



Ranah Research : Journal of Multidisciplinary Research and Development

+62 821-7074-3613

ranahresearch@gmail.com

<https://jurnal.ranahresearch.com/>



Identifikasi Penguasaan Konsep Matematika Dalam Penyelesaian Soal Kesetimbangan Kimia

Dinda Filzah Nasyanovariani¹, Rachmad Sahputra², Rustam³

¹Program Studi Magister Pendidikan Matematika FKIP Untan Pontianak, dindafilzah34@gmail.com

²Program Studi Magister Pendidikan Matematika FKIP Untan Pontianak

³Program Studi Magister Pendidikan Matematika FKIP Untan Pontianak

Corresponding Author: dindafilzah34@gmail.com¹

Abstract: *This study aims to identify students' mastery of mathematical concepts in solving chemical equilibrium problems. The type of research used is descriptive qualitative research. The research subjects were students of Class XI IPA 2 SMA Muhammadiyah 1 Pontianak who had taken high school chemistry subjects in Class XI. Data collection was done through written tests, interviews, and documentation. The results showed that students had not fully mastered the mathematical concepts needed in solving chemical equilibrium problems. Some mathematical concepts that have not been well mastered include algebraic operations, equations, and graphs. Students' biggest difficulty is in converting the information given in the problem into a mathematical model. This finding indicates the need to strengthen students' understanding of mathematical concepts, especially those related to the concepts needed in studying chemical equilibrium. In addition, better integration between mathematics learning and chemistry learning is needed so that students can apply mathematical concepts more effectively in solving chemical problems.*

Keyword: *Concept Mastery, Mathematics, Chemical Equilibrium*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penguasaan konsep matematika siswa dalam menyelesaikan masalah kesetimbangan kimia. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif kualitatif. Subjek penelitian adalah siswa Kelas XI IPA 2 SMA Muhammadiyah 1 Pontianak yang telah mengambil mata pelajaran kimia SMA di Kelas XI. Pengumpulan data dilakukan melalui tes tertulis, wawancara, dan dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa belum sepenuhnya menguasai konsep-konsep matematika yang diperlukan dalam menyelesaikan masalah kesetimbangan kimia. Beberapa konsep matematika yang belum dikuasai dengan baik antara lain operasi aljabar, persamaan, dan grafik. Kesulitan terbesar siswa adalah mengubah informasi yang diberikan dalam soal menjadi model matematika. Temuan ini menunjukkan perlunya penguatan pemahaman konsep matematika siswa, khususnya yang berkaitan dengan konsep-konsep yang diperlukan dalam mempelajari kesetimbangan kimia. Selain itu, diperlukan integrasi yang lebih baik antara

pembelajaran matematika dan pembelajaran kimia agar siswa dapat menerapkan konsep matematika dengan lebih efektif dalam menyelesaikan masalah kimia.

Kata Kunci: Penguasaan Konsep, Matematika, Keseimbangan Kimia

PENDAHULUAN

Memahami konsep dasar dalam matematika adalah hal yang sangat penting dalam proses belajar, terutama karena matematika diterapkan di berbagai bidang studi (Glassmeyer, et al., 2020; Sunismi, et al., 2022; Huie, et al., 2022). Matematika tidak hanya relevan dalam kehidupan sehari-hari, tetapi juga membantu siswa menciptakan kesatuan konseptual yang utuh, yang penting untuk memahami berbagai ilmu pengetahuan (NCTM, 2020; Reinke, et al., 2023; Hatisaru, et al., 2022). Penerapan matematika di luar mata pelajaran itu sendiri memungkinkan siswa untuk membuat hubungan yang lebih luas antara konsep matematika dan disiplin ilmu lainnya (Pambudi et al., 2018; Sari, et al., 2020; Gijsbers, et al., 2020).

Salah satu kesulitan yang sering dihadapi siswa dalam mempelajari matematika adalah memahami konsep operasi bilangan, khususnya perkalian (Hendriana, et al., 2019; Bouck et al., 2020; Spooner et al., 2019). Guru cenderung mengajarkan operasi perkalian melalui simbol atau metode yang bersifat abstrak, sehingga siswa lebih banyak menghafal daripada memahami konsepnya secara mendalam. Hal ini mengarah pada kesalahan dalam penerapan konsep matematika, seperti dalam algoritma perkalian yang panjang (Rizvi, et al., 2018; Afflerbach, et al., 2018; Illott, et al., 2019).

Dalam konteks kimia, konsep matematika sangat berkaitan erat dengan sifat kuantitatif dari ilmu kimia itu sendiri. Matematika memberikan dasar yang kuat untuk menentukan sifat fisik, reaksi, dan perilaku molekul. Misalnya, dalam perhitungan stoikiometri, matematika digunakan untuk menyelesaikan masalah dan memahami konsep kimia secara lebih mendalam (Mackenzie, et al., 2022; Willis, et al., 2022; Adkins, et al., 2018). Penguasaan matematika juga menjadi penentu kemampuan siswa dalam mempelajari kimia pada tahap yang lebih lanjut.

Selain itu, matematika sangat penting dalam mendesain eksperimen dan mengumpulkan data dalam penelitian kimia. Saat merancang eksperimen, matematika digunakan untuk membuat hipotesis yang dapat diuji secara kuantitatif, serta dalam analisis data untuk menyimpulkan hasil dan mengidentifikasi tren yang relevan. Teknik matematika seperti persamaan diferensial dan transformasi Fourier digunakan dalam pemodelan dan simulasi untuk memprediksi perilaku molekul (Adkins, et al., 2018).

Namun, kesalahan dalam pemahaman konsep matematika dapat berakibat pada kesalahan dalam menerapkan konsep kimia. Salah satu contoh yang umum terjadi adalah kesalahan dalam membuat tabel untuk menghitung konsentrasi zat dalam reaksi keseimbangan kimia. Kesalahan ini dapat meliputi kesalahan dalam menentukan konsentrasi awal, perubahan konsentrasi, koefisien reaksi, serta kesalahan dalam perhitungan nilai K_c atau K_p , yang semuanya dapat mempengaruhi hasil akhir dari reaksi keseimbangan tersebut (Virgana, 2019).

Studi lebih lanjut menunjukkan bahwa kemampuan matematika siswa berkorelasi positif dengan kemampuan mereka dalam mempelajari konsep kimia. Misalnya, hasil penelitian oleh Freddy et al. (2022) menunjukkan bahwa ada korelasi signifikan antara kemampuan matematika dan kemampuan kimia, dengan nilai Sig sebesar 0,000 yang kurang dari 0,05. Artinya, pemahaman yang baik terhadap konsep matematika memungkinkan siswa untuk lebih mudah menyelesaikan soal-soal kimia yang berbeda (Cholifah et al., 2019).

Untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap matematika dan kimia, penting bagi guru untuk mengubah strategi pengajaran mereka. Penggunaan pendekatan inovatif seperti Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL), pembelajaran kolaboratif, dan teknologi pembelajaran dapat membantu siswa memahami konsep dengan lebih baik (Ortiz, et al., 2019; Johnson, et

al., 2015; Fernandez-Rio, et al., 2021). Selain itu, memberikan umpan balik konstruktif dan menjelaskan konsep dengan cara yang relevan dan mudah dipahami juga sangat penting (Yenice et al., 2018; Darni et al., 2021).

Penelitian lebih lanjut tentang korelasi antara pemahaman konsep kimia dan matematika dapat memberikan wawasan baru tentang cara menghubungkan kedua bidang studi ini secara efektif, yang pada akhirnya dapat digunakan oleh guru dan praktisi pendidikan untuk merumuskan strategi pengajaran yang lebih efisien dan mengatasi kesulitan siswa dalam matematika dan kimia.

METODE

Pendekatan penelitian yang diterapkan di sini ialah pendekatan kualitatif deskriptif. Menurut (Lexy J. Meleong, 2007) Metode Penelitian kualitatif deskriptif adalah prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis atau lisan dari orang-orang dan perilaku yang diamati. Di awal bagian, metode penelitian kualitatif deskriptif digunakan untuk mengidentifikasi penguasaan konsep matematika siswa dalam menyelesaikan soal-soal kesetimbangan kimia yang memuat unsur matematika. Prosedur penelitian dimulai dengan pengumpulan data melalui tes tertulis berupa soal kesetimbangan kimia, membagikan kuesioner, dan observasi langsung saat siswa mengerjakan soal. Data tes tertulis dianalisis melalui kriteria jawaban benar untuk mengevaluasi pemahaman siswa pada konsep matematika yang relevan untuk soal-soal kesetimbangan kimia. Sedangkan, data wawancara dan observasi digunakan untuk mendapatkan informasi tentang persepsi siswa dan guru terkait penggunaan soal matematika dalam pembelajaran Kimia dan faktor-faktor lain yang memengaruhi penguasaan konsep matematika pada siswa.

Pemilihan kuesioner sebagai instrumen utama pada penelitian ini didasarkan empat alasan berikut: 1) Mengumpulkan data dari populasi yang lebih luas; 2) Memungkinkan identifikasi pola umum; 3) Penghematan biaya dan waktu; 4) Anonimitas responden.

Skala yang diterapkan pada instrumen penelitian ini ialah skala Likert. Sebagaimana yang dipaparkan Sugiyono (2016) Skala Likert yaitu skala pengukuran yang sering diterapkan pada penelitian sosial dan perilaku. Skala ini menilai sejauh mana responden setuju atau tidak setuju pada pernyataan tertentu dengan menggunakan pilihan jawaban berupa deretan skala ordinal dengan angka-angka diskrit maupun interval.

Berdasarkan kedua variabel (independen dan dependen) dibuat skala penilaian dengan rentang jawaban 1 sampai dengan 4. Tiap variabel terdapat pernyataan positif dan pernyataan negatif. Opsi jawaban pernyataan positif diberi skor, yakni SM/SS diberi skor 4, M/S diberi skor 3, S/TS diberi skor 2, dan SS/STS diberi skor 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi data tes pemahaman konsep matematika menggunakan soal kesetimbangan kimia

Miskonsepsi pada soal kategori mudah yaitu terdapat pada penguasaan konsep perkalian, konsep pembagian, dan konsep berpangkat. ada 1 siswa yang masih banyak kesalahan yang terjadi pada soal no 2. Hal ini dikarenakan siswa tersebut kurang menguasai reaksi kesetimbangan mula-mula, reaksi, dan setimbang. Siswa menunjukkan pemahaman yang baik dalam melakukan operasi perkalian dan pembagian untuk menghitung kuantitas zat dalam reaksi kesetimbangan. Pada konsep pembagian ada Ada 6 siswa yang salah dalam menentukan konsep pembagian dalam menghitung kesetimbangan kimia (Kc). Namun, ada 12 siswa yang tidak menuliskan persamaan reaksi kesetimbangan untuk menentukan mula-mula, reaksi, setimbang yang terdapat pada no 3 tetapi hanya menjawab menggunakan rumus Kc. Hal ini dikarenakan siswa tersebut kurang menuliskan persamaan reaksi kesetimbangan mula-mula, reaksi, setimbang, siswa menunjukkan pemahaman yang baik dalam melakukan operasi perkalian dan pembagian untuk menghitung kuantitas zat dalam reaksi kesetimbangan, dan

beberapa siswa masih melakukan kesalahan dalam melakukan operasi perhitungan, mencerminkan kurangnya penguasaan konsep dasar matematika. Tetapi secara deskripsi matematika siswa menguasai perhitungan rumus kesetimbangan kimia (Kc). Dan ada 12 siswa yang salah dalam menentukan konsep berpangkat. Hal ini dikarenakan siswa tersebut tidak memahami konsep dasar matematika sebelum mengerjakan soal kesetimbangan kimia. Oleh karena itu, siswa harus memahami yang lebih rinci mengenai konsep dasar matematika, seperti operasi bilangan, sebelum membahas topik kesetimbangan kimia yang melibatkan konsep berpangkat. Pemahaman yang kuat terhadap konsep dasar matematika akan membantu siswa dalam menyelesaikan soal-soal yang berkaitan dengan konsep berpangkat pada materi kesetimbangan kimia.

Miskonsepsi pada kategori soal sedang yaitu terdapat pada penguasaan konsep perkalian, konsep pembagian, dan konsep pengurangan. Ada 13 siswa yang masih salah dalam konsep perkalian dengan bilangan konstanta menggunakan rumus kesetimbangan kimia tetapi tidak menuliskan persamaan reaksi kesetimbangan untuk menentukan mula-mula, reaksi, setimbang. Hal ini menunjukkan bahwa siswa-siswa tersebut memiliki pemahaman yang kurang memadai terkait konsep dasar kesetimbangan kimia. Mereka belum bisa mengidentifikasi komponen-komponen penting dalam persamaan reaksi kesetimbangan, seperti reaktan, produk, dan koefisien stoikiometri. Tanpa pemahaman yang kuat mengenai persamaan reaksi, siswa akan kesulitan dalam menerapkan rumus kesetimbangan kimia yang tepat untuk menyelesaikan soal. Penguasaan konsep pembagian Selain kesalahan dalam menerapkan konsep berpangkat dan ketidakmampuan menuliskan persamaan reaksi kesetimbangan, ditemukan pula 10 siswa yang tidak menjawab soal kesetimbangan kimia dengan menggunakan rumus yang tepat. Hal ini disebabkan karena mereka memiliki miskonsepsi pada konsep pembagian, terutama dalam memahami konsep kebalikan (invers) dari operasi perkalian. Pada materi kesetimbangan kimia, penggunaan rumus yang benar sangat penting untuk menghitung nilai-nilai seperti konsentrasi zat pada kondisi setimbang. Namun, jika siswa masih belum memahami konsep dasar pembagian dengan baik, mereka akan mengalami kesulitan dalam menerapkan rumus kesetimbangan kimia yang melibatkan operasi pembagian, dan penguasaan konsep pengurangan yaitu ada ditemukan pula 13 siswa yang tidak menjawab soal kesetimbangan kimia yang terdapat pada nomor 5. Hal ini menunjukkan adanya miskonsepsi terkait konsep pengurangan pada siswa. Dalam soal kesetimbangan kimia, seringkali dibutuhkan kemampuan untuk melakukan operasi pengurangan, misalnya dalam menghitung perubahan konsentrasi zat antara kondisi awal dan kondisi setimbang. Namun, jika siswa masih belum memahami konsep dasar pengurangan dengan baik, mereka akan mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal-soal yang melibatkan operasi tersebut.

Miskonsepsi pada kategori soal sulit yaitu terdapat pada penguasaan konsep berpangkat. Ada 34 siswa yang tidak memahami bahwa koefisien stoikiometri (p, q, m, n) harus digunakan sebagai pangkat pada konsentrasi masing-masing zat. Rumus Kc yang benar adalah:

$$K_c = \frac{[C]^m [D]^n}{[A]^p [B]^q}$$

Namun, siswa sering menuliskan rumus Kc tanpa menggunakan pangkat, misalnya:

$$K_c = \frac{[C].[D]}{[A].[B]}$$

Ini merupakan miskonsepsi karena tidak sesuai dengan prinsip kesetimbangan kimia. Siswa tidak memahami bahwa konsentrasi zat yang berada pada fasa padat (solid) atau cair tidak dimasukkan dalam rumus Kc.

Penguasaan Konsep Kriteria Sulit

Misalnya pada soal no 1 sebanyak 32 siswa masih banyak yang salah dalam menentukan konsep berpangkat.

1. $K = \frac{(\text{Pangkat}) \text{ koef}}{(\text{reaktan}) \text{ koef}}$
 $m A(g) + n B(g) \rightleftharpoons x C(g) + y D(g)$
 $K = \frac{[C]^x [D]^y}{[A]^m [B]^n}$

Gambar 1. Soal 1

Dari gambar yang diberikan, terlihat bahwa soal nomor 1. Jenis kesalahan siswa terjadi dalam mengalikan pangkat dengan pangkat. Siswa salah mengalikan pangkat dengan pangkat saat melakukan operasi perkalian atau pembagian. Misalnya, siswa menganggap bahwa $(a^m) \times (a^n) = a^{(m+n)}$, seharusnya $a^{(m+n)} = a^{(m)} \times a^{(n)}$.

Penguasaan Konsep Kriteria Mudah

Pada Soal no 3 salah satu konsep yang bisa diamati yaitu konsep pembagian, konsep perkalian, dan konsep perpangkatan dan didapatkan hasil 0,11 dalam bilangan desimal tetapi ada beberapa siswa yang dapat hasilnya $1,1 \times 10^{-1}$. Hal ini dikarenakan bilangan pascal termasuk konsep berpangkat. Misalnya no 3 mendeskripsikan matematika pada soal berikut : Dalam reaksi dekomposisi HI yang ditunjukkan oleh persamaan $2 HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$, kita ingin menentukan nilai kesetimbangan gas yang terjadi.

Untuk menentukan nilai kesetimbangan gas, kita perlu memahami konsep kesetimbangan kimia. Dalam suatu reaksi, ketika reaktan bereaksi dan membentuk produk, reaksi tersebut akan mencapai titik kesetimbangan di mana laju reaksi ke arah depan sama dengan laju reaksi ke arah mundur. Pada titik ini, konsentrasi reaktan dan produk tidak berubah secara signifikan.

3. $K = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2} = \frac{\frac{\text{mol } H_2}{V} \cdot \frac{\text{mol } I_2}{V}}{\left(\frac{\text{mol } HI}{V}\right)^2}$
 $= \frac{0,02 \cdot 0,02}{(0,06)^2}$
 $= 0,11 \rightarrow 1,1 \times 10^{-1}$

Gambar 2. Soal 3

Ada 12 siswa yang tidak menjawab soal no 3. Hal ini dikarenakan pada soal no 3 ini sulit dipahami oleh siswa, sehingga mereka tidak tahu bagaimana memecahkan atau menerapkan konsep matematika yang relevan untuk menyelesaikan soal tersebut.

KESIMPULAN

Penguasaan konsep matematika dalam penyelesaian soal kesetimbangan kimia ini sangat sulit. Beberapa siswa belum memahami konsep matematika yang belum dikuasai dengan baik antara lain operasi aljabar, persamaan, dan grafik. Kesulitan terbesar siswa adalah dalam mengubah informasi yang diberikan dalam soal menjadi model matematika. Oleh karena itu, diperlukan upaya-upaya untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep matematika dalam penyelesaian soal kesetimbangan kimia, Merancang pembelajaran yang dapat membantu siswa mengonversi informasi soal kesetimbangan kimia menjadi model matematika yang tepat, dan mengintegrasikan pembelajaran matematika dan kimia agar siswa

dapat melihat keterkaitan dan mengaplikasikan konsep-konsep matematika dalam memahami kesetimbangan kimia.

REFERENSI

- A.Rusilowati, Supriyadi dan A. Widiyatmoko. (2015). Pembelajaran Kebencanaan Alam Bervisi SETS Terintegrasi dalam Mata Pelajaran Fisika Berbasis Kearifan Lokal. Semarang: Program Studi Pendidikan Fisika, FMIPA UNNES.
- Al Rahmah, Ifah Afifah Dayyanah., Lisnawati. 2018. Kesejahteraan Psikologis Ditinjau Dari Spiritualitas Siswa di Lembaga Pendidikan Berbasis Agama Pesantren dan Non Pesantren. *Jurnal Psikologi Integratif*, Vol 6, No 2, 2018.
- Andi Field, *Discovering Statistics using SPSS: And Sex Drug and Alcohol*, Second Edition (London: SAGE Publication, 2005)
- Asfar, A. M. I. T. (2019). Analisis Naratif, Analisis Konten, dan Analisis Semiotik (Penelitian Kualitatif). ResearchGate.
- Bell, E. T. 1987. *Mathematics, Queen, and Servant of Science*. Washington DC. The Mathematical Association of America
- Botch, Beatrice., Roberta Day, William Vining, Barbara Stewart. 2007. Effects on Student Achievement in General Chemistry Following Participation in an Online Preparatory Course. *J Chemical Education*. 84(3). 547-553
- Cardellini. (2012). Chemistry: Why the Subject is Difficult?. Educ.quim.
- Cholifah, E. N. U., Yamtinah, S., & VH, E. S. (2019). Hubungan Kemampuan Analisis dan Matematika dengan Prestasi Belajar Siswa pada Materi Larutan Penyangga Kelas XI SMA Negeri 4 Surakarta. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 8(2), 179–184. <https://doi.org/10.20961/jpkim.v8i2.253>
- David J. Schwartz, Ph.D. 2004. *Buku The Magic of Thinking Big*. Penerbit MIC Publishing.
- Depdiknas .2006. Permendiknas No 22 Tahun 2006 Tentang Standar Isi. Jakarta : Depdiknas.
- Donald P. Schwab, *Research Methods for Organizational Studies*, Second Edition (New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 2005)
- Draper, Norman dan Smith, Harry. Analisis Regresi Terapan (Edisi Kedua).
- Fajar, A. P., Kodirun, K., Suhar, S., & Arapu, L., (2019). Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa Kelas VIII SMP Negeri 17 Kendari. *Jurnal Pendidikan Matematika*. (9), 229. <https://doi.org/10.36709/jpm.v9i2.5872>
- Gusniwati, Mira. 2015. “Pengaruh Kecerdasan Emosional Dan Minat Belajar Terhadap Penguasaan Konsep Matematika Siswa Sman Di Kecamatan Kebon Jeruk”. *Jurnal Formatif*, 5(1): 26-41. Diakses pada 10 Oktober 2015.
- Jonathan Sarwono, *Statistik Itu Mudah: Panduan Lengkap untuk Belajar Komputasi Statistik Menggunakan SPSS 16* (Yogyakarta: Penerbit Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 2009).
- Köse, U. 2010. A Blended Learning Model Supported with web 2.0 Technologies. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 2794–2802. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.417>.
- Kristiyasari, M. L., Masykuri, M., & Hastuti, B., (2015). Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe NHT (*Numbered Heads Together*) dan TPS (*Think Pair Share*) Terhadap Prestasi Belajar Ditinjau dari Kemampuan Matematika Pada Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan Kelas XI IPA Semester Genap SMA Negeri 8 Surakarta Tahun Pelajaran 2013/2014, *Jurnal Pendidikan Kimia*, 4(3):31-38
- Mark R. Leary, *Introduction to Behavioral Research Methods*, Third Edition (Boston: Allyn and Bacon, 2001)
- Muhammad Nisfiannoor, *Pendekatan Statistika Modern untuk Ilmu Sosial* (Jakarta: Penerbit Salemba Humanika, 2009)

- Musrin dan Salila. 2010. Meningkatkan Pemahaman Konsep Sifat Asam Basa Dengan Menggunakan Metode Praktikum Pada peserta didik Kelas VIII SMP Negeri 2 Botumia. Skripsi. Universitas Gorontalo.
- Musrin dan Salila. 2010. Meningkatkan Pemahaman Konsep Sifat Asam Basa Dengan Menggunakan Metode Praktikum Pada peserta didik Kelas VIII SMP Negeri 2 Botumia. Skripsi. Universitas Gorontalo.
- Musta, R., Nurliana, L. 2019. Studi Kinetika Efektifitas Minyak Daun Cengkeh (*Syzigium aromaticum*) Sebagai Antifungi. *Indo. J. Chem. Res*
- Nasution. 2006. Metode Penelitian Naturalistik-kualitatif. Bandung : Tarsito.
- Robert Ho, Handbook of Univariate and Multivariate Data Analysis and Interpretation with SPSS (Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2006) p. 184.
- Rofei . 2011. Pengertian Pemahaman menurut Para Ahli. Tersedia : <http://akmapala09.blogspot.co.id/2011/10/pengertian-pemahaman-menurut-paraahli.html> (diakses, 10 Mei 2020)
- Ruswati D., Utami WT, and Senjayawati E., “Errors Analysis Of Junior High School Students In Mathematical Problem Solving Skills In Terms Of Three Aspects, “Maju, Vol. 5, No. 1. pp. 91-107, 2018
- Sappaile, N. (2019). Hubungan Pemahaman Konsep Perbandingan Dengan Hasil Belajar Kimia Materi Stoikiometri. 2(2), 58–71
- Schliemann, A.D., Carraher, D.W., & Brizuela, B. (2007). Bringing Out the Algebraic Character of Arithmetic: From Children’s Ideas to Classroom Practice. Lawrence Erlbaum Associates
- Siregar, M., (2007). Pengaruh Pemberian Modul Matematika Dasar Terhadap Hasil Belajar Kimia Siswa di SMA Negeri 4 Singaraja, *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran Undiksha*, 1(1):58-73
- Spearman, Charles. 1904. "General Intelligence," Objectively Determined and Measured. *American Journal of Psychology* 15, 201-293.
- Subagiyo, Sidiq. (2019). “Penerapan Model Blended Learning Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Termokimia Siswa.” *Journal of Educational Chemistry (JEC)* 1 (1): 1–8. <https://doi.org/10.21580/jec.2019.1.1.3830>.
- Syahrul, D. A. & Setyarsih, W., 2015. Identifikasi Miskonsepsi dan Penyebab Miskonsepsi Siswa dengan Three-tier Diagnostic Test Pada Materi Dinamika Rotasi. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*, Volume 4, pp. 67-70.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. 2003. The Role Of SubMicroscopic And Symbolic Representations In Chemical Explanations. *International Journal Of Science Education*. 2(5):1353–1368
- Udousoro, U.J. 2011. The Effects of Gender and Mathematics Ability on Academic Performance of Students in Chemistry. *African Research Review*. 5(4). 201-213. Edible portions of crops grown near Egyptian traffic roads. *Agriculture Ecosystem Environment* 103:280-291
- Virgana. “Understanding Of Mathematical Concepts Through Cooperative Learning, And Learning Styles. *Journal Of Education And Learning (EduLearn)*, Vol. 13, No. 2, pp. 212-218, 2019
- Wardhani, IGK, 2008, *Penelitian Tindakan Kelas*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Wibowo, T., Supartono, dan Supardi, K. I., (2015), Pengembangan Modul Termokimia Dengan Pendekatan Inkuiri Terpadu Pendidikan Karakter Untuk Meningkatkan Logika Siswa, *Jurnal Inovasi Edukasi Sains*, 4(1): 1-6
- Yu, Kuang-Chao,; Fan, Szu-Chun,; & Lin, Kuen-Yi. 2015. Enhancing Students’ Problem-Solving Skills Through Context-Based Learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13 (2015): 1377-1401

Zidny, Robby,; Sopandi, Wahyu,; & Kusrijadi, Ali. 2013. Analisis Pemahaman Konsep Siswa SMA Kelas X pada Materi Persamaan Kimia dan Stoikiometri Melalui Penggunaan Diagram Submikroskopik serta Hubungannya dengan Kemampuan Pemecahan Masalah. *Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia*, 1 (1): 27-36.