selama mengikuti kegiatan pembelajaran (Suryawirawati dkk., 2018).

Pembelajaran dengan model POE menggunakan metode praktikal seperti prediksi, observasi serta mengetahui keterkaitan antara keduanya yang akan membentuk peserta didik dalam meningkatkan pengetahuan (Nurhaliza, 2019). Namun biasanya, pembelajaran yang terjadi di kelas hanya berfokus kepada kemampuan menghafal informasi tanpa membiasakan peserta didik untuk mengembangkan pola berpikir kritis. Ketika peserta didik disediakan soal dalam bentuk gambar pada dimensi pengetahuan faktual, mereka mengalami kesulitan dalam menyampaikan argumen karena tidak pernah dibiasakan. Model pembelajaran POE ini tentu menjadi sebuah inovasi dalam proses pembelajaran. Pembelajaran dengan melibatkan peserta didik secara aktif dalam memperkirakan suatu peristiwa, selanjutnya melalui pengamatan atau observasi mereka dapat menerangkan perbedaan prediksi awal sebelum dilakukannya pengamatan dan setelah dilakukannya pengamatan. Proses inilah yang akan menunjang peserta didik maupun guru dalam pembelajaran (Aida dkk., 2019; Savitri & Susilaningsih, 2019). Peserta didik dijadikan sebagai titik berat pembelajaran yang akan melatih skill komunikasi mereka karena pada pembelajaran ini, mereka dituntut untuk mampu mengkritik ide serta menyampaikan gagasan awal tentang suatu permasalahan. Selain itu, pembelajaran dengan model POE melatih ketelitian peserta didik. Hal ini karena mereka dibiasakan untuk mampu menggali fakta-fakta yang diperoleh melalui suatu fenomena, sehingga dengan informasi tersebut dapat menemukan jalan keluar yang tepat dalam menyelesaikan suatu permasalahan (Fernanda dkk., 2019).

Model pembelajaran POE ini membantu guru dalam mengidentifikasi kemampuan yang dimiliki peserta didik dalam memperkirakan suatu peristiwa serta mencari solusi dari masalah miskonsepsi peserta didik (Suryawirawati, Ramdhan, & A. A. Juhanda, 2018). Selain itu, pembelajaran POE juga melatih keaktifan peserta dalam menemukan

proses penyelesaian suatu persoalan dengan cara berpikir menggunakan sumber yang dapat memudahkannya untuk mencari jalan keluar dalam menyelesaikan persoalan tersebut (Fernanda dkk., 2019). Penggunaan model pembelajaran POE memberikan ruang untuk peserta didik dalam menggali kemampuan dalam mempertimbangkan kredibilitas suatu sumber yang digunakan sehingga hal ini dapat menjadikan aktivitas belajar peserta didik dapat lebih konstruktif dan bermakna (Abdillah & Anggara, 2021).

Model pembelajaran POE mampu mengakomodasi peserta didik untuk memahami konsep dengan lebih bermakna melalui ide-ide ilmiah yang dibangun dengan pemahamannya sendiri lalu membuktikannya dengan kegiatan observasi atau eksperimen secara langsung (Astuti dkk., 2020). Pembelajaran POE mampu menumbuhkan ide-ide ilmiah melalui keterlibatan secara langsung untuk memperkirakan suatu fenomena dan melakukan observasi suatu permasalahan sendiri sehingga mereka mampu menerangkan perbedaan prediksi awal dan akhir setelah observasi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh (Adebayo, 2015). Strategi pembelajaran POE ini menjadikan aktifnya proses pembelajaran karena peserta didik mampu berpartisipasi secara langsung serta memiliki kesempatan untuk mengemukakan interpretasi mereka sendiri (Jasdilla dkk., 2019). Dengan diterapkannya model pembelajaran POE ini, dapat meningkatkan motivasi belajar, prestasi akademik secara signifikan, pemahaman konsep ilmiah yang baik dan dapat mengaplikasikannya dalam kehidupan (Gernale dkk., 2015). Model pembelajaran POE menjadi alternatif dalam mengembangkan berpikir kritis dengan tahapan mampu memprediksi suatu fenomena yang terjadi (*predict*), melakukan observasi atau pengamatan dengan demonstrasi (*observe*), serta mampu menjelaskan hasil demonstrasi dan prediksi sebelumnya dengan konsep kimia makroskopis, submikroskopis dan simbolik yang dikenal dengan kemampuan multiple representasi.

Multipel representasi merupakan suatu kerangka pembelajaran yang menggabungkan berbagai bentuk penyajian informasi, seperti teks, gambar, dan grafik, yang digunakan untuk meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep kimia (Nurjanah dkk., 2022). Representasi dalam konsep-konsep kimia umumnya melibatkan kombinasi lebih dari satu model (Mulyani dkk., 2022). Multipel representasi dapat dijadikan skema dalam proses pembelajaran karena mendukung penguatan konsep peserta didik melalui representasi secara ulang tentang konsep yang sama namun dengan bentuk berbeda (Leksana, 2017). Multipel representasi mencanangkan sebuah konstruk

belajar yang akan melengkapi kebutuhan peserta didik dalam mengeksplorasi serta selesaikan suatu tugas yang membutuhkan informasi yang bersifat abstrak.

Multipel representasi memiliki tiga fungsi utama menurut Ainsworth (Arifah dkk., 2020) yaitu melengkapi peserta didik dalam proses perkembangan kognitif, meminimalisir kesalahan interpretasi yang mungkin terjadi, serta membangun konsep secara bermakna. Selain memiliki tiga fungsi utama, multipel representasi digunakan juga untuk mengetahui disparitas dalam suatu informasi yang dinyatakan oleh setiap interpretasi, dimana saling mengisi disaat representasi tunggal tidak mampu untuk menampung semua informasi yang dipaparkan (Nopitasari, 2019). Penggunaan multipel representasi memberi kemudahan kepada guru, terutama dalam merancang model pembelajaran yang mencakup aspek multipel representasi sehingga proses pembelajaran dapat berjalan efektif serta dapat meningkatkan kualitas pembelajaran terutama dalam pembelajaran kimia (Susanto dkk., 2017).

Representasi kimia memiliki tiga tingkatan yaitu makroskopis, sub mikroskopis, dan simbolik (Herawati dkk., 2013). Representasi tingkat makroskopik adalah representasi yang didapat dari sebuah pengamatan konkret terhadap suatu peristiwa yang dapat diamati secara langsung dengan pancaindra atau berupa suatu kejadian yang pernah dialami oleh peserta didik dalam kehidupannya sedangkan representasi tingkat submikroskopik adalah suatu representasi yang menjelaskan sesuatu pada level partikel melalui penggambaran sebagai sebuah atom, molekul dan ion (Mainur Hikmayanti & Lisa Utami, 2019). Representasi simbolik dipandang sebagai perantara representasi makroskopis dan representasi mikroskopik (Mudzakir, 2019). Kehadiran multipel representasi kimia membantu peserta didik dalam memahami berbagai konsep kimia dengan lebih mudah melalui aktivitas yang mendorong mereka untuk mengamati fenomena dari beragam sudut pandang. Pendekatan ini menstimulasi peserta didik agar dapat berpikir secara sistematis dan mendalam, sehingga mampu mencapai tingkat berpikir yang lebih tinggi dalam menginterpretasikan fenomena kimia yang diamati (Haris dkk., 2021).

Kimia merupakan ilmu yang memiliki hubungan yang sangat dekat dengan kehidupan. Hal tersebut menyebabkan peserta didik dituntut untuk dapat memahami kimia baik secara konsep maupun penerapannya. Berbeda dengan realitanya, peserta

didik merasa kesulitan dengan konsep-konsep kimia yang mereka pelajari di sekolah (Andriani dkk., 2019). Kesulitan yang peserta didik alami sebagian besar karena kompleks dan abstraknya ilmu kimia disertai dengan struktur zat kimia yang tidak dapat diamati secara langsung (Koimah & Muchtar, 2022). Abstraknya konsep yang ada dalam kimia mengharuskan adanya sebuah pendefinisian untuk menjelaskan istilah-istilah kimia yang membutuhkan pemahaman ekstra dari peserta didik (Febyanti dkk., 2020). Namun, peserta didik tidak pernah dibiasakan untuk mengungkapkan argumen yang mereka miliki serta kemampuan dalam berpikir untuk menemukan sebuah titik temu pengetahuan. Sementara, suatu proses pembelajaran dalam kimia dikatakan efektif jika peserta didik diberikan peluang untuk melakukan eksperimen serta mampu menumbuhkan wawasan konseptual yang kompleks dari pengalamannya sehingga bukan hanya pengetahuan hafalan (Hidayati & Yusbarina, 2023).

Sel elektrolisis merupakan salah satu materi kimia yang dipelajari di kelas XII dan memiliki keterkaitan erat dengan kehidupan sehari-hari. Secara umum, sel elektrolisis didefinisikan sebagai reaksi kimia yang terjadi akibat adanya arus listrik yang digunakan untuk menguraikan suatu zat dalam bentuk larutan atau lelehan (Saefudin dkk., 2021). Penerapan sel elektrolisis begitu dekat dengan kehidupan sehari-hari, contohnya sendok dan garpu yang digunakan sebagai alat makan setiap hari, dibuat melalui teknik *electroplating* menggunakan perak sebagai lapisannya. Materi sel elektrolisis memiliki tingkat abstraksi yang tinggi karena proses perubahan energi listrik menjadi energi kimia tidak dapat diamati secara langsung. Namun demikian, konsep sel elektrolisis dapat direpresentasikan melalui tiga level representasi kimia. Pada level makroskopik, proses elektrolisis dapat diamati melalui perubahan warna larutan serta terbentuknya gelembung gas pada elektroda. Pada level submikroskopik, proses elektrolisis dijelaskan melalui pergerakan ion-ion menuju elektroda yang bermuatan berlawanan serta terjadinya reaksi redoks pada permukaan elektroda. Sementara, pada level simbolik, proses tersebut direpresentasikan melalui persamaan reaksi kimia dan notasi sel (Sari dkk., 2021). Sifat abstrak pada materi sel elektrolisis menjadikannya sangat tepat digunakan untuk menganalisis kemampuan multipel representasi kimia peserta didik.

Untuk mengatasi berbagai permasalahan yang muncul selama proses pembelajaran, penelitian ini mengembangkan tes diagnostik berbasis *Predict–Observe–Explain* (POE) yang bertujuan untuk membantu guru dalam mendiagnosis tingkat

pemahaman konsep peserta didik sekaligus menilai ketercapaian tujuan pembelajaran. Model pembelajaran POE dinilai sangat tepat diterapkan karena berpusat pada peserta didik dan mendorong mereka untuk aktif dalam proses belajar. Selain itu, penerapan model POE juga memfasilitasi pemahaman konsep kimia secara mendalam, sehingga dianggap sebagai pendekatan pembelajaran yang efektif dan bermakna. Pembelajaran POE akan memberikan suatu pengalaman belajar yang berharga untuk peserta didik melalui desain konstruk belajar multipel representasi yang menghubungkan kreativitas dengan penguasaan konsep-konsep abstrak melalui pemahaman ilmiah serta kemampuan argumentasi sehingga menghasilkan gagasan yang dapat digunakan untuk mencari jalan keluar dari suatu permasalahan yang terkait dengan aspek lancar (*fluent*), fleksibel (*flexible*), serta baru (*original*) (Indriana dkk., 2015).

Penelitian pengembangan media pembelajaran dengan materi sel elektrolisis ini pernah dilakukan oleh (Sari dkk., 2021). Hasil dari penelitian tersebut menyatakan bahwa analisis penilaian kelayakan LKPD dengan prinsip inkuiri terbimbing yang diaplikasikan pada materi sel elektrolisis dikategorikan sangat layak sesuai dengan kriteria. Pengembangan media pembelajaran dengan materi sel elektrolisis juga pernah dilakukan penelitian oleh (Laisnima & Siregar, 2020). Hasil penelitiannya menyatakan bahwa dengan adanya modul pembelajaran kimia dengan basis STEM yang digunakan pada materi redoks serta sel elektrolisis mampu membantu peserta didik dalam meningkatkan hasil. Kemudian, penerapan media pembelajaran menggunakan representasi kimia dengan materi kimia sel elektrolisis, (Ilahi dkk., 2022) pernah melakukan penelitian tentang hal tersebut. Hasil dari penelitian tersebut menyatakan penggunaan media laboratorium virtual dalam proses pembelajaran mampu mengembangkan kecakapan peserta didik dalam mengaplikasikan representasi kimia dalam materi sel elektrolisis.

Berdasarkan penelitian diatas, penelitian pada materi kimia sel elektrolisis banyak dilakukan terutama pada bagian penerapan metode pembelajaran dengan tingkat keberhasilan yang berbeda-beda. Akan tetapi, penelitian mengenai pengembangan tes diagnostik berbasis POE belum pernah dilakukan sebelumnya untuk materi sel elektrolisis. Berdasarkan uraian tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan tujuan menganalisis kemampuan multipel representasi kimia peserta didik melalui tes diagnostik berbasis *Predict–Observe–Explain* (POE) pada materi sel elektrolisis. Tes diagnostik POE yang dikembangkan dengan pendekatan multipel

representasi diharapkan dapat membantu guru dalam menilai sejauh mana peserta didik memahami dan mengaitkan konsep-konsep kimia pada tiga level representasi, yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disampaikan, diperoleh identifikasi masalah sebagai berikut:

- 1 Guru belum mampu mendiagnosis kesulitan belajar peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung.
- 2 Proses pembelajaran masih berfokus pada kemampuan menghafal informasi, tanpa memberikan ruang bagi peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan analitis.
- 3 Peserta didik kesulitan menyampaikan argumen saat dihadapkan pada soal-soal yang menuntut pemahaman dimensi pengetahuan faktual.
- 4 Peserta didik mengalami hambatan dalam memahami konsep kimia yang bersifat kompleks dan abstrak.
- 5 Pemahaman konsep kimia peserta didik masih terbatas, sehingga mereka belum mampu menjelaskan konsep maupun istilah ilmiah dalam kimia secara tepat.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana validitas tes diagnostik *Predict-Observe-Explain* (POE) untuk menganalisis kemampuan multipel representasi kimia pada materi sel elektrolisis?
2. Bagaimana reliabilitas tes diagnostik *Predict-Observe-Explain* (POE) untuk menganalisis kemampuan multipel representasi kimia pada materi sel elektrolisis?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian di atas, tujuan dari penelitian ini yaitu:

3. Untuk mengetahui validitas pengembangan tes diagnostik *Predict-Observe-Explain* (POE) untuk menganalisis kemampuan multipel representasi kimia pada materi sel elektrolisis.

4. Untuk mengetahui reliabilitas tes diagnostik *Predict-Observe-Explain* (POE) untuk menganalisis kemampuan multipel representasi kimia pada materi sel elektrolisis.

1.5 Spesifikasi Produk Pengembangan

Spesifikasi produk yang dikembangkan dalam penelitian ini yaitu:

1. Produk yang dikembangkan berupa soal tes diagnostik berbasis *Predict-Observe-Explain* (POE) untuk menganalisis kemampuan multipel representasi kimia pada materi sel elektrolisis
2. Instrumen evaluasi tes diagnostik berbasis *Predict-Observe-Explain* (POE) untuk menganalisis kemampuan multipel representasi kimia pada materi sel elektrolisis berisi soal *predict*, untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik. Soal *observe*, berisi video praktikum sederhana, dan soal *explain* diberikan untuk menganalisis bagaimana kemampuan peserta didik menjelaskan berdasarkan prediksi awal dan hasil pengamatan yang telah diberikan
3. Instrumen evaluasi tes diagnostik berbasis POE disajikan dalam bentuk lembar soal
4. Tes diagnostik dikembangkan, di validasi oleh beberapa validator, serta dianalisis dari segi kualitas berdasarkan instrumen validasi
5. Tes diagnostik yang dikembangkan, diujicobakan kepada peserta didik kelas XII SMA/MA sederajat yang telah memperoleh materi sel elektrolisis.

1.6 Manfaat Penelitian

Berikut adalah manfaat dari penelitian yang dilakukan yaitu:

a. Bagi Peserta Didik

Pengembangan tes diagnostik *Predict-Observe-Explain* (POE) dalam proses pembelajaran dapat membantu peserta didik dalam memahami konsep-konsep kimia yang kompleks dan abstrak, meningkatkan kemampuan berpikir serta dapat membantu untuk meningkatkan hasil belajar.

b. Bagi Tenaga Pendidik

Pengembangan tes diagnostik *Predict-Observe-Explain* (POE) dalam proses pembelajaran dapat memberikan gambaran menyeluruh kepada guru mengenai tingkat kemampuan peserta didik serta membantu mendiagnosis kesulitan yang dialami selama proses belajar. Dengan demikian, guru dapat menentukan strategi

pembelajaran yang lebih tepat dan efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik.

c. Bagi Lembaga Pendidikan

Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai informasi untuk memperbaiki serta meningkatkan mutu dan kualitas pendidikan.

d. Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk kemajuan pendidikan serta menjadi salah satu tambahan wawasan bagi peneliti dalam memahami tanggungjawab yang diemban oleh guru dalam proses pembelajaran



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang berjudul “Pengembangan Tes Diagnostik *Predict-Observe-Explain* (POE) untuk Menganalisis Kemampuan Multipel Representasi Kimia Peserta Didik pada Materi Sel Elektrolisis”, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Instrumen tes diagnostik berbasis *Predict-Observe-Explain* (POE) yang dikembangkan menggunakan model evaluasi formatif Tessmer terbukti valid, akurat, dan reliabel untuk mengukur kemampuan multipel representasi kimia peserta didik pada materi sel elektrolisis. Hasil validasi isi menunjukkan nilai CVR dan CVI sebesar 1.00, yang mengindikasikan bahwa seluruh aspek konstruk, indikator, dan butir soal memiliki kesesuaian konseptual yang sangat baik serta layak digunakan dalam asesmen diagnostik kimia (Karamustafaoğlu & Mamlok-Naaman, 2015b).
2. Hasil analisis reliabilitas dengan Model Rasch menunjukkan konsistensi pengukuran yang sangat tinggi (*Cronbach's Alpha* = 0.93; *Person Reliability* = 0.88; *Item Reliability* = 0.87). Hasil ini menandakan bahwa instrumen memiliki daya pembeda yang kuat dan sebaran kesulitan butir soal yang luas, sesuai dengan karakteristik tes diagnostik yang baik (Juandi dkk., 2024). Peserta didik dibagi menjadi tiga kategori berdasarkan distribusi kemampuan yaitu peserta didik dengan kemampuan tinggi (18%), sedang (48%), dan rendah (34%). Distribusi ini menunjukkan bahwa mereka mampu menghubungkan sebagian besar level representasi kimia (makroskopik, submikroskopik, dan simbolik) dengan baik, tetapi masih belum maksimal dalam mengintegrasikan representasi submikroskopik yang bersifat abstrak (Gkitzia dkk., 2020; Keiner & Graulich, 2020) (Rahayu dkk., 2023; Treagust dkk., 2003). Penelitian ini membuktikan bahwa metode *Predict-Observe-Explain* (POE) tidak hanya efektif sebagai strategi pembelajaran berbasis konstruktivisme, tetapi juga berfungsi sebagai alat evaluasi formatif yang dapat merekonstruksi pemahaman konseptual peserta didik. Melalui POE, peserta diajak berpikir reflektif dengan membandingkan

prediksi dengan hasil observasi, kemudian menjelaskan hubungan kausalnya secara ilmiah (Wang & Wang, 2023).

Dengan demikian, instrumen tes diagnostik POE berbasis multipel representasi kimia yang dikembangkan ini dinyatakan valid secara isi, reliabel secara statistik, dan bermakna secara pedagogis sebagai alat asesmen yang mampu memetakan serta meningkatkan kemampuan multipel representasi peserta didik pada materi sel elektrolisis.

5.2 SARAN

Berdasarkan hasil dan kesimpulan penelitian, maka saran yang dapat diberikan yaitu:

1. Pendidik dan Guru Kimia

Guru disarankan untuk memanfaatkan instrumen tes diagnostik POE ini sebagai asesmen formatif dalam pembelajaran kimia. Instrumen ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kemampuan representasional peserta didik sehingga guru dapat merancang intervensi pembelajaran yang tepat sasaran, terutama untuk menguatkan representasi submikroskopik.

2. Lembaga Pendidikan

Hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar bagi lembaga atau sekolah untuk mendorong penerapan asesmen formatif berbasis POE dalam kurikulum kimia dikarenakan pendekatan ini tidak hanya mengukur hasil akhir, tetapi juga proses berpikir ilmiah dan pemahaman konseptual peserta didik.

3. Peneliti Lanjutan

Penelitian berikutnya dapat mengembangkan tes diagnostik POE serupa tetapi pada materi kimia yang lain seperti redoks, kesetimbangan, atau asam-basa. Penerapan POE juga bisa dipadukan dengan media visualisasi partikel dan simulasi interaktif agar peserta didik lebih mudah menghubungkan teori abstrak dengan fenomena nyata.

5.3 PENUTUP

Penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan asesmen kimia berbasis konstruktivisme modern. Melalui kombinasi *Predict-Observe-Explain* (POE) dan analisis Rasch Model, penelitian ini membuktikan bahwa asesmen dapat berfungsi sebagai alat diagnostik sekaligus sebagai sarana pembelajaran reflektif. Pendekatan seperti ini diharapkan menjadi dasar bagi inovasi asesmen kimia yang menarik, representasional, dan berbasis pemahaman konseptual mendalam.



DAFTAR PUSTAKA

- . A., Abdurrahman, Liliyasi, Rusli, A., & Waldrip, B. (2015). Implementasi Pembelajaran Berbasis Multi Representasi Untuk Peningkatan Penguasaan Konsep Fisika Kuantum. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 1(1).
<https://doi.org/10.21831/cp.v1i1.4189>
- Abdillah, C., & Anggara, D. S. (2021). Analisis Pemahaman Konsep IPA Siswa Pada Pembelajaran Predict-Observe-Explain ditinjau dari Rasa Ingin Tahu Siswa Kelas IV Sekolah Dasar. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 7(1).
<https://doi.org/10.31949/jcp.v7i1.2463>
- Abdurahim, S. (2023). Penerapan Model Pembelajaran *Predict Observe Explain* (POE) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Pada Materi Getaran Dan Gelombang Dikelas VIII SMP Negeri 9 Tidore Kepulauan. *KUANTUM: Jurnal Pembelajaran Dan Sains Fisika*, 4(1), Article 1.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.8398763>
- Acar Şeşen, B., & Mutlu, A. (2016). Predict-Observe-Explain Tasks in Chemistry Laboratory: Pre-Service Elementary Teachers' Understanding and Attitudes. *Sakarya University Journal of Education*, 6(2), 184.
<https://doi.org/10.19126/suje.46187>
- Adebayo, F. (2015). Generative and Predict-Observe-Explain Instructional Strategies: Towards Enhancing Basic Science Practical Skills of Lower Primary School Pupils. *International Journal of Elementary Education*, 4(4), 86.
<https://doi.org/10.11648/j.ijeeedu.20150404.12>
- Aditya, P., Testiana, G., & Kusuma Wardani, A. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Interaktif Berbasis Komputer pada Materi Fungsi Kuadrat untuk Siswa Kelas IX SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 8(1), 26–31.
<https://doi.org/10.21831/jpms.v8i1.29951>
- Adiyani, R., Anwar, M., & Abidin, Z. (2025). Teachers' Perceptions and Experiences Implementing Independent Curriculum In Indonesian Madrasahs. *Fikroh: Jurnal Pemikiran Dan Pendidikan Islam*, 18(1), 138–150.
<https://doi.org/10.37812/fikroh.v18i1.1830>

- Ahmad, N. J., Ishak, N. A., (2019). Learning Demand and Classroom Discourse Design Tools to Improve Students' Conceptual Understanding of the Nature of Electrolytes. *Asia Pacific Journal of Educators and Education*, 34, 187–218. <https://doi.org/10.21315/apjee2019.34.10>
- Ahmar, D. S., Azzajjad, M. F., & Syahrir, M. (2020). Students' Representation Ability in Chemistry. *Journal of Applied Science, Engineering, Technology, and Education*, 2(2), 181–187. <https://doi.org/10.35877/454RI.asci22124>
- Aida, T. N., Anggoro, S., & Andriani, A. (2019). Analisis Berpikir Kritis Siswa Melalui Model POE (*Predict-Observe-Explain*) di Sekolah Dasar. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 2(2), Article 2. <https://jurnal.unma.ac.id/index.php/jee/article/view/1496>
- Akaygun, S., & Adadan, E. (2019). Revisiting the Understanding of Redox Reactions Through Critiquing Animations in Variance. In M. Schultz, S. Schmid, & G. A. Lawrie (Eds.), *Research and Practice in Chemistry Education* (pp. 7–29). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6998-8_2
- Alang, S. (2015). Urgensi Diagnosis dalam Mengatasi Kesulitan Belajar. *AL-Irsyad AL-Nafs: Jurnal Bimbingan dan Penyuluhan Islam*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.24252/Aian.V2n1a1>
- Alfiatin, A. L., & Oktiningrum, W. (2019). Pengembangan Soal *Higher Order Thinking Skills* Berbasis Budaya Jawa Timur untuk Mengukur Penalaran Siswa SD. *Indiktika: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.31851/indiktika.v2i1.3395>
- Almanasreh, E., Moles, R., & Chen, T. F. (2019). Evaluation of methods used for estimating content validity. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 15(2), 214–221. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2018.03.066>
- Amahoru, M., Unwakoly, S., & Manoppo, Y. (2023). Penggunaan Model Pembelajaran *Predict Observe Explain* (POE) dalam Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik. *Atom: Jurnal Riset Mahapeserta didik*, 1(1), 12–22. <https://doi.org/10.30598/atom.1.1.12-22>
- Amelia, R. N., & Kriswantoro, K. (2017). Implementation of Item Response Theory for Analysis of Test Items Quality and Students' Ability in Chemistry. *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v2i1.8512>

- Amiroh, D., Sibua, S., & Salim, A. (2021). Pendekatan Multi Representasi untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Pemecahan Masalah Mahapeserta didik Pada Materi Gelombang. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 6(2), Article 2. <https://doi.org/10.28926/briliant.v6i2.615>
- Anas, A., Ibad, A. Z., Anam, N. K., & Hariwahyuni, F. (2023). Implementasi Kurikulum Merdeka Madrasah Ibtidaiyah (MI) (Studi Analisis Kebijakan KMA RI No. 347 Tahun 2022). *Journal of Creative Student Research*, 1(1), 99–116. <https://doi.org/10.55606/jcsrpolitama.v1i1.1043>
- Andriani, M., Muhali, M., & Dewi, C. A. (2019). Pengembangan Modul Kimia Berbasis Kontekstual untuk Membangun Pemahaman Konsep Siswa Pada Materi Asam Basa. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 7(1), 25–36. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v7i1.1653>
- Anggraini, I. N., Nugroho, W. S., Rinaldi, R. S., & Herawati, A. (2019). Analisis Pengaruh Tegangan Terhadap Karakteristik Kerja *Sel Electrolyzer* Dengan Variasi Bahan Elektroda. *Jurnal Amplifier: Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro Dan Komputer*, 9(1), 9–15. <https://doi.org/10.33369/jamplifier.v9i1.15395>
- Angriani, A. D., Nursalam, N., Fuadah, N., & Baharuddin, B. (2018). Pengembangan Instrumen Tes untuk Mengukur Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa. *AULADUNA: Jurnal Pendidikan Dasar Islam*, 5(2), 211. <https://doi.org/10.24252/auladuna.v5i2a9.2018>
- Annam, S., Susilawati, S., & Ayub, S. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran POE (*Predict-Observe-Explain*) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika SMA ditinjau dari Sikap Ilmiah Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(1), Article 1. <https://doi.org/10.29303/jipp.v5i1.104>
- Annisa, R., Astuti, B., & Mindyarto, B. N. (2019). Tes Diagnostik *Four Tier* untuk Identifikasi Pemahaman dan Miskonsepsi Siswa pada Materi Gerak Melingkar Beraturan. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan (JPFK)*, 5(1), 25. <https://doi.org/10.25273/jpfk.v5i1.3546>
- Antari, W. D., & Sumarni, W. (2020). Model Instrumen Test Diagnostik *Two Tiers Choice* Untuk Analisis Miskonsepsi Materi Larutan Penyangga. 14(1).

- Anton Vieta, P., & Duran, J. (2018). The opportunity to use videos of experiments in the chemistry classroom. *Communication Papers*, 7(14), 159. https://doi.org/10.33115/udg_bib/cp.v7i14.22282
- Arifah, K., Indrawatiningsih, N., & Afifah, A. (2020). Analisis Kemampuan Multiple Representasi Siswa dalam Memecahkan Masalah Peluang. *JP2M (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika)*, 6(2), 67. <https://doi.org/10.29100/jp2m.v6i2.1749>
- Ariya, A. A., Muis, A., & Ismail, I. (2025). Pengembangan Instrumen *Three-Tier Test* Diagnostik pada Materi Sistem Koordinasi untuk Mengidentifikasi Miskonsepsi Peserta Didik di SMAN 2 Sinjai. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(2), 1281–1297. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i2.15044>
- Ariyana, A. (2019). *Evaluasi Pembelajaran Bahasa dan Sastra Indonesia*. Seminar Nasional Pendidikan Bahasa Dan Sastra, 55–63.
- Astiti, D. T., Ibrahim, M., & Hariyono, E. (2020). Application of POE (Predict-Observe-Explain) Learning Strategies to Reduce Students' Misconceptions in Science Subjects in Elementary School. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 5(7), 437–445. <https://doi.org/10.38124/IJISRT20JUL478>
- Astuti, R. T., Dewi, M., & Pratiwi, R. Y. (2023). Online Test Instrument to Measure Students' Critical Thinking Ability. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 7(1), 276. <https://doi.org/10.20961/jdc.v7i1.71328>
- Atina, A. (2015). Tegangan dan Kuat Arus Listrik Dari Sifat Asam Buah. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 12(2), Article 2. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v12i2.989>
- B, M. (2017). Evaluasi Belajar Peserta Didik (Siswa). *Idaarah: Jurnal Manajemen Pendidikan*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.24252/idaarah.v1i2.4269>
- Bahariawan, A. S. S. dan A. (2018). *Buku Ajar Energi dan Elektrifikasi Pertanian*. Deepublish.
- Bar, V., Azaiza, E., Azaiza, D., & Shirtz, A. S. (2016). Teaching Electrolysis Using STSE Method, Multidisciplinary Approach. *World Journal of Educational Research*, 3(2), 321. <https://doi.org/10.22158/wjer.v3n2p321>

- Bashooir, K., & Supahar, S. (2018). Validitas dan reliabilitas instrumen asesmen kinerja literasi sains pelajaran fisika berbasis STEM. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 22(2), 219–230. <https://doi.org/10.21831/pep.v22i2.19590>
- Bhakti, Y. B. (2015). *Pengaruh Jumlah Alternatif Jawaban dan Teknik Penskoran Terhadap Reliabilitas Tes*.
- Bleam, W. (2017). Reduction-Oxidation Chemistry. In *Soil and Environmental Chemistry* (pp. 445–489). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804178-9.00009-4>
- Boone, W. J. (2016). Rasch Analysis for Instrument Development: Why, When, and How? *CBE- Life Sciences Education*, 15(4). <https://doi.org/10.1187/CBE.16-04-0148>
- Cinici, A., & Demir, Y. (2013). Teaching Through Cooperative POE Tasks: A Path to Conceptual Change. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 86(1), 1–10. <https://doi.org/10.1080/00098655.2012.712557>
- Davenport, E. C., Davison, M. L., Liou, P.-Y., & Love, Q. U. (2015). Reliability, Dimensionality, and Internal Consistency as Defined by Cronbach: Distinct Albeit Related Concepts. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 34(4), 4–9. <https://doi.org/10.1111/emip.12095>
- Devi, N. A., & Azra, F. (2023). Pengembangan Instrumen Tes Diagnostik Untuk Melihat Gambaran Model Mental Peserta Didik Pada Materi Asam Basa. *Entalpi Pendidikan Kimia*, 16–26. <https://doi.org/10.24036/epk.v4i3.345>
- Dewati, M., Suparmi, A., Sunarno, W., Sukarmin, S., & Cari, C. (2019). Implementasi multiple representation pada rangkaian listrik DC sebagai upaya meningkatkan problem solving skills. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya)*, 4(0), Article 0. <https://doi.org/10.20961/prosidingsnfa.v4i0.35927>
- Duskri, M., Kumaidi, K., & Suryanto, S. (2014). Pengembangan Tes Diagnostik Kesulitan Belajar Matematika di SD. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 18(1), 44–56. <https://doi.org/10.21831/pep.v18i1.2123>
- Ebiati, E. (2021). Pengembangan Instrumen Tes Diagnostik Dengan *Certainty Of Response Index* Untuk Mengidentifikasi Miskonsepsi Peserta didik Pada Materi Ikatan Kimia. *Journal Evaluation in Education (JEE)*, 2(3), Article 3. <https://doi.org/10.37251/jee.v2i3.220>
- Eliyawati, Rohman, I., & Kadarohman, A. (2018). The effect of learning multimedia on students' understanding of macroscopic, sub-microscopic, and symbolic levels in

- electrolyte and nonelectrolyte. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013, 012002. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012002>
- Elvia, R., Rohiat, S., & Ginting, S. M. (2020). Identifikasi Miskonsepsi Mahapeserta didik Pada Pembelajaran Daring Matematika Kimia Melalui Tes Diagnostik *Three Tier Multiple Choice*. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 9(2), 84–96. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v9i2.4422>
- Elvira, M., Retnawati, H., Rohaeti, E., & Sainuddin, S. (2023). Measurement of Students' Chemistry Practicum Skills Using Many Facets Rash Model. *European Journal of Educational Research*, volume–12–2023(volume–12–issue–3–july–2023), 1297–1315. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.3.1297>
- Evaluasi Belajar Peserta Didik (Siswa) | *Idaarah: Jurnal Manajemen Pendidikan*. (2013). <https://journal3.uin-alauddin.ac.id/index.php/idaarah/article/view/4269>
- Fadli, U. M., Basith, A., Rahayu, V., & Rahayu, I. (2022). *Studi Kelistrikan dari Tanah dalam Pot Tanaman sebagai Bahan Elektrolit Sel Galvani*.
- Fariyani, Q., Rusilowati, A., & Sugianto -. (2015). Pengembangan *Four-Tier Diagnostic Test* untuk Mengungkap Miskonsepsi Fisika Siswa SMA Kelas X. *Journal of Innovative Science Education*, 4(2), Article 2. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jise/article/view/9903>
- Fatir, F. S., Sehonu, & Setiawan, F. (2023). Analisis Pengaruh Pelapisan Nikel pada Material Aluminium Seri 2024 Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan dengan Metode Elektroplating. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 9(1), 174–180. <https://doi.org/10.56521/teknika.v9i1.611>
- Febrian, N. (2015). Pembuatan Operator Training Simulator Unit Tanur Anoda dan Pengolahan pada Pabrik Pemurnian Tembaga menggunakan Fasilitas Pemrograman *Function Block Distributed Control System*. *Jurnal Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, 5(2), 65. <https://doi.org/10.5614/joki.2013.5.2.2>
- Febyanti, A. D., Sidauruk, S., & Fatah, A. H. (2020). Kesulitan Siswa Kelas XII MIA SMA Negeri di Kota Palangka Raya Tahun Ajaran 2018/2019 dalam Memahami Konsep Sel Elektrolisis yang ditelusuri Menggunakan Instrumen *Two Tier Multiple Choiche*. *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 11(1), 1–13. <https://doi.org/10.37304/jikt.v11i1.68>

- Fernanda, A., Haryani, S., & Prasetya, A. T. (2019). *Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI Pada Materi Larutan Penyangga Dengan Model Pembelajaran*. 13(1).
- Fernández, A. A., López-Torres, M., Fernández, J. J., & Vázquez-García, D. (2023). Student-Generated Videos to Promote Understanding of Chemical Reactions. *Journal of Chemical Education*, 100(2), 1039–1046. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00813>
- Finnajah, M., Kurniawan, E. S., & Fatmaryanti, S. D. (2017). Pengembangan Modul Fisika SMA Berbasis Multi Representasi Guna Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas XI IIS 2 SMA Negeri 1 Prembun Tahun Ajaran 2015/2016.
- Fitriyani, D., Rahmawati, Y., & Yusmaniar, Y. (2019). Analisis Pemahaman Konsep Siswa Pada Pembelajaran Larutan Elektrolit dan non-Elektrolit dengan 8E Learning Cycle. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia (JRPK)*, 9(1), 30–40. <https://doi.org/10.21009/JRPK.091.04>
- Flores-Lasluisa, J. X., Huerta, F., Cazorla-Amorós, D., & Morallón, E. (2022). Transition metal oxides with perovskite and spinel structures for electrochemical energy production applications. *Environmental Research*, 214, 113731. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113731>
- Funke, K. (2013). Solid State Ionics: From Michael Faraday to green energy—the European dimension. *Science and Technology of Advanced Materials*, 14(4). <https://doi.org/10.1088/1468-6996/14/4/043502>
- Gaffney, J. S., & Marley, N. A. (2018). Oxidation-Reduction Reactions and Electrochemistry. In *General Chemistry for Engineers* (pp. 319–354). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-810425-5.00010-2>
- Gernale, J. P., Arañes, F. Q., & Duad, V. (2015). *The Effects of Predict-Observe- Explain (POE) Approach on Students' Achievement and Attitudes Towards Science*. 9(2).
- Gkitzia, V., Salta, K., & Tzougraki, C. (2020). Students' competence in translating between different types of chemical representations. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(1), 307–330. <https://doi.org/10.1039/C8RP00301G>
- Gustina, R., Hastuti, I. D., Nizaar, M., & Syaharuddin, S. (2023). Predict Observe Explain Learning Model: Implementation and Its Influence on Students' Critical Thinking

- Ability and Learning Outcomes (A Meta-Analysis Study). *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran Dan Pembelajaran*, 9(2), 706. <https://doi.org/10.33394/jk.v9i2.7388>
- Hadi, S., Ismara, K. I., & Tanumihardja, E. (2015). Pengembangan Sistem Tes Diagnostik Kesulitan Belajar Kompetensi Dasar Kejuruan Siswa SMK. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 19(2), Article 2. <https://doi.org/10.21831/pep.v19i2.5577>
- Hadinugrahaningsih, T., Rahmawati, Y., & Suryani, E. (2022). An analysis of preservice Chemistry teachers' misconceptions of reduction-oxidation reaction concepts. *Journal of Technology and Science Education*, 12(2), 448–465. <https://doi.org/10.3926/jotse.1566>
- Haider, A. (2016). Students' Performance in Chemistry in relation to their Logical Thinking Ability. *International Journal of Research*, 3(9), 753–761.
- Harahap, M. R. (2016). Sel Elektrokimia: Karakteristik dan Aplikasi. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(1). <https://doi.org/10.22373/crc.v2i1.764>
- Haris, A., Subandi, S., & Munzil, M. (2021). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Multiple Representasi dengan Model Problem Solving pada Topik Laju Reaksi terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 6(2), Article 2. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v6i2.14462>
- Harti, N. D. (2022). Pengembangan materi ajar fisika berbasis multirepresentasi untuk meningkatkan kemampuan berpikir analisis peserta didik di MAN 2 Makassar. 1(7).
- Hasbullah, H., & Nazriana, L. (2017). Peningkatan Kemampuan Interpretasi Grafik Melalui Pendekatan Multi-Representasi pada Materi Gerak Lurus. *Prosiding Seminar Nasional USM*, 1(1), Article 1. <https://ojs.serambimekkah.ac.id/index.php/semnas/article/view/365>
- Hasbullah, H., Halim, A., & Yusrizal, Y. (2019). Penerapan Pendekatan Multi Representasi Terhadap Pemahaman Konsep Gerak Lurus. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 2(2), 69–74. <https://doi.org/10.24815/jipi.v2i2.11621>
- Hasibuan, S. A., Fauzi, Kms. M. A., & Mukhtar, M. (2019). Development of PISA Mathematical Problem Model on the Content of Change and Relationship to Measure Students' Mathematical Problem-Solving Ability. *International*

- Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(2).
<https://doi.org/10.29333/iejme/6274>
- Hasrul, H., Yunus, M., & As, H. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Predict-Observe-Explain (POE) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta didik. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(1), Article 1. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i1.1972>
- Hendryadi, H. (2017). Validitas Isi: Tahap Awal Pengembangan Kuesioner. *Jurnal Riset Manajemen dan Bisnis (JRMB) Fakultas Ekonomi UNIAT*, 2(2), 169–178. <https://doi.org/10.36226/jrmb.v2i2.47>
- Herawati, H., Hakim, A., & Nurhadi, M. (2020). The effectiveness of inquiry-based learning with multiple representation to improve critical thinking skill in learning electrochemistry. *AIP Conference Proceedings*, 2215(1), 020007. <https://doi.org/10.1063/5.0001060>
- Herawati, R. F., Mulyani, S., & Redjeki, T. (2013). Pembelajaran Kimia Berbasis Multiple Representasi Ditinjau dari Kemampuan Awal Terhadap Prestasi Belajar Laju Reaksi Siswa SMA Negeri I Karanganyar Tahun Pelajaran 2011/2012. 2(2).
- Herda, A., Damris, M., & Asrial, A. (2014). Pengembangan Media Interaktif pada Pembelajaran Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit untuk Peserta didik SMA Kelas X. *Edu-Sains: Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 3(1). <https://doi.org/10.22437/jmpmipa.v3i1.1763>
- Herlambang, Y. D., Kurnianingsih, K., Roihatin, A., & Arifin, F. (2021). Unjukkerja Electrolyzer tipe Dry Cell Terhadap Variasi Konsentrasi Elektrolit dan Arus Listrik pada Mesin PEM Fuel Cell Skala Kecil untuk Pembangkit Listrik. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 16(3), 447. <https://doi.org/10.32497/jrm.v16i3.3077>
- Hidayati, N., & Yusbarina, Y. (2023). Desain dan Uji Coba Lembar Kerja Peserta Didik Untuk Materi Sel Elektrolisis Berbasis Guided Inquiry dengan Strategi Reading Infusion. *Journal of Chemistry Education and Integration*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.24014/jcei.v2i2.24906>
- Hidayati, T., Nugroho, S. E., & Sudarmin, S. (2013). Pengembangan Tes Diagnostik Untuk Mengidentifikasi Keterampilan Proses Sains dengan Tema Energi pada Pembelajaran IPA Terpadu. *Unnes Science Education Journal*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.15294/usej.v2i2.2041>

- Huri, N. H. D., & Karpudewan, M. (2019). Evaluating the effectiveness of Integrated STEM-lab activities in improving secondary school students' understanding of electrolysis. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(3), 495–508. <https://doi.org/10.1039/C9RP00021F>
- Ilahi, A. K., Subarkah, C. Z., & Sukmawardini, D. Y. (2022). Penerapan Media Pembelajaran Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Kimia pada Materi Sel Elektrolisis. 7.
- Indriana, V., Arsyad, N., & Mulbar, U. (2015). Penerapan Pendekatan Pembelajaran POE (*Predict-Observe-Explain*) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Kelas XI IPA-1 SMAN 22 Makassar. *Daya Matematis: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.26858/jds.v3i1.1317>
- Indriyani, D. P., Nizaruddin, N., & Wulandari, D. (2021). Profil Kemampuan Multi Representasi dalam Menyelesaikan Soal Cerita pada Peserta didik dengan Gaya Belajar Auditori. *Jurnal Kualita Pendidikan*, 2(2), 71–76. <https://doi.org/10.51651/jkp.v2i2.36>
- Irby, S. M., Phu, A. L., Borda, E. J., Haskell, T. R., Steed, N., & Meyer, Z. (2016a). Use of a card sort task to assess students' ability to coordinate three levels of representation in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(2), 337–352. <https://doi.org/10.1039/C5RP00150A>
- Izsák, A., & Sherin, M. G. (2003). Exploring the Use of New Representations as a Resource for Teacher Learning. *School Science and Mathematics*, 103(1), 18–27. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2003.tb18110.x>
- Jasdilla, L., Fitria, Y., & Sopandi, W. (2019). Predict Observe Explain (POE) strategy toward mental model of primary students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157, 022043. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/2/022043>
- Jeong, J., & Chong, S. C. (2021). Perceived variability reflects the reliability of individual items. *Vision Research*, 183, 91–105. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2021.02.008>
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701. <https://doi.org/10.1021/ed070p701>
- Juandi, T., Kaniawati, I., Samsudin, A., Riza, L. S., Susilawati, S., & Sapiruddin, S. (2024). Analysis Of The Validity And Reliability Of A Critical Thinking Skills

- Instrument On The Topic Of Wave-Particle Duality Using Rasch Model. *Quantum: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 15(2), 197–209. <https://doi.org/10.20527/quantum.v15i2.19996>
- Jubaedah, D. S., Kaniawati, I., Suyana, I., Samsudin, A., & Suhendi, E. (2017). Pengembangan Tes Diagnostik Berformat Four-Tier Untuk Mengidentifikasi Miskonsepsi Peserta Didik pada Topik Usaha dan Energi. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-JOURNAL) SNF2017 UNJ, SNF2017-RND-35-SNF2017-RND-40*. <https://doi.org/10.21009/03.SNF2017.01.RND.06>
- Karamustafaoğlu, S., & Mamlok-Naaman, R. (2015). Understanding Electrochemistry Concepts Using the Predict-Observe-Explain Strategy. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(5). <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1364a>
- Karpin, K. (2019). Development of Response Measurement Instruments Students on Learning. *Innovation of Vocational Technology Education*, 15(1), 19–23. <https://doi.org/10.17509/INVOTEC.V15I1.16053>
- Katmiati, S., & Rahmi, C. (2021). Tes Diagnostik Prediksi-Observasi-Eksplanasi (POE) Reaksi Kimia Untuk Menggali Model Mental Peserta Didik. *Jurnal Zarah*, 9(2), 97–104. <https://doi.org/10.31629/zarah.v9i2.3191>
- Keiner, L., & Graulich, N. (2020). Transitions between representational levels: Characterization of organic chemistry students' mechanistic features when reasoning about laboratory work-up procedures. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(1), 469–482. <https://doi.org/10.1039/C9RP00241C>
- Kholidanata, F., Wiji, W., & Yuliani, G. (2023). Profil Model Mental Peserta didik Pada Materi Hidrolisis Garam Berdasarkan Strategi Evaluasi Model *Predict-Observe-Explain* (POE). *Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia*, 11(2), Article 2. <https://ejournal.upi.edu/index.php/JRPPK/article/view/64279>
- Khusna, A. (2021). Penerapan Model Pembelajaran POE (*Predict Observe Explain*) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Pada Pelajaran Fisika. *TEACHING: Jurnal Inovasi Keguruan Dan Ilmu Pendidikan*, 1(3), Article 3. <https://doi.org/10.51878/teaching.v1i3.511>
- Kilic, S. (2016). Cronbach's alpha reliability coefficient. *Journal of Mood Disorders*, 6(1), 47. <https://doi.org/10.5455/jmood.20160307122823>

- Kim, K., & Paik, S.-H. (2021). Utilizing Unexpected Results in Water Electrolysis to Engage Students in Scientific Inquiry. *Journal of Chemical Education*, 98(4), 1302–1308. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01193>
- Koimah, N., & Muchtar, Z. (2022). Pengembangan tes diagnostik berbasis web pada materi konsep redoks. *Educenter: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 1(6), Article 6. <https://doi.org/10.55904/educenter.v1i6.218>
- Krishnan, S., & Idris, N. (2018). Using Partial Credit Model to Improve the Quality of an Instrument. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 7(4), 313–316. <https://doi.org/10.11591/ijere.v7i4.15146>
- Kurniasih, N., & Haka, N. B. (2017). Penggunaan Tes Diagnostik *Two-Tier Multiple Choice* Untuk Menganalisis Miskonsepsi Peserta Didik Kelas X Pada Materi Archaeobacteria Dan Eubacteria. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 8(1), 114–127. <https://doi.org/10.24042/biosf.v8i1.1270>
- Kutluay, Y. (2005). *Diagnosis of eleventh grade students' misconceptions about geometric optic by a three-tier test* [Master Thesis, Middle East Technical University]. <https://open.metu.edu.tr/handle/11511/15684>
- Lailiyah, L., Supriyati, Y., & Komarudin, K. (2018). Analysis Of Measures Items In Development Of Instruments Self-Assessment (Rasch Modeling Application). *JISAE: Journal of Indonesian Student Assessment and Evaluation*, 4(1), 1–9. <https://doi.org/10.21009/jisae.v4i1.7819>
- Laisnima, L., & Siregar, T. (2020). Modul Pembelajaran Berbasis *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Keterampilan Proses Peserta Didik pada Materi Redoks dan Sel Elektrolisis. *Jurnal Ilmu Pendidikan Indonesia*, 8(2), 84–90. <https://doi.org/10.31957/jipi.v8i2.1237>
- Laisnima, L., & Siregar, T. (2020). Modul Pembelajaran Berbasis *Science, Technology, Engineering And Mathematics* (STEM) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Dan Keterampilan Proses Peserta Didik Pada Materi Redoks Dan Sel Elektrolisis. *Jurnal Ilmu Pendidikan Indonesia*, 8(2), 84–90. <https://doi.org/10.31957/jipi.v8i2.1237>
- Laliyo, L. A. R., La Kilo, A., Papatungan, M., Kunusa, W. R., Dama, L., & Panigoro, C. (2022). Rasch Modelling To Evaluate Reasoning Difficulties, Changes Of

- Responses, And Item Misconception Pattern Of Hydrolysis. *Journal of Baltic Science Education*, 21(5), 817–835. <https://doi.org/10.33225/jbse/22.21.817>
- Laliyo, L. A. R., Utina, R., Husain, R., Umar, M. K., Katili, M. R., & Panigoro, C. (2023). Evaluating students' ability in constructing scientific explanations on chemical phenomena. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(9), em2328. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13524>
- Lebdiana, R., & Hindarto, N. (2014). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Materi Suhu Dan Kalor Berbasis POE (*Predict-Observe-Explain*) Untuk Meremediasi Miskonsepsi Peserta Didik.
- Leksana, K. G. (2017). Pengembangan Instrumen Tes Multi Representasi pada Konsep Alat-Alat Optik Untuk Mengidentifikasi Kemampuan Representasi Siswa [bachelorThesis, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta: Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, 2017]. <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/37737>
- Lestari, P. (2021). Analisis Kadar Anion F⁻, Cl⁻, NO₃⁻, Dan SO₄²⁻ Menggunakan Kromatografi Ion Untuk Mengetahui Kualitas Air Sumur Di Desa Sidangoli Gam. *Jurnal Pendidikan Kimia Unkhair (JPKU)*, 1. <https://doi.org/10.33387/jpku.v1i1.5050>
- Lin, C.-Y., & Wu, H.-K. (2021). Effects of different ways of using visualizations on high school students' electrochemistry conceptual understanding and motivation towards chemistry learning. *Chemistry Education Research and Practice*, 22(3), 786–801. <https://doi.org/10.1039/D0RP00308E>
- Ling, Y., Chen, P., Wang, J., Chen, K., & Ren, H. (2021). Design, Implementation, and Evaluation of a Scientific Modeling Course on Concentration Cells. *Journal of Chemical Education*, 98(4), 1163–1173. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01408>
- Lu, S. (2016). Development of a measurement instrument to assess students' electrolyte conceptual understanding. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 1030–1040. <https://doi.org/10.1039/C6RP00137H>
- Luthfiana, M., & Wahyuni, R. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Auditori, Intellectually, Repetition (Air) terhadap Hasil Belajar Matematika Peserta didik. *Jurnal Pendidikan Matematika: Judika Education*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.31539/judika.v2i1.701>

- Maharani, S., Mulyono, S., & Putri, E. R. (2022). Kaitan konduktivitas listrik dengan konsentrasi larutan garam dapur. *Progressive Physics Journal*, 3(2), 157. <https://doi.org/10.30872/ppj.v3i2.906>
- Mainur Hikmayanti & Lisa Utami. (2019). Analisis Kemampuan Multiple Representasi Siswa Kelas XI MAN 1 Pekanbaru pada Materi Titrasi Asam Basa. *JRPK: Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 9(1). <https://doi.org/10.21009/JRPK.091.07>
- Mardatila, A., Novia, H., & Sinaga, P. (2019). Penerapan Pembelajaran Fisika Menggunakan Multi Representasi untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif dan Pemecahan Masalah Peserta didik SMA pada Pokok Bahasan Gerak Parabola. *Omega: Jurnal Fisika dan Pendidikan Fisika*, 5, 33. <https://doi.org/10.31758/OmegaJPhysPhysEduc.v5i2.33>
- Martinsen, Ø. G., & Heiskanen, A. (2023). Chapter 7—Electrodes. Dalam Ø. G. Martinsen & A. Heiskanen (Ed.), *Bioimpedance and Bioelectricity Basics (Fourth Edition)* (hlm. 175–248). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819107-1.00005-4>
- Maulana, I. (2018). Perancangan Alat Pendeteksi Kualitas Air Minum Menggunakan Elektrolisis Dan Konduktivitas Berbasis Arduino Uno.
- Mohamad, E., Iyabu, H., Wiwiyani, W., Sihaloho, M., Bialangi, N., & Kilo, A. L. (2023). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta didik pada Materi Sel Volta dan Sel Elektrolisis dengan Menggunakan Tes Open-Ended Problem. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 5(2), 112–121. <https://doi.org/10.34312/jjec.v5i2.14492>
- Morais, C., André, C., Alves, J., & Giroto Jr., G. (2025). Laboratory Electrochemistry “Mystery Box”: From Pre-Service Teachers’ Observations To Inferences Through Predict-Observe-Explain Strategy. *Química Nova*. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20250077>
- Mubarak, S., Susilaningsih, E., & Cahyono, E. (2016). Pengembangan Tes Diagnostik Three Tier Multiple Choice Untuk Mengidentifikasi Miskonsepsi Peserta Didik Kelas XI. *Journal of Innovative Science Education*, 5(2), Article 2.
- Mudzakir, A. (2019). Analisis kemampuan siswa dalam memvisualisasikan reaksi pada konsep reduksi-oksidasi [Other, UIN Sunan Gunung Djati Bandung]. <https://etheses.uinsgd.ac.id/30317/>

- Muhamad, S., Harun, J., Surif, J., Abdul Halim, N. D., Omar, S. S., & Khan, M. U. (2017). Process and Potential Factors to Develop Problem Solving Competency in Learning Electrolysis. *Sains Humanika*, 9(1–4). <https://doi.org/10.11113/sh.v9n1-4.1128>
- Mulyani, S., Susanti Vh, E., Ariani, S. R. D., Utomo, S. B., Kharolinasari, R., & Panie, M. Y. (2022). Multiple Representation-Based Blended Learning Model for Chemistry Learning in High School. *PAEDAGOGIA*, 25(1), 55. <https://doi.org/10.20961/paedagogia.v25i1.56298>
- Muna, I. A. (2017). Model Pembelajaran POE (Predict-Observe-Explain) dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Keterampilan Proses IPA. *El-Wasathiya: Jurnal Studi Agama*, 5(1), Article 1. <https://doi.org/10.35888/el-wasathiya.v5i1.3028>
- Murniningsih, Muna, K., & Irawati, R. K. (2020). Analysis of misconceptions by four tier tests in electrochemistry, case study on students of the chemistry education study program UIN Antasari Banjarmasin. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440(1), 012008. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012008>
- Mustika, I. K. (2022). Optimalisasi Tes Diagnostik Berbasis IT dalam Meningkatkan Mutu Pembelajaran Bahasa Bali pada Kurikulum Merdeka. *Kalangwan Jurnal Pendidikan Agama, Bahasa dan Sastra*, 12(2), Article 2. <https://doi.org/10.25078/kalangwan.v12i2.1674>
- Nakiboğlu, C., & Nakiboğlu, N. (2025). Mapping Preservice Chemistry Teachers' Group Cognitive Structures Of Electrochemistry And Comparison With Their Understandings Of Electrochemistry Concepts. *Chemistry Education Research and Practice*. <https://doi.org/10.1039/D5RP00128E>
- Noorkholisoh, L., Yustiana, Y. R., Budiman, N., & Suryana, D. (2024). Validity and Reliability Analysis Using the Rasch Model in Developing Creativity Tests Instruments for Elementary School Students. *Jurnal Ilmiah Bimbingan Konseling Undiksha*, 15(1), 128–135. <https://doi.org/10.23887/jibk.v15i1.81249>
- Nopitasari, D. (2018). Analisis Kemampuan Multi Representasi Matematis Berdasarkan Kemampuan Awal Matematis Mahasiswa.
- Novanto, Y. S., Anitra, R., & Wulandari, F. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran POE Terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep IPA Peserta Didik SD. *ORBITA:*

- Jurnal Kajian, Inovasi dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(1), 205.
<https://doi.org/10.31764/orbita.v7i1.4665>
- Novita, L., Talitha, S., Rohimah, R., Sundari, F. S., & Purnamasari, R. (2024). Independent Curriculum Management Through Developing Teaching Modules on Style Materials. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 16(2), 1275–1288.
<https://doi.org/10.35445/alishlah.v16i2.4824>
- Nurdiyanti, D., Permanasari, A., Mulyani, S., & Hernani. (2020). Prospective chemistry teachers' perceptions of multiple representation and ability to represent voltaic cell subject. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(3), 032103.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/3/032103>
- Nurhaliza, N. (2019). Pengembangan Bahan Ajar dengan Model Pembelajaran *Predict-Observe-Explain* (POE) Berbasis Konsep Gamifikasi Pada Materi Segitiga SMP [Undergraduate, UIN Raden Intan Lampung].
<http://repository.radenintan.ac.id/8340/>
- Nurjanah, R. S., Yuniar, & Pratiwi, R. Y. (2022). Analisis Kemampuan Multipel Representasi Kimia Siswa Kelas XI Pada Materi Asam Basa di Sma Muhammadiyah 2 Palembang. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Kimia*, 1(1), Article 1.
- Ono, S. (2020). Uji Validitas dan Reliabilitas Alat Ukur SG Posture Evaluation. *Jurnal Keterampilan Fisik*, 5(1), 55–61. <https://doi.org/10.37341/jkf.v5i1.167>
- Orozco, M., Boon, M., & Susarrey Arce, A. (2022). Action Research On Electrochemistry Learning. Conceptual Modelling Intervention To Promote Disciplinary Understanding, Scientific Inquiry, And Reasoning. Towards A New Future In Engineering Education, New Scenarios That European Alliances of Tech Universities Open Up, 587–595. <https://doi.org/10.5821/conference-9788412322262.1246>
- Parmaningsih, T. J., & Saputro, D. R. S. (2021). Rasch analysis on item response theory: Review of model suitability. *AIP Conference Proceedings*, 2326(1), 020017.
<https://doi.org/10.1063/5.0040305>
- Patra, A., & Guha, A. (2018). Content Validity Index: A Simple But Significant Approach In Social Science Research. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, 8(3), 36–42.

- Pedrajita, J. Q. (2017). Correction of Differentially Functioning Items: Basis for Maintaining and Enhancing Test Validity and Reliability. *World Journal of Educational Research*, 4(1), 62. <https://doi.org/10.22158/wjer.v4n1p62>
- Permana, A. H., Sekartaji, A., & Ambarwulan, D. (2022). Development of Diagnostic Test of Learning Difficulties for High School on Newton's Law Material using Moodle Learning Platform. *Journal of Physics: Conference Series*, 2377(1), 012070. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2377/1/012070>
- Peserta didikningsih, W. (2014). Pengembangan Tes Diagnostik Two-Tier Untuk Mengidentifikasi Miskonsepsi Pada Materi Kimia Peserta Didik SMA. *Jurnal Pengajaran Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 19(1), 117. <https://doi.org/10.18269/jpmipa.v19i1.487>
- Phajan, T., Cojorn, K., & Dien, T. N. N. (2025). Exploring the Representational Competence of Eleventh-Grade Students on the Rates of Chemical Reactions. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 14(2). <https://doi.org/10.15294/jpii.v14i2.24509>
- Prain, V., & Waldrip, B. (2006). An Exploratory Study of Teachers' and Students' Use of Multi-modal Representations of Concepts in Primary Science. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1843–1866. <https://doi.org/10.1080/09500690600718294>
- Prihatni, Y., Kumaidi, K., & Mundilarto, M. (2016). Pengembangan Instrumen Diagnostik Kognitif Pada Mata Pelajaran IPA DI SMP. *Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan*, 20(1), Article 1. <https://doi.org/10.21831/pep.v20i1.7524>
- Prokša, M., Drozdíková, A., & Haláková, Z. (2018). Learners' Understanding of Chemical Equilibrium at Submicroscopic, Macroscopic and Symbolic Levels. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*, 23(1–2), 97–111. <https://doi.org/10.1515/cdem-2018-0006>
- Puji Cahyani, V., & Sutrisno, H. (2018). Validation of Multiple Representation Instrument to Measure Student's Multiple Representation Skill. *American Journal of Educational Research*, 6(8), 1198–1205. <https://doi.org/10.12691/education-6-8-20>
- Putra, I. K. A. A. J., Suarsana, I. M., & Suharta, I. G. P. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Interaktif Materi Pecahan Untuk Peserta Didik SmpIb Tunarungu Dengan

- Pendekatan Multi Representasi. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika: JANAPATI*, 9(2), Article 2. <https://doi.org/10.23887/janapati.v9i2.23184>
- Putri, A. R. (2018). Energi Alternatif Dengan Menggunakan Reaksi Elektrokimia. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 3(1). <https://doi.org/10.29100/jipi.v3i1.656>
- Putri, R. E., & Subekti, H. (2021). Analisis Miskonsepsi Menggunakan Metode Four- Tier Certainty Of Response Index. *Pensa: E-Jurnal Pendidikan Sains*, 9(2), 220–226.
- Rachman, A., Samanlangi, A., & Purnomo, H. (2024). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*.
- Rahayu, D. S., Yanti, M., & Lestari, A. (2023). Students' Chemistry Multiple Representation Ability in Voltaic Cell Materials. *Journal of Tropical Chemistry Research and Education*, 5(1), 44–53. <https://doi.org/10.14421/jtcre.2023.51-06>
- Rahmadhani, F., Nufus, H., & Mursalin, M. (2023). Development of student worksheets based on the Predict-Observe-Explain (POE) Model on Social Arithmetic Material. *International Journal of Advances in Social and Economics*, 4(3), 95–101. <https://doi.org/10.33122/ijase.v4i3.239>
- Rahmawati, A. (2016). Pengembangan Modul Kimia Dasar Berbasis Multipel Level Representasi Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahapeserta Didik. *Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA*, 5(2), Article 2.
- Rahmawati, I., Pamelasari, S. D., & Hardianti, R. D. (2019). Penggunaan Model Pembelajaran Multi Representasi Berbantuan Adventure Game Untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Peserta Didik.
- Ratnasari, D., Irwansyah, F. S., & Subarkah, C. Z. (2019). The Making KIT Micro Scale Electrolysis Experiments Using Lithium Batteries Based On Green Chemistry. *Journal of Physics: Conference Series*, 1402(5), 055031. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/5/055031>
- Restami, M. P., Suma, K., & Pujani, M. (2013). Pengaruh Model Pembelajaran POE (*Predict-Observe- Explain*) Terhadap Pemahaman Konsep Fisika Dan Sikap Ilmiah Ditinjau Dari Gaya Belajar Peserta Didik. 3.
- RI, D. (2003). *Pedoman Pengembangan Tes Diagnostik Sains SMP*. Departemen Pendidikan Nasional RI.

- Rini Selly. (2020). Electroplating Method on Copper (Cu) Substate with Silver (Ag) Coating Applied. *IJCST-UNIMED*, 03(02), 38–41.
- Rini, E. S. (2015). *Pengaruh Perhatian Orang Tua Dan Kedisiplinan Peserta Didik Terhadap Prestasi Belajar Mata Pelajaran*. 9(2).
- Rinta, C., & Fitriza, Z. (2022). Development of Structured Essay Diagnostic Test of Chemistry on Acid Base Titration Materials as an Instrument for Analysis of Student Learning Outcomes. *Edukimia*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.24036/ekj.v4.i2.a353>
- Ritonga, P. S., & Yasthophi, A.-. (2019). Pengembangan Instrumen Test Diagnostik Multiple Choice Four Tier Pada Materi Ikatan Kimia. *Konfigurasi: Jurnal Pendidikan Kimia dan Terapan*, 3(1), 23. <https://doi.org/10.24014/konfigurasi.v3i1.6797>
- Rodhiah, S. A., & Roza, L. (2020). Hasil Analisis Kebutuhan Pengembangan Ebook Berbasis Multipel Representasi. *Prosiding Seminar Pendidikan Fisika FITK UNSIQ*, 2(1), Article 1.
- Rodrigues, I. B., Adachi, J. D., Beattie, K. A., & MacDermid, J. C. (2017). Development and validation of a new tool to measure the facilitators, barriers, and preferences to exercise in people with osteoporosis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 18(1), 540. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1914-5>
- Rokhim, D. A., Rahayu, S., & Dasna, I. W. (2023). Analisis Miskonsepsi Kimia dan Instrumen Diagnosis: Literatur Review. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 17(1), Article 1. <https://doi.org/10.15294/jipk.v17i1.34245>
- Rosdianto, H., & Murdani, E. (2017). Implementasi Model Pembelajaran Poe (Predict Observe Explain) Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik Pada Materi Hukum Newton. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 6.
- Roza, M. (2019). Pengembangan Tes Diagnostik Miskonsepsi *Three-Tier Test* pada Materi Hukum Newton.
- Rudibyani, R. B., Perdana, R., (2020). Development of Problem-Solving-Based Knowledge Assessment Instrument in Electrochemistry. *International Journal of Instruction*, 13(4), 957–974. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13458a>

- Rusilowati, A. (2015). Pengembangan Tes Diagnostik Sebagai Alat Evaluasi Kesulitan Belajar Fisika. *Prosiding: Seminar Nasional Fisika Dan Pendidikan Fisika*, 6(1), Article 1. <https://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/prosfis1/article/view/7684>
- Saefudin, S., Sulisty, S., Sulardjaka, S., & Arfiansyah, R. (2021). Desain Sel Elektrolisis untuk Memproduksi MgO dari Limbah Garam Rakyat. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 16(2), Article 2. <https://doi.org/10.32497/jrm.v16i2.2574>
- Saefurohman, A. (2019). *Pengantar Kimia Dasar: Vol. Cet 1* (R. Mulyani, Ed.). CV. Media Madani. <http://repository.uinbanten.ac.id/id/eprint/5286>
- Samantara, A. K., & Ratha, S. (2019). Types of Electrolysis and Electrochemical Cell. In A. K. Samantara & S. Ratha, *Metal Oxides/Chalcogenides and Composites* (pp. 5–9). *Springer International Publishing*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-24861-1_2
- Sanaky, M. M., Saleh, L. M., & Titaley, H. D. (2021). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan pada Proyek Pembangunan Gedung Asrama Man 1 Tulehu Maluku Tengah. 11(1).
- Sari, A. T. W., & Alarifin, D. H. (2016). Pengembangan Modul Berbasis POE (Predict, Observe, Explain) Materi Usaha Dan Energi Ditinjau Dari Kemampuan Kognitif. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.24127/jpf.v4i2.531>
- Sari, M. A., Harun, A. I., & Rasmawan, R. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Inkuiri Terbimbing pada Materi Sel Elektrolisis Kelas XII IPA SMA Negeri 1 Sungai Kakap. *Jurnal Ilmiah Ar-Razi*, 9(2). <https://doi.org/10.29406/ar-r.v9i2.2672>
- Saselah, Y. R., M, M. A., & Qadar, R. (2017). Interactive Multimedia Development Based on Adobe Flash CS6 Profesional on Learning of Chemical Equilibrium. *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v2i2.11978>
- Savitri, R. W., & Susilaningsih, E. (2019). Analisis Ketercapaian Kompetensi Pengetahuan Peserta Didik Melalui Pembelajaran *Predict, Observe, Explain*. 13(2).
- Savitri, R. W., Susilaningsih, E., & Harjono, H. (2019). Analisis Ketercapaian Kompetensi Dasar Peserta Didik Melalui Pembelajaran *Predict, Observe,*

- Explain. Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(2), Article 2.
<https://doi.org/10.15294/jipk.v13i2.15152>
- Seah, R., & Horne, M. (2020). The construction and validation of a geometric reasoning test item to support the development of learning progression. *Mathematics Education Research Journal*, 32(4), 607–628. <https://doi.org/10.1007/s13394-019-00273-2>
- Setyorini, A. D., Yamtinah, S., Mahardiani, L., & Saputro, S. (2021). A Rasch Analysis of Item Quality of the Chemical Literacy Assessment for Investigating Student's Chemical Literacy on Chemical Rate Concepts. *European Journal of Educational Research*, volume–10–2021(volume–10–issue–4–october–2021), 1769–1779. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.10.4.1769>
- Sholihat, F. N., Samsudin, A., & Nugraha, M. G. (2017). Identifikasi Miskonsepsi dan Penyebab Miskonsepsi Peserta didik Menggunakan *Four-Tier Diagnostic Test* Pada Sub-Materi Fluida Dinamik: Azas Kontinuitas. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 3(2), 175–180. <https://doi.org/10.21009/1.03208>
- Shun Saso, S., Motonori, O., Yuri Uesaka, & Satoshi Usami. (2025). Diagnostic Assessment of Deep Understanding Using Cognitive Diagnostic Models: A Large-Scale Assessment to Promote the Use of Effective Learning Strategies. https://doi.org/10.31234/osf.io/hk5y2_v3
- Siagian, Q. A., & Sagala, P. N. (2021). Development Of Test Instruments to Measure High Order Thinking Skill (HOTS) Mathematics of Students in MTs 2 State of Medan City: Pengembangan Instrumen Tes Untuk Mengukur High Order Thinking Skill (HOTS) Matematis Siswa Mtsn 2 Kota Medan. *Mathline: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 6(2), Article 2. <https://doi.org/10.31943/mathline.v6i2.222>
- Siahaan, K. W. A., Lumbangaol, S. T. P., Marbun, J., Nainggolan, A. D., Ritonga, J. M., & Barus, D. P. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dengan Multi Representasi terhadap Keterampilan Proses Sains dan Penguasaan Konsep IPA. *Jurnal Basicedu*, 5(1), 195–205. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i1.614>
- Sim, J. H., & Daniel, E. G. S. (2014a). Representational competence in chemistry: A comparison between students with different levels of understanding of basic

- chemical concepts and chemical representations. *Cogent Education*, 1(1), 991180. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2014.991180>
- Son, A. L. (2019). Instrumentasi Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis: Analisis Reliabilitas, Validitas, Tingkat Kesukaran Dan Daya Beda Butir Soal. *Gema Wiralodra*, 10(1), 41–52. <https://doi.org/10.31943/gemawiralodra.v10i1.8>
- Sri Mertasari, N. M., & Candiasa, I. M. (2022). Formative Evaluation of Digital Learning Materials. *Journal of Education Technology*, 6(3), 507–514. <https://doi.org/10.23887/jet.v6i3.44165>
- Su, K.-D. (2020). Enhancing Students' High-Order Cognitive Skills for Hierarchical Designs in Micro and Symbolic Particulate Nature of Matter. *Journal of Baltic Science Education*, 19(5), 842–854. <https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.842>
- Sudana, I. M., & Arsani, I. A. A. (2014). *Alat Simulasi Pelapisan Logam Dengan Metode Elektroplating*. 14(3).
- Suhaesa, A. A. A., Andayani, Y., Muti'ah, M., & Anwar, Y. A. S. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran *Predict-Observe-Explain* (POE) Terhadap Pemahaman Konsep Peserta didik Materi Keseimbangan Kelarutan Kelas XI MIA SMAN 2 Labuapi Tahun Ajaran 2017/2018. *Chemistry Education Practice*, 1(2), 27. <https://doi.org/10.29303/cep.v1i2.956>
- Suhaesa, A. A. A., Andayani, Y., Muti'ah, M., & Anwar, Y. A. S. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran *Predict-Observe-Explain* (POE) Terhadap Pemahaman Konsep Siswa Materi Keseimbangan Kelarutan Kelas XI MIA SMAN 2 Labuapi Tahun Ajaran 2017/2018. *Chemistry Education Practice*, 1(2), 27–35. <https://doi.org/10.29303/cep.v1i2.956>
- Suhandi, M. A., Rusdiana, M. D., Kaniawati, M. I., & Mudjiarto, M. R. (2015). Menentukan Besar Medan Listrik Radial Pada Berbagai Jenis Konduktor Yang Dialiri Arus Listrik Tetap. *Jurnal Pengajaran Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 3(1), 20. <https://doi.org/10.18269/jpmipa.v3i1.376>
- Sukmawati, W. (2019). Analisis level makroskopis, mikroskopis dan simbolik mahasiswa dalam memahami elektrokimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(2), Article 2.
- Sukmawati, W. (2019). Analisis level makroskopis, mikroskopis dan simbolik mahasiswa dalam memahami elektrokimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(2). <https://doi.org/10.21831/jipi.v5i2.27517>

- Suryadi, T., Alfiya, F., Yusuf, M., Indah, R., Hidayat, T., & Kulsum, K. (2023). Content Validity for The Research Instrument Regarding Teaching Methods of The Basic Principles of Bioethics. *Jurnal Pendidikan Kedokteran Indonesia: The Indonesian Journal of Medical Education*, 12(2), Article 2. <https://doi.org/10.22146/jpki.77062>
- Suryawirawati, I. G., Ramdhan, B., & Juhanda, A. (2018). Analisis Penurunan Miskonsepsi Peserta didik Pada Konsep Pemanasan Global Dengan Tes Diagnostik (*Two-Tier Test*) Setelah Pembelajaran *Predict-Observe-Explain* (POE). *Journal Of Biology Education*, 1(1), 93. <https://doi.org/10.21043/job.e.v1i1.3361>
- Susanto, H., Suyatno, S., & Madlazim, M. (2017). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Kimia Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Stad Berbasis Multiple Representasi untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Pokok Bahasan Reaksi Reduksi Oksidasi di Kelas X SMA. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 4(2), 572. <https://doi.org/10.26740/jpps.v4n2.p572-578>
- Syawalian, M. A. R., Yohana, Y., & Kahar, A. (2019). Pengaruh Kuat Arus dan Tegangan Terhadap Perubahan Kandungan Logam pada Lindi TPA Sampah dengan Metode Elektrolisis. *Jurnal Chemurgy*, 3(1), 6. <https://doi.org/10.30872/cmg.v3i1.2596>
- Talib, A. H., & Amiroh, D. (2022). Pengaruh Pendekatan Multi Representasi dengan *Model Discovery Learning* untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Kalor.
- Tamungku, R., Tani, D., & Tuerah, J. (2019). Analysis of Students' Misconceptions Using Two-Tier Multiple Choice Diagnostic Tests on Atomic Structure Material in Remboken State High School 1. *Oxygenius Journal of Chemistry Education*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.37033/ojce.v1i2.109>
- Teerasong, S., Chantore, W., Ruenwongsa, P., & Nacapricha, D. (2010). Development of a predict-observe-explain strategy for teaching flow injection at undergraduate chemistry. *International Journal of Learning*, 17(8), 137–150. <https://doi.org/10.18848/1447-9494/cgp/v17i08/47217>
- Tian, P., Sun, D., Han, R., & Fan, Y. (2023). Integrating Micro Project-Based Learning To Improve Conceptual Understanding and Crucial Learning Skills in Chemistry.

- Journal of Baltic Science Education*, 22(1), 130–152.
<https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.130>
- Tika, P. N., Jariah, Y. A., Melina, M. M., Ristanto, R. H., & Isfaeni, H. (2023). Pengembangan Instrumen Tes Diagnostik Three-Tier Pada Pembelajaran Sistem Ekskresi Berdiferensiasi. *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, 10(2), 167–182. <https://doi.org/10.31849/bl.v10i2.14610>
- Treagust, D., Chittleborough, G., & Mamiala, T. (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>
- Trinovitasari, F., Maria S., H. T., & Hidayatullah, M. M. S. (2022). Pengembangan Tes Diagnostik Menggunakan Model Teslet untuk Mengidentifikasi Kesulitan Belajar Peserta didik SMA pada Materi Momentum dan Impuls. *Variabel*, 5(2), 57.
<https://doi.org/10.26737/var.v5i2.3091>
- Ulfah, T., Rusman, & Khaldun, I. (2016). Analisa kesulitan Pemahaman Konsep Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan Pada Siswa SMA Inshafuddin Tahun Ajaran 2015/2016. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Kimia*, 1(4), Article 4.
<https://jim.usk.ac.id/pendidikan-kimia/article/view/1349>
- Ummah, K., Mardhiya, J., & Mulyanti, S. (2022). Pengembangan Instrumen Tes Penguasaan Konsep Representasi Kimia Pada Lima Indikator Asam Basa Dari Alam: Analisis Dengan Rasch Model. *Jurnal Tarbiyah*, 29(2), 212–225.
<https://doi.org/10.30829/tar.v29i2.1706>
- Upahi, J. E., & Ramnarain, U. (2019). Representations of chemical phenomena in secondary school chemistry textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(1), 146–159. <https://doi.org/10.1039/C8RP00191J>
- Verawati, N. N. S. P., Prayogi, S., Yusup, M. Y., & Taha, H. (2020). Development of the Test Instrument for Measuring Students' Critical Thinking Abilities on Fluid Material. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram*, 8(1), 46. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v8i1.2487>
- Veugelers, R., & Wang, J. (2019). Scientific novelty and technological impact. *Research Policy*, 48(6), 1362–1372. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.01.019>

- Vonk, M., Bohacek, P., Militello, C., & Iverson, E. (2017). Developing model-making and model-breaking skills using direct measurement video-based activities. *Physical Review Physics Education Research*, 13(2), 020106. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.020106>
- Wahyono, Y., & Sutanto, H. (2017). *Produksi gas hydrogen menggunakan metode elektrolisis dari elektrolit air dan air laut dengan penambahan katalis NaOH*. 6(4).
- Wang, Z., Chi, S., Luo, M., Yang, Y., & Huang, M. (2017a). Development of an instrument to evaluate high school students' chemical symbol representation abilities. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 875–892. <https://doi.org/10.1039/C7RP00079K>
- Wati, D. K., Supriana, E., & Sultur, S. (2019). Pengembangan *E-Book* Fisika Berbasis Multi Representasi dengan *Corrective Feedback* pada Materi Gerak Lurus untuk Kelas X SMA/MA. Seminar Nasional Fisika dan Pembelajarannya, 0, Article 0.
- Wati, M., Husna, A., Miriam, S., & Mahtari, S. (2018). Developing Cognitive Instruments Based on Science Literacy on Sound Materials. Proceedings of the 1st International Conference on Creativity, Innovation and Technology in Education (IC-CITE 2018). Proceedings of the 1st International Conference on Creativity, Innovation and Technology in Education, Banjarmasin, Indonesia. <https://doi.org/10.2991/iccite-18.2018.41>
- Wati, R. S., Nurlaeli, N., & Husni, M. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Cerita Bergambar Pada Mata Pelajaran Matematika Sekolah Dasar. *Journal of Integrated Elementary Education*, 1(1), 31–40. <https://doi.org/10.21580/jieed.v1i1.7774>
- Weinrich, M. L., & Talanquer, V. (2016). Mapping students' modes of reasoning when thinking about chemical reactions used to make a desired product. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(2), 394–406. <https://doi.org/10.1039/C5RP00208G>
- Widhiyanti, T., Luviani, S. D. (2022). Revealing Preservice Teachers' Conceptions, Troublesome Knowledge, and Threshold Concept of Chemical Equilibrium through Predict Observe Explain Mental Model Diagnostic Test (POE-MMDT).

- Asia Pacific Journal of Educators and Education*, 37(2), 31–50.
<https://doi.org/10.21315/apjee2022.37.2.3>
- Widianti, S., Giavani, G., Dwi Novelia, D. N., Hana Monica, H. M., Lara Julia Trisantika, L. J. T., Herman, H., & Yulis, P. A. R. (2022). Analisis Kandungan Ion Ag, Pb, Ba, Al, Dan Hg Pada Air Minum Dalam Kemasan Dan Air Sumur Di Pekanbaru. *Jurnal Redoks*, 7(2), 18–25. <https://doi.org/10.31851/redoks.v7i2.7397>
- Widowati, I., Aznam, N., & Purtadi, S. (2020). The assessment of predict-observe-explain (POE)-based chemistry high school teacher’s supporting book for reaction rate, acid base solution, and colloidal system. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440(1), 012009. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012009>
- Widyaningrum, R., Sarwanto, S., & Karyanto, P. (2013). Pengembangan Modul Berorientasi POE (*Predict, Observe, Explain*) Berwawasan Lingkungan Padamateri Pencemaran Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(1), 100. <https://doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v6i1.3920>
- Wijaya, M. H., Suratno, S., & Hp, A. (2013). Pengembangan Tes Diagnostik Mata Pelajaran IPA SMP. *Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan*, 17(1), Article 1. <https://doi.org/10.21831/pep.v17i1.1359>
- Wilson, M., & Dulhunty, M. (2019). Interpreting the relationship between item difficulty and DIF: Examples from educational testing. *Journal of Physics: Conference Series*, 1379(1), 012026. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1379/1/012026>
- Wiyarsi, A., Prodjosantoso, A. K., & Nugraheni, A. R. E. (2020). Students’ chemical literacy level: A case on the electrochemistry topic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440(1), 012019. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012019>
- Wiyarsi, A., Sutrisno, H., & Rohaeti, E. (2018). The effect of multiple representation approach on students’ creative thinking skills: A case of ‘Rate of Reaction’ topic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1097, 012054. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012054>
- Wu, Y.-T., & Tsai, C.-C. (2005). Effects Of Constructivist-Oriented Instruction On Elementary School Students’ Cognitive Structures. *Journal of Biological Education*, 39(3), 113–119. <https://doi.org/10.1080/00219266.2005.9655977>

- Wulandari, I. M., Anwar, Y. A. S., & Savalas, L. R. T. (2018). Penerapan Model POE (*Predict-Observe-Explain*) Dengan Pendekatan *Chemoenterpreneurship* Pada Materi Pokok Hidrokarbon Terhadap Hasil Belajar Dan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas XI MIA di MAN 2 Mataram.
- Yaman, F., & Ayas, A. (2015b). Assessing changes in high school students' conceptual understanding through concept maps before and after the computer-based Predict–Observe–Explain (CB-POE) tasks on acid–base chemistry at the secondary level. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(4), 843–855. <https://doi.org/10.1039/C5RP00088B>
- Yilmaz, A., & Bayrakçeken, S. (2015). Determining of the Prospective Teachers' Understadings of Electrochemistry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 2831–2838. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.975>
- Yudhanegara, M. R., & Lestari, K. E. (2014). Meningkatkan Kemampuan Representasi Beragam Matematis Peserta Didik Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah Terbuka. *Majalah Ilmiah SOLUSI*, 1(04), Article 04. <https://doi.org/10.35706/solusi.v1i04.71>
- Yusmaita, E., Mudzakir, A., & Hernani, H. (2017). Pengembangan Model Rekonstruksi Pendidikan Pada Bahan Ajar Sel Elektrokimia Berbasis Green Chemistry. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 1(1), 71. <https://doi.org/10.24036/jep/vol1-iss1/37>
- Yusoff, M. S. B. (2019). ABC of Content Validation and Content Validity Index Calculation. *Education in Medicine Journal*, 11(2), 49–54. <https://doi.org/10.21315/eimj2019.11.2.6>
- Zafitri, R. E., Fitriyanto, S., & Yahya, F. (2018). Pengembangan Tes Diagnostik Untuk Miskonsepsi Pada Materi Usaha Dan Energi Berbasis Adobe Flash Kelas XI di MA NW Samawa Sumbawa Besar Tahun Ajaran 2017/2018. *Jurnal Kependidikan*, 2(2), Article 2.
- Zaki, M., Amalia, R., & Sofyan, S. (2020). Development of high order thinking skills (HOTS) test instrument on exponent for junior high school students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(3), 032096. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/3/032096>
- Zakiyah, I., Widodo, W., & Tukiran. (2020). Profile of student's conception in implementation of predict-observe-explain (POE) strategy on thermochemistry

- concept. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(3), 032104.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/3/032104>
- Zaleha, Z., Samsudin, A., & Nugraha, M. G. (2017). Pengembangan Instrumen Tes Diagnostik VCCI Bentuk Four-Tier Test pada Konsep Getaran. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan (JPFK)*, 3(1), 36. <https://doi.org/10.25273/jpfk.v3i1.980>
- Zalitis, C. M., Sharman, J., Wright, E., & Kucernak, A. R. (2015). Properties of the hydrogen oxidation reaction on Pt/C catalysts at optimised high mass transport conditions and its relevance to the anode reaction in PEFCs and cathode reactions in electrolysers. *Electrochimica Acta*, 176, 763–776.
<https://doi.org/10.1016/j.electacta.2015.06.146>
- Zidny, R., Sopandi, W., & Kusrijadi, A. K. (2015). Gambaran Level Submikroskopik Untuk Menunjukkan Pemahaman Konsep Siswa Pada Materi Persamaan Kimia Dan Stoikiometri. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 1(1), 42–59.
<https://doi.org/10.30870/jppi.v1i1.326>

