



Biogenerasi Vol 10 No 3, 2025

Biogenerasi: Jurnal Pendidikan Biologi

Universitas Cokroaminoto Palopo

<https://e-journal.my.id/biogenerasi>

e-ISSN 2579-7085



HUBUNGAN KEMAMPUAN REPRESENTASI VISUAL DAN PENGETAHUAN FAKTUAL MAHASISWA PADA MATERI ANATOMI TUMBUHAN

¹*Nur Hidayah, ²Nukhbatul Bidayati Haka, ³Akbar Handoko, ⁴Laila Puspita, ⁵Ayu Reza
Ningrum, ⁶Yani Suryani,

UIN Raden Intan Lampung, Indonesia

*Corresponding author E-mail: nurhidayah@radenintan.ac.id

DOI : 10.30605/biogenerasi.v10i3.7047

Accepted :10 September 2025 Approved : 29 September 2025 Published : 30 September 2025

Abstract

This research aims to analyze the relationship between visual representation and students' factual knowledge on plant anatomy material. This type of research is descriptive correlational. The sample in this study included 33 students from a biology education study program at one of the universities in Bandung. The instruments used in this research include image analysis rubrics and tests. The image analysis rubric instrument is used to obtain data related to image representation abilities, while the test instrument is used to obtain data on students' factual knowledge. Before the correlation test is carried out, a prerequisite test is carried out first to obtain normal distribution results and linear regression. Based on the results of the correlation test, results were obtained with a significance of $0.031 < 0.05$. Based on these results it can be concluded that there is a relationship between the two variables, namely between visual representation and factual knowledge. Furthermore, an r value of 0.377 was obtained, indicating that the relationship between visual representation and students' factual knowledge was categorized as low

Keywords : *Anatomy plant, Factual Knowledge, Visual representation*

PENDAHULUAN

Pembelajaran biologi mempunyai peranan yang sangat penting dalam memfasilitasi peningkatan pemahaman, kemampuan penalaran, berpikir analitik, analisis konsep, dan memudahkan peserta didik dalam menambah wawasan terkait dengan fenomena-fenomena kehidupan yang sering terjadi (Saptono et al., 2013). Berkaitan dengan hal tersebut, kegiatan praktikum sangat erat kaitannya dengan pembelajaran biologi. Hal ini dikarenakan kegiatan praktikum dapat memfasilitasi peserta didik supaya memperoleh pengalaman yang terdiri dari ranah kognitif, afektif, dan psikomotor. Melalui kegiatan praktikum, peserta didik dapat memiliki keyakinan lebih atas suatu konsep tertentu jika dibandingkan hanya menerima konsep dari guru dan buku. Peserta didik juga dapat memperoleh banyak pengalaman, mengembangkan sikap ilmiah, dan dapat lebih mengingat terkait hasil belajar berdasarkan praktikum yang dilaksanakan (Rustaman, 2011). Apabila kegiatan pelaksanaan praktikum dapat terlaksana dengan baik, maka diharapkan peserta didik mampu memperoleh pemahaman konseptualnya dengan lebih aktif pada proses pelaksanaannya (Duda, 2010).

Pada pelaksanaan praktikum, penting bagi peserta didik untuk dapat memiliki representasi visual yang baik terhadap objek atau fenomena yang sedang diamati pada saat pelaksanaan praktikum. Representasi visual dapat meliputi gambar dan ilustrasi-ilustrasi tertentu (Puspandari, Praja, dan Muhtarulloh, 2019). Kemampuan representasi merupakan kemampuan yang dimiliki oleh peserta didik dalam menyajikan, melambangkan, atau mewakili sesuatu dengan menggunakan cara yang khusus (Goldin, 1988). Representasi merupakan suatu model ataupun bentuk pengganti dari suatu masalah tertentu yang dapat digunakan untuk menemukan solusi dengan merepresentasikannya dalam bentuk gambar, kata-kata ataupun symbol matematika (Suningsih et al., 2021). Penyajian format representasi dapat berupa gambar, grafik, ataupun secara matematik (Prain & Waldtrip, 2008). Terdapat banyak konsep-konsep yang bersifat abstrak dan sulit untuk dipelajari pada pembelajaran biologi. Konsep-konsep biologi juga meliputi gambar dan media visual lainnya, tidak hanya mencakup kata-kata,

ataupun deskripsi saja (Cheng & Gilbert, 2015). Representasi visual merupakan kemampuan dalam membuat suatu gambar yang bertujuan untuk memperjelas masalah dan penyelesaiannya (Natonis et al., 2022).

Berdasarkan hal tersebut, maka penting bagi mahasiswa untuk dapat memiliki kemampuan representasi visual yang baik sehingga akan memudahkannya dalam memperoleh pengetahuan faktual. Pengetahuan faktual merupakan fakta-fakta yang relevan terkait dengan objek yang diamati yang dapat diperoleh mahasiswa jika dapat melakukan observasinya dengan baik. Pengetahuan faktual merupakan suatu elemen-elemen dasar yang seyogyanya dapat dimiliki peserta didik untuk dapat menyelesaikan masalah atau mempelajari suatu disiplin ilmu tertentu (Anderson & Krathwohl, 2010).

Terdapat banyak cakupan materi pada pembelajaran biologi, salah satunya yaitu anatomi tumbuhan. Mahasiswa difasilitasi untuk dapat memiliki kemampuan dalam melakukan pengkajian struktur gambar yang sifatnya mikroskopis dalam bentuk tiga dimensi dengan proporsi dan skala yang tepat, kemampuan spasial, serta *sense of scale* yang terkait dengan konsep-konsep mikroskopis dalam mempelajari konsep-konsep anatomi tumbuhan (Nuraeni, 2016). Mahasiswa diharapkan mampu memiliki keterampilan observasi, melakukan pengidentifikasian, mengidentifikasi persamaan-persamaan dan perbedaan, melakukan pengelompokkan, dan melakukan interpretasi terhadap gambar-gambar preparat pada pelaksanaan praktikum anatomi tumbuhan yang sifatnya mikroskopis dan mengarah pada kecerdasan visual/spasial (Diana, 2014).

Berdasarkan hasil studi pendahuluan dengan melakukan wawancara terhadap mahasiswa yang telah melaksanakan perkuliahan anatomi tumbuhan, diperoleh informasi bahwa mahasiswa masih cenderung mengalami kesulitan dalam membuat gambar-gambar hasil praktikum yang sifatnya mikroskopis. Kesulitan-kesulitan ini didasarkan pada kesulitan mahasiswa dalam melakukan identifikasi terhadap objek yang sedang diamati, tidak adanya kegemaran dalam menggambar, dan adanya keterbatasan waktu pelaksanaan praktikum. Adapun hasil penelitian relevan menyatakan bahwa masih

rendahnya kemampuan representasi gambar 3D mahasiswa calon guru biologi pada materi struktur jaringan tumbuhan. Hal ini seyogyanya tidak terjadi dikarenakan sangat pentingnya kemampuan tersebut bagi mahasiswa sebagai bekal nantinya ketika mereka menjadi seorang guru yang harapannya mampu memfasilitasi pembelajaran biologi di sekolah dengan baik. Berdasarkan hal ini, peneliti tertarik untuk melakukan analisis terhadap hubungan antara kemampuan representasi visual dan pengetahuan faktual mahasiswa pada materi anatomi tumbuhan.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif korelasional. Penelitian ini dilaksanakan di salah satu perguruan tinggi di Bandung. Waktu pelaksanaan penelitian ini pada tahun ajaran 2017/2018. Adapun sampel pada penelitian ini meliputi 33 mahasiswa program studi pendidikan biologi yang melaksanakan praktikum anatomi tumbuhan. Pada penelitian ini, peneliti melakukan analisis hubungan antara representasi gambar hasil praktikum mahasiswa dengan pengetahuan faktual saat praktikum pada materi anatomi tumbuhan. Saat praktikum, mahasiswa melakukan pengamatan terhadap objek tumbuhan dengan menggunakan mikroskop

yang kemudian mahasiswa diarahkan untuk merepresentasikannya kembali dalam bentuk gambar. Selanjutnya juga pada akhir praktikum, mahasiswa akan diberikan tes pengetahuan faktual berdasarkan materi yang diperoleh saat praktikum berlangsung.

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini meliputi rubrik penilaian gambar dan tes pengetahuan faktual. Instrumen rubrik penilaian gambar untuk memperoleh data tentang kemampuan representasi gambar mahasiswa saat pelaksanaan praktikum. Sedangkan instrumen tes pengetahuan faktual digunakan untuk memperoleh data terkait pengetahuan faktual yang dimiliki oleh mahasiswa setelah pelaksanaan praktikum. Instrumen rubrik penilaian gambar terdiri dari 3 aspek yaitu keautentikan gambar, kedetailan gambar, serta kelengkapan dan ketepatan gambar. Setelah diperoleh data penelitian, dilakukan analisis korelasi atau hubungan kemampuan representasi gambar dan pengetahuan faktual mahasiswa saat pelaksanaan praktikum. Data yang diperoleh dari penelitian akan dilakukan perhitungan persentase untuk selanjutnya dilakukan penafsiran persentase. Adapun kategori persentase yang digunakan tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Persentase

Persentase	Predikat
86-100%	Sangat baik
76-85%	Baik
60-75%	Cukup
55-59%	Kurang
$\leq 54\%$	Kurang sekali

(Purwanto, 2009)

Pada penelitian ini, menggunakan uji statistik berupa uji normalitas, uji regresi, dan uji korelasi. Setelah memperoleh data, maka kemudian data yang diperoleh akan diinterpretasikan sesuai kriteria hubungan yang tercantum pada Tabel 2 di bawah ini.

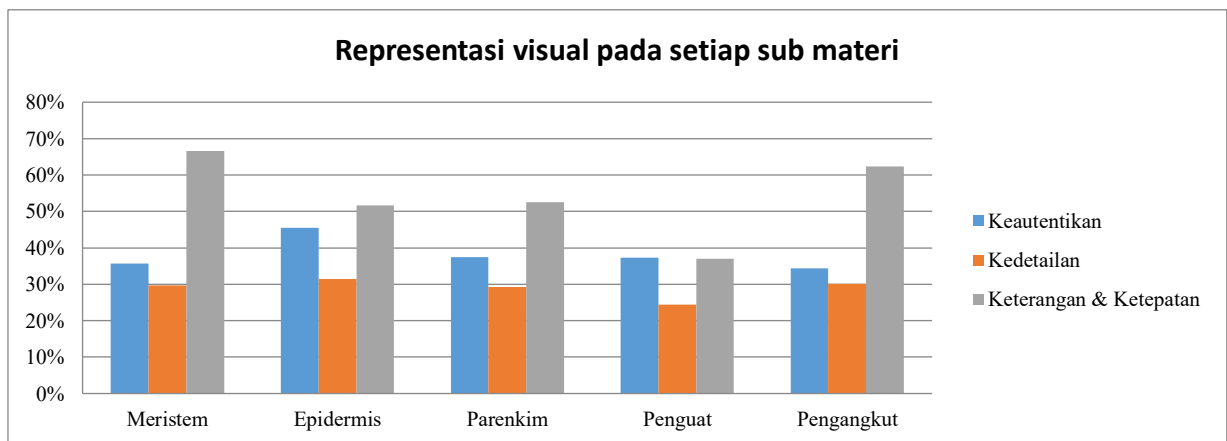
Tabel 2. Kriteria Korelasi

R	Kriteria Hubungan
0	Tidak ada korelasi
$< R \leq 0.20$	Korelasi sangat rendah
$.20 < R \leq 0.40$	Korelasi rendah
$.40 < R \leq 0.70$	Korelasi cukup
$.70 < R \leq 0.90$	Korelasi tinggi
$.90 < R \leq 1.00$	Korelasi sangat tinggi
1	Korelasi sempurna

(Hasan, 2012)

HASIL PENELITIAN

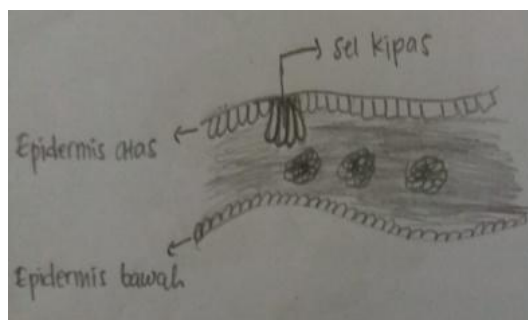
Pada penelitian ini, dilakukan pengumpulan data terkait dengan kemampuan representasi gambar dan pengetahuan faktual mahasiswa pada pelaksanaan praktikum anatomi tumbuhan. Kemampuan representasi gambar yang dimaksud pada penelitian ini yaitu kemampuan ketika mahasiswa mampu merepresentasikan atau menggambarkan kembali objek yang mereka telah amati pada saat praktikum. Selanjutnya pengetahuan faktual pada penelitian ini yaitu pengetahuan mahasiswa yang diperoleh berdasarkan fakta-fakta terkait konsep-konsep materi yang diperoleh saat pelaksanaan praktikum. Adapun hasil representasi visual mahasiswa pada kelima sub materi tercantum pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Representasi Visual Mahasiswa pada Setiap Sub Materi

Berdasarkan Gambar 1 tersebut diketahui bahwa kemampuan representasi gambar mahasiswa pada sub materi jaringan tumbuhan dikategorikan kurang sekali. Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa aspek keterangan dan ketepatan gambar cenderung memperoleh persentase yang paling tinggi pada sub materi yang lainnya jika dibandingkan dengan aspek keautentikan dan aspek kedetailan kecuali pada sub materi jaringan penguat. Sedangkan aspek kedetailan gambar cenderung memperoleh persentase paling rendah pada kelima sub materi jika dibandingkan dengan aspek keautentikan dan aspek keterangan dan ketepatan gambar.

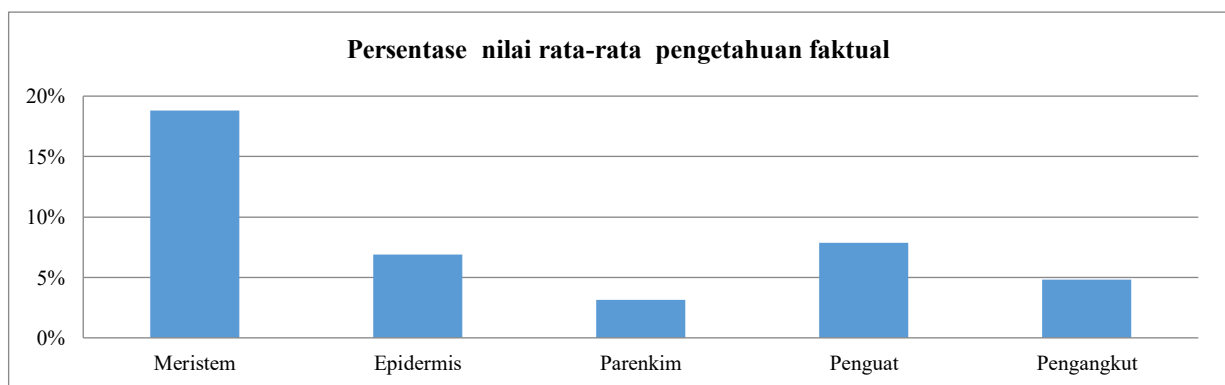
Adapun untuk masing-masing aspek dari representasi visual meliputi aspek keautentikan, aspek kedetailan, serta aspek keterangan dan ketepatan gambar. Pada aspek keautentikan dikategorikan kurang sekali, hal ini menandakan bahwa mahasiswa belum mampu untuk menggambarkan objek sesuai dengan objek yang sudah diamati. Selanjutnya pada aspek kedetailan juga masih dikategorikan kurang sekali. Hal ini menandakan bahwa mahasiswa belum mampu untuk menggambarkan objek sesuai dengan ciri-ciri khas dari objek yang diamati tersebut. Untuk aspek keterangan dan ketepatan gambar juga memperoleh kategori yang kurang sekali. Hal ini juga menandakan bahwa mahasiswa belum mampu menggambarkan objek yang lengkap dengan keterangannya, dan masih banyak juga yang tidak sesuai dengan konsep yang benar yang telah dipelajari. Berikut ini merupakan contoh gambar hasil praktikum yang digambarkan oleh mahasiswa tercantum pada Gambar 2. di bawah ini.



Gambar 2. Contoh gambar hasil praktikum mahasiswa

Berdasarkan Gambar 2, diketahui bahwa mahasiswa sudah cukup mampu dalam menggambarkan objek yang mereka amati saat pelaksanaan praktikum. Pada salah satu contoh gambar di atas, gambar yang dihasilkan tersebut sudah cukup autentik. Hal ini didasarkan pada gambar yang sudah cukup menggambarkan sel epidermis sebagaimana mestinya, yang bentuknya seperti balok, letaknya paling luar, susunannya rapat, dan dindingnya tipis. Kemudian gambar tersebut juga sudah cukup tepat dan sudah dilengkapi dengan keterangan. Namun, masih banyak juga hasil gambar mahasiswa yang belum dapat merepresentasikan gambar seperti objek langsung yang diamatinya. Hal ini dikarenakan masih sulitnya mahasiswa dalam mengidentifikasi ciri-ciri objek yang diamati. Selain itu, mahasiswa juga masih cenderung mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi ciri khas dari objek yang diamati. Mahasiswa juga masih cenderung kesulitan dalam memperoleh gambar yang fokus dan relevan, hal ini juga mempengaruhi kemampuan mahasiswa dalam menggambarkan objek yang diamati dengan tepat. Seyogyanya hal ini tidak sebaiknya terjadi, hal ini dikarenakan gambar memiliki peranan yang sangat penting. Pemahaman konsep yang abstrak atau sulit dalam pembelajaran dapat difasilitasi dengan penggunaan gambar (Savinainen *et al.*, 2015). Gambar yang disertai dengan tulisan teks secara bersamaan mampu memfasilitasi peserta didik dalam melakukan interpretasi pengetahuannya (Roth & Pozzer-Ardenghi, 2013). Peserta didik yang memiliki gaya belajar visual cenderung memiliki kemampuan untuk mengilustrasikan suatu konsep dalam bentuk gambar (Ahmadi, 2019).

Pada penelitian ini juga dilakukan pengumpulan data terhadap pengetahuan faktual mahasiswa. Pengetahuan faktual yang dimaksud pada penelitian ini merupakan pengetahuan tentang objek atau fenomena yang sudah diamati yang diharapkan dapat diperoleh mahasiswa berdasarkan pelaksanaan praktikum. Data pengetahuan faktual ini diperoleh berdasarkan pertanyaan isian singkat yang berjumlah 17 pertanyaan terkait dengan materi jaringan. Pertanyaan-pertanyaan yang diberikan kepada mahasiswa ini mencakup terkait fakta-fakta objek atau fenomena yang telah diamati saat pelaksanaan praktikum. Adapun hasil tes pengetahuan faktual mahasiswa pada setiap sub materi tercantum pada Gambar di bawah ini.



Gambar 3. Hasil Persentase Nilai Pengetahuan Faktual Mahasiswa

Berdasarkan Gambar 3 tersebut, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan hasil pengetahuan faktual mahasiswa pada kelima sub materi jaringan. Selain itu, berdasarkan gambar tersebut juga dapat disimpulkan bahwa hasil nilai pengetahuan faktual mahasiswa dikategorikan kurang sekali. Hasil nilai persentase pengetahuan faktual tertinggi diperoleh pada sub materi meristem. Sedangkan hasil nilai persentase pengetahuan faktual yang terendah diperoleh pada sub materi parenkim. Perolehan pengetahuan faktual pada sub materi parenkim diperoleh yang paling rendah dikarenakan adanya kemungkinan kesulitan mahasiswa dalam mengidentifikasi dan mengingat ciri-ciri nyata dan hal-hal yang detail dari jaringan parenkim yang berasal dari pengamatan banyak preparat jaringan tumbuhan dari organ yang berbeda-beda. Instrument tes pengetahuan juga dianalisis berdasarkan taksonomi bloom revisi. Hasil penelitian diperoleh presentasi untuk level kognitif C2 sebesar 18%, C3 sebesar 30%, dan C4 sebesar 39%. Adapun pada level kognitif C2, mahasiswa diarahkan supaya mampu mengidentifikasi, mencirikan, dan membedakan objek-objek yang sudah diamati berdasarkan pelaksanaan praktikum. Selanjutnya pada level kognitif C3, mahasiswa diarahkan untuk mampu menjelaskan keterkaitan konsep berupa struktur dan fungsi objek berdasarkan pelaksanaan praktikum. Pada level kognitif C4 mahasiswa diharapkan mampu untuk melakukan analisis terkait konsep yang dipraktikkan (C4). Masih rendahnya pengetahuan faktual mahasiswa dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain masih rendahnya representasi visual dan kemampuan observasi yang dimiliki oleh mahasiswa. Gambar dapat memfasilitasi mahasiswa dalam menunjukkan pemahaman dan pembentukan suatu konsep tertentu yang merupakan dasar dari gagasan dan suatu konsep ilmiah (Dikmenli, 2010). Seyogyanya peserta didik dapat difasilitasi untuk dapat mengonfrontasi pengetahuan yang sudah dimiliki sebelumnya untuk diintegrasikan dengan pengetahuan yang baru berdasarkan pelaksanaan pembelajaran (Scharfenberg & Bogner, 2011).

Pada penelitian ini juga dilakukan analisis hubungan kemampuan representasi visual dengan pengetahuan faktual mahasiswa. Hubungan ini dianalisis berdasarkan hasil uji

statistik yang dilakukan. Sebelum dilakukan uji statistic, telah dilakukan uji prasyarat berupa uji normalitas dan uji kelinearan regresi. Berdasarkan uji prasyarat tersebut, diperoleh hasil daya yang memiliki distribusi normal dan regresinya linear. Adapun hasil uji statistik uji korelasi kemampuan representasi visual dan pengetahuan faktual menggunakan uji korelasi Pearson adalah sebagai berikut.

Berdasarkan data analisis dapat diketahui bahwa terdapat hubungan kemampuan representasi visual dan pengetahuan faktual mahasiswa yang signifikan. Berdasarkan Tabel tersebut, diperoleh nilai signifikansi 0.031 yang lebih kecil dari 0.05. Hal ini menandakan bahwa terdapat hubungan antara kemampuan representasi visual dan pengetahuan faktual. Selanjutnya diperoleh nilai r yaitu sebesar 0.377. Berdasarkan hasil ini dapat diketahui bahwa hubungan antara kemampuan representasi visual dan pengetahuan faktual mahasiswa berkategori rendah. Adanya hubungan kemampuan representasi visual dan pengetahuan faktual dikarenakan adanya pengetahuan faktual yang diharapkan dapat dimiliki oleh mahasiswa berdasarkan pelaksanaan praktikum ini juga dipengaruhi oleh kemampuan visual mahasiswa pada saat menggambarkan objek atau fenomena yang diamati. Hal ini dikarenakan jika mahasiswa memiliki kemampuan representasi visual yang baik maka diharapkan akan memudahkan mahasiswa dalam mengkonstruksi pengetahuan faktual yang dimilikinya. Peserta didik dapat mengalami berbagai proses pada dirinya baik terhadap dirinya sendiri maupun interaksi dengan sekelilingnya, hal ini dapat memengaruhi hasil belajar secara tidak langsung (Isfiani, 2014). Minat dan hasil belajar pada dimensi pengetahuan faktual dan pengetahuan konseptual peserta didik memiliki korelasi yang positif pada materi fisika (Irvani, 2019). Pembelajaran sains seyogyanya dapat memfasilitasi peserta didik untuk dapat memiliki pengalaman secara langsung (*learning by doing*) sehingga dalam hal ini peserta didik diharapkan mampu memperkuat daya ingat peserta didik terkait dengan pemahamannya terhadap materi yang dipelajari (Suswati, Subhan, & Hermansyah, 2022).

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kemampuan representasi visual dan pengetahuan faktual mahasiswa memiliki hubungan yang signifikan. Berdasarkan hasil uji statistika, perolehan nilai signifikansi sebesar $0.031 < 0.05$, hal ini menandakan bahwa terdapat hubungan antara kemampuan representasi visual dan pengetahuan faktual mahasiswa. Selanjutnya juga dilakukan analisis terhadap nilai korelasi antara keduanya. Diperoleh hasil nilai r sebesar 0.377 sehingga menunjukkan bahwa hubungan antara kemampuan representasi visual dan pengetahuan faktual mahasiswa dikategorikan rendah.

DAFTAR RUJUKAN

- Ahmadi, W. (2019). Analisis Kemampuan Representasi Matematis Siswa ditinjau dari Gaya Belajar. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Ponorogo : Tidak diterbitkan.
- Anderson, L.W. & Krathwohl, D.R. (2010). *Pembelajaran, Pengajaran, dan Asesmen*. Terjemahan oleh Agung Prihantoro. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Cheng, M. & Gilbert, J. (2015). Students' Visualization Of Diagrams Representing The Human Circulatory System: The Use Of Spatial Isomorphism And Representational Conventions. *International Journal of Science Education*, 37 (1), 136-161.
- Diana, S. (2014). Pemberdayaan Asisten Praktikum Untuk Pelaksanaan *Peer Assisted Learning* (PAL). *Disertasi*. Universitas Pendidikan Indonesia: Tidak diterbitkan.
- Dikmenli, M. (2010). Misconceptions of cell division held by student teachers in biology: A drawing analysis. *Scientific Research and Essay*, 5 (2), 235-247.
- Duda, H.J. (2010). Pembelajaran berbasis praktikum dan asesmennya pada sistem ekskresi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI. *Vox Edukasi*. 1 (2): 29-39.
- Goldin, G.A. (1998). Representational system, learning, and problem solving. *Journal of Mathematical Behavior*. 17 (2): 137-165.
- Hasan, M. I. (2012). *Pokok-Pokok Materi Statistik I (Statistik Deskriptif)*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Irvani, A. I. (2019). Korelasi Minat Terhadap Fisika dengan Hasil Belajar Siswa SMA Pada Domain Pengetahuan Faktual dan Konseptual. *Jurnal Pendidikan Universitas Garut*, 13 (1): 115-120.
- Isfiani, I. R. (2014). Analisis hubungan antara *habits of mind*, tingkat kecemasan kognitif, dan hasil belajar biologi pada siswa kelas XI dan XII di SMA Kota Bandung. Tesis. Universitas Pendidikan Indonesia: Tidak diterbitkan.
- Natonis, S. F. M., Daniel, F., & Gella, N. J. M. (2022). Analisis Representasi Matematis Siswa Ditinjau dari Gaya Belajar. *Edukatif : Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(2), 3025–3033.
- Nuraeni, E. (2016). Program Perkuliahan Anatomi Tumbuhan Berbasis Kerangka Instruksional Dimensi Belajar Marzano untuk Mengembangkan Literasi Kuantitatif Mahasiswa. *Disertasi*. Universitas Pendidikan Indonesia: Tidak diterbitkan.
- Prain, V. & Waldrup, B. (2008). A study of teachers' perspectives about using multimodal representations of concepts to enhance science learning. *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*, 8 (1), 5-24.
- Purwanto, M.N. (2009). *Prinsip-Prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Bandung: T. Remaja Rosdakarnya.
- Puspandari, I., Praja, E.S., & Muhtarulloh, F. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Dengan Pendekatan Induktif Untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematis Siswa SMP, Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika, 8 (2) :307–18, <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v8i2.460>.
- Roth, W.-M, & Pozzer-Ardenghi, L. (2013). Pictures in Education. In Tsui, C. & Treagust, D. F. (Ed.), *Multiple Representations in Biological Education* : 3-18. Springer, London.
- Rustaman, N. Y. (2011). Perjalanan Sebuah Pembaharuan Pembelajaran Biologi Berbasis Hands-On dan Minds-On dalam Pendidikan Sains. Bandung: UPI.
- Saptono et al. (2013). Model Integrasi Atribut Asesmen Formatif (IAAF) Dalam Pembelajaran Biologi Sel Untuk Mengembangkan Kemampuan

- Penalaran Dan Berpikir Analitik Mahasiswa Calon Guru. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 2, (1), 31-40.
- Savinainen, A., Makyen, A., Nieminen, P., & Viiri, J. (2015). The effect of using a visual representation tool in a teaching-learning sequence for teaching newton's third law. *Research Science Education*, (1): 1-17.
- Scharfenberg, F. J. dan Bogner, F.X. (2011). Teaching gene technology in an outreach lab : Students' assigned cognitive load clusters and the clusters' relationships to learner characteristics, laboratory variables, and cognitive achievement. *Research in Science Education*, 43 (1), 141-161.
- Suningsih, A., Istiani, A., Ahmad, J. K., Pringsewu, D., & Id;, A. S. A. (2021). Analisis Kemampuan Representasi Matematis Siswa. Mosharafa: *Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(2), 225–234.
- Suswati, L., Subhan, M., & Hermansyah, H. (2022). Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Problem Based Learning Untuk Pemahaman Konsep Fisika Pembelajar Siswa Kelas X SMK. Gravity Edu: *Jurnal Pembelajaran dan Pengajaran Fisika*, 5(2), 22-25.