

PENGEMBANGAN INSTRUMEN TES DIAGNOSTIK *FOUR TIER* UNTUK MENGIDENTIFIKASI MISKONSEPSI PESERTA DIDIK

A.A.I.A.R. Sudiatmika^{*1}, W. Subagia², P.H. Utari³

^{1,2}Pendidian IPA, Universitas Pendidikan, Singaraja, Indonesia

³SMP Negeri 1 Tejakula, Singaraja, Indonesia

e-mail: rai.sudiatmika@undiksha.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan dan menjelaskan 1) Bagaimanakah validitas instrumen tes diagnostik *four tier*; 2) kepraktisan instrumen tes diagnostik *four tier*; 3) efektivitas instrumen tes diagnostik *four tier* dalam mengidentifikasi miskonsepsi peserta didik pada materi zat dan perubahannya. Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Penelitian pengembangan ini dikembangkan dengan model pengembangan 4D dari Thiagarajan dengan tahap define, design, develop dan disseminate. Penelitian pengembangan yang dilakukan adalah pengembangan instrumen tes diagnostik *four-tier*. Pada tahap define dilakukan analisis kebutuhan, tahap design dikembangkan instrumen test *four-tier*, tahap develop dilakukan uji kelayakan butir soal untuk mengidentifikasi miskonsepsi yang terdiri dari uji validitas isi, uji kepraktisan dan uji efektivitas butir soal dalam mengidentifikasi miskonsepsi peserta didik. Subjek dan objek penelitian: 2 orang expert judgment untuk menilai validitas isi; Seorang guru dan 3 orang siswa menilai kepraktisan setiap butir soal; Siswa kelas VII (71 orang) mengerjakan tes diagnostik *four-tier* zat dan perubahannya. Hasil analisis data dinyatakan valid dari isi jika Koefisien validasi Gregory rentang 0,60-0,80; praktis jika rerata skor 66-79, dan efektif mengidentifikasi miskonsepsi jika masing-masing butir tes mampu mengidentifikasi miskonsepsi. Hasil penelitian menunjukkan instrumen tes diagnostik sangat valid, sangat praktis dan sangat efektif, sehingga layak digunakan untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa.

Kata kunci: Miskonsepsi; Tes Diagnostik Four-Tier

Abstract

This research aims to describe and explain 1) What is the validity of the four tier diagnostic test instrument; 2) the practicality of the four tier diagnostic test instrument; 3) the effectiveness of the four tier diagnostic test instrument in identifying students' misconceptions about substances and their changes. This type of research is development research or Research and Development (R&D). This development research was developed using 4D development model by Thiagarajan with the define, design, develop and disseminate stages. The development research carried out was the development of a four-tier diagnostic test instrument. At the define stage, a needs analysis was carried out, at the design stage a four-tier test instrument was developed, at the develop stage a test of the feasibility of the test items was carried out to identify misconceptions which consisted of a content validity test, a practicality test and a test of the effectiveness of the test items in identifying students' misconceptions. Research subjects and objects: 2 expert judgment people to assess content validity; A teacher and 3 students assess the practicality of each question item; Class VII students (71 people) took a four-tier diagnostic test of substances and their changes. The results of data analysis are declared valid in terms of content if the Gregory validation coefficient ranges from 0.60 to 0.80; practical if the average score is 66-79, and effective in identifying misconceptions if each test item is able to identify misconceptions. The research results show that the diagnostic test instrument is very valid, very practical and very effective, so it is suitable to be used to identify student misconceptions.

Keywords: Misconceptions; Four-Tier Diagnostic Test

PENDAHULUAN

Proses pembelajaran merupakan kegiatan yang paling vital dalam pelaksanaan pendidikan. Hal ini membuat pembelajaran harus dilaksanakan dengan baik agar mampu mencapai tujuan yang telah ditentukan. Proses pembelajaran juga sangat mempengaruhi keberhasilan pendidikan, maka pembelajaran harus diupayakan agar dapat berjalan dengan baik. Tujuan pembelajaran pada dasarnya merupakan harapan yaitu apa yang diharapkan

dari peserta didik sebagai hasil dari belajar (Ubabuddin, 2019). Pada mata pelajaran IPA, tujuan utama pembelajaran IPA adalah membantu siswa mempelajari konsep-konsep utama dan menerapkannya untuk memecahkan masalah yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Pembelajaran IPA membahas tentang fenomena alam dan gejalanya. Abbas (2016) berpendapat bahwa konsep-konsep IPA, cenderung bersifat abstrak sehingga lebih sulit dipahami oleh siswa dibandingkan dengan konsep konkret. Fenomena-fenomena alam tersebut dipahami oleh para ilmuwan dalam bentuk konsepsi yang bersifat ilmiah. Konsepsi dibedakan menjadi dua, yaitu prakonsepsi dan miskonsepsi. Prakonsepsi merupakan konsepsi yang berdasarkan pengalaman-pengalaman formal dalam kehidupan sehari-hari, sedangkan miskonsepsi merupakan konsepsi yang tidak sesuai dengan konsep ilmiah. Dalam belajar harus memperhatikan prakonsepsi maupun miskonsepsi siswa. Sebelum siswa belajar IPA secara formal, secara tidak sengaja sebenarnya siswa telah memiliki konsep sains melalui pengalamannya dalam kehidupan sehari-hari (Yuliaty, 2017). Pemahaman konsep sains yang dimiliki masih berupa konsepsi tertentu dapat berupa prakonsepsi maupun miskonsepsi.

Miskonsepsi atau salah konsep merupakan konsep yang tidak sesuai dengan pengertian ilmiah atau pengertian yang diterima para ilmuwan pada bidang yang bersangkutan (Suparno, 2017). Miskonsepsi perlu mendapat perhatian yang serius. Apabila miskonsepsi dibiarkan menetap akan berdampak pada penerimaan konsep selanjutnya. Fakta menunjukkan miskonsepsi dialami oleh siswa maupun mahasiswa calon guru. Fakta ini dapat ditunjukkan dari beberapa hasil penelitian. Penelitian yang dilaksanakan oleh Mariyadi (2023), persentase miskonsepsi yang dialami siswa SD kelas VI pada materi gaya gravitasi, mengenai konsep pengertian gaya 40%, gaya dapat mengubah bentuk dan ukuran benda 70%, gaya dapat mengubah gerak benda 70%, pengertian gaya gravitasi 50%, arah gaya gravitasi mengarah ke bumi 70% dan gaya gravitasi menyebabkan benda di bumi memiliki berat 100 %. Penelitian yang dilaksanakan di SMP oleh Istighfarin (2015) pada siswa kelas VII tentang materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan ditemukan adanya miskonsepsi siswa pada sub materi menentukan sifat jaringan dewasa pada tumbuhan 38,23 %, mengidentifikasi letak jaringan meristem pada tumbuhan 26,48 %, membedakan bentuk jaringan dewasa pada tumbuhan 26,47%, menentukan berbagai macam tipe atau bentuk derivat epidermis 30,88 %. Penelitian yang dilaksanakan oleh Simamora (2023), persentase miskonsepsi yang dialami siswa SMA pada materi fluida statis sub materi tekanan hidrostatis, hukum Pascal, hukum Archimedes dan viskositas, menunjukkan persentase rata-rata miskonsepsi peserta didik sebesar 44,8% termasuk dalam kategori sedang. Miskonsepsi paling banyak terjadi pada sub materi hukum Archimedes yaitu sebesar 34,7%. Miskonsepsi pada sub materi tekanan hidrostatis sebesar 19,7%, hukum Pascal sebesar 29,3% dan viskositas sebesar 16,3%. Penelitian yang dilaksanakan oleh Resbiantoro (2017) miskonsepsi mahasiswa pada konsep dasar gaya dan gerak masih miskonsepsi pada kelembaman benda yang bergerak, pengaruh resultan gaya yang searah gerak benda, pengaruh resultan gaya yang berlawanan arah gerak benda, resultan gaya pada benda stasioner. Dari hasil penelitian tersebut juga terdapat temuan bahwa variabel yang mempengaruhi miskonsepsi mahasiswa adalah indeks prestasi, latar belakang sekolah menengah, latar belakang bidang keilmuan sekolah menengah, dan minat bidang kependidikan dasar. Mahasiswa dengan indeks prestasi kategori rendah memiliki miskonsepsi terbesar. Temuan penelitian oleh Widiarini (2020) menunjukkan mahasiswa calon guru Fisika mengalami pada konsep gaya. pada sub konsep gaya antara lain pada sub konsep keberadaan gaya pada benda diam 67%; sub konsep satuan berat benda 26%; sub konsep contoh pasangan gaya aksi-reaksi 70%; sub konsep pengaruh gaya pada benda bergerak 59%; sub konsep gaya apung 54%. Temuan penelitian lainnya oleh Sudiarmika (2022) pada jenjang pendidikan S2 Pendidikan IPA, dari sebaran konsepsi mahasiswa pada konsep optik, mahasiswa yang miskonsepsi berada pada rentang 6,67%-60%.

Dari beberapa hasil penelitian yang dipaparkan di atas, ternyata miskonsepsi dialami oleh peserta didik dari jenjang sekolah dasar sampai dengan perguruan tinggi. Miskonsepsi ini cenderung bersifat resisten serta mengakar dalam pemikiran siswa maupun mahasiswa yang mengalami miskonsepsi. Temuan ini mengindikasikan pentingnya identifikasi terhadap

miskonsepsi sebagai dasar/landasan dalam merancang pembelajaran. Untuk menggali miskonsepsi sangat penting dikembangkan instrumen dalam bentuk tes yang mampu menggali miskonsepsi peserta didik. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui miskonsepsi siswa yaitu melalui tes diagnostik. Tes yang dikembangkan adalah tes diagnostik *four tier multiple choice* (4TMCT). Tes diagnostik empat tingkat dikembangkan karena dapat membedakan antara tingkat keyakinan jawaban dan tingkat keyakinan alasan pilihan siswa sehingga dapat menggali lebih dalam tentang miskonsepsi yang dialami siswa (Sheftyawan (2018)).

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan di atas, penelitian ini akan difokuskan untuk memecahkan dua rumusan masalah berikut, yaitu: 1) Bagaimanakah validitas instrumen tes diagnostik *four tier* yang dikembangkan? 2) Bagaimanakah kepraktisan instrumen tes diagnostik *four tier* yang dikembangkan? 3) Bagaimanakah efektivitas instrumen tes diagnostik *four tier* dalam mengidentifikasi miskonsepsi peserta didik? Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan dan menjelaskan validitas, kepraktisan dan efektivitas instrumen tes diagnostik *four tier* yang dikembangkan. Urgensi penelitian pengembangan instrumen tes diagnostik *four tier* dikembangkan: 1) untuk menyiapkan alat ukur identifikasi miskonsepsi yang valid, praktis dan efektif; 2) mengetahui dan memahami tipe miskonsepsi; 3) Berdasarkan data tipe miskonsepsi peserta didik digunakan sebagai dasar merancang pembelajaran yang tepat dalam menurunkan miskonsepsi peserta didik.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Adapun populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas VII-A1 sampai dengan VII-A6 di SMP Negeri 1 Tejakula tahun ajaran 2024/2025 yang berjumlah 224 peserta didik. Penentuan sampel penelitian menggunakan *Simple Random Sampling*. Sampel dalam penelitian ini adalah siswa kelas VII-A1 dan VII-A5 yang berjumlah 71 siswa. Penelitian pengembangan yang dilakukan adalah pengembangan instrumen tes diagnostik *four-tier* dengan model pengembangan 4D dari (Thiagarajan, 1974). Urutan pengembangannya meliputi tahap *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebaran). Pada pengembangan tes ini hanya dilakukan sampai dengan tahap *develop* sehingga dihasilkan instrumen tes diagnostik *four-tier* yang valid, praktis dan efektif.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Untuk analisis validitas isi dilakukan secara deskriptif menggunakan persamaan (Gregory, 2000) guna mengukur validitas isi instrumen tes diagnostik *four-tier* yang telah dikembangkan secara keseluruhan. Adapun matrik tabulasi (Gregory, 2000) berdasarkan sumber data dari 2 orang *expert judgment*. Analisis kepraktisan dilakukan secara deskriptif kualitatif berdasarkan sumber data dari penelaahan butir soal oleh seorang praktisi (guru pengajar IPA) dan 3 siswa kelas VII SMP Negeri 1 Tejakula. Setelah dilakukan penelaahan butir soal dari indikator dan aspek kognitif oleh guru dan siswa, melalui pemberian angket kepada guru dan siswa, kemudian dilakukan uji kepraktisan untuk memperoleh penilaian kepraktisan oleh guru dan siswa.

Data dianalisis dengan mengkonversi skor yang diperoleh menjadi skala seratus menggunakan persamaan berikut.

$$F = \frac{\sum X}{SMI} \times 100 \quad (1)$$

F : Skor kepraktisan

$\sum X$: Jumlah skor seluruh butir untuk masing-masing indikator yang telah dikonversi ke skala 100 oleh praktisi (guru)

SMI : Skor Maksimal Ideal seluruh butir soal untuk masing-masing indikator

Untuk uji kepraktisan oleh siswa, karena penilainya 3 orang maka Jumlah skor seluruh butir untuk masing-masing indikator yang telah dikonversi ke skala 100 adalah total dari seluruh butir untuk masing-masing indikator ketiga siswa ($\sum ABC$). SMI = skor maksimal per

butir x jumlah butir soal x jumlah siswa yang menilai. Oleh karena itu, untuk menentukan skor uji kepraktisan oleh ketiga siswa adalah sebagai berikut.

$$F = \frac{\sum ABC}{SMT} \times 100 \quad (2)$$

F : Hasil Uji Kepraktisan
 $\sum x$: Jumlah skor seluruh butir untuk masing-masing indikator yang telah dikonversi ke skala 100 oleh masing-masing siswa
 ABC : siswa 1, siswa 2 dan siswa 3
 $\sum ABC$: Total $\sum x$ ketiga siswa ($\sum x_A + \sum x_B + \sum x_C$)
 Selanjutnya, setelah dilakukan konversi skor menjadi skala 100 kemudian dikualifikasikan berdasarkan Penilaian Acuan Patokan (PAP) pada Tabel 1.

Tabel 1. Pedoman Kualifikasi Kepraktisan

No.	Interval Skor	Kualifikasi
1	80 – 100	Sangat praktis
2	66 – 79	Praktis
3	56 – 65	Cukup praktis
4	40 – 55	Kurang praktis
5	0 – 39	Sangat tidak praktis

Produk instrumen tes diagnostik four-tier dinyatakan praktis minimal memenuhi kriteria rerata skor sebesar 66 dengan kualifikasi praktis.

Analisis efektivitas masing-masing butir soal dalam mengidentifikasi miskonsepsi dilakukan secara kuantitatif. Analisis efektivitas instrumen diawali dengan melakukan analisis tingkat pemahaman konsep peserta didik yang Memahami Konsep (MK), Tidak Tahu Konsep (TTK), Menebak (MB), dan Miskonsepsi (M) dengan kriteria pemahaman konsep. Butir soal dikatakan efektif mengidentifikasi miskonsepsi jika setiap butir tes teridentifikasi ada yang miskonsepsi. Tingkat pemahaman konsep mahasiswa ini dapat dikelompokkan berdasarkan jawaban mahasiswa seperti disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Pemahaman Konsep *Four Tier Diagnostic Test*

No.	Katagori	Kombinasi Jawaban				Kode
		Tier 1	Tier 2	Tier 3	Tier 4	
1	Memahami Konsep	Benar	Yakin	Benar	Yakin	MK
2	Tidak tahu konsep	Benar	Yakin	Benar	Tidak	TTK 1
3		Benar	Yakin	Salah	Tidak	TTK 2
4		Benar	Tidak	Benar	Yakin	TTK 3
5		Benar	Tidak	Benar	Tidak	TTK 4
6		Benar	Tidak	Salah	Tidak	TTK 5
7		Salah	Yakin	Benar	Tidak	TTK 6
8		Salah	Yakin	Salah	Tidak	TTK 7
9		Salah	Tidak	Benar	Tidak	TTK 8
10		Salah	Tidak	Salah	Tidak	TTK 9
11		Menebak	Salah	Yakin	Benar	Yakin
12		Salah	Tidak	Benar	Yakin	MB 2
13	Miskonsepsi	Benar	Yakin	Salah	Yakin	M1
14		Benar	Tidak	Salah	Yakin	M2
15		Salah	Yakin	Salah	Yakin	M3
16		Salah	Tidak	Salah	Yakin	M4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap define, berdasarkan analisis kebutuhan yang diperoleh dari guru SMP kelas 7, dinyatakan materi zat dan perubahannya masih banyak siswa yang miskonsepsi.

Oleh karena itu maka instrumen tes yang disusun untuk mengidentifikasi miskonsepsi adalah materi "Zat dan perubahannya". Materi tersebut meliputi: wujud zat dan model partikel, difusi, perubahan wujud zat, perubahan fisika dan perubahan kimia, kerapatan zat (massa jenis zat).

Pada Tahap Design dikembangkan draf instrumen tes diagnostik four tier dengan materi zat dan perubahannya dihasilkan 15 butir tes dengan rincian Wujud zat dan model partikel 8 butir tes, perubahan wujud zat 5 butir tes, dan Kerapatan zat (massa jenis zat) 2 butir tes.

Pada tahap develop dilakukan uji validitas isi, uji kepraktisan dan uji efektivitas instrumen tes yang dikembangkan untuk mendapatkan hasil uji kelayakan instrumen tes diagnostik four tier untuk mengidentifikasi miskonsepsi.

Uji Validitas Isi Instrumen Tes Diagnostik *Four-Tier*

Dari data hasil penilaian pakar 1 dan pakar 2 untuk validitas isi instrumen tes diagnostik four-tier terhadap 15 butir soal, pakar 1 menyatakan relevan untuk 14 butir dan 1 butir tidak relevan, penilaian pakar 2 dinyatakan relevan semua, hanya masih revisi salah ketik dan salah kunci jawaban. Adapun data tersebut telah direkap hasil tabulasi penilaian kedua pakar seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Tabulasi Penilaian Validitas Isi Kedua Pakar

Pakar 1		Pakar 2	
Tidak Relevan	Relevan	Tidak Relevan	Relevan
4	1,2,3,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	0	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15

Berdasarkan hasil rekapitulasi data pada Tabel 3. dapat diubah menjadi matrik tabulasi Gregory, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Matrik Hasil Tabulasi Gregory

Validator	Pakar I	
	TR	R
Pakar II	TR	A (0)
	R	C (1)

$$KVG = \frac{14}{0 + 0 + 1 + 14} = 0,93$$

Berdasarkan Kualifikasi Koefisien Validasi menurut Gregory diperoleh skor 0,93 termasuk kualifikasi sangat valid. Temuan ini sejalan dengan penelitian Habiddin (2019) yang menyatakan bahwa validitas yang tinggi merupakan indikator penting dalam pengembangan instrument tes, sehingga jawaban yang diberikan oleh siswa pada tes dapat mewakili pemahaman mereka yang sebenarnya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa instrumen tes diagnostik four-tier memenuhi syarat valid untuk mengidentifikasi miskonsepsi.

Uji Kepraktisan Instrumen Tes Diagnostik *Four-Tier*

Uji kepraktisan Instrumen Tes Diagnostik *Four-Tier* dilaksanakan oleh seorang guru IPA dan 3 orang siswa kelas 8 yang sudah mendapat mata pelajaran tentang zat dan perubahannya. Ketiga orang siswa mewakili kemampuan tinggi, sedang dan rendah.

Data penilaian uji kepraktisan instrumen tes diagnostik four-tier oleh guru disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Kepraktisan Instrumen Tes Diagnostik Four-Tier oleh Guru

No.	Indikator Kepraktisan	Σx	F	Kualifikasi
1.	Kesesuaian soal untuk mengidentifikasi miskonsepsi	75	100.00	Sangat raktis
2.	Kejelasan petunjuk pengerjaan soal	71	94.67	Sangat raktis
3.	Kejelasan maksud soal	68	90.67	Sangat raktis
4.	Kesesuaian bahasa yang digunakan pada soal dengan kaidah bahasa Indonesia	70	93.33	Sangat raktis
5.	Kalimat soal jelas, tidak mengandung arti ganda	71	94.67	Sangat raktis
6.	Rumusan Kalimat soal komunikatif, menggunakan bahasa yang sederhana, dan mudah dipahami	69	92.00	Sangat raktis

Pada Tabel 6. kualifikasi kepraktisan masing-masing indikator berada pada kualifikasi sangat praktis karena berada pada rentang >79 .

Analisis uji kepraktisan Instrumen tes diagnostik four-tier oleh siswa dapat dilakukan dengan cara menghitung reratanya $SMI = 5 \times 15 \times 3 = 225$, karena skor maksimal masing-masing indikator = 5, jumlah butir tes = 15 dan penilaian kepraktisan oleh siswa dilaksanakan oleh 3 orang siswa. Jumlah skor seluruh butir untuk masing-masing indikator dari ketiga siswa yang telah dikonversi ke skala 100 adalah ΣABC yaitu total dari (Σx). Hasil uji kepraktisan instrumen tes diagnostik four-tier oleh siswa pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Kepraktisan Instrumen Tes Diagnostik Four-Tier oleh Siswa

No.	Indikator Kepraktisan	Σx	F	Kualifikasi
1.	Kejelasan petunjuk pengerjaan soal	200	88.89	Sangat raktis
2.	Kejelasan maksud soal	204	90.67	Sangat raktis
3.	Kesesuaian bahasa yang digunakan pada soal dengan kaidah bahasa Indonesia	216	96.00	Sangat raktis
4.	Kalimat soal jelas, tidak mengandung arti ganda	218	96.89	Sangat raktis
5.	Rumusan Kalimat soal komunikatif, menggunakan bahasa yang sederhana, dan mudah dipahami	216	96.00	Sangat raktis

Dari hasil analisis uji kepraktisan, masing-masing indikator kepraktisan oleh siswa memiliki kualifikasi sangat praktis memenuhi kualifikasi praktis karena hasilnya sangat praktis.

Hasil Uji Efektivitas Instrumen Tes Diagnostik Four-Tier

Data uji efektivitas diperoleh dari penyebaran instrumen tes diagnostik four-tier tentang zat dan perubahannya kepada siswa SMP kelas 7 SMP Negeri 1 Tejakula sebanyak 71 orang Berdasarkan kriteria pemahaman konsep dari tes diagnostik *four tier* pada Tabel 2 diperoleh persentase tingkat pemahaman konsep siswa yang memahami konsep, tidak tahu konsep, menebak dan miskonsepsi pada setiap butir tes seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Persentase Tingkat Pemahaman Konsep Zat dan Perubahannya

No. Butir Tes	Konsep-Konsep pada Perubahan Wujud Zat	Persentase Siswa			
		MK (%)	TTK (%)	MB (%)	M (%)
1.	Udara termasuk materi	11,3	47,9	21,1	19,7
2.	Zat padat termasuk zat yang sulit berubah bentuk	11,3	46,5	16,9	25,4
3.	Partikel zat padat dapat bergetar	7,0	36,6	32,4	21,1
4.	Ikatan partikel gas	15,5	47,9	19,7	16,9



No. Butir Tes	Konsep-Konsep pada Perubahan Wujud Zat	Persentase Siswa			
		MK (%)	TTK (%)	MB (%)	M (%)
5.	Sifat zat cair: bentuk tidak tetap, volume tetap	16,9	46,5	11,3	25,4
6.	Angin termasuk gas	16,9	43,7	12,7	23,9
7.	Zat memiliki sifat dapat memuai dan mengerut. Sifat ini disebabkan jarak antar partikel terkecil suatu zat dapat berubah	8,4	52,1	11,3	29,6
8.	Es yang dibekukan maka volumenya lebih besar dari volume air semula	12,7	35,21	7,0	45,1
9.	Raksa termasuk zat cair karena bentuk tidak tetap, volume tetap	14,1	50,7	14,1	21,1
10.	Benda kuningan A memiliki massa dan volume lebih besar daripada benda kuningan B. Massa jenis benda A adalah sama dengan massa jenis benda B	15,5	59,2	4,2	21,1
11.	Ikatan partikel paling lemah adalah alcohol	9,9	49,3	14,1	26,8
12.	Es berubah menjadi air dikatakan mengalami fase meleleh	12,7	62,0	4,2	21,1
13.	Ketika air dipanaskan hingga membentuk gelembung-gelembung air mengandung gas	2,8	53,5	5,6	38,0
14.	Es meleleh pada suhu 0°C	12,7	56,3	7,0	23,9
15.	Setiap zat dengan massa yang sama memiliki kerapatan yang berbeda	4,2	57,5	11,3	26,8

Data pada Tabel 8 mengindikasikan pemahaman konsep siswa pada materi zat dan perubahannya masih rendah yaitu dibawah 16%. Pemahaman konsep siswa pada materi kerapatan zat yang memiliki pemahaman konsep paling tinggi yaitu 15,5 % yang memahami konsep bahwa untuk zat yang sama meskipun ukurannya berbeda memiliki massa jenis yang sama, sedangkan untuk zat yang berbeda memiliki massa jenis yang berbeda hanya 4,2% yang memahami konsep. Butir soal butir tentang kerapatan zat hanya 15,5 % Pemahaman konsep untuk butir tes lainnya berada pada rentang di atas 4,2 % sampai dengan di bawah 15,5 %. Siswa yang tidak tahu konsep cukup tinggi yaitu berada pada rentang antara 35,21% sampai dengan 62,0 % yaitu es yang dibekukan maka volumenya lebih besar dari volume air semula yang tidak tahu konsep 35,21%, sedangkan es berubah menjadi air dikatakan mengalami fase meleleh yang tidak tahu konsep 62,0%. Siswa yang menjawab dengan cara menebak dengan persentase menebak paling rendah yaitu 4,2 % tentang es berubah menjadi air dikatakan mengalami fase meleleh, dan zat yang sama dengan ukuran berbeda memiliki massa jenis yang sama, sedangkan persentase menebak paling tinggi yaitu sebesar 32,4% tentang konsep partikel zat padat dapat bergetar. Persentase miskonsepsi paling rendah 19,7% pada konsep udara termasuk materi, siswa tidak menjawab udara termasuk materi, dan paling tinggi 45,1% pada konsep es yang dibekukan maka volumenya lebih besar dari volume air semula, siswa menjawab es yang dibekukan volumenya lebih kecil dari volume air semula karena siswa menganggap ketika air berubah menjadi es yang membeku menjadi padat jarak antar partikelnya menjadi makin rapat sehingga volumenya mengecil.

Berdasarkan hasil uji validitas isi memenuhi syarat valid dan hasilnya menunjukkan sangat valid, hasil uji kepraktisan oleh guru dan siswa memenuhi syarat praktis dan hasilnya menunjukkan sangat praktis, serta hasil uji efektivitas memenuhi syarat efektif, maka instrumen tes diagnostik four-tier dinyatakan layak digunakan untuk mengidentifikasi

miskonsepsi siswa. Hal ini menunjukkan bahwa butir soal yang dikembangkan dalam penelitian ini terbukti efektif dalam mendeteksi miskonsepsi yang ada, serta memberikan informasi yang berguna untuk perbaikan proses pembelajaran selanjutnya.

Dilihat dari pemahaman konsep siswa, yang tidak tahu konsep, menebak dan miskonsepsi siswa ditinjau dari jenis temuan miskonsepsi pada setiap butir tes dapat dijelaskan sebagai berikut.

Butir 1. Pada butir tes “Udara termasuk materi”, berdasarkan hasil penelitian hanya 11,3% siswa memiliki pemahaman yang baik mengenai konsep udara sebagai materi, sementara 47,9% tidak memahami konsep tersebut, 21,1% menebak, dan 19,7% mengalami miskonsepsi. Jenis temuan miskonsepsinya antara lain: udara termasuk materi, alasannya memiliki wujud berubah dan volume tetap; udara adalah zat padat, alasan wujud berubah; udara adalah gas O₂ alasan wujud berubah; udara adalah gas O₂, alasan wujud tetap; udara termasuk gas O₂, alasannya memiliki wujud berubah dan volume tetap. Tingginya proporsi siswa yang tidak tahu konsep dan mengalami miskonsepsi mengindikasikan adanya permasalahan dalam proses pembelajaran. Proporsi siswa yang tidak tahu konsep dan mengalami miskonsepsi menunjukkan adanya permasalahan dalam proses pembelajaran. Konsep udara sebagai materi merupakan konsep abstrak yang memerlukan kemampuan berpikir logis dan pemahaman mendalam, yang sering kali sulit dicapai oleh siswa pada tingkat pendidikan tertentu. Pada tingkat tertentu, siswa belum mencapai kemampuan kognitif untuk memahami konsep abstrak seperti sifat udara. Piaget (1952) menjelaskan bahwa anak-anak pada tahap operasional konkret membutuhkan bantuan alat bantu visual dan pengalaman langsung untuk memahami hal-hal yang tidak terlihat.

Butir 2. Pada butir tes “Zat padat termasuk zat yang sulit berubah bentuk”, hasil penelitian menunjukkan bahwa hanya 11,3% siswa yang memahami konsep zat padat sebagai zat yang sulit diubah bentuknya. Sebanyak 46,5% siswa tidak memahami konsep ini, 16,9% menjawab dengan menebak, dan 25,4% mengalami miskonsepsi. Jenis temuan miskonsepsi antara lain: zat padat termasuk zat yang sulit berubah bentuk, alasannya jarak antar partikel berubah, alasan lainnya jarak antar partikel berjauha; zat padat termasuk zat yang sulit berubah bentuk, alasannya jarak antar partikel berubah; zat padat termasuk zat yang sama sekali tidak berubah bentuk, alasannya jarak antar partikelnya berubah; zat padat termasuk zat yang sangat mudah berubah bentuk, alasannya terdapat jarak antar partikelnya. Siswa beranggapan karena jarak antar partikel zat padat rapat dianggap tidak bisa berubah sama sekali padahal diantara partikel-partikel masih ada celah yang memberi ruang untuk bergetar. Siswa yang tidak tahu konsep atau mengalami miskonsepsi menunjukkan adanya masalah serius dalam pembelajaran konsep dasar zat padat. Zat padat memiliki karakteristik tertentu, seperti bentuk tetap dan volume yang tidak berubah, yang harus dipahami melalui pembelajaran berbasis eksperimen dan visualisasi. Tanpa bantuan visualisasi, seperti simulasi atau video, siswa sulit memahami sifat mikroskopis zat padat, misalnya bagaimana partikel dalam zat padat terikat erat tetapi masih dapat bergetar. Widodo (2020) menegaskan bahwa media visual sangat membantu siswa memahami konsep abstrak.

Butir 3. Pada butir tes “Partikel zat padat dapat bergetar”, hasil analisis data menunjukkan bahwa pemahaman siswa mengenai konsep gerak partikel dalam zat padat masih rendah, dengan hanya 7,0% siswa yang memahami konsep tersebut dengan benar. Sebanyak 36,6% siswa tidak mengetahui konsep ini, 32,4% menjawab dengan menebak, dan 21,1% mengalami miskonsepsi. Jenis temuan miskonsepsi antara lain: partikel zat padat dapat bergetar, alasannya jarak antar partikel zat agak renggang; partikel zat padat tidak dapat bergerak sama sekali, alasannya jarak antar partikel zat agak renggang; partikel zat padat tidak dapat bergerak sama sekali, alasannya jarak antar partikel zat agak renggang. Data ini mengindikasikan adanya permasalahan signifikan dalam pemahaman siswa terkait gerak partikel pada zat padat. Temuan ini mengindikasikan bahwa siswa yang tidak tahu konsep, menjawab dengan menebak dan yang miskonsepsi belum memahami dengan baik konsep ilmiah tentang gerak partikel dalam zat padat, yaitu partikel yang terus bergetar di tempatnya meskipun tampak diam secara makroskopis. Banyak siswa menganggap bahwa partikel dalam zat padat tidak bergerak sama sekali karena zat tersebut terlihat tidak

berubah bentuk atau posisinya. Pemahaman ini sering dipengaruhi oleh pengalaman sehari-hari yang keliru. Sebagaimana disebutkan oleh Suparno (2017), prakonsepsi yang salah dapat menghambat pembelajaran konsep ilmiah yang benar.

Butir 4. Pada butir tes tentang “gambar ikatan partikel gas”, distribusi jawaban siswa menunjukkan bahwa pemahaman siswa mengenai model ikatan partikel gas masih rendah. Sebanyak 47,9 Siswa tidak mengetahui konsep, 19,7% siswa menjawab dengan cara menebak, 16,9% mengalami miskonsepsi, sementara hanya 15,5% siswa yang menunjukkan pemahaman yang benar. Jenis temuan miskonsepsinya: meskipun siswa benar maupun salah menentukan gambar ikatan antar partikel gas, tetapi alasan yang diberikan menyakan bahwa partikel-partikelnya dapat bergerak bebas terbatas. Adanya 16,9% siswa yang mengalami miskonsepsi menunjukkan perlunya perhatian serius dalam pembelajaran konsep ini. Model ikatan partikel gas menggambarkan bagaimana partikel-partikel gas bergerak secara bebas, berinteraksi lemah satu sama lain, dan cenderung tersebar di ruang. Pemahaman ini penting untuk membangun konsep lanjutan seperti tekanan gas, difusi, dan hukum gas ideal. Sifat partikel gas yang tidak dapat diamati secara langsung membuat siswa sulit memahami konsep ini tanpa bantuan media visual. Widodo (2020) menunjukkan bahwa penggunaan animasi atau simulasi dapat membantu siswa membayangkan model partikel yang tidak terlihat.

Butir 5. Pada butir tes “Sifat zat cair: bentuk tidak tetap, volume tetap”, temuan penelitian ini mengindikasikan perlunya perbaikan dalam pengajaran konsep sifat-sifat zat cair, khususnya bentuk tidak tetap dan volume tetap. Data menunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap konsep sifat-sifat zat cair, yaitu bentuk yang tidak tetap tetapi memiliki volume tetap, masih tergolong rendah. Sebanyak 46,5% siswa tidak memahami konsep ini, 11,3% menjawab dengan menebak, dan 11,3% mengalami miskonsepsi. Hanya 16,9% siswa yang menunjukkan pemahaman yang benar. Jenis temuan miskonsepsinya antara lain: sifat zat cair bentuk tidak tetap, volume tetap, alasannya partikel-partikel zat cair dapat bergerak bebas; sifat zat cair bentuk tetap, volume tidak tetap, alasannya partikel-partikel zat cair dapat bergerak bebas. Persentase yang rendah dalam memahami konsep menunjukkan adanya kesenjangan dalam proses pembelajaran konsep dasar sifat-sifat zat cair. Pemahaman tentang sifat-sifat zat cair merupakan fondasi penting untuk memahami konsep fisika dan kimia lebih lanjut, seperti perubahan wujud zat dan sifat material. Menurut Driver (1985), miskonsepsi siswa sering kali disebabkan oleh keterbatasan pengalaman mereka dalam mengamati atau memahami fenomena mikroskopis yang mendasari sifat-sifat zat.

Butir 6. Hasil analisis menunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap konsep angin sebagai gas masih menjadi tantangan. Data mengungkapkan bahwa hanya 16,9% siswa yang memahami konsep ini dengan benar, sedangkan 43,7% siswa yang tidak mengetahui konsep, 12,7% menjawab dengan menebak dan 23,9% siswa mengalami miskonsepsi. Jenis temuan miskonsepsi siswa: angin termasuk gas, alasannya tidak memiliki massa dan menempati ruang; angin termasuk zat cair, alasannya tidak memiliki massa dan menempati ruang. Adapun alasan persepsi siswa bahwa angin tidak memiliki massa karena angin dapat bergerak bebas di udara terbuka. Persepsi siswa yang menganggap bahwa angin adalah zat cair karena ketika kena angin merasa dingin dan penyebabnya karena angin mengandung air. Miskonsepsi yang dialami siswa mengindikasikan adanya kesenjangan dalam pembelajaran konsep dasar terkait sifat gas, khususnya dalam konteks fenomena sehari-hari seperti angin. Pemahaman bahwa angin adalah gas yang terdiri dari partikel-partikel yang bergerak bebas, tidak kasat mata, dan tidak memiliki bentuk atau volume tetap, merupakan bagian penting dalam pendidikan sains. Menurut Driver (1985), miskonsepsi dalam sains sering kali muncul dari interpretasi pengalaman sehari-hari yang tidak selaras dengan pengetahuan ilmiah. Siswa sering kali memahami angin hanya sebagai "hembusan udara" tanpa menyadari bahwa itu merupakan pergerakan partikel gas. Penelitian Suparno, (2017) menunjukkan bahwa miskonsepsi sering disebabkan oleh interpretasi pengalaman langsung yang tidak sesuai dengan konsep ilmiah.

Butir 7. Pada butir tes “Zat memiliki sifat dapat memuai dan mengerut. sifat ini disebabkan jarak antar partikel terkecil suatu zat dapat berubah,” penelitian menunjukkan adanya disparitas yang signifikan dalam pemahaman siswa terhadap konsep hubungan sifat

pemuaian zat dengan jarak antar partikel. Sebanyak 52,1% siswa tidak mengetahui konsep ini, 11,3% siswa menjawab dengan cara menebak, hanya 8,4% siswa yang memahami konsep dengan benar, dan 29,6% siswa mengalami miskonsepsi. Jenis temuan miskonsepsi siswa: zat memiliki sifat dapat memuai dan mengerut. sifat ini disebabkan jarak antar partikel terkecil suatu zat dapat berubah, alasan masing-masing yang diberikan saat memuai massa zat membesar dan jarak antar partikel makin rapat; zat memiliki sifat dapat memuai dan mengerut. sifat ini disebabkan partikel terkecil suatu zat dapat mengerut jika didinginkan alasan masing-masing yang diberikan saat memuai massa zat membesar dan jarak antar partikel makin rapat; saat memuai massa zat mengecil dan jarak antar partikel makin renggang; saat memuai massa zat tetap, dan jarak antar partikel makin rapat. Siswa yang tidak tahu konsep dan mengalami miskonsepsi mencerminkan perlunya perhatian dalam pengajaran konsep ini. Pemuaian zat berkaitan dengan peningkatan jarak antar partikel saat energi panas ditambahkan, yang menyebabkan zat meluas tanpa perubahan jumlah partikel. Konsep ini mendasari pemahaman tentang sifat termal materi. Konsep siswa yang miskonsepsi menunjukkan kesulitan siswa memahami mekanisme mikroskopis pemuaian. Menurut Driver (1985), miskonsepsi dalam konsep ilmiah sering dipengaruhi oleh kesenjangan antara pengalaman nyata siswa dan representasi teoritis konsep tersebut. Banyak siswa kesulitan memahami konsep mikroskopis seperti jarak antar partikel karena partikel tidak dapat diamati langsung. Menurut Suparno (2017), konsep mikroskopis sering kali sulit dipahami siswa tanpa bantuan visualisasi yang konkret.

Butir 8. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada konsep "es yang dibekukan memiliki volume lebih besar dari volume air semula", sebanyak 12,7% siswa memahami konsep, 35,2% siswa tidak tahu konsep, 7,0% menjawab dengan menebak, dan 45% mengalami miskonsepsi. Miskonsepsi paling besar terjadi pada konsep es membeku ini. Jenis temuan miskonsepsi: es yang dibekukan volumenya lebih besar dari volume air semula, alasannya massa jenis es lebih besar daripada massa jenis air; es yang dibekukan volumenya lebih kecil dari volume air semula, alasannya massa jenis es lebih besar daripada massa jenis air; es yang dibekukan massanya lebih besar dari massa air semula alasannya massa jenis es lebih besar daripada massa jenis air; es yang dibekukan massanya lebih kecil dari massa air semula, alasannya jarak antar partikel pada es lebih rapat daripada air. Miskonsepsi ini terjadi karena siswa kurang memahami sifat anomali air. Saat membeku, molekul-molekul es membentuk struktur kristal yang lebih longgar dibandingkan ketika dalam bentuk cair. Akibatnya, es memiliki kepadatan yang lebih rendah dibandingkan air cair, sehingga es mengembang dan volumenya lebih besar. Penelitian menunjukkan bahwa miskonsepsi sering muncul dari pemahaman intuitif yang salah atau "teori intuitif yang salah.". Seperti yang dijelaskan oleh Vosniadou (2020), siswa cenderung mengandalkan pengalaman sehari-hari, seperti pengamatan visual, yang sering kali tidak cukup untuk memahami konsep ilmiah yang lebih mendalam, termasuk hubungan antara volume, massa, dan kepadatan es serta air. Selain itu, miskonsepsi juga dipengaruhi oleh cara pengajaran yang masih didominasi oleh pendekatan transmisi-resepsi. Guerra (2001) menekankan bahwa pendekatan ini kurang efektif dalam mengatasi miskonsepsi, karena siswa lebih diarahkan untuk menghafal daripada memahami konsep secara mendalam.

Butir 9. Butir tes "Raksa termasuk zat cair karena bentuk tidak tetap, volume tetap, " berdasarkan hasil penelitian, hanya 14,1% siswa yang memahami konsep dengan benar, sementara 50,7% siswa tidak mengetahui konsepnya, 14,1% menjawab dengan cara menebak, dan 21,1% mengalami miskonsepsi. Jenis temuan miskonsepsi: raksa termasuk zat cair karena bentuk tidak tetap, volume tetap, alasannya jarak antar partikel berubah-ubah dan partikel dapat berpindah bebas; raksa termasuk zat cair karena bentuk dan volume tidak tetap, alasannya gaya tarik antar partikel sangat lemah; raksa termasuk zat cair karena bentuk tetap, volume tidak tetap, alasannya partikel dapat berpindah bebas. Miskonsepsi pada siswa sering kali muncul akibat kurangnya pemahaman mendalam terhadap konsep ilmiah. Vosniadou (2020) menyatakan bahwa miskonsepsi disebabkan oleh adanya konflik antara pengalaman sehari-hari siswa dan penjelasan ilmiah. Misalnya, siswa mungkin tidak menyadari bahwa raksa sebagai zat cair memiliki volume tetap meskipun bentuknya berubah sesuai wadah, karena pengalaman mereka sehari-hari yang terbatas pada zat cair seperti air. Selain itu, studi oleh

Guerra (2001) mengungkapkan bahwa penggunaan metode pengajaran tradisional sering kali tidak efektif dalam mengatasi miskonsepsi. Pendekatan berbasis konstruktivisme direkomendasikan untuk membantu siswa memahami konsep secara mendalam dengan cara menghubungkan pengetahuan baru dengan pengalaman mereka. Üce (2019) juga menekankan pentingnya eksperimen langsung dalam membantu siswa memahami konsep abstrak dalam sains. Demonstrasi tentang sifat fisik raksa, seperti perbandingan volume cairan dalam wadah yang berbeda, dapat membantu mengklarifikasi miskonsepsi tersebut.

Butir 10. Pada butir tes "Benda kuningan A memiliki massa dan volume lebih besar daripada benda kuningan B. massa jenis benda A sama dengan massa jenis benda B," sebanyak 15,5% siswa memahami konsep dengan benar, 59,2% siswa tidak mengetahui konsep, 4,2% menebak, dan 21,1% mengalami miskonsepsi. Jenis temuan miskonsepsinya antara lain: benda kuningan A memiliki massa dan volume lebih besar daripada benda kuningan B, maka massa jenis benda A sama dengan massa jenis benda B, alasannya semakin besar massa benda, maka makin besar massa jenisnya; benda kuningan A memiliki massa dan volume lebih besar daripada benda kuningan B. maka massa jenis benda A kelipatan daripada massa jenis benda B, alasannya semakin besar massa benda, maka makin besar massa jenisnya; benda kuningan A memiliki massa dan volume lebih besar daripada benda kuningan B. maka massa jenis benda A kelipatan daripada massa jenis benda B, alasannya perbandingan massa dengan volume benda A > benda B. Miskonsepsi ini seringkali berasal dari ketidakpahaman mengenai sifat intrinsik massa jenis, yaitu massa jenis suatu zat yang sama tetap sama, walaupun ukurannya berbeda (Inabuy, 2021). Dalam konteks pendidikan, diperlukan pendekatan pembelajaran berbasis eksplorasi konsep untuk membantu siswa memahami bahwa massa jenis adalah karakteristik material yang konstan untuk bahan tertentu, meskipun massa dan volumenya berubah (Keeley, 2011).

Butir 11. Pada butir tes "Ikatan partikel paling lemah adalah alkohol", sebanyak 9,9% siswa memahami konsep, 49,3% tidak tahu konsep, 14,1% menebak, dan 26,8% mengalami miskonsepsi. Jenis temuan miskonsepsinya: ikatan antar partikel paling lemah adalah alkohol alasan partikel bensin lebih mudah dapat berpindah dibandingkan partikel alkohol dan hidrogen; ikatan antar partikel paling lemah adalah bensin alasan partikel bensin lebih mudah dapat berpindah dibandingkan partikel alkohol ikatan antar partikel paling lemah adalah hidrogen alasan partikel hidrogen lebih mudah dapat berpindah dibandingkan partikel air dan bensin. Konsepsi siswa yang menyatakan ikatan antar partikel paling lemah adalah alkohol dengan alasan partikel bensin lebih mudah dapat berpindah dibandingkan partikel alkohol dan hidrogen karena siswa beranggapan zat yang memiliki ikatan antar partikel yang lemah tidak mudah berpindah karena tidak memiliki energi untuk berpindah. Miskonsepsi tentang ikatan partikel alkohol sering terjadi karena abstraknya konsep terkait ikatan kimia, seperti interaksi antarmolekul dan kekuatan ikatan yang berbeda. Kesalahan pemahaman ini bisa menghambat pembelajaran lebih lanjut terkait kimia, karena ikatan partikel menjadi dasar penting dalam memahami sifat fisika dan kimia zat. Misalnya, siswa sering salah memahami bahwa alkohol hanya terdiri dari ikatan kovalen tanpa memahami interaksi antarmolekul seperti ikatan hidrogen yang lebih lemah dibandingkan kovalen. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Prodjosantoso (2019), yang menunjukkan bahwa ikatan kimia sering menjadi topik dengan tingkat miskonsepsi yang tinggi karena sifatnya yang abstrak dan berkaitan erat dengan konsep-konsep sebelumnya seperti struktur atom dan sistem periodik elemen. Selain itu, Llanos (2021) menekankan pentingnya metode pembelajaran inovatif seperti game-based learning untuk mengatasi miskonsepsi ini. Pendekatan ini dapat membantu siswa lebih memahami perbedaan kekuatan ikatan melalui simulasi interaktif, sehingga meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Untuk mendukung pemahaman konseptual, penting juga menerapkan alat diagnostik seperti tes empat tingkatan (*four-tier diagnostic tests*), yang menurut Kiray (2021) efektif dalam mengidentifikasi dan mengatasi miskonsepsi siswa tentang massa jenis, sifat fisika dan sifat kimia zat cair.

Butir 12. Pada butir tes perubahan fase perubahan fase, "Es berubah menjadi air dikatakan mengalami fase meleleh," ditemukan bahwa 12,7% siswa memahami konsep ini, 62% tidak tahu konsepnya, 4,2% menebak, dan 21,1% mengalami miskonsepsi. Temuan

jenis miskonsepsinya: es berubah menjadi air dikatakan mengalami fase meleleh, alasan es diberi kalor, maka molekul air melepaskan kalor dan molekul air bergetar semakin cepat sehingga ikatan antar molekul semakin lemah; es berubah menjadi air dikatakan mengalami fase menyublim, alasan molekul air melepaskan kalor dan molekul air bergetar semakin cepat sehingga ikatan antar molekul semakin lemah. Hasil ini mencerminkan tantangan dalam pengajaran konsep-konsep perubahan fase dalam sains. Miskonsepsi seperti ini sering kali terkait dengan pandangan siswa yang salah tentang sifat partikel dan energi selama proses perubahan fase. Gaither (2008) menyatakan banyak siswa yang menganggap bahwa partikel es berubah bentuk atau ukuran saat meleleh, bukan hanya mengalami perubahan energi potensial akibat lemahnya ikatan antar partikel dalam fase cair dibandingkan fase padat. Hasil penelitian Osborne (1985) dan Palmer (2001) menunjukkan bahwa siswa sering kali memiliki pemahaman paralel antara pandangan ilmiah dan pengalaman sehari-hari mereka yang dapat memperkuat miskonsepsi jika tidak ditangani secara eksplisit dalam pembelajaran. Penting bagi guru untuk memberikan pengalaman langsung, seperti percobaan visual menggunakan es dan pengamatan perubahan pada tingkat partikel, guna mengubah konsepsi siswa secara bertahap. Menurut Penelitian Palmer (2001) dan Guerra (2001) menunjukkan bahwa aktivitas hands-on yang melibatkan eksplorasi dan diskusi terarah lebih efektif daripada sekedar menjelaskan konsep secara verbal.

Butir 13. Pada butir tes "Ketika air dipanaskan hingga membentuk gelembung-gelembung air yang mengandung gas," berdasarkan hasil penelitian yang menunjukkan 2,8% siswa memahami konsep, 53,5% tidak tahu konsep, 5,6% menjawab dengan cara menebak, dan 38% mengalami miskonsepsi. Temuan jenis miskonsepsinya: ketika air dipanaskan hingga membentuk gelembung-gelembung air mengandung udara, alasannya suhu pada saat itu mencapai titik uap; ketika air dipanaskan hingga membentuk gelembung-gelembung air mengandung udara, alasannya suhu pada saat itu mencapai titik leleh. Miskonsepsi tentang gelembung pada air mendidih sering kali disebabkan oleh kurangnya pemahaman siswa tentang sifat molekuler perubahan fase. Temuan penyelidikan oleh Zhang (2017) bahwa ketika air dipanaskan di dalam ketel timbul gelembung, siswa salah mengira bahwa gelembung tersebut mengandung oksigen dan hidrogen yang terlepas dari air atau bahkan udara. Padahal, pada kenyataannya, gelembung yang terbentuk di dalam air mendidih berisi uap air (fase gas air) yang dihasilkan dari perubahan fase cair ke gas akibat pemanasan. Penelitian Coştu (2008) menunjukkan bahwa pemahaman ini seringkali sulit dicapai tanpa pengajaran yang mendalam tentang teori molekuler dan perubahan energi selama transisi fase. Bahkan disarankan dalam pengajaran yang terkait dengan mendidihkan cairan tidak hanya menggunakan air saja, tetapi menggunakan bermacam cairan dalam pengajaran.

Butir 14. Hasil analisis data menunjukkan bahwa pada konsep "Es meleleh pada suhu 0°C ", miskonsepsi sering terjadi karena siswa kurang memahami proses termodinamika pada titik leleh suatu zat. Sebanyak 12,7% siswa memahami konsep dengan benar, sementara 56,3% tidak tahu, 7,0% menebak, dan 23,9% mengalami miskonsepsi. Temuan jenis miskonsepsi meliputi: es meleleh pada suhu 0°C , alasannya titik leleh terjadi pada saat suhu meningkat; es meleleh pada suhu lebih besar dari 0°C , alasannya titik leleh terjadi pada saat suhu meningkat. Proses melelehnya es melibatkan pemutusan ikatan hidrogen ketika suhu mencapai atau melebihi 0°C , dengan molekul-molekul air yang mulai bergerak lebih bebas. Konsep ini memerlukan pemahaman mendalam tentang hubungan antara panas, energi kinetik, dan struktur molekuler, yang sering kali menjadi tantangan dalam pembelajaran sains di sekolah. Penelitian Smith (1950), menggarisbawahi bahwa siswa sering gagal memahami bagaimana energi termal berinteraksi dengan ikatan molekuler, mengarah pada miskonsepsi seperti kesalahpahaman tentang titik leleh atau hubungan antara suhu dan keadaan zat. Oleh karena itu, pendekatan pembelajaran berbasis eksperimen, seperti penggunaan model visual atau simulasi digital, sangat dianjurkan untuk mengatasi hambatan ini

Butir 15. Berdasarkan hasil analisis data, didapatkan bahwa miskonsepsi terkait pertanyaan "Setiap zat dengan massa yang sama memiliki kerapatan yang berbeda" sebanyak 4,2% siswa memahami konsep dengan benar, 57,5% siswa tidak mengetahui

konsep, 11,3% siswa menjawab dengan cara menebak, dan 26,8% siswa mengalami miskonsepsi. Temuan jenis miskonsepsinya: setiap zat dengan massa yang sama memiliki kerapatan yang berbeda, alasan kerapatan zat merupakan perbandingan volume dengan massa; setiap zat dengan massa yang sama memiliki kerapatan yang berbeda, alasan zat yang sama belum tentu massa jenisnya sama; setiap zat dengan massa yang sama memiliki kerapatan yang sama, alasannya volumenya sama, sehingga perbandingan massa dengan volume sama/tetap. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa tidak memiliki pemahaman yang akurat tentang hubungan antara massa, volume, dan massa jenis/kerapatan partikel, yang merupakan konsep dasar dalam fisika. Kerapatan partikel setiap materi berbeda-beda, yang dapat dijadikan sebagai penanda suatu zat. Massa jenis suatu zat yang sama tetap sama, walaupun ukurannya berbeda (Inabuy (2021). Miskonsepsi ini dapat dikaitkan dengan beberapa faktor, termasuk metode pengajaran tradisional yang cenderung berfokus pada hafalan daripada pemahaman mendalam Guerra (2001). Dounas (2018) menyatakan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis eksperimen memungkinkan siswa untuk mempelajari hubungan antara massa, volume, dan massa jenis melalui pengamatan langsung dan pengujian hipotesis.

Berdasarkan hasil tersebut, instrument yang dikembangkan telah memenuhi syarat valid dan hasilnya menunjukkan sangat valid, hasil uji kepraktisan oleh guru dan siswa memenuhi syarat praktis dan hasilnya menunjukkan sangat praktis, serta hasil uji efektivitas memenuhi syarat efektif, maka instrumen tes diagnostik four-tier dinyatakan layak digunakan untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa. Hal serupa juga dilakukan oleh Rawh (2021) yang menunjukkan hasil *four tier diagnostic test* yang dikembangkan, dapat digunakan untuk mengidentifikasi profil konsepsi siswa pada konsep alat-alat optik.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data Instrumen tes diagnostik *four tier* yang dikembangkan memenuhi syarat sangat valid dari segi isi materi, praktis, dan efektif mengidentifikasi miskonsepsi siswa. Instrumen tes diagnostik *four tier* yang dikembangkan layak untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa.

Berdasarkan pembahasan tentang miskonsepsi peserta didik dalam memahami berbagai konsep sains, saran penelitian yang dapat dikembangkan adalah mengeksplorasi efektivitas pendekatan pembelajaran berbasis eksperimen, visualisasi, dan teknologi (seperti simulasi atau animasi) untuk mengatasi miskonsepsi pada konsep-konsep abstrak seperti sifat-sifat materi dan perubahan fase. Penelitian juga dapat fokus pada pengembangan dan pengujian alat diagnostik untuk mengidentifikasi miskonsepsi secara lebih akurat, serta mengkaji bagaimana pendekatan pembelajaran konstruktivis atau berbasis *inquiry* dapat meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik.

DAFTAR RUJUKAN

- Abbas, M. L. H. (2016). Pengembangan Instrumen Three Tier Diagnostic Test Miskonsepsi Suhu dan Kalor. *Education Humanistics*, 01(2).
- Coştu, B. (2008). Big bubbles in boiling liquids: Students' views. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(3). <https://doi.org/10.1039/b812410h>
- Dounas-Frazer, D. R., & Lewandowski, H. J. (2018). The Modelling Framework for Experimental Physics: Description, development, and applications. *European Journal of Physics*, 39(6). <https://doi.org/10.1088/1361-6404/aae3ce>
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). Children's Ideas and the Learning of Science. In *Children's Ideas in Science*.
- Fries-Gaither, J. (2008). *Common misconceptions about states and changes of matter and the water cycl*. <https://beyondpenguins.ehe.osu.edu/>
- Gregory, R. . (2000). *Psychological Testing: History, Principles and Applications*. Allyn & Bacon.

- Guerra, P. T., Wong, L. J. G., Roldán, H. M., García, C., Padilla, C. R., Gómez, R. A., & Tamez, R. S. (2001). Bioinsecticidas: su empleo, producción y comercialización en México. *Ciencia UANL*, 4(2). <https://www.redalyc.org/pdf/402/40240205.pdf>
- Habiddin, & Page, E. M. (2019). Development and validation of a four-tier diagnostic instrument for chemical kinetics (FTDICK). *Indonesian Journal of Chemistry*, 19(3). <https://doi.org/10.22146/ijc.39218>
- Inabuy, V., Sutia, C., Maryana, O. F. T., Hardanie, B. D., & Lestari, S. H. (2021). Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP Kelas VII. In *Pusat Kurikulum dan Perbukuan Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi*.
- Istighfarin, L., Rachmadiarti, F., & Budiono, D. (2015). Profil Miskonsepsi Siswa pada Materi Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan. *Bioedu*, 4(3). <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu/article/view/13430>
- Keeley, P. (2011). Formative Assessment Probes: How Far Did It Go? *Science and Children, ERIC*, 48(5), 24-24. <https://eric.ed.gov/?id=EJ912459>
- 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). <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10087-5>
- Llanos, J., Fernández-Marchante, C. M., García-Vargas, J. M., Lacasa, E., De La Osa, A. R., Sanchez-Silva, M. L., De Lucas-Consuegra, A., Garcia, M. T., & Borreguero, A. M. (2021). Game-Based Learning and Just-in-Time Teaching to Address Misconceptions and Improve Safety and Learning in Laboratory Activities. *Journal of Chemical Education*, 98(10). <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00878>
- Mariyadi, M., & WA, I. R. (2023). Analisis Miskonsepsi Peserta Didik Kelas Vi Sekolah Dasar Pada Pembelajaran Ipa Materi Gaya Gravitasi. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1). <https://doi.org/10.24929/lensa.v13i1.225>
- Osborne, R., & Freyberg, P. (1985). Learning in science: the implications of children's science. In *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- Palmer, D. (2001). Students' alternative conceptions and scientifically acceptable conceptions about gravity. *International Journal of Science Education*, 23(7). <https://doi.org/10.1080/09500690010006527>
- Piaget, J. (1952). The origins of intelligence in children New York. In *International Universities Press*.
- Prodjosantoso, A. K., Hertina, A. M., & Irwanto. (2019). The misconception diagnosis on ionic and covalent bonds concepts with three tier diagnostic test. *International Journal of Instruction*, 12(1). <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12194a>
- Putri E, Subekti H. Analisis miskonsepsi menggunakan metode *four- tier certainty of response index*: studi eksplorasi di SMP Negeri 60 Surabaya. *Pensa E-Jurnal Pendidikan Sains*. Juli 2021; 9(2):220-226. Tersedia dari: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/pensa/index>
- Resbiantoro, G., Wanda Nugraha, A. (2017). Miskonsepsi Mahasiswa Pada Konsep Dasar Gaya Dan Gerak Untuk Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Sains (JPS)*, 5(2). <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/JPKIMIA/article/view/2991>
- Sheftyawan, W. B., Prihandono, T., & Lesmono, A. D. (2018). Identifikasi Miskonsepsi Siswa Menggunakan Four-Tier Diagnostic Test Pada Materi Optik Geometri. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(2). <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JPF/article/view/7921>
- Simamora, R., Maison, & Kurniawan, W. (2023). Identifikasi Miskonsepsi Peserta Didik

- Menggunakan Five-Tier Diagnostic Test pada Materi Fluida Statis di SMAN 7 Kota Jambi. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 8(2). <https://doi.org/10.36709/jipfi.v8i2.18>
- Smith, J. M. (1950). Introduction to chemical engineering thermodynamics. *Journal of Chemical Education*, 27(10). <https://doi.org/10.1021/ed027p584.3>
- Sudiatmika, A. A. I. A. R., & Subagia, I. W. (2022). Profil Miskonsepsi Mahasiswa Prodi S2 Pendidikan IPA pada Materi Optik Menggunakan Tes Diagnostik Four Tier Test. *Jurnal Matematika, Sains, Dan Pembelajarannya*, 16(2). <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPM/article/view/41118>
- Suparno. (2017). *Miskonsepsi Dan Perubahan Konsep Pendidikan Fisika*.
- Thiagarajan. (1974). Thiagarajan, Sivasailam; And Others Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook. *Research and Development, Mc*.
- Ubabuddin. (2019). Hakikat Belajar dan Pembelajaran Di Sekolah Dasar. *IAIS Sambas*, 1(1).
- Üce, M., & Ceyhan, İ. (2019). Misconception in Chemistry Education and Practices to Eliminate Them: Literature Analysis. *Journal of Education and Training Studies*, 7(3). <https://doi.org/10.11114/jets.v7i3.3990>
- Vosniadou, S. (2020). Students' Misconceptions and Science Education. In *Oxford Research Encyclopedia of Education*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264093.013.965>
- Widiarini, P. (2020). Profil Miskonsepsi Mahasiswa Calon Guru Fisika Pada Konsep Gaya. *Wahana Matematika Dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, Dan Pembelajarannya*, 14(1). <https://doi.org/10.23887/wms.v14i1.24265>
- Widodo, A. dan W. (2020). Penggunaan Media Visual untuk Mengurangi Miskonsepsi Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 8(2), 123–130.
- Yuliati, Y. (2017). Miskonsepsi Siswa Pada Pembelajaran Ipa Serta Remediasinya. *Jurnal Bio Education*, 2(2). <http://dx.doi.org/10.31949/be.v2i2.1197>
- Zhang, L. (2017). *Research on Financial Risk Prevention and Control. Based on Real Estate Asset Bubbles*. <https://doi.org/10.2991/emle-17.2017.31>