



## PENGEMBANGAN INSTRUMEN TES DIAGNOSTIK *FOUR-TIER* UNTUK MENGIDENTIFIKASI MISKONSEPSI MATERI KONSEP MOL DAN STOIKIOMETRI

Uswatun<sup>1</sup>, Syarifatul Mubarak<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Tadris Kimia, Universitas Islam Negeri Mataram, Indonesia, 83116.

\*email: syarif.almubarak@uinmataram.ac.id

---

### Info Artikel

#### Genesis Artikel:

Received: 26 Agustus 2024

Accepted: 18 Januari 2025

Published: 29 Januari 2025

#### Keywords:

Four-Tier Diagnostic Test;  
Misconceptions; Mole  
Concept and Stoichiometry.

#### Kata Kunci:

Konsep Mol dan Stoikiometri;  
Miskonsepsi; Tes Diagnostik  
Four-Tier.

DOI: 10.18592/ak.v4i1.13838

---

### ABSTRACT

Misunderstandings or misconceptions that students have may affect student's understanding of concepts, which causes difficulties in learning the next material. This research aims to develop a diagnostic test instrument in a four-tier open-ended type to identify students' misconceptions about the concepts of moles and stoichiometry. This research used the development or Research and Development (R&D) type ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implementation, & Evaluation*) model. The methods used include documentation, interviews, questionnaires, and tests. The four-tier diagnostic test consists of four levels: questions, level of confidence in the answers, reasons, and level of confidence in the reasons. The instruments include grids, four-tier diagnostic test questions, answer keys, and scoring. This research only underwent validity testing by experts because the instrument is subjective. Validity testing by expert validators shows that the instrument developed is valid. A four-tier diagnostic test that understands the concept has misconceptions, positive misconceptions, and negative misconceptions and needs help understanding the concept. The diagnosis results show that the highest misconceptions are in the category of not understanding the concept in all indicators, with an average percentage of 88.5%, while for the misconception category, it is 6.4%, positive misconceptions are 5.1%, and understanding the concept and negative misconceptions are 0%.

### ABSTRAK

Kesalahpahaman atau miskonsepsi yang dimiliki peserta didik dapat mempengaruhi pemahaman konsep peserta didik, yang dapat menyebabkan kesulitan dalam mempelajari materi berikutnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen tes diagnostik *four-tier* untuk mengidentifikasi miskonsepsi peserta didik pada konsep mol dan stoikiometri. Penelitian ini berjenis penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R&D) *type* model ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implementation, & Evaluation*). yang menggunakan metode pendokumentasian, wawancara terbuka, pemberian angket, dan pemberian soal. Tes

---

---

diagnostik tipe *four-tier* terdiri dari empat tingkat: soal, keyakinan terhadap jawaban soal, pengungkapan alasan, dan keyakinan terhadap alasan yang diberikan. Hasil pengembangan ini menghasilkan instrumen yang lengkap, terdiri dari kisi-kisi soal, soal tes diagnostik *four-tier*, kunci jawaban, serta pedoman penskoran. Penelitian ini hanya melalui uji validitas oleh ahli karena instrumennya berjenis subyektif. Instrumen yang dikembangkan dinyatakan valid berdasarkan hasil penilaian validator. Hasil diagnosis miskonsepsi menunjukkan bahwa mayoritas siswa (88,5%) belum memahami konsep pada semua indikator. Selain itu, terdapat proporsi kecil siswa yang mengalami miskonsepsi (6,4%) dan miskonsepsi positif (5,1%). Tidak ada siswa yang menunjukkan pemahaman konsep yang benar atau miskonsepsi negatif.

---

© 2024 Tadris Biologi, Tadris Fisika, Tadris Kimia, FTK UIN Antasari Banjarmasin.

## PENDAHULUAN

Pelaksanaan proses belajar mengajar atau pengajaran melibatkan implementasi kurikulum suatu institusi pendidikan dengan tujuan mempengaruhi peserta didik dalam mencapai tujuan pendidikan yang telah ditetapkan. Dalam upaya mencapai tujuan tersebut, peran dan pengaruh guru sangatlah penting dalam membentuk karakter peserta didik di lingkungan sekolah. Salah satu hal yang sering terlupakan oleh guru adalah keterampilan mendiagnosa permasalahan pada siswa. Kompetensi diagnostik guru sangat penting dalam kaitannya dengan prestasi siswa, penilaian kelas, dan kualitas pengajaran (Kramer et al., 2021). Salah satu hal yang perlu mendapat tindakan diagnosa adalah terkait dengan pemahaman konsep siswa. Bagi ilmu kimia yang mempelajari materi dan perubahan yang terjadi padanya, baik perubahan secara fisik maupun kimiawi (Izza et al., 2021), pemahaman konsepsi pada siswa adalah sesuatu yang sangat penting dalam konstruksi ide siswa memahami kimia (Pazinato et al., 2021).

Pengajaran ilmu kimia memiliki tujuan untuk memungkinkan peserta didik memahami dan menguasai konsep-konsep kimia serta hubungannya, dan mampu menggunakan metode ilmiah serta bersikap ilmiah dalam menyelesaikan masalah. Ketidakselarasan pemahaman dalam proses pembelajaran akan menyebabkan kerancuan dalam pembentukan konsep pada diri siswa. Ketidakselarasan pemahaman ini, yang sering disebut sebagai miskonsepsi atau kesalahpahaman konsep dapat mempengaruhi kemampuan peserta didik guna penguasaan konsep secara mendalam (Rahayu, 2021). Miskonsepsi merupakan kondisi tertanamnya konsepsi atau struktur kognitif pada benak peserta didik dengan kuat yang menyelisih pandangan para ahli (Galistiani & Fatmahanik, 2023) sehingga peserta didik dapat tersesat dalam memahami fenomena alamiah dan melakukan eksplanasi ilmiah (Khoiriyah et al., 2024).

Ketika peserta didik mengalami miskonsepsi akan menghambat mereka ketika memperoleh pengetahuan/konsep baru. Konsep yang keliru dan mengakar pada peserta didik akan dianggap sebagai sesuatu yang benar, dan mereka memiliki kecenderungan untuk menerapkan konsep yang mereka yakini benar pada konsep-konsep baru yang mereka peroleh (Mubarak & Yahdi, 2020). Dalam pembelajaran kimia, pemahaman terhadap konsep kimia merupakan hal sangat penting dan miskonsepsi yang dialami peserta didik dalam memahami kimia disebut sebagai miskonsepsi kimia (Izza et al., 2021). Oleh karena itu, penting untuk

mengidentifikasi miskonsepsi tersebut agar tidak menghambat proses pembelajaran selanjutnya. Miskonsepsi sering terjadi saat pembelajaran, termasuk pada topik Konsep Mol dan Stoikiometri (A. R. Fitriani et al., 2022; Sa'adah et al., 2022).

Mengetahui miskonsepsi yang terdapat pada topik ini menjadi sangat penting, mengingat salah satu dasar dalam mempelajari kimia kuantitatif adalah stoikiometri (A. R. Fitriani et al., 2022). Dalam hal ini, guna mengetahui miskonsepsi yang terjadi salah satunya adalah dengan menggunakan instrumen tes diagnostik.

Instrumen tes diagnostik adalah instrumen yang mampu menentukan kekuatan serta kelemahan yang dialami oleh peserta didik baik saat proses maupun hasil capaian pembelajarannya secara akurat (Rahayu, 2021). Tes diagnostik untuk mengidentifikasi pemahaman konsep maupun miskonsepsi dapat dilakukan dengan wawancara (Dwi Wulandari et al., 2023), *Open-Ended Tests*, *Certainty of Response Index* (Galistiani & Fatmahanik, 2023; Izza et al., 2021), *Multiple-Choice Tests*, yaitu *Two-Tier* (Tukiyo et al., 2023), *Three-Tier* (Jusniar et al., 2020; Mubarak & Yahdi, 2020), dan *Four-Tier* (Habiddin et al., 2020; Kiray & Simsek, 2021; Rahmawan & Ashfarini, 2024). Tes diagnostic tipe *four tier* merupakan tipe yang dianggap mampu menutupi kekurangan dari tipe-tipe tes diagnostik lainnya. Hal ini dikarenakan tes tipe ini memberikan ruang bagi siswa untuk memberikan jawaban terbuka, sehingga tes *four tier* memungkinkan analisis yang lebih komprehensif terhadap berbagai macam pemahaman konsep.

Keunggulan dari Tes diagnostik *Four-Tier* adalah sebagai berikut: 1) memungkinkan guru untuk membedakan tingkat keyakinan jawaban dan alasan peserta didik sehingga peserta didik dapat mengidentifikasi miskonsepsi yang lebih mendalam; 2) mendiagnosis miskonsepsi yang lebih rinci; 3) menentukan materi yang memerlukan penekanan yang lebih besar; dan 4) membantu merancang pembelajaran yang lebih baik (Wola et al., 2020). *Open ended test* biasa disebut sebagai soal terbuka bersifat luas merupakan soal yang dimana pertanyaannya untuk mendapatkan jawaban yang luas. Dalam hal ini, tes tersebut membutuhkan lebih dari sekedar jawaban singkat dan pasti seperti ya atau tidak dan menghilangkan kemungkinan siswa untuk sekedar menebak jawaban yang tersedia dalam bentuk pilihan ganda (Gurel et al., 2015).

Menurut Sa'adah dkk., Miskonsepsi masih terdapat pada seluruh konsep stoikiometri yang meliputi indikator hukum-hukum dasar kimia pada 22,5%, indikator massa atom/molekul relatif dan konsep mol 35,5% 22,72%, serta perhitungan stoikiometri pereaksi pembatas pada 22,72% (Sa'adah et al., 2022). Hal ini dapat menjadi rujukan untuk penuntasan terjadinya miskonsepsi pada peserta didik, selanjutnya peneliti menerangkan bahwa penuntasan miskonsepsi sangat diperlukan. Serta dilakukannya suatu penelitian di berbagai tingkat sekolah menengah atas ataupun universitas agar mengetahui sejauh mana miskonsepsi yang terjadi pada konsep ikatan kimia (Islami et al., 2019).

Setelah melakukan wawancara salah satu guru kimia SMA N 2 Kota Bima, diketahui bahwa capaian hasil belajar pada materi konsep mol dan stoikiometri masih tergolong rendah. Peserta didik belum dapat memahami konsep mol dan stoikiometri dari penyetaraan reaksi kimia, menentukan keterkaitan antara mol, jumlah partikel, massa molar dan volume molar gas, perhitungan kimia di suatu persamaan reaksi, penentuan kadar zat dalam suatu campuran. Persentase Hasil ulangan harian terkait topik konsep mol dan stoikiometri 60% peserta didik

berada di bawah KKM (nilai <65). Hasil belajar peserta didik yang tergolong rendah dapat dipicu oleh berbagai faktor, di antara lain yaitu kesulitan dalam memahami konsep mol dan stoikiometri. Guru pun belum pernah menggunakan instrumen yang secara khusus bertujuan untuk mendiagnosa miskonsepsi yang muncul pada siswa. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan pengembangan instrumen tes untuk mendeteksi jenis kerancuan konsepsi yang terbentuk pada peserta didik pada topik konsep mol dan stoikiometri untuk meminimalisir kesalahpahaman konsep atau miskonsepsi. Dari paparan di atas, maka peneliti ingin mengembangkan Instrumen Tes Diagnostik *Four-Tier* Untuk Mengidentifikasi Miskonsepsi Peserta didik Pada Materi Konsep Mol dan Stoikiometri.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan atau *research and development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE. Penelitian pengembangan (R&D) merupakan suatu penelitian yang dapat digunakan untuk menghasilkan sebuah produk dan selanjutnya diuji efektivitasnya.

### Populasi dan sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas X SMAN 1 dan SMAN 2 Kota Bima tahun ajaran 2023/2024 yang mempelajari kimia sebanyak 188 peserta didik. Pengambilan sampel digunakan adalah sampling jenuh yakni seluruh populasi dijadikan sampel.

### Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah yaitu model pengembangan ADDIE. Langkah model pengembangan ADDIE yaitu *Analyze, Design, Develop, Implement* dan *Evaluate* (Slamet, 2022).

### Instrumen penelitian

Penelitian ini menggunakan instrumen wawancara dalam proses pengembangannya dengan objek wawancara adalah guru kimia dan siswa kelas X di SMAN 2 Kota Bima. Kemudian instrumen lembar validasi yang divalidasi oleh empat ahli, kemudian dianalisis menggunakan rumus Aiken V. hal ini bertujuan untuk mengetahui tingkat validitas instrumen di mana kriteria dinyatakan valid jika instrumen ini mendapatkan nilai mean >1,00 dan nilai koefisien validitas Aiken berada pada 0 – 1 dimana semakin dengan nilai 1 maka akan semakin baik (Retnawati, 2016). Selain itu juga digunakan instrumen angket kepraktisan untuk mengukur seberapa besar tingkat kepraktisan instrumen *four tier bertipe open ended* yang dikembangkan.

### Teknik pengumpulan Data

Teknik pengambilan data dalam penelitian ini yaitu: wawancara, dokumentasi, angket kepraktisan, tes.

### Teknik analisis data

Data yang dianalisis menggunakan Microsoft excel. Instrumen yang divalidasi oleh ahli, maka instrument diterapkan kepada sampel. Hasil penerapan instrumen diolah guna mendapatkan data terkait jenis kategori miskonsepsi yang dialami peserta didik, yaitu Paham Konsep (PK), Miskonsepsi (M), Belum Paham Konsep (BPK), Miskonsepsi Positif (MP), dan Miskonsepsi Negatif (MN) (Gurel et al., 2015). Selanjutnya menghitung seberapa banyak peserta didik yang mengalami kategori tersebut dengan menggunakan teknik persentase pada rumus 1 berikut:

$$P = \frac{a}{ja} \times 100\% \quad \dots 1)$$

Keterangan:

P= Persentase jumlah peserta didik pada paham konsep, tidak tahu konsep dan miskonsepsi

a= banyaknya peserta didik pada paham konsep, tidak tahu konsep dan miskonsepsi

Ja= jumlah seluruh peserta didik

## **Prosedur**

Pada proses pengembangan instrument tes diagnostik *four-tier* ini menggunakan langkah-langkah penelitian dan pengembangan yang dikembangkan ADDIE yang telah dimodifikasi yakni analisis potensi dan masalah, mengumpulkan data, desain produk, validasi desain, uji coba produk dan hasil akhir, tetapi masih melibatkan langkah ADDIE di dalamnya.

### **Analysis**

Peneliti menganalisis potensi masalah, menganalisis materi, dan analisis kurikulum.

### **Design**

Peneliti membuat kisi-kisi instrument tes diagnostik *four-tier* dan menyusun penilaian untuk untuk pakar/ahli.

### **Development**

Peneliti menyusun draf instrument tes diagnostik *four-tier*, melakukan uji validasi oleh pakar, dan merevisi instrument tes diagnostik *four-tier*.

### **Implementation**

Peneliti melakukan uji coba tes diagnostik *four-tier* dan pelaksanaan penelitian serta mengidentifikasi miskonsepsi yang dialami peserta didik.

### **Evaluation**

Peneliti menilai, apakah instrumen yang digunakan mampu mengidentifikasi miskonsepsi atau tidak.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil pengembangan produk**

#### **Analysis**

#### **Analisis potensi masalah**

Pada tahap analisis masalah ini, dilakukan wawancara terhadap guru kimia dan peserta didik SMA N 2 Kota Bima pada tanggal 23 November 2023. Hasil dari wawancara mengungkapkan bahwa capaian pada materi konsep mol dan stoikiometri masih tergolong rendah, yaitu 60% peserta didik tidak tuntas. Hal ini sekaligus mengungkapkan bahwa

pemahaman konsep pada topik konsep mol dan stoikiometri masih belum dipahami dengan baik oleh peserta didik (Ariyanto et al., 2020; Riani et al., 2021). Rendahnya pemahaman peserta didik terkait dengan konsep kimia yang salah satunya adalah konsep mol dan stoikiometri berpotensi mendorong peserta didik untuk membentuk miskonsepsi dalam proses pembelajaran yang mereka lalui ((F. Fitriani et al., 2024). Sedangkan di SMAN 2 Kota Bima pula tidak pernah menggunakan tes diagnostik untuk mengukur pemahaman peserta didik.

### **Mengumpulkan data**

#### **Wawancara**

Wawancara yang dilakukan kepada guru dan peserta didik yang sudah mempelajari materi konsep mol dan stoikiometri. Hasilnya menunjukkan bahwa peserta didik masih sulit untuk paham terhadap topik penyetaraan reaksi hingga perhitungan kadar zat dalam campuran.

#### **Dokumentasi**

Dokumentasi yang didapat mencakup data nilai ketuntasan peserta didik pada materi konsep mol dan stoikiometri, modul ajar, serta nama peserta didik.

#### **Angket kepraktisan**

Dalam penelitian ini, angket kepraktisan diberikan kepada peserta didik setelah mereka mengisi instrumen tes. Proses ini dilakukan pada uji coba skala kecil dan skala besar. Angket mengacu pada rumus 2 berikut (Aulia et al., 2022; Ovaradara et al., 2023):

$$P = \frac{R}{SM} \times 100\% \quad \dots 2)$$

Keterangan:

P = Nilai Pratikalitas; R = Skor yang Diperoleh; SM = Skor Maksimum  
Kategori kepraktisan menggunakan klafikasi pada tabel 1 (Aulia et al., 2022)

**Tabel 1.** Kategori Praktisan

No.	Tingkat pencapaian (%)	Kategori
1	85-100	Sangat praktis
2	75-84	Praktis
3	60-74	Cukup praktis
4	55-59	Kurang praktis
5	0-54	Tidak praktis

Berdasarkan analisis tabel 1, dapat disimpulkan bahwa instrumen dianggap praktis apabila nilai praktikalitas yang dicapai melebihi 75%. Secara keseluruhan rerata capaian hasil angket respon peserta didik mencapai 78,4% dengan kategori praktis.

#### **Tes**

Tes dalam penelitian ini adalah tes subjektif berjumlah 12 butir pertanyaan. Tes diberikan kepada peserta didik untuk memetakan jenis miskonsepsi yang dialami peserta didik menggunakan instrumen tes diagnostik *four-tier open ended*.

### **Design**

#### **Desain produk**

Produk rancangan penelitian berupa instrumen tes diagnostik *four-tier* bertipe *open-ended* yang terbagi menjadi kisi-kisi instrumen, indikator, kunci jawaban, dan tingkatan taksonomi Bloom (C1-C4) untuk tiap butir pertanyaannya. Tes ini mencakup 12 butir

pertanyaan, yang tersusun dari Petunjuk pengerjaan soal, butir pertanyaan, butir keyakinan dalam memberikan jawaban, butir alasan terhadap jawaban yang diberikan, serta keyakinan dalam menyampaikan alasan ketika mengulas jawaban. Penyusunan instrumen tes diagnostik *four-tier* mengacu pada modul ajar, yang berfungsi untuk membatasi tingkat keluasan dan kedalaman setiap butir soal yang disusun.

Kisi-kisi tes diagnostik *four-tier* dengan tipe *open-ended* mencakup materi konsep mol dan stoikiometri, indikator, butir soal, bunyi soal, aspek kognitif, kunci jawaban beserta alasannya, serta penskoran. Tujuan pembuatan kisi-kisi soal ini adalah untuk mengelompokkan soal-soal sesuai dengan setiap indikator dan mengidentifikasi aspek kognitif dalam setiap soal. Pengembangan instrumen soal ini termasuk jenis soal subyektif dengan empat tingkat. Penskoran instrument ini digunakan untuk menilai skor yang didapat siswa dari tes yang telah dikerjakan.

### ***Development***

#### **Validasi Desain**

Hasil validasi dari para ahli menunjukkan bahwa instrumen yang dikembangkan dapat digunakan dengan sedikit revisi sesuai saran dari validator. Berdasarkan perhitungan validasi menggunakan CVI, instrumen ini mendapatkan nilai 1 yang termasuk dalam kategori sangat valid.

#### **Revisi desain**

Revisi terhadap instrumen tes diagnostik *four-tier* disesuaikan berdasarkan saran dan masukan dari para validator instrumen baik berupa koreksi terkait kata kerja operasional pada indikator, koreksi terkait kalimat soal, maupun koreksi terkait dengan kunci jawaban dan alasan yang diberikan.

### ***Implementation***

#### **Uji coba produk**

Instumen tes diagnostik *four-tier* melalui tiga tahap pengujian, yaitu uji skala kecil, uji skala besar, dan uji implementasi produk. 20 peserta didik, kelas X SMA N 1 Kota Bima tahun ajaran 2023/2024 menjadi objek untuk uji skala kecil. 61 peserta didik kelas X di SMA N 1 Kota Bima tahun ajaran 2023/2024 menjadi objek untuk uji skala besar. Kemudian, uji pemakaian yang dilaksanakan dengan melibatkan 107 peserta didik kelas X di SMA N 2 Kota Bima tahun ajaran 2023/2024.

### ***Evaluation***

#### **Hasil akhir**

Penelitian ini pada dasarnya bertujuan untuk mengembangkan instrumen tes diagnostik *four-tier* bertipe *open ended* untuk mengetahui jenis konsepsi yang terbentuk pada diri peserta didik dalam materi konsep mol dan stoikiometri di SMAN 1 dan SMAN 2 Kota Bima.

**Tabel 2.** Persentase Hasil Uji konsepsi 188 Peserta didik

Indikator	No. soal	BPK		M		MP		MN		PK	
		Jmlh	%	Jmlh	%	Jmlh	%	Jmlh	%	Jmlh	%
Menuliskan komponen pada persamaan reaksi kimia dengan tepat	1	155	82	32	17	1	0,5	0	0	0	0
Menuliskan persamaan reaksi kimia dengan tepat.	2	175	93	13	7	0	0	0	0	0	0
Menentukan massa atom relatif dengan tepat.	3	174	93	13	7	1	0,5	0	0	0	0
	11	164	87	10	5	14	7,4	0	0	0	0
rata-rata		169	90	12	6	8	4	0	0	0	0
Menentukan massa molekul relatif dengan tepat.	7	161	86	17	9	10	5,3	0	0	0	0
Menentukan hubungan antara mol dan jumlah partikel dengan tepat	6	179	95	7	4	2	1,1	0	0	0	0
Menentukan hubungan mol dengan volume dalam suatu persamaan reaksi dengan tepat.	8	135	72	4	2	49	26,1	0	0	0	0
Menentukan hubungan mol dengan massa molar dengan tepat	9	168	89	6	3	14	7,4	0	0	0	0
Menentukan rumus empiris senyawa dengan tepat.	5	174	93	0	0	14	7,4	0	0	0	0
Menentukan rumus molekul senyawa dengan tepat.	12	182	97	3	2	3	1,6	0	0	0	0
Menghitung kadar zat dalam campuran dengan tepat.	10	166	88	22	12	0	0	0	0	0	0
Menghitung jumlah unsur dalam senyawa dengan tepat	4	163	87	18	10	7	3,7	0	0	0	0

Dilihat dari tabel 2 di atas, instrument tes diagnostik tipe *four-tier open ended* ini dikatakan efektif karena mampu membedakan peserta didik ke dalam kategori belum paham konsep (BPK), miskonsepsi (M), miskonsepsi positif (MP), miskonsepsi negatif (MN), dan paham konsep (PK).

## Pembahasan

### Pengembangan instrumen tes diagnostik *four-tier*

#### *Analysis*

Instrumen tes diagnostik berjenis *four-tier* ini dikembangkan dengan memadukan penggunaan metode certainty respon index (CRI), hal ini dikarenakan metode ini merupakan alat yang efektif untuk mengukur tingkat keyakinan atau kepastian responden dalam menjawab setiap soal atau pertanyaan yang diberikan (Dewi & Wulandari, 2021; Putri et al., 2021). Berdasarkan hasil analisis kebutuhan terhadap modul menjadi pedoman dasar untuk penyusunan instrumen tes diagnostik *four-tier*. Instrumen ini kemudian tersusun dari kisi-kisi instrumen tes diagnostik *four-tier*, dengan kategori tingkatan kognitif berdasar taksonomi Bloom C1-C4. Kemudian, disusun 12 pertanyaan tes diagnostik *four tier* berdasarkan modul

ajar, dilengkapi dengan petunjuk penggunaan instrumen soal dan kunci jawaban.

**Design**

Hampir setiap soal tes diagnostik *four-tier* yang dikembangkan ini mengacu pada 11 indikator yang berbeda. Indikator tersebut meliputi Menuliskan komponen pada persamaan reaksi kimia, Menuliskan persamaan reaksi kimia, Menentukan massa atom relatif, Menentukan massa molekul relatif, Menentukan hubungan antara mol dan jumlah partikel, Menentukan hubungan mol dengan volume dalam suatu persamaan reaksi, Menentukan hubungan mol dengan massa molar, Menentukan rumus empiris senyawa, Menentukan rumus molekul senyawa, Menghitung kadar zat dalam campuran, dan Menghitung jumlah unsur dalam senyawa.

**Development**

Produk yang telah dikembangkan, divalidasi oleh empat ahli menggunakan CVI. Validitas sebuah tes mempertanyakan apakah tes tersebut benar-benar mengukur apa yang ingin diukur. Artinya, sejauh mana tes tersebut dapat mengungkapkan dengan akurat karakteristik atau kondisi sebenarnya dari objek yang diukur, akan tergantung pada tingkat validitas dari tes tersebut (Matondang, 2009). Penskoran dilakukan berdasarkan tingkat kesulitan dan panjangnya penyelesaian yang disajikan oleh peserta didik. Setiap pertanyaan memiliki skor yang ditetapkan secara berbeda. Penentuan tingkat keyakinan peserta didik mengacu pada skala skor 1 yang menunjukkan ketidakpercayaan dan skor 2 yang menandakan keyakinan.

**Implementation**

Pola jawaban yang diberikan oleh peserta didik selanjutnya dianalisis dan diolah dengan bantuan dari Microsoft Excel© guna mengetahui klasifikasi pemahaman konsep peserta didik yang dikelompokkan dalam 5 jenis. Sedangkan pada soal nomor 2 yakni indikator menuliskan persamaan reaksi, peserta didik kategori PK sebesar 0%, peserta didik kategori BPK sebesar 93%, kategori M 7%, kategori MP 0% serta kategori MN 0%.

**Tabel 3.** Pola jawawaban peserta didik pada soal nomor 2

kategori	Gambar
BPK	<p>2.1 Uswatun merupakan siswa SMA, ia akan melakukan sebuah praktikum dengan menggunakan suatu Senyawa Timbal Nitrat dalam keadaan solid, senyawa tersebut akan diubah atau diuraikan menjadi zat-zat yang berbeda yaitu Timbal (II) Oksigen dalam bentuk solid, Nitrogen Dioksida dalam bentuk gas dan oksigen dalam bentuk gas. Tuliskan persamaan reaksi yang sudah setara berdasarkan uraian di atas adalah....</p> <p style="text-align: center;"> <math display="block">\text{Nitrogen dioksida} + \text{Oksigen}</math> <math display="block">\downarrow \qquad \qquad \downarrow</math> <math display="block">\text{berbentuk gas} \qquad \text{berbentuk gas}</math> <math display="block">\downarrow</math> <math display="block">\text{Karbon dioksida}</math> </p> <p>2.2 Seberapa yakin anda dengan jawaban yang anda berikan?                      1. <input checked="" type="checkbox"/> Tidak yakin      2. Yakin</p> <p>2.3 Apa alasan anda memberikan jawaban pada tingkat pertama?                      Ngela...td...tiba...etika...yang...sug...ada...                      di...otak...jawab...katanya...jadi...tako...to...</p> <p>2.4 Seberapa yakin anda dengan alasan yang anda berikan?                      1. <input checked="" type="checkbox"/> Tidak yakin      2. Yakin</p>

kategori	Gambar
M	<p>2.1 Uswatun merupakan siswa SMA, ia akan melakukan sebuah praktikum dengan menggunakan suatu Senyawa Timbal Nitrat dalam keadaan solid, senyawa tersebut akan diubah atau diuraikan menjadi zat-zat yang berbeda yaitu Timbal (II) Oksigen dalam bentuk solid, Nitrogen Dioksida dalam bentuk gas dan oksigen dalam bentuk gas. Tuliskan persamaan reaksi yang sudah setara berdasarkan uraian di atas adalah....</p> <p><math>Pb(NO_3)_2 \rightarrow PbO + NO_2 + O_2</math></p> <p>2.2 Seberapa yakin anda dengan jawaban yang anda berikan?</p> <p>1. Tidak yakin <input type="checkbox"/> Yakin <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2.3 Apa alasan anda memberikan jawaban pada tingkat pertama?</p> <p>...Alasan saya memberikan jawaban ini karena senyawa timbal itu adalah pb dan oksigen di lambangkan dgn O setelah itu buat asam dan kita setarakan</p> <p>2.4 Seberapa yakin anda dengan alasan yang anda berikan?</p> <p>1. Tidak yakin <input type="checkbox"/> Yakin <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. Oksigen adalah unsur kimia yang sangat penting dalam kehidupan dan memiliki beberapa</p>

Jika dilihat pada pola jawaban peserta didik, pada indikator kedua ini yaitu menuliskan persamaan reaksi. Peserta didik tidak memahami bagaimana menyetarakan reaksi kimia dan kesulitan dalam menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan reaksi kimia dan perhitungan stoikiometri (Sudirman, 2021). Kesulitan ini disebabkan oleh tidak maksimalnya pemahaman peserta didik terhadap terminologi dan konsep kimia dan kurangnya minat terhadap pelajaran kimia (Mubarak & Yahdi, 2020). Alasannya lainnya, seperti peserta didik mudah lupa materi, lupa konsep-konsep yang telah dipelajari, kurang teliti dalam membaca dan memahami soal, serta kurang cermat dalam menyelesaikan soal (Mellyzar & Muliaman, 2020; Nuraeni et al., 2020; Sulistiowati, 2022). Kesalahan peserta didik dalam penentuan rumus kimia serta penyetaraan suatu reaksi sering terjadi karena peserta didik berasumsi bahwa reaksi yang tertulis dalam suatu soal telah disetarakan, sehingga mereka tidak memeriksa apakah rumus kimia dari suatu reaktan serta suatu produk dalam persamaan reaksi yang diberikan tersebut telah benar.

Pada soal nomor 3 dengan indikator Menentukan massa atom relatif, peserta didik yang paham konsep (PK) sebesar 0%, peserta didik yang Belum Paham Konsep (BPK) sebesar 93%, Miskonsepsi (M) sebesar 7%, dan Miskonsepsi Positif (MP) sebesar 0,5% serta Miskonsepsi Negatif (MN) sebesar 0%.

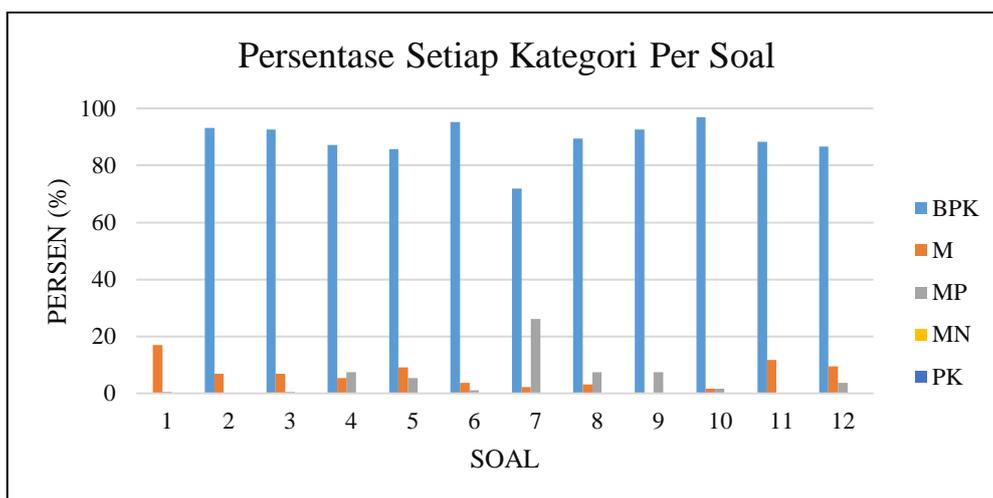
Jika memperhatikan jawaban yang diberikan peserta didik di atas, peserta didik kesulitan dalam menentukan massa atom relatif. Hal ini juga dikemukakan oleh Maihar Auliana, ia mengatakan bahwa Kesulitan peserta didik dalam menentukan massa atom relatif (Ar) dan molekul relatif (Mr) disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satunya adalah kurangnya penguasaan materi tersebut karena perbedaan tingkat intelegensi dan pemahaman di antara peserta didik. Rendahnya minat dan bakat peserta didik terhadap pelajaran kimia juga berkontribusi, karena mereka menganggap kimia sebagai pelajaran yang sulit dipahami (Mubarak & Yahdi, 2020). Pemahaman peserta didik tentang konsep penentuan Ar suatu atom, cenderung berada pada tingkat yang rendah. Mereka hanya tahu definisi dari Ar atau Mr tanpa memiliki pemahaman yang mendalam terhadap hal tersebut (Elvia et al., 2022).



kategori	Gambar
MP	<p>3.1 Oksigen adalah unsur kimia yang sangat penting dalam kehidupan dan memiliki beberapa isotop yang berbeda. Dalam kasus ini, oksigen memiliki tiga isotop utama yaitu <math>^{16}\text{O}</math>, <math>^{17}\text{O}</math>, dan <math>^{18}\text{O}</math> yang masing-masing memiliki kelimpahan yang berbeda. Isotop pertama yaitu <math>^{16}\text{O}</math> memiliki kelimpahan yang sangat tinggi yaitu sekitar 99,7%, ini berarti bahwa hampir semua oksigen yang ditemui di alam terdiri dari isotop <math>^{16}\text{O}</math>. Isotop kedua yaitu <math>^{17}\text{O}</math> dengan kelimpahan 0,04% dan isotop ketiga yaitu <math>^{18}\text{O}</math> dengan kelimpahan 0,2%. Berdasarkan IUPAC (<i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i>) yang digunakan sebagai standar penentuan massa atom relatif adalah atom karbon. Dari informasi data di atas, tentukanlah massa atom relatif oksigen!</p> $\begin{aligned} A_{r,O} &= (99,7/100 \times m^{16}\text{O}) + (0,04/100 \times m^{17}\text{O}) + (0,2/100 \times m^{18}\text{O}) \\ &= (99,7/100 \times 16) + (0,04/100 \times 17) + (0,2/100 \times 18) \\ &= (0,997 \times 16) + (0,0004 \times 17) + (0,002 \times 18) \\ &= 15,99 \end{aligned}$ <p>3.2 Seberapa yakin anda dengan jawaban yang anda berikan?</p> <p>1. Tidak yakin <input type="checkbox"/> Ya Yakin <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3.3 Apa alasan anda memberikan jawaban pada tingkat pertama?</p> <p>Karena terinspirasi dari oksigen dan mawar berperan penting untuk makhluk hidup.</p> <p>3.4 Seberapa yakin anda dengan alasan yang anda berikan?</p> <p>1. Tidak yakin <input type="checkbox"/> Ya Yakin <input checked="" type="checkbox"/></p>

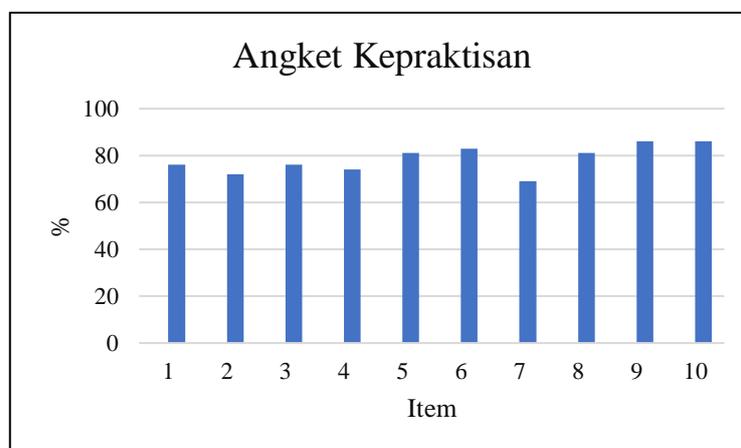
Setelah melihat jawaban serta alasan yang peserta didik berikan, peserta didik banyak yang menuliskan jawaban yang diluar konteks. Hal ini dikarenakan peserta didik memiliki pemahaman yang tidak lengkap atau salah tentang konsep yang diuji yaitu konsep mol dan stoikiometri. Peserta didik juga banyak yang mengosongkan jawaban. Hal ini dikarenakan peserta didik mungkin tidak memiliki pemahaman yang cukup tentang konsep yang diuji yaitu tentang konsep mol dan stoikiometri. Hal lainnya, karena kemungkinan keterbatasan waktu, peserta didik mungkin tidak memiliki cukup waktu untuk menjawab semua pertanyaan, terutama yang bersifat *open ended* yang memerlukan pemikiran yang mendalam. Hal lainnya juga, peserta didik mengalami kesulitan ketika mengaitkan pertanyaan dalam instrumen soal dengan konsep ilmiah yang tepat atau juga mereka kurang akrab dengan konsep ilmiah dalam pertanyaan yang diberikan (Sangguero et al., 2020).

Persentase pemahaman peserta didik pada materi konsep mol dan stoikiometri ditunjukkan oleh gambar 3. Instrumen diagnostik yang efektif mampu menampilkan gambaran yang tepat terkait dengan pola miskonsepsi yang terjadi pada diri peserta didik dengan menelusuri kesalahan yang muncul dari pola jawaban peserta didik. Instrumen diagnostik yang baik tidak hanya mengidentifikasi bagian materi yang tidak dipahami oleh peserta didik, tetapi juga mengungkap pola pikir peserta didik dalam menjawab pertanyaan, meskipun jawabannya tidak benar (Mubarak & Yahdi, 2020).



**Gambar 3.** Persentase setiap kategori

Angket respons peserta didik diberikan pada uji coba skala kecil dan besar. Tujuan pemberian angket ini untuk mendapatkan pandangan peserta didik terhadap instrumen soal dan cakupan materi pada tes diagnostik *four-tier*. Angket tersebut mencakup 10 aspek dengan penilaian satu hingga lima. Rerata penilaian angket respons peserta didik mencapai 78,4% dan berada dalam kategori praktis. Hal ini dapat dilihat pada grafik gambar 4.



**Gambar 4.** Persentase hasil angket kepraktisan peserta didik

### ***Evaluation***

Suatu instrument tes dapat dikatakan efektif apabila instrument tersebut dapat mengukur apa yang hendak diukur. Tes diagnostik bertipe *four tier open ended* dapat dikatakan efektif karena mampu untuk mengidentifikasi masalah yang dialami peserta didik.

### **SIMPULAN**

Berdasarkan uraian pada hasil dan pembahasan yang telah disampaikan dapat disimpulkan pengembangan instrumen tes diagnostik tipe *four-tier open ended* yang melibatkan model pengembangan ADDIE di dalamnya berada pada kategori valid dan praktis sehingga layak untuk digunakan. Instrument tes diagnostik tipe *four-tier open ended* yang

dihasilkan tersusun dari petunjuk pengerjaan soal, kisi-kisi instrumen tes, soal dan kunci jawaban serta pedoman penskoran. Instrumen tes diagnostik tipe *four-tier open ended* hanya melalui uji validitas oleh ahli dengan menggunakan metode CVI, hasil validitas menunjukkan bahwa instrumen sangat valid dengan nilainya 1. Instrumen tes diagnostik *four-tier* mengukur tingkat keyakinan peserta didik terhadap pemahamannya dalam konsep mol dan stoikiometri. Tes diagnostik tipe *four-tier open ended* ini dikatakan efektif karena mampu membedakan peserta didik ke dalam kategori belum paham konsep (BPK), miskonsepsi (M), miskonsepsi positif (MP), miskonsepsi negatif (MN), dan paham konsep (PK)

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, L., Rahmawati, N. D., & Haris, A. (2020). Pengembangan Mobile Learning Game Berbasis Pendekatan Kontekstual Terhadap Pemahaman Konsep Matematis Siswa. *JIPMat*, 5(1), 36–48. <https://doi.org/10.26877/jipmat.v5i1.5478>
- Aulia, A., Rahmi, R., & Jufri, H. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android Menggunakan MIP App Inventor pada Materi Barisan dan Deret Aritmatika Kelas X SMKN 1 Kinali. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 1475–1485. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i2.1329>
- Dewi, E. P., & Wulandari, F. (2021). Identification of Misconceptions in Science Learning During the Covid-19 Pandemic Using the CRI (Certainty of Response Index) Method for Primary school Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(SpecialIssue), 145–150. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7ispecialissue.876>
- Dwi Wulandari, Maison, M., & Dwi Agus Kurniawan. (2023). Identifikasi Pemahaman Konsep dan Kemampuan Berargumentasi Peserta Didik pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 13(1), 93–99. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i1.817>
- Elvia, R., Amelia, T., & Handayani, D. (2022). Identifikasi Miskonsepsi Siswa Pada Pembelajaran Kimia Menggunakan Metode Four-Tier Diagnostik Test Di Sma Negeri 03 Kota Bengkulu. *Alotrop*, 6(2), 110–117. <https://doi.org/10.33369/alo.v6i2.25099>
- Fitriani, A. R., Rahmawati, A., & Lathifa, U. (2022). Phenomenology of Conceptual Understanding Ability, Representation, and Student Algorithm on Stoichiometry Materials. *Journal of Educational Chemistry (JEC)*, 4(1), 9–18. <https://doi.org/10.21580/jec.2022.4.1.9744>
- Fitriani, F., Priatmoko, S., Wardani, S., & Nurhayati, S. (2024). Pengembangan Instrumen Tes Three-Tier Multiple Choice berbantuan Google Form untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Topik Stoikiometri. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 18(1), 50–57. <https://doi.org/10.15294/jipk.v18i1.46778>
- Galistiani, R. P., & Fatmahanik, ; Ulum. (2023). Analisis Miskonsepsi Siswa Pada Bilangan Berpangkat Ditinjau Dari Gaya Kognitif Siswa Dengan Menggunakan Certainty Of Response Index (CRI). *Al Thifl: Jurnal Kajian Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*, 3(1), 198–219. <https://ejournal.iainponorogo.ac.id/index.php/thifl/article/view/1591>
- Gurel, D. K., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2015). A Review and Comparison of Diagnostic Instruments to Identify Students' Misconceptions in Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(5), 989–1008. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1369a>
- Habiddin, H., Ameliana, D. N., & Su'aidy, M. (2020). Development of a Four-Tier Instrument of Acid-Base properties of salt Solution. *JCER (Journal of Chemistry Education Research)*, 4(1), 51. <https://doi.org/10.26740/jcer.v4n1.p51-57>
- Islami, D., Suryaningih, S., & Bahriah, E. S. (2019). Identifikasi Miskonsepsi Siswa pada Konsep Ikatan Kimia Menggunakan Tes Four-Tier Multiple-Choice (4TMC). *JRPK: Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 9(1), 21–29. <https://doi.org/10.21009/jrpk.091.03>

- Izza, R. I., Nurhamidah, N., & Elvinawati, E. (2021). Analisis Miskonsepsi Siswa Menggunakan Tes Diagnostik Esai Berbantuan Cri (Certainty of Response Index) Pada Pokok Bahasan Asam Basa. *Alotrop*, 5(1), 55–63. <https://doi.org/10.33369/atp.v5i1.16487>
- Jusniar, J., Effendy, E., Budiasih, E., & Sutrisno, S. (2020). Developing a three-tier diagnostic instrument on chemical equilibrium (TT-DICE). *Educacion Quimica*, 31(3), 84–102. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.3.72133>
- Khoiriyah, S., Mayasari, N., & Khairotunnisa, A. U. (2024). Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Pada Aljabar. In N. Mayasari (Ed.), *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FPMIPA IKIP PGRI Bojonegoro* (Issue 2022, pp. 1–15). IKIP PGRI Bojonegoro. <https://prosiding.ikipgribojonegoro.ac.id/index.php/FPMIPA/article/view/2399>
- Kiray, S. A., & Simsek, S. (2021). Determination and Evaluation of the Science Teacher Candidates' Misconceptions About Density by Using Four-Tier Diagnostic Test. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19(5), 935–955. <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10087-5>
- Kramer, M., Förtsch, C., Boone, W. J., Seidel, T., & Neuhaus, B. J. (2021). Investigating pre-service biology teachers' diagnostic competences: Relationships between professional knowledge, diagnostic activities, and diagnostic accuracy. *Education Sciences*, 11(3), 1–24. <https://doi.org/10.3390/educsci11030089>
- Matondang, Z. (2009). Validitas Dan Reliabilitas Suatu Instrumen Penelitian. *JURNAL TABULARASA PPS UNIMED*, 6(1), 87–97. <https://digilib.unimed.ac.id/id/eprint/705/>
- Mellyzar, M., & Muliaman, A. (2020). Analisis Kesalahan Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Soal Ikatan Kimia. *Lantanida Journal*, 8(1), 40. <https://doi.org/10.22373/lj.v8i1.6420>
- Mubarak, S., Susilaningih, 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), 101–110.
- Mubarak, S., & Yahdi. (2020). Identifying undergraduate students' misconceptions in understanding acid base materials. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i2.23193>
- Nuraeni, R., Ardiansyah, S. G., & Zanthi, L. S. (2020). Permasalahan Matematika Aritmatika Sosial Dalam Bentuk Cerita: Bagaimana Deskripsi Kesalahan-Kesalahan Jawaban Siswa? *Teorema: Teori Dan Riset Matematika*, 5(1), 61. <https://doi.org/10.25157/teorema.v5i1.3345>
- Ovartadara, M., Irdamurni, & Desyandri. (2023). Uji Praktikalitas Pengembangan Instrumen Penilaian Kognitif Berbasis High Order Thinking Skills Kelas V Sekolah Dasar. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 08(1), 5476–5485. <https://doi.org/https://doi.org/10.23969/jp.v8i1.8928>
- Pazinato, M. S., Bernardi, F. M., Miranda, A. C. G., & Braibante, M. E. F. (2021). Epistemological Profile of Chemical Bonding: Evaluation of Knowledge Construction in High School. *Journal of Chemical Education*, 98(2), 307–318. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00353>
- Putri, S. R., Hofifah, S. N., Girsang, G. C. S., & Nandiyanto, A. B. D. (2021). How to Identify Misconception Using Certainty of Response Index (CRI): A Study Case of Mathematical Chemistry Subject by Experimental Demonstration of Adsorption. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Research*, 2(1), 143–158. <https://doi.org/10.17509/ijomr.v2i1.38738>
- Rahayu, R. D. (2021). Miskonsepsi Mahasiswa Menggunakan Four-Tier Diagnostic Test. *Simetris*, 15(2), 18–21. <https://doi.org/10.51901/simetris.v15i2.223>
- Rahmawan, S., & Ashfarini, D. (2024). Identification of Misconceptions and Causes of Misconceptions in Stoichiometry Material Using Four Tier Multiple Choice (4TMC). *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 8(1), 39–48.

- <https://doi.org/https://doi.org/10.19109/ojpk.v8i1.21649>
- Riani, L., Misdalina, M., & Sugiarti, S. (2021). Peningkatan Pemahaman Konsep Siswa Menggunakan Inkuiri Terbimbing Berbantuan Edmodo. *Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*, 2(1), 17. <https://doi.org/10.31851/luminous.v2i1.5237>
- Sa'adah, N., Haryani, S., & Mahatmanti, W. (2022). International Journal of Active Learning Analisis of Chemical Misconceptions of Stoichiometry Materials Using Certainty of Response Index. *International Journal of Active Learning*, 7(1), 94–102. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/ijal>
- Sangguro, S. A., Ibrahim, N. H., & Surif, J. (2020). Conditional Knowledge In Stoichiometry Problem Solving. *PalArch's Journals*, 17(7), 4635–4647.
- Slamet, F. A. (2022). *Model Penelitian Pengembangan (R n D)* (Rindra Risdiantoro (ed.)). Institut Agama Islam Sunan Kalijogo Malang.
- Sudirman, S. (2021). Identifikasi Pemahaman Materi Stoikiometri pada Mahasiswa Baru. *Jurnal  $\beta$  Eta Kimia*, 1(1), 1–6. <https://ejournal.undana.ac.id/index.php/jbk/article/view/5127>
- Sulistiowati, D. L. (2022). Faktor Penyebab Kesulitan Siswa dalam Memecahkan Masalah Geometri Materi Bangun Datar. *Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 1(5), 941–951. <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/bullet/article/view/2461>
- Tukiyo, T., Efendi, M., Solissa, E. M., Yuniwati, I., & Pranajaya, S. A. (2023). The Development of a Two-Tier Diagnostic Test to Detect Student's Misconceptions In Learning Process. *Mudir: Jurnal Manajemen Pendidikan*, 5(1), 92–96. <https://ejournal.insud.ac.id/index.php/MPI/article/view/33>
- Wola, B. R., Ibrahim, M., & Purnomo, T. (2020). Development of a Four-Tier Multiple-Choice Test on The Concept of Transport Across Membranes. *SEJ (Science Education Journal)*, 4(2), 77–97. <https://doi.org/10.21070/sej.v4i2.878>