

IDENTIFIKASI TINGKAT MISKONSEPSI SISWA SMA KELAS X IPA TENTANG SIFAT PARTIKULAT ZAT MENGGUNAKAN *TWO TIER DIAGNOSTIC*

Kartika Hismawati¹, Ardi Widhia Sabekti², Nina Adriani³
kartikahismawati24@gmail.com

Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Maritim Raja Ali Haji

Abstract

Misconception in students are very important to won't continuously occur. This study aimed to identify the misconceptions of class X science students on particulate substance concept. This type of research was descriptive with quantitative methods. The implementation was carried out at SMA Negeri 1 Palmatak, Kep. Anambas and SMA Negeri 1 Pulau Tiga regency Kep. Natuna, which described 71 studentds of class X IPA. The research instrument was a written teo-tier diagnostic test with an indication of 11 items. The results of this study shows that the concept 1 the mean of percentage the misconception level of 64,79% with the high category. From the concept 3 the mean of percentage the misconception level of 64,79% with the high category. From the concept 3 the mean of percentage the misconception that happened of students in SMA Negeri 1 Palmatak and SMA Negeri 1 Pulau Tiga included the level of misconception is "High". This was proven by the number of true-false answer patterns and false-true answer patterns. Thus, it is necessary ti reduce misconceptions among students so that they can be resolved.

Keywords: Identification, Misconception, Particulate Properties of Substances, Two Level Diagnostic Test.

I. Pendahuluan

Kimia merupakan salah satu disiplin ilmu yang memerlukan penalaran, pemahaman dan penerapan disekolah menengah. Pembelajaran kimia harus di tekankan kepada siswa agar siswa mengetahui pengetahuan faktual dengan cara mengamati dan menanya berdasarkan rasa ingin tahu siswa tentang ilmu kimia (Nazar dkk., 2013). Salah satu tujuan pembelajaran kimia adalah memahami konsep, prinsip, hukum dan teor kimia, serta keterkaitannya dalam memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi. Berdasarkan tujuan pembelajaran kimia, pembelajaran kimia menuntut siswa untuk memahami konsep kimia (Salirawati, 2013). Sangat penting untuk menguasai konsep dalam pembelajaran. Jika siswa memiliki konsep yang tidak tepat, atau bahkan bertentangan dengan konsep ilmiah, maka hal tersebut dapat menimbulkan hambatan dan sulit untuk diperbaiki selama pendidikan formal, karena konsep tersebut diyakini dapat menjelaskan kesalahpahaman yang dihadapi meskipun keliru (Suparno, 2013)

Pemahaman konsep yang berbeda dari konsep yang diterima secara ilmiah disebut miskonsepsi. Miskonsepsi ini penting untuk diidentifikasi agar siswa dapat memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan konseptual dengan benar (Hadinugrahaningsih dkk., 2018). Faktor terjadinya miskonsepsi dipengaruhi oleh buku, guru, intuisi dan metode mengajar. Konsep kimia akan mudah dipahami jika siswa mampu menguasai tiga level representasi yaitu makroskopik, mikroskopik dan simbolik dalam menjelaskan suatu fenomena (Talanquer, 2011)

Siswa harus menguasai berbagai representasi ini saat mempelajari kimia. Kelemahan siswa dalam representasi ini mungkin menyulitkan siswa untuk mengasosiasikan konsep dengan kehidupan sehari-hari yang menyebabkan siswa mengalami miskonsepsi. Untuk dapat menguasai tiga representasi tersebut dengan baik, siswa harus memahami konsep sifat partikulat zat dengan benar. Teori partikulat adalah konsep sentral utama dalam pendidikan sains.

Teori ini mendukung pemahaman siswa tentang banyak konsep sains. Selain itu, banyak peneliti berpendapat bahwa pemahaman yang tepat untuk pembelajaran kimia adalah sifat partikulat zat, sehingga penting untuk memiliki konsep yang benar tentang sifat partikulat zat untuk pembelajaran kimia. Sifat partikulat zat ini dikaitkan dengan materi perubahan fasa, difusi, proses larutan, kimia larutan dan gaya antar molekul (Ayas dkk., 2010). Konsep sifat partikulat zat ini sering mengakibatkan masalah terhadap siswa dari pembelajaran yang telah mereka dapat selama dalam pembelajaran. Konsep sifat partikulat zat yaitu konsep pembelajaran kimia yang sering terjadi kesalahpahaman pada siswa (Kapici & Akcay, 2017). Maka dari itu, perlu dilihat kembali konsep-konsep ini untuk memperkuat pemahaman konsep siswa dengan menggunakan strategi pembelajaran yang sesuai. Selain itu, guru harus terbiasa dengan cara siswa mengembangkan pemahamannya tentang sifat partikulat zat (Rahmawati dkk., 2019).

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan salah satu guru kimia kelas X IPA di SMA Negeri 1 Palmatak dan SMA Negeri 1 Pulau Tiga bahwa belum pernah dilakukan penelitian yang mengidentifikasi miskonsepsi siswa tentang sifat partikulat zat. Guru hanya melakukan evaluasi dan penekanan untuk mengetahui sejauh mana pemahaman siswa terhadap pembelajaran kimia yang sudah diberikan dan guru sudah semaksimal mungkin mengaitkan ketiga representasi makroskopik, mikroskopik dan simbolik tetapi hasilnya sebagian besar siswa masih kesulitan memahami konsep kimia karena konsep kimia yang mikroskopik.

Instrumen yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa salah satunya adalah dengan menggunakan tes diagnostik pilihan dua tingkat atau two tier diagnostik test pada konsep sifat partikulat zat. Tes diagnostik ini dapat memberikan gambaran akurat tentang miskonsepsi yang dimiliki siswa. Tes ini dikembangkan oleh Treagust dkk (2010) dan diadaptasi oleh Widhiyanti (2016). Penggunaan tes two tier ini dapat mengurangi efek menebak jawaban siswa karena siswa dituntut untuk memberikan alasan yang telah mereka pilih (Rahmawati dkk, 2019). Kelebihan tes two tier diagnostik yaitu dapat mengetahui alasan siswa dalam memilih pilihan jawaban, secara tidak langsung bahwa tes two tier diagnostik dapat mengurangi tingkat miskonsepsi siswa yang menebak jawaban karena pada tes ini jawaban siswa dianggap benar jika tier pertama dan tier kedua benar (Dewati dkk., 2016).

Tujuan penelitian ini yaitu untuk menemukan tingkatan miskonsepsi siswa SMA kelas X IPA pada konsep sifat partikulat zat.

II. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 1 Palmatak Kab. Kepulauan Anambas dan SMA Negeri 1 Pulau Tiga Kab. Kepulauan Natuna siswa kelas X IPA yang berjumlah 71 siswa. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif yang merupakan suatu fenomena yang telah diancang untuk meneliti populasi atau sampel tertentu (Sugiyono, 2011). Adapun Teknik pengumpulan data peneliti ini menggunakan tes two tier diagnostik yang dilakukan terhadap siswa. Instrumen penelitian ini adalah tes two tier diagnostik yang digunakan sebagai gambaran umum miskonsepsi yang terjadi pada siswa instrument ini berjumlah 11 item yang diadaptasi oleh Treagust dkk., (2010) dan dikembangkan oleh Widhiyanti (2016). Soal ini terdiri dari tiga konsep utama yaitu jarak antar molekul dalam padatan, cairan dan gas (soal nomor 3,4,5, dan 11), memahami efek dari gaya antar molekul antar partikel selama perubahan keadaan (soal nomor 8,9,10), dan memahami difusi dalam

cairan dan gas dal hal sifat partikulat materi (soal nomor 1,2,6,dan 7). Teknik analisis data penelitian ini menggunakan tes two tier diagnostik sebagai berikut:

1. Menentukan jumlah frekuensi pola jawaban siswa.

Tabel 1. Kemungkinan Pola Jawaban dan Kategorinya

Pola jawaban siswa	Kategori	Skor
Jika tier 1 benar dan tier 2 benar	Paham konsep	2
Jika tier 1 benar dan tier 2 salah	Miskonsepsi	1
Jika tier 1 salah dan tier 2 benar,		1
Jika tier 1 salah dan tier 2 salah	Tidak paham	0

2. Data hasil jawaban siswa dikelompokkan berdasarkan kategori tingkat miskonsepsi.
3. Menghitung persentase setiap pola jawaban siswa.
4. Menghitung rata-rata da keseluruhan persentase siswa dengan rumus.

$$p = \frac{f}{n} \times 100\%$$

Sumber: (Sudijono, 2010)

Ket:

p = Nilai persentase jawaban siswa

f = Jumlah frekuensi jawaban siswa

n = Jumlah total keseluruhan siswa

5. Menentukan kategori miskonsepsi siswa.

Tabel 2. Kategori Tingkat Miskonsepsi

Rentang %	Kategori Miskonsepsi
$0 \leq \% < 20$	Sangat rendah
$20 \leq \% < 40$	Rendah
$40 \leq \% < 60$	Sedang
$60 \leq \% < 80$	Tinggi
$80 \leq \% < 100$	Sangat tinggi

Sumber: (Firdayanti dkk., 2020)

6. Menghitung persentase jawaban pilihan dan alasan pada tier 2

$$p = \frac{f}{n} \times 100\%$$

Sumber: (Sudijono, 2010)

III. Hasil dan Pembahasan

Siswa kelas X yang telah mempelajari konsep partikulat zat pada materi gaya antar molekul dianalisis pemahamannya terhadap konsep tersebut. Hasil jawaban siswa dijabarkan berdasarkan pola jawaban siswa benar-benar (B-B), benar-salah (B-S), salah-benar (S-B) dan salah-salah (S-S), kemudian menghitung persentase setiap pola jawaban siswa. Adapun data yang diperoleh bahwa rata-rata pemahaman siswa pada pola jawaban B-B sebesar 18,57%, B-S sebesar 43,02%, S-B sebesar 20,36% dan S-S sebesar 18,05%. Dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Rata-rata Pola Jawaban Pemahaman Siswa

Kategori Konsep	No Soal	Pola Jawaban			
		B-B	B-S	S-B	S-S
Konsep 1: Jarak antar molekul dalam padatan, cairan dan gas	3	14 (19,71%)	33 (46,48%)	18 (25,35%)	6 (8,45%)
	4	9 (12,67%)	37 (52,11%)	10 (14,08%)	15 (21,12%)
	5	12 (16,90%)	25 (35,21)	18 (25,35%)	16 (22,53%)
	11	21 (29,57%)	23 (32,39%)	17 (23,94%)	10 (14,08%)
Konsep 2 : Efek dari gaya antarmolekul antara partikel selama perubahan keadaan	8	8 (11,26%)	28 (39,43%)	15 (21,12%)	20 (28,16%)
	9	7 (9,85%)	41 (57,74%)	8 (11,26%)	15 (21,12%)
	10	14 (19,71%)	26 (36,61%)	20 (28,16%)	11 (15,49%)
Konsep 3: Difusi gas, cairan dan sifat partikulat materi	1	13 (18,30%)	32 (45,07%)	16 (22,53%)	10 (14,08%)
	2	12 (16,90%)	31 (43,66%)	18 (25,35%)	10 (14,08%)
	6	3 (4,22%)	45 (63,38%)	14 (19,71%)	9 (12,67%)
	7	32 (45,07%)	15 (21,12%)	5 (7,04%)	19 (26,76%)
Total rata-rata keseluruhan		18,57%	43,02%	20,36%	18,05%

Kemudian untuk mengetahui hasil analisis persentase tingkat miskonsepsi yang terjadi pada siswa dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Persentase Pola Jawaban Siswa B-S dan S-B

Kategori Konsep	No Soal	Pola Jawaban		Total	Persentase & Kategori Miskonsepsi
		B-S	S-B		
Konsep 1: Jarak antar molekul dalam padatan, cairan dan gas	3	33	18	51	71,83% (Tinggi)
	4	37	10	47	66,20% (Tinggi)
	5	25	18	43	60,56% (Tinggi)
	11	23	17	40	53,34% (Sedang)
Rata-rata persentase konsep 1					63,73% (Tinggi)
Konsep 2 : Efek dari gaya antarmolekul antara partikel selama perubahan keadaan	8	28	15	43	60,56% (Tinggi)
	9	41	8	49	69,01% (Tinggi)
	10	26	20	46	64,73% (Tinggi)
Rata-rata persentase konsep 2					64,79% (Tinggi)
Konsep 3: Difusi gas, cairan dan sifat partikulat materi	1	32	16	32	67,61% (Tinggi)
	2	31	18	49	69,01% (Tinggi)
	6	45	14	59	83,10% (Sangat Tinggi)
	7	15	5	20	28,17% (Rendah)
Rata-rata persentase konsep 3					61,97% (Tinggi)
Rata-rata persentase keseluruhan					63,38% (Tinggi)

Setelah dihitung persentase tingkat miskonsepsi siswa dari instrumen soal, rata-rata persentase konsep 1 tentang jarak antar molekul dalam padatan, cairan dan gas sebesar 63,78%. rata-rata persentase konsep 2 Efek dari gaya antarmolekul antara partikel selama perubahan keadaan sebesar 64,79%. rata-rata persentase konsep 3 Difusi gas, cairan dan sifat partikulat materi 61,97%. Dari rata-rata ketiga konsep, total keseluruhan persentase tingkat miskonsepsi siswa termasuk ke dalam kategori tinggi sebesar 63,38 %. Dari persentase tersebut terdapat pola jawaban B-S dan S-B yang paling dominan adalah pola jawaban benar pada tier 1 dan salah pada tier 2 (B-S) yang terdapat pada soal nomor 6 yang berkaitan dengan partikel-partikel zat pewarna yang terdifusi siswa menganggap bahwa “zat pewarna akan tersebar merata didalam air dan membentuk larutan berwarna merah dikarenakan partikel-partikel zat pewarna itu mudah melarut didalam air”.

Dari analisis pola jawaban siswa terhadap 11 item yang diberikan, terdapat jawaban salah siswa pada tier 1 dan tier 2. Dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Persentase Jawaban Salah Siswa Pada Tier 1

sedikit terjadi antara partikel bromin dengan partikel udara. Bromin cair akan secara spontan berubah menjadi gas dalam suhu dan tekanan sekitar, sehingga partikel gas dapat bergerak secara spontan ke segala arah (Widhiyanti, 2016). Hal ini menunjukkan bahwa miskonsepsi siswa pada tier 1 rendah karna siswa mengetahui jawaban pada tier 1 tetapi tidak mengetahui alasan yang tepat terhadap jawaban yang dipilih. Berikut jawaban salah siswa pada tier 2.

Tabel 7. Persentase Jawaban Salah Siswa Pada Tier 2

No. Soal	Miskonsepsi Siswa	Jumlah Siswa yang menjawab salah	Persentase
1.	Partikel-partikel asap saling bertumbukan dan bergerak dalam pola zigzag yang acak.	28	39,43%
	Terdapat ruang yang luas diantara partikel-partikel asap.	8	11,26%
	Pergerakan partikel asap yang bergerak zigzag, karena partikel asap berukuran besar.	6	8,45%
2.	Molekul bromin yang lebih berat akan mengendap didasar bejana.	11	15,49
	Jumlah tumbukan molekul bromin berkurang ketika tidak ada partikel udara	10	14,08%
	Molekul bromin dalam bejana hampa udara dapat menempati ruang yang sebelumnya ditempati oleh partikel udara	10	14,08%
	Molekul bromin menyebar secara perlahan dengan pola zig-zag yang acak untuk mengisi seluruh bagian dalam bejana	13	18,30%
3.	Volume cairan yang dituangkan ke dalam wadah yang berbeda memiliki volume tetap dan partikel-partikelnya dapat bergerak dengan bebas	13	18,30%
	Volume cairan yang dituangkan dikedalam wadah yang berbeda memiliki volume tetap dapat sejumlah partikelnya dapat lolos keluar karena cairan tersebut menguap.	26	36,61%
4.	Partikel-partikel gas mudah ditekan untuk menjadi lebih kecil dari ukuran partikel semula, sehingga volumenya berkurang ketika volume dalam wadah dimampatkan	40	56,33%
	Jumlah partikel gas menjadi berkurang.	6	8,4%
5.	Partikel-partikel dalam gas bergerak lebih bebas dibandingkan dengan partikel-partikel dalam zat cair ketika volume dimampatkan	33	46,47%
	Partikel-partikel gas bergerak secara acak ke semua arah.	8	11,26%
6.	Ketika suatu zat warna diteteskan pada larutan, partikel-partikel zat pewarna mudah melarut di dalam air	29	40,84%
	Ketika suatu zat warna diteteskan pada larutan, partikel-partikel zat pewarna yang lebih berat mengendap ditabung reaksi	20	28,16%
	Partikel-partikel zat pewarna dan air tidak dapat bercampur.	5	7%
7.	Molekul udara menumbuk dan memantul pada kulit balon sehingga volumenya membesar.	14	19,71%
	Molekul udara lebih besar dari pori-pori pada kulit balon sehingga tidak dapat keluar.	13	18,30%

	Molekul udara dari luar masuk ke dalam balon melalui pori pada kulit balon.	7	9,9%
8.	Perubahan temperature padatan es yang dipanaskan akan mengakibatkan energi yang diserap digunakan untuk memutuskan ikatan pada molekul es	27	38,02%
	Perubahan temperatur padatan es yang dipanaskan akan mengakibatkan energi yang diserap digunakan untuk meningkatkan energi kinetic	21	29,57%
9.	Perubahan temperatur ketika es dipanaskan hingga lebih 100 °C, pada saat mencapai titik didihnya seluruh molekul air langsung menjadi uap.	24	33,80%
	Perubahan temperatur ketika es dipanaskan hingga lebih 100 °C karena pergerakan molekul-molekul air cukup cepat untuk dapat mengubah seluruh molekulnya menjadi uap	32	45,07%
10.	Pada saat terjadi perubahan wujud zat, molekul H ₂ O bergerak saling menjauh satu sama lain	24	33,80%
	Pada saat terjadi perubahan wujud zat, ikatan pada molekul-molekul H ₂ O melemah	13	18,30%
11.	Pada saat pencampuran alkohol dengan air, terjadi tumbukan antara molekul yang menyebabkan sejumlah molekul menguap	16	22,53%
	Terjadi tumbukan antara molekul yang menyebabkan sejumlah molekul menguap.	21	29,57%
	Molekul-molekul dari kedua zat cair tersebut saling tolak menolak.	8	11,02%

Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat bahwa miskonsepsi tertinggi yang dialami oleh siswa pada nomor 4 dengan persentase 56,33%.

Soal No 4

Gambar berikut menunjukkan syringe yang berisi suatu gas berwarna dengan massa tertentu yang dimampatkan dengan menekan batang plunger ke bawah.



Menurut pendapat saya...

A. Volume dan massa gas tersebut berkurang
 B. Volume gas berkurang sedangkan massa gas bertambah
 C. Volume gas berkurang sedangkan massa gas tetap konstan

Alasan dari pilihan jawaban saya adalah:

1. Partikel-partikel gas mudah ditekan untuk menjadi lebih kecil dari ukuran partikel semula, sehingga volumenya berkurang.
2. Partikel gas yang semula saling berjauhan dapat ditekan untuk saling berdekatan satu sama lain.
3. Jumlah partikel gas menjadi berkurang.

Activate Windows

Gambar 1 Soal Nomor 4 Tes Two Tier Diagnostik

Pada soal tersebut siswa menganggap bahwa “partikel-partikel gas mudah ditekan untuk menjadi lebih kecil dari ukuran partikel semula, sehingga volumenya berkurang ketika volume dalam wadah dimampatkan”. Pernyataan yang benar adalah partikel gas yang semula saling berjauhan dapat ditekan untuk saling berdekatan satu sama lain. Gas mudah dikompresi karena partikel gas ditempatkan sangat luas (Treagust dkk., 2010). Dari jawaban salah siswa terdapat 28 miskonsepsi yang diberikan oleh siswa dalam menjawab soal, yang artinya jawaban siswa pada materi partikulat zat masih banyak yang keliru.

Berdasarkan pada penelitian ini didapati persentase keseluruhan miskonsepsi siswa sebesar 63,50%, sehingga miskonsepsi yang terjadi pada siswa SMA Negeri 1 Palmatak dan SMA Negeri 1 Pulau Tiga termasuk kategori miskonsepsi “tinggi” dan miskonsepsi yang sering terjadi oleh siswa pada soal nomor 4 yang menjelaskan tentang gas berwarna dengan massa tertentu yang telah dimampatkan. Dengan menggunakan strategi instruksional seperti: konflik, tanya-jawab dan diskusi agar siswa mampu memahami konsep secara ilmiah.

IV. Kesimpulan

Dari analisis tingkat miskonsepsi siswa kelas X SMA Negeri 1 Palmatak dan SMA Negeri 1 Pulau Tiga, menggunakan soal *Two Tier Diagnostik* sebanyak 11 item pada konsep sifat partikulat zat yang dibagi ke dalam tiga kategori konsep yaitu jarak antar molekul dalam padatan, cairan dan gas, perubahan fasa karena pengaruh kekuatan antar molekul, dan difusi dalam cairan dan gas, didapatkan persentase Tingkat miskonsepsi yang dialami siswa diantaranya miskonsepsi sangat tinggi berjumlah satu soal, miskonsepsi tinggi berjumlah delapan soal, miskonsepsi sedang berjumlah satu soal, dan kategori miskonsepsi rendah satu soal. Hasil penelitian menunjukkan terjadinya kesalahan konsep pada 11 item sebesar 63,50%, maka tingkat miskonsepsi siswa kelas X SMA Negeri 1 Palmatak dan SMA Negeri 1 Pulau Tiga termasuk dalam kategori miskonsepsi “tinggi”.

V. Daftar Pustaka

- Ayas, A., Özmen, H., & Çalik, M. (2010). Students' conceptions of the particulate nature of matter at secondary and tertiary level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(1), 165–184. <https://doi.org/10.1007/s10763-009-9167-x>
- Dewati, D., & Hadiarti, D. (2016). Ganda Dua Tingkat Untuk Mengukur Hasil Belajar Siswa Materi Hidrokarbon di SMA 10 SMA Negeri Pontianak. *Ar-Razi Jurnal Ilmiah* Vol . 4 No . 2.
- Firdayanti, Y., Susilo, V. E., & Narulita, E. (2020). Analisis Miskonsepsi Siswa SMP Pada Pokok Bahasan Sistem Organisasi Kehidupan. *Jurnal Bioilmi* Vol.6 No 1.
- Hadinugrahaningsih, T., Zahia, B., Rahmawati, Y., & Kartika, I. R. (2018). Analisis Laboratory Jargon dan Miskonsepsi dalam Materi Asam-Basa. *JRPK: Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 8(2), 11–24. <https://doi.org/10.21009/jrpk.082.02>
- Kapici, H., O & Akcay, H (2017). Particulate Nature of Matter Misconceptions Held by Middle and High School Students in Turkey. *European Journal of Education Studies*, 2(8).
- Nazar, M., Sulastri, S., Winarni, S., & Fitriana, R. (2013). Identifikasi Miskonsepsi Siswa SMA Pada Konsep Faktor-faktor yang Mempengaruhi Laju Reaksi. *Jurnal Biologi Edukasi*, 2(3), 49–53
- Rahmawati, Y., Widhiyanti, T., & Mardiah, A. (2019). Analisis Miskonsepsi Mahasiswa Calon Guru Kimia Pada Konsep Particulate of Matter. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 4(2), 121–135. <https://doi.org/10.15575/jtk.v4i2.4824>
- Salirawati, D. (2013). Pengembangan Instrumen Pendeteksi Miskonsepsi Kesetimbangan Kimia Pada Peserta Didik Sma. *Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan*, 15(2), 232–249. <https://doi.org/10.21831/pep.v15i2.1095>
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

- Sudijono, A. (2010). *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.
- Suparno, P. (2013). *Miskonsepsi dan Perubahan Konsep dalam Pendidikan Fisika*. Jakarta: Grasindo.
- Talanquer, V. (2011). Macro, Submicro, and Symbolic: The Many Faces of The Chemistry Triplet. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179–195.
- Treagust, D. F., Chandrasegaran, A. L., Crowley, J., Yung, B. H. W., Cheong, I. P. A., & Othman, J. (2010). Evaluating Students' Understanding of Kinetic Particle Theory Concepts Relating to the States of Matter, Changes of State and Diffusion: A Cross-national Study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(1), 141–164.
<https://doi.org/10.1007/s10763-009-9166-y>
- Widhiyanti, T. (2016). Curriculum Evaluation and Predict-Observe-Explain Implementation: A Case Study on Developing Chemistry Pre-service Teachers' Understanding of Particulate Nature of Matter in Indonesia. *This Thesis is presented for the Degree of Doctor of Philosophy*, Curtin University.