
ANALISIS KEMAMPUAN MATEMATIKA DASAR MAHASISWA PENDIDIKAN KIMIA

¹Ita Chairun Nissa, ²Baiq Asma Nufida

Universitas Pendidikan Mandalika, Jalan Pemuda Nomor 59A Mataram

e-mail: itachairunnissa@undikma.ac.id

Abstrak

Beberapa literatur dan penelitian terdahulu menyatakan bahwa masih ada kelemahan dalam menggunakan matematika di kelas sains. Pada saat mahasiswa mengalami kegagalan dalam memecahkan masalah kimia yang melibatkan keterampilan matematika, seringkali kita dihadapkan pada pertanyaan apakah kegagalan tersebut disebabkan karena lemahnya kemampuan matematika dasar atau kurangnya penguasaan konsep kimia itu sendiri. Penelitian ini merupakan suatu deskriptif kuantitatif yang melibatkan mahasiswa tingkat satu yang melaksanakan perkuliahan matematika dasar dan kimia umum. Kemampuan matematika dasar mahasiswa dianalisis menurut tiga aspek penilaian; *mathematical-procedural skills*, *conceptual understanding*, dan *algorithmic problem-solving*. Tes pilihan ganda digunakan sebagai alat pengumpul data primer, sedangkan lembar jawaban tertulis digunakan untuk mendapatkan deksripsi seperti apa argumentasi mahasiswa dan bagaimana cara mereka memecahkan masalah. Skor tes dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif untuk membandingkan kemampuan mahasiswa pada tiga aspek tersebut. Hasil akhir dari penelitian ini menunjukkan bahwa mahasiswa memiliki kemampuan yang lebih baik pada *mathematical-procedural skills* dan *algorithmic problem-solving* dibandingkan pada *conceptual understanding*.

Kata Kunci: analisis, kemampuan, matematika, kimia, mahasiswa

Abstract

Several literatures and previous research stated that there are still weaknesses in using mathematics in science classes. When students experience failure in solving chemistry problems involving mathematical skills, we are often faced with the question of whether the failure is due to weak basic math skills or a lack of mastery of the chemical concept itself. This research is a quantitative descriptive involving first-year students who take courses in basic mathematics and general chemistry. Students' basic mathematical abilities were analyzed according to three aspects of assessment; *mathematical-procedural skills*, *conceptual understanding*, and *algorithmic problem-solving*. Multiple-choice test is used as a primary data collection tool, while the written answer sheet was used to get a description of what the students' arguments were and how they solved the problem. The test scores were analyzed using descriptive statistical methods to compare students' abilities in these three aspects. The final result of this research shows that students have better abilities in *mathematical-procedural skills* and *algorithmic problem-solving* compared to *conceptual understanding*.

Keywords: analysis, ability, mathematics, chemistry, student

PENDAHULUAN

Matematika merupakan salah satu mata kuliah di perguruan tinggi yang wajib ditempuh oleh mahasiswa pendidikan kimia. Dalam sejarahnya, matematika memiliki peran penting di awal mula manusia mempelajari kimia yaitu untuk memahami unsur-unsur pembentuk molekul dengan membuat model kuantitatif. Sebuah atom terdiri dari partikel-partikel proton, neutron, dan elektron. Masalah pengukuran partikel-partikel tersebut telah menjadi perhatian utama dari apa yang dipelajari di kimia (Narwal & Sehwat, 2017). Matematika selama ini telah memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perkembangan pemahaman kimia melalui penerapan konsep matematika pada sistem kimia (Basak, 2013). Matematika menjadi alat yang dapat digunakan untuk mendukung pemahaman kimia dan pemecahan masalah dalam kimia (Bain et al., 2019). Bahkan penelitian menunjukkan adanya hubungan antara kemampuan matematika dengan hasil belajar kimia. Kemampuan matematika menjadi prediktor yang signifikan yang dapat mempengaruhi kesuksesan mahasiswa dalam belajar kimia di perguruan tinggi (Fahyuddin et al., 2012).

Literatur menunjukkan bahwa belum ada banyak penelitian dalam beberapa tahun terakhir yang berfokus pada bagaimana matematika diimplementasikan di kelas kimia (Ríordáin et al., 2016). Masih ditemui adanya kasus dimana meskipun mahasiswa mampu memecahkan masalah matematika dalam konteks kimia namun mereka hanya fokus pada operasi matematika saja sehingga kehilangan pemahaman tentang konsep matematika itu sendiri (Akaygun & Aslan-Tutak, 2016). Mahasiswa kimia seringkali tidak memahami representasi simbolik dari beberapa operasi matematika yang mereka lakukan (Hoban et al., 2013). Secara umum kemampuan matematika dasar seseorang dapat dilihat dari tiga aspek yaitu *mathematical-procedural skills*, *conceptual understanding*, dan *algorithmic problem-solving* (Gultepe et al., 2013). *Mathematical-procedural skills* dapat diartikan sebagai suatu keterampilan dalam menjalankan prosedur secara fleksibel, akurat, efisien, dan tepat (Faulkner et al., 2021), sedangkan *conceptual understanding* menekankan pada kemampuan seseorang untuk menghubungkan matematika dengan bidang lain, berpikir kritis terhadap konten dan mengkomunikasikannya secara logis (De Zeeuw et al., 2013). Kedua kemampuan matematika tersebut yaitu *mathematical-procedural skills* dan *conceptual understanding* kemudian menjadi dasar bagi terbentuknya kemampuan seseorang pada aspek *algorithmic problem-solving*. Berpikir algoritmik adalah proses berpikir untuk merumuskan langkah-langkah yang dapat menuntun pada hasil pemecahan masalah yang diinginkan. Secara konkret, berpikir algoritmik adalah keterampilan seseorang untuk memahami dan menganalisis masalah serta mengembangkan langkah-langkah secara terurut menuju solusi pemecahan masalah yang sesuai (Doleck et al., 2017).

Matematika dasar selama ini seringkali dipandang kurang penting bagi mahasiswa jurusan lain selain mahasiswa jurusan matematika itu sendiri, salah satunya pada mahasiswa kimia. Mahasiswa memiliki anggapan bahwa matematika tidak memiliki kontribusi yang signifikan terhadap ilmu kimia yang mereka pelajari. Hal ini secara tidak langsung akan mempengaruhi bagaimana cara mahasiswa mempelajari materi-materi mata kuliah matematika dasar. Sebagai pengajar mata kuliah matematika dasar maka dipandang perlu untuk mengetahui lebih mendalam pada aspek mana saja dari ketiga aspek *mathematical-procedural skills*, *conceptual understanding*, dan *algorithmic problem-solving* yang menggambarkan kemampuan mahasiswa kimia saat ini. Informasi ini sangat penting bagi perbaikan atau pengembangan proses pembelajaran mata kuliah matematika dasar yang diselenggarakan di program studi pendidikan kimia, khususnya di Universitas Pendidikan Mandalika. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis bagaimana kemampuan matematika dasar mahasiswa program studi pendidikan kimia di Universitas Pendidikan Mandalika, Mataram NTB yang ditinjau dari aspek *mathematical-procedural skills*, *conceptual understanding*, dan *algorithmic problem-solving*.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilaksanakan adalah penelitian deskriptif kuantitatif, dimana penelitian ini merupakan penelitian populasi dengan subjek penelitian sebanyak 15 mahasiswa dari Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Sains, Teknik, dan Terapan, Universitas Pendidikan Mandalika, Mataram, NTB. Subjek penelitian ini merupakan mahasiswa tingkat satu yang sedang menempuh mata kuliah matematika dasar dan kimia umum. Kemampuan matematika dasar mahasiswa dianalisis menurut tiga aspek penilaian yang diadaptasi dari Gultepe et al (2013) yaitu *mathematical-procedural skills* yang mengukur kemampuan mahasiswa terkait perhitungan matematika, *conceptual understanding* yang mengukur kemampuan mahasiswa terkait pemahaman konsep kimia secara matematis, dan *algorithmic problem-solving* yang mengukur kemampuan mahasiswa terkait

Penerapan matematika dalam pemecahan masalah kimia, khususnya pada materi stoikiometri.

Instrumen pengumpul data yang digunakan adalah tes pilihan ganda yang dibuat dalam bentuk formulir online di *google form*. Tes dilaksanakan selama 150 menit termasuk mengisi identitas, menuliskan langkah penyelesaian, mengambil gambar lembar jawaban tertulis, dan

mengunggahnya di *google form*. Lembar jawaban tertulis diperlukan untuk menjaga reliabilitas data tes yang diperoleh (Gulpepe et al., 2013). Pada lembar jawaban, mahasiswa diminta untuk menuliskan alasan untuk pertanyaan *conceptual understanding*, dan menuliskan semua langkah-langkah penyelesaian untuk pertanyaan *mathematical-procedural skills* dan pertanyaan *algorithmic problem-solving*. Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif untuk mendeskripsikan kondisi data sebagaimana adanya tanpa upaya untuk membuat generalisasi. Semua proses analisis data dilakukan di Ms. Excell versi 2010 dengan menggunakan fitur "*data analysis*".

Instrumen tes yang digunakan dalam penelitian ini telah diuji validitasnya oleh dua orang ahli yaitu dosen yang mengampu mata kuliah matematika dasar dan kimia umum. Validasi tes oleh ahli dilakukan melalui konsultasi dan meminta penilaian tentang isi materi dalam tes (Suriadi & Dewi, 2020). Adapun uji validitas tes menggunakan kuesioner yang dirancang berdasarkan prinsip desain kuesioner oleh Krosnick & Presser (2018) dengan pemberian skor menggunakan skala Likert. Keputusan validasi tes diberikan berdasarkan kriteria validitas oleh Wulanzani et al (2016) yaitu sangat valid (81-100%), valid (61-80%), cukup valid (41-60%), kurang valid (21-40%), dan tidak valid (0-20%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

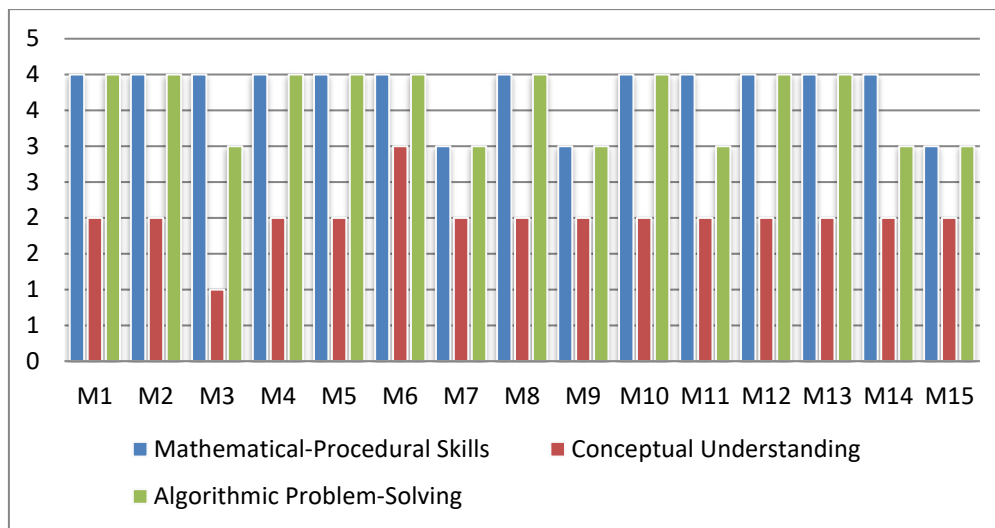
Penelitian ini telah dilaksanakan pada semester ganjil tahun akademik 2021/2022 dimana waktu pengumpulan data dilakukan pada bulan November 2021 hingga Januari 2022. Pengambilan data dilakukan setelah mahasiswa menerima materi perkuliahan matematika dasar yang terkait dengan aritmatika dan aljabar, dan materi perkuliahan kimia umum yang terkait dengan stoikiometri. Pada saat tes, mahasiswa harus menjawab 12 pertanyaan dimana 4 pertanyaan terkait aspek *mathematical-procedural skills*, 4 pertanyaan terkait *conceptual understanding*, dan 4 pertanyaan terkait *algorithmic problem-solving*. Pertanyaan-pertanyaan tersebut disusun secara acak agar pola pertanyaan tidak terbaca dengan mudah. Hal ini dilakukan agar hasil tes tidak bias yang disebabkan oleh pola keteraturan soal. Data hasil tes mahasiswa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Tes Mahasiswa

Subjek tes	Skor benar/aspek tes/subjek tes			Jumlah skor/ subjek	Skor Ideal	Nilai
	MPS	CU	APS			
M1	4	2	4	10	12	83,33
M2	4	2	4	10	12	83,33
M3	4	1	3	8	12	66,67
M4	4	2	4	10	12	83,33
M5	4	2	4	10	12	83,33
M6	4	3	4	11	12	91,67
M7	3	2	3	8	12	66,67
M8	4	2	4	10	12	83,33
M9	3	2	3	8	12	66,67
M10	4	2	4	10	12	83,33
M11	4	2	3	9	12	75,00
M12	4	2	4	10	12	83,33
M13	4	2	4	10	12	83,33
M14	4	2	3	9	12	75,00
M15	3	2	3	8	12	66,67
Jumlah skor benar per aspek tes	57	30	54	Rata-rata Nilai		78,33
				Standar Deviasi		8,21
				Nilai Tertinggi		91,67
				Nilai Terendah		66,67

MPS=Mathematical-Procedural Skills; CP=Conceptual Understanding; APS=Algorithmic Problem-Solving

Berdasarkan Tabel 1 nampak bahwa nilai tes mahasiswa pada aspek *mathematical-procedural skills* adalah sangat baik namun kemudian nilai tes mahasiswa menurun pada aspek *conceptual understanding* dan mengalami peningkatan lagi pada aspek *algorithmic problem-solving*. Model data hasil tes mahasiswa dengan kondisi tersebut digambarkan pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Diagram Hasil Tes Mahasiswa Pada Tiga Aspek Penilaian

Berdasarkan Gambar 1 nampak bahwa kemampuan matematika dasar mahasiswa pada aspek *conceptual understanding* adalah paling rendah dibandingkan dengan dua aspek lainnya yaitu *mathematical-procedural skills* dan *algorithmic problem-solving*. Berdasarkan lembar jawaban tertulis yang dikumpulkan mahasiswa diketahui bahwa mahasiswa dapat menyelesaikan soal matematika dasar terkait dengan bilangan dan operasi penjumlahan, perkalian, dan rasio. Selain itu, dengan berbekal ingatan atau hafalan terhadap rumus-rumus kimia mahasiswa juga dapat menyelesaikan soal matematika dasar yang dibawa ke dalam konteks kimia. Namun di sisi lain mahasiswa ternyata masih kurang memiliki pemahaman terhadap makna rumus matematika dan hubungan antar variabel. Dalam konteks dimana matematika dipandang sebagai suatu alat untuk mendapatkan hasil pemecahan masalah maka masih kurangnya kemampuan mahasiswa dalam pemahaman makna terhadap konsep matematika ini mungkin masih dapat ditoleransi. Namun, jika matematika dipandang sebagai dasar dari ilmu pengetahuan yang lain maka kemampuan mahasiswa pada aspek *conceptual understanding* ini perlu diberikan perhatian lebih lanjut.

Melihat bentuk data hasil tes mahasiswa tersebut nampak bahwa aspek *conceptual understanding* menjadi hal yang lebih sulit untuk dikuasai oleh mahasiswa kimia dibandingkan dengan aspek *mathematical-procedural skills* dan *algorithmic problem-solving*. Hal ini dapat dipahami karena pengetahuan konseptual adalah pengetahuan yang kaya akan hubungan sehingga mahasiswa harus memiliki pengetahuan mendalam tentang konsep, prinsip dan definisi dalam matematika (Star & Stylianides, 2013) dimana pengetahuan tersebut tidak banyak dipelajari oleh mahasiswa kimia dalam perkuliahannya. Berbeda halnya dengan kemampuan mahasiswa kimia pada aspek *mathematical-procedural skills* dan *algorithmic problem-solving* dimana hasilnya menunjukkan kondisi yang lebih baik. Hal ini dapat dipahami karena pengetahuan prosedural dan algoritma itu sendiri mengacu pada pengetahuan tentang prosedur, termasuk urutan tindakan dan algoritma yang digunakan dalam pemecahan masalah. Sepanjang mahasiswa masih mengingat berbagai rumus yang diperlukan maka mahasiswa relatif mudah untuk dapat menyelesaikan masalah matematika baik dalam konteks matematika itu sendiri atau yang dihubungkan dengan materi kimia. Bahkan mahasiswa yang berhasil

dalam mengerjakan matematika dengan benar sekalipun dalam tes atau ujian memiliki kemungkinan untuk gagal dalam menafsirkan konsep matematika dengan benar dan pemahaman tentang konteks sains tidak selalu membuat mahasiswa berhasil menghubungkan pengetahuan matematika sebelumnya dengan tugas pemecahan masalah (Becker & Towns, 2012). Hasil ini memberikan pandangan bahwa mahasiswa kimia perlu mendapatkan pemahaman konseptual matematika yang dikaitkan dengan konteks kimia namun harus dalam ukuran yang proposional karena matematika itu sendiri sulit untuk dipahami atau dipelajari tanpa instansiasi namun instantiasi itu sendiri dapat membuat wacana menjadi non-matematis (Shanahan et al., 2011).

Data penelitian yang menunjukkan bahwa kemampuan *mathematical-procedural skills* dan *algorithmic problem-solving* mahasiswa lebih baik dibandingkan dengan kemampuan *conceptual understanding* ini menunjukkan bahwa hubungan diantara ketiga aspek tersebut tidak selalu berjalan linier. Dalam urutan proses berpikir dapat dipahami bahwa pada saat mahasiswa memiliki kemampuan *mathematical-procedural skills* dan *conceptual understanding* yang baik maka kemampuan *algorithmic problem-solving* mahasiswa juga akan menjadi baik. Namun ternyata hubungan ini tidak selalu berjalan linier karena beberapa pengajar dan peneliti di bidang pendidikan menyakini bahwa kemampuan pemecahan masalah adalah pemandu yang sangat baik untuk mendapatkan pemahaman konsep (Gultepe et al., 2013). Persoalan ini memunculkan dua pertanyaan penting mengenai cara mengajarkan matematika kepada mahasiswa. Pada saat mahasiswa mempelajari suatu konsep matematika baru, apakah sebaiknya mereka diajarkan konsep dan prosedur terlebih dahulu kemudian memecahkan masalah atau memecahkan masalah terlebih dahulu kemudian mengajarkan konsep dan prosedurnya. Hal ini akan menjadi pertimbangan tersendiri dalam mengajarkan matematika dasar di perguruan tinggi khususnya pada mahasiswa kimia. Walaupun ketiga aspek *mathematical-procedural skill*, *conceptual understanding* dan *algorithmic problem-solving* tidak selalu berjalan linier, namun beberapa penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa yang terlibat dalam pemecahan masalah sebelum diajarkan suatu konsep atau prosedur memiliki pemahaman konseptual yang lebih baik (Kapur, 2014). Mahasiswa yang diberi kesempatan di awal untuk belajar pemecahan masalah akan lebih unggul dibandingkan dengan mahasiswa yang tidak terlibat dalam pemecahan masalah terlebih dahulu. Proses pemahaman konsep akan menjadi lebih baik karena mahasiswa melewati beberapa kegagalan baik yang dialami diri sendiri maupun mahasiswa lainnya, mereka mengeksplorasi berbagai sumber untuk mendapatkan solusi dan menyadari bahwa proses mendapatkan pemahaman adalah yang utama dibandingkan dengan memperoleh solusi semata. Hasil penelitian ini secara tidak langsung menantang praktik pengajaran konvensional untuk mengajarkan konsep dan prosedur matematika terlebih dahulu baru kemudian bergelut pemecahan masalah.

SIMPULAN DAN SARAN

Hasil akhir dari penelitian ini menunjukkan bahwa mahasiswa memiliki kemampuan yang lebih baik pada *mathematical-procedural skills* dan *algorithmic problem-solving* dibandingkan pada *conceptual understanding*. Memperhatikan hasil penelitian tersebut, maka untuk penelitian yang akan datang sangat disarankan untuk mengukur hubungan diantara ketiga variabel tersebut. Hal ini akan memberikan deskripsi yang lebih baik tentang aspek mana dari kemampuan matematika dasar yang dapat mempengaruhi terjadinya aspek yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Akaygun, S., & Aslan-Tutak, F. (2016). STEM images revealing STEM conceptions of pre-service chemistry and mathematics teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 56–71. <https://doi.org/10.18404/ijemst.44833>
- Bain, K., Rodriguez, J. M. G., Moon, A., & Towns, M. H. (2019). Mathematics in chemical kinetics: Which is the cart and which is the horse? *ACS Symposium Series: American Chemical Society*, 1316, 25–46. <https://doi.org/10.1021/bk-2019-1316.ch003>
- Basak, S. C. (2013). Philosophy of mathematical chemistry: A personal perspective. *Hyle*:

- International Journal for Philosophy of Chemistry*, 19(1), 3–17.
- Becker, N., & Towns, M. (2012). Students' understanding of mathematical expressions in physical chemistry contexts: An analysis using Sherin's symbolic forms. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(3), 209–220. <https://doi.org/10.1039/c2rp00003b>
- De Zeeuw, A., Craig, T., & You, H. S. (2013). Assessing conceptual understanding in mathematics. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, February, 1742–1744*. <https://doi.org/10.1109/FIE.2013.6685135>
- Doleck, T., Bazelais, P., Lemay, D. J., Saxena, A., & Basnet, R. B. (2017). Algorithmic thinking, cooperativity, creativity, critical thinking, and problem solving: exploring the relationship between computational thinking skills and academic performance. *Journal of Computers in Education*, 4(4), 355–369. <https://doi.org/10.1007/s40692-017-0090-9>
- Fahyuddin, F., Liliyasi, L., & Sabandar, J. (2012). Tingkat pemahaman mahasiswa pendidikan kimia pada beberapa konsep dasar matematik yang dibutuhkan untuk kelancaran belajar kimia kuantitatif. *Jurnal Penelitian Pendidikan Sains*, 2(1), 147–153. <https://doi.org/10.26740/jpps.v2n1.p147-153>
- Faulkner, F., Breen, C., Prendergast, M., & Carr, M. (2021). Profiling mathematical procedural and problem-solving skills of undergraduate students following a new mathematics curriculum. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1953625>
- Gultepe, N., Celik, A. Y., & Kilic, Z. (2013). Exploring effects of high school students' mathematical processing skills and conceptual understanding of chemical concepts on algorithmic problem solving. *Australian Journal of Teacher Education*, 38(10), 106–122. <https://doi.org/10.14221/ajte.2013v38n10.1>
- Hoban, R. A., Finlayson, O. E., & Nolan, B. C. (2013). Transfer in chemistry: a study of students' abilities in transferring mathematical knowledge to chemistry. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 44(1), 14–35. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2012.690895>
- Kapur, M. (2014). Productive failure in learning math. *Cognitive Science*, 38(5), 1008–1022. <https://doi.org/10.1111/cogs.12107>
- Krosnick, J. A., & Presser, S. (2018). Question and Questionnaire Design. In *The Palgrave Handbook of Survey Research* (pp. 263–313). Palgrave Macmillan, Cham. <https://doi.org/10.1111/j.1432-1033.1976.tb10115.x>
- Narwal, L., & Sehwat, P. (2017). Role of mathematics in chemistry and its future. *International Research Journal of Management Science & Technology*, 8(3), 39–44.
- Ríordáin, M. N., Johnston, J., & Walshe, G. (2016). Making mathematics and science integration happen: Key aspects of practice. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 47(2), 233–255. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2015.1078001>
- Shanahan, C., Shanahan, T., & Mischia, C. (2011). Analysis of expert readers in three disciplines: History, mathematics, and chemistry. *Journal of Literacy Research*, 43(4), 393–429. <https://doi.org/10.1177/1086296X11424071>
- Star, J. R., & Stylianides, G. J. (2013). Procedural and Conceptual Knowledge: Exploring the Gap Between Knowledge Type and Knowledge Quality. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 13(2), 169–181. <https://doi.org/10.1080/14926156.2013.784828>
- Suriadi, S., & Dewi, R. (2020). Pengembangan instrumen tes passing bolavoli berbasis digital. *Jurnal Prestasi*, 4(1), 9–16. <https://doi.org/10.24114/jp.v4i1.16821>
- Wulanzani, U. T., Lestari, U., & Syamsyuri, I. (2016). Hasil validasi buku teks matakuliah bioteknologi berbasis bahan alam tanaman pacing (*costus speciosus smith*) sebagai Antifertilitas. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 1(9), 1830–1835.