

## Perubahan Struktur Konseptual Mahasiswa Pendidikan Biologi tentang Morfologi Daun dan Bunga berdasarkan *Pictorial Representation*

Sariwulan Diana, Puti Siswandari, Tri Suwandi\*, Amprasto

<sup>1</sup> Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Pendidikan Indonesia

\*Corresponding author: [trisuwandi@upi.edu](mailto:trisuwandi@upi.edu)

**Abstract:** Observation skills in biology can be assessed through pictorial representation, which involves asking students to create drawings and add annotations to explain the observed objects. This technique provides insight into students' perceptions and conceptual understanding of biological objects. This study aims to identify students' conceptual changes regarding leaf and flower structures based on a pictorial representation test. This descriptive research involved 35 second-semester students from the Biology Education Program at the Indonesia University of Education, who enrolled in the Plant Morphology course in the even semester of the 2023/2024 academic year. The pictorial representation test was conducted for 15 minutes before and after the lectures (pre-test and post-test) using the inquiry learning model, focusing specifically on leaf and flower structure topics. The test results were evaluated by two lecturers using a mutually agreed-upon scoring guide. The data were analyzed descriptively using a conceptual change scheme from pre-test to post-test. The results showed that there were four patterns of conceptual structure changes identified from pictorial representation of leaf and flower morphology, namely: construction, static, revision, and complementation, while the disorientation pattern was only found in the pictorial representation of flower morphology. Almost half of the students (48.6%) experienced changes in conceptual structure with construction patterns in leaf and flower morphology content. The most dominant final category of concept mastery is good, which is 51.4% and 48.6%, respectively in leaf and flower morphology. In flower morphology, there was a greater increase in the very good category compared to leaf morphology, with a ratio of 25.7% and 14.3%. Apart from a number of students whose concept mastery did not change significantly (static) and one case of disorientation on the concept of flower morphology. Overall, the conceptual change scheme based on pictorial representation results can help to analyze the extent to which learning can improve concept mastery of leaf and flower morphology.

**Keywords:** conceptual structure change, pictorial representation, plant morphology

### 1. PENDAHULUAN

Keterampilan dalam melakukan observasi dan memvisualisasikan konsep biologi merupakan keterampilan dasar mahasiswa pendidikan biologi. Kemampuan dalam melakukan observasi dapat terjaring melalui gambar (Dempsey & Betz, 2001) dan menuliskan keterangan gambar (anotasi gambar) (Smith & Paradise, 2022). Melalui gambar dan anatomi gambar dapat memberikan gambaran persepsi mahasiswa dan pemahaman konseptual terhadap objek biologi yang diamati. Mata kuliah morfologi tumbuhan merupakan mata kuliah yang membutuhkan keterampilan observasi dalam mengidentifikasi struktur tumbuhan. Mengenal dan memahami struktur tumbuhan menjadi penting dalam melakukan identifikasi tumbuhan (Stagg & Verde, 2019) dan menyusun filogeni tumbuhan (Halverson, 2009).

Kegiatan identifikasi tumbuhan pada perkuliahan morfologi tumbuhan memberikan kesempatan pada mahasiswa untuk banyak berinteraksi dengan tumbuhan. Kegiatan ini pun dapat meningkatkan kesadaran terhadap literasi botani (Stagg & Dillon, 2022). Literasi botani menjadi penting untuk dipahami sebagai suatu usaha dalam menanamkan kesadaran mahasiswa untuk mengetahui keragaman tumbuhan di Indonesia. Pengetahuan tentang nilai spesies tumbuhan menjadi dasar dalam pembuatan kebijakan agar biodiversitas tumbuhan Indonesia terus berlanjut sesuai dengan poin Sustainable Development Goals (SDGs) nomor 15 tentang keberlanjutan ekosistem daratan (Yoshida, 2018). Selain itu, kegiatan identifikasi tumbuhan dapat melatih keterampilan proses sains mahasiswa sehingga mereka memiliki sikap sains.

Tantangan dalam perkuliahan morfologi tumbuhan adalah penguasaan konsep struktur tumbuhan yang bersifat umum maupun khusus pada tumbuhan tertentu dan penamaan struktur yang menggunakan bahasa Latin. Tantangan tersebut menjadi salah satu alasan mahasiswa tidak termotivasi untuk belajar (Maskour et al., 2019). Selain itu, mahasiswa yang merupakan bagian dari masyarakat urban kurang memiliki ketertarikan terhadap tumbuhan karena mereka jarang berinteraksi dengan tumbuhan (Stagg & Dillon, 2022). Dengan demikian, penting untuk memperbarui metode dalam pelaksanaan perkuliahan morfologi tumbuhan sehingga mahasiswa lebih menguasai struktur morfologi tumbuhan dan terhindar dari miskonsepsi. Penelitian sebelumnya terkait praktikum

morfologi tumbuhan menunjukkan bahwa penerapan program Peer Assisted Learning (PAL) dapat mengembangkan kemampuan mahasiswa praktikan pada sistem kognitif sistem metakognitif dan sistem diri dengan baik (Diana et al., 2008). Selain itu, melalui penerapan program PAL juga dapat meningkatkan literasi sains mahasiswa dalam perkuliahan morfologi tumbuhan (Diana, 2016).

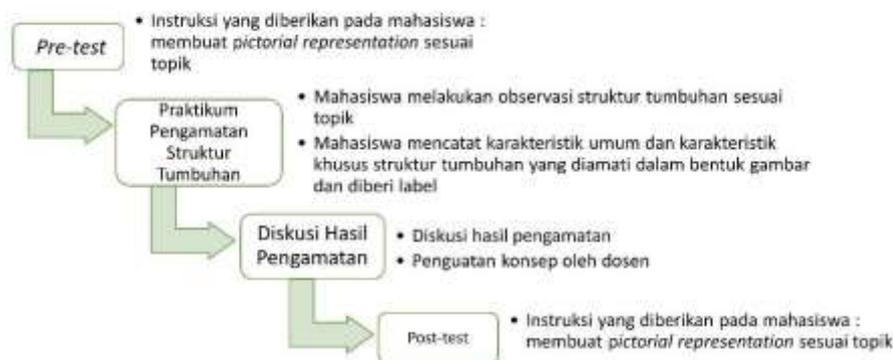
Beberapa studi mengenai metode perkuliahan morfologi berupa keterampilan metakognisi mahasiswa yang tertuang dalam self-education (Gabdulhaeva et al., 2014). Perkuliahan membutuhkan kesiapan mahasiswa belajar secara mandiri sebelum perkuliahan dan melakukan penelitian. Kegiatan mandiri yang dilakukan mahasiswa sebagai persiapan diri menjadi akademisi (guru atau peneliti) yang independen. Keterampilan observasi yang tertuang dalam gambar dan anotasi gambar dapat meningkatkan keterlibatan mahasiswa dalam penyelidikan, koordinasi, dan menyanggahkan hasil observasi (Ainsworth et al., 2011). Keterampilan gambar dan anotasi gambar menunjukkan pemahaman konsep tentang morfologi tumbuhan (Stagg & Verde, 2019). Asesmen yang digunakan dalam penilaian hasil belajar morfologi tumbuhan harus sesuai untuk menggambarkan pemahaman tentang struktur tumbuhan (Buck et al., 2019).

Untuk menganalisis penguasaan konsep mahasiswa terhadap struktur tumbuhan, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan konseptual mahasiswa tentang morfologi tumbuhan. Perubahan struktur konseptual merupakan bagian dari pembelajaran konstruktivisme yang dipelopori oleh Jean Piaget pada proses asimilasi dan akomodasi (Ültanır, 2012). Asimilasi merupakan konstruksi pengetahuan dari pengetahuan baru dan pengetahuan yang dimiliki sebelumnya, sedangkan akomodasi merupakan keterampilan dalam reorganisasi pengetahuan baru menjadi suatu perubahan besar dalam mempelajari konsep baru. Pengamatan terhadap perubahan struktur konseptual dapat menggunakan pictorial representation, yaitu menggambarkan suatu struktur yang menunjukkan ciri khas struktur tersebut yang disertai dengan keterangan (label). Pictorial representation dapat memberikan gambaran penguasaan konsep mahasiswa tentang struktur tumbuhan pada proses asimilasi dan akomodasi. Analisis terhadap perubahan struktur konseptual mahasiswa menjadi penting untuk mengidentifikasi dan menyanggah miskonsepsi mahasiswa pendidikan biologi yang akan melanjutkan karier sebagai guru, peneliti, ahli pada bidang biologi (Kiviluoma, 2021). Melalui penelitian ini diharapkan dapat menjawab tantangan dan menyimpulkan tuntutan didaktis yang mendorong keberhasilan perkuliahan morfologi tumbuhan terhadap penguasaan konsep mahasiswa dalam mengidentifikasi struktur tumbuhan.

## 2. METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian analisis konten untuk menggambarkan perubahan struktur konseptual mahasiswa Pendidikan Biologi pada topik Morfologi Tumbuhan. Partisipan pada penelitian ini adalah 37 orang mahasiswa Pendidikan Biologi semester dua yang mengikuti mata kuliah Morfologi Tumbuhan. Perubahan struktur konseptual diamati dari perubahan skor *pictorial representation* yang diberikan saat *pre-test* dan *post-test* tentang topik daun, bunga, dan buah. Pemberian *pre-test* di awal dan *post-test* di akhir pembahasan topik. Hasil pengerjaan mahasiswa dalam bentuk *pictorial representation* merupakan bentuk komunikasi mahasiswa dalam menuangkan konsep struktur daun, bunga, dan buah yang telah mereka pahami.

Kegiatan perkuliahan terdiri dari kegiatan praktikum dan kuliah teori (diskusi hasil pengamatan) (Gambar 1). Pada setiap topik perkuliahan, mahasiswa mengidentifikasi struktur dari tumbuhan segar yang baru dipetik. Kegiatan *pre-test* dan *post-test* dilakukan untuk menjangkau perubahan konseptual mahasiswa sebelum dan setelah mengikuti perkuliahan pada konsep daun, bunga, dan buah. Instruksi yang diberikan pada mahasiswa adalah menungkan pemahaman mahasiswa dalam bentuk *pictorial representation* (potongan gambar sesuai topik yang ditanyakan). Mahasiswa menggunakan selembar kertas untuk membuat *pictorial representation* pada topik daun, bunga, dan buah. Waktu pelaksanaan kegiatan *pre-test* dan *post-test* masing-masing selama lima belas menit. Kami mengingatkan mahasiswa untuk memperhatikan waktu pengerjaan yang terbatas. Selain itu, selama tes kami mengobservasi mahasiswa untuk tidak berdiskusi atau menyalin jawaban dari mahasiswa lainnya.



Gambar 1. Kegiatan Perkuliahan Morfologi Tumbuhan

Penilaian *pictorial representation* berupa penggunaan rubrik yang dikembangkan oleh (Wilson & Bradbury, 2016), yaitu skor 1 untuk konsep yang sesuai dan skor 0 untuk konsep yang tidak sesuai dengan struktur tumbuhan yang diamati. Penilaian *pictorial representation* pada saat *pre-test* dan *post-test* dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai} = (\text{skor yang diperoleh} / \text{skor maksimum}) \times 100$$

Nilai yang diperoleh kemudian dikategorikan berdasarkan Tabel 1.

Tabel 1. Kategori nilai *pre-test* dan *post-test* menggunakan *pictorial representation*

Rentang Nilai	Kategori
90,1 – 100	Excellent (E)
75,1 – 90	Very good (VG)
60,1 – 75	Good (G)
40,1 – 60	Fair (F)
20,1 – 40	Bad (B)
0 – 20	Poor (P)

Perubahan struktur konseptual digambarkan dalam skema yang dapat teramati jumlah dan persentase mahasiswa yang mengalami peningkatan/penurunan ketercapaian konsep pada *pre-test* dan *post-test* menggunakan *pictorial representation*. Pola perubahan struktur konseptual berupa proses transformasi pengetahuan awal menjadi pengetahuan baru (memiliki konsep baru) dari hasil jawaban *pre-test* dan *post-test*. Perubahan konseptual dari hasil belajar dapat berupa adanya penguasaan konsep, tidak ada perubahan konsep, atau perubahan penguasaan konsep menjadi lebih buruk dari sebelumnya (Tabel 2).

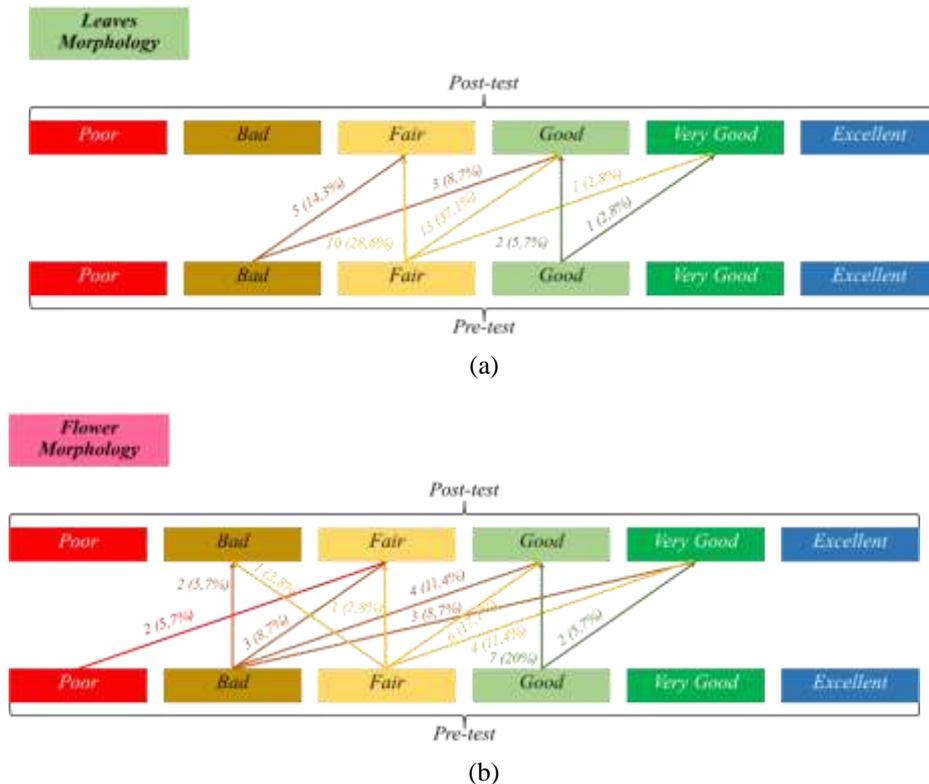
Tabel 2. Pola perubahan struktur konseptual

Pola	Interpretasi	Indikasi
<i>Construction</i> (Co; konstruksi pengetahuan)	Mahasiswa mampu mengonstruksi pengetahuan menjadi pengetahuan baru	Pada skema ditunjukkan dengan tanda panah ke kanan dari level "Poor", "Bad", atau "Fair", ke "Good", "Very Good", atau "Excellent" (P/B/F $\square$ G/VG/E)
<i>Revision</i> (R; revisi pengetahuan)	Mahasiswa mampu merevisi penguasaan konsep	Pada skema ditunjukkan dengan tanda panah ke kanan dari level "Poor" ke "Bad" atau "Fair" atau dari "Bad" ke "Fair" (P $\square$ B/F or B to F)
<i>Complementation</i> (Cp; melengkapi pengetahuan)	Mahasiswa mampu mengintegrasikan pengetahuan baru dengan pengetahuan awal secara komprehensif	Pada skema ditunjukkan dengan tanda panah ke kanan dari level "Good" ke "Very Good" atau "Excellent" atau dari "Very Good" ke "Excellent" (G $\square$ VG/E or VG $\square$ E)
<i>Static</i> (S, statis)	Mahasiswa tidak mampu mengubah penguasaannya ke arah penguasaan yang lebih baik	Pada skema ditunjukkan dengan tanda panah tegak/vertikal pada salah kriteria nilai yang sama
<i>Disorientation</i> (D; disorientasi)	Mahasiswa mengalami perubahan penguasaan konsep menjadi lebih buruk dari sebelumnya (pengetahuan awal).	Pada skema ditunjukkan dengan tanda panah ke kiri dari salah satu kriteria ke kriteria yang lain

(diadaptasi dari Kristianti *et al.*, 2019)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan konsep mahasiswa berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test* pada materi morfologi daun dan bunga menggunakan *pictorial representation* disajikan pada Gambar 2. Pada skema tersebut, jumlah mahasiswa yang mengalami perubahan konseptual digambarkan dengan angka tanpa tanda kurung, sementara persentase mahasiswa yang mengalami perubahan ditunjukkan dengan angka dalam tanda kurung.



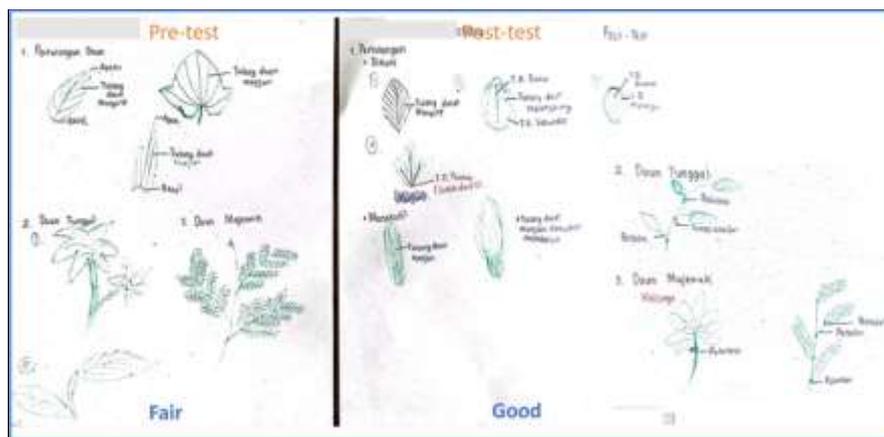
Gambar 2. Perubahan Struktur Konseptual Mahasiswa tentang Morfologi Daun (a) dan Bunga (b) berdasarkan Tes *Pictorial Representation*.

Berdasarkan Gambar 2, disajikan perbandingan pola perubahan struktur konseptual mahasiswa mengenai morfologi daun dan bunga.

Pola	Skema perubahan	Jumlah dan persentase mahasiswa	
		<i>Pictorial representation</i> daun	<i>Pictorial representation</i> bunga
Construction	B □ G	3 (8,6%)	4 (11,4%)
	B □ VG	0 (0%)	3 (8,6%)
	F □ G	13 (37,1%)	6 (17,1%)
	F □ VG	1 (2,8%)	4 (11,4%)
	<b>Jumlah</b>	<b>17 (48,6%)</b>	<b>17 (48,6%)</b>
Revision	P □ F	0 (0%)	2 (5,7%)
	B □ F	5 (14,3%)	3 (8,6%)
	<b>Jumlah</b>	<b>5 (14,3%)</b>	<b>5 (14,3%)</b>
Complementation	G □ VG	1 (2,8%)	2 (5,7%)
	<b>Jumlah</b>	<b>1 (2,8%)</b>	<b>2 (5,7%)</b>
Static	B □ B	0 (0%)	2 (5,7%)
	F □ F	10 (28,6%)	1 (2,8%)
	G □ G	2 (5,7%)	7 (20%)
	<b>Jumlah</b>	<b>12 (34,3%)</b>	<b>10 (28,6%)</b>
Disorientation	F □ B	0 (0%)	1 (2,8%)
	<b>Jumlah</b>	<b>0 (0%)</b>	<b>1 (2,8%)</b>



Berdasarkan Gambar 1a dan Tabel 2, terdapat empat pola perubahan yang menggambarkan transisi pengetahuan mahasiswa dari *pre-test* ke *post-test* hasil *pictorial representation* morfologi daun, yaitu: *construction*, *static*, *revision*, dan *complementation*, berturut-turut dari yang paling tinggi ke rendah proporsinya. Hampir separuh mahasiswa (48,6%) mengalami perubahan struktur konseptual secara *construction*, dengan yang paling dominan adalah 13 mahasiswa (37,1%) yang sebelumnya berada pada kategori *fair* menunjukkan peningkatan penguasaan konsep ke kategori *good* dan 1 mahasiswa (2,8%) langsung ke *very good*. Urutan kedua yaitu *static* yaitu sekitar 34,3% mahasiswa tetap berada pada kategori yang sama antara *pre-test* dan *post-test*, misalnya 10 mahasiswa (28,6%) tetap di level *fair* tanpa perubahan yang signifikan. Sebagai tambahan, sebagian kecil mahasiswa mengalami *revision* yaitu sekitar 5 mahasiswa (14,3%) yang mengalami peningkatan dari *bad* ke *fair*, *complementation* yaitu hanya 1 mahasiswa (2,8%) yang mengalami perubahan dari *good* ke *very good* yang menunjukkan mereka memperbaiki atau melengkapi penguasaan konsep mereka. Sementara itu, mahasiswa yang mengalami *disorientation* tidak terlihat. Berikut ini beberapa contoh *pictorial representation* mahasiswa tentang morfologi daun (Gambar 3).



Gambar 3. Contoh *Pictorial Representation* pada Morfologi Daun.

Hasil penilaian *pictorial representation* morfologi bunga juga menunjukkan berbagai pola perubahan, dengan beberapa tren yang mirip dengan hasil *pictorial representation* morfologi daun. Namun, pada hasil ini semua level perubahan konseptual teramati, yaitu: *construction*, *static*, *revision*, *complementation*, dan *disorientation*, berturut-turut dari yang paling tinggi ke rendah proporsinya. Sama halnya dengan hasil *pictorial representation* morfologi daun, hampir separuh mahasiswa (48,6%) mengalami perubahan struktur konseptual secara *construction*, dengan yang paling dominan adalah 6 mahasiswa (17,1%) yang sebelumnya berada pada kategori *fair* menunjukkan peningkatan penguasaan konsep ke kategori *good* dan 4 mahasiswa (11,4%) langsung ke *very good*. Urutan kedua yaitu *static* yaitu sekitar 34,3% mahasiswa tetap berada pada kategori yang sama antara *pre-test* dan *post-test*, misalnya 7 mahasiswa (20%) tetap di level *good* tanpa perubahan yang signifikan. Sebagai tambahan, sebagian kecil mahasiswa mengalami *revision* yaitu sekitar 3 mahasiswa (8,6%) yang mengalami peningkatan dari *bad* ke *fair*, *complementation* yaitu hanya 2 mahasiswa (5,7%) yang mengalami perubahan dari *good* ke *very good*, dan 1 mahasiswa (2,8%) yang menunjukkan *disorientation*. Berikut ini beberapa contoh *pictorial representation* mahasiswa tentang morfologi bunga (Gambar 4).





demikian, representasi visual dapat meningkatkan proses metakognitif siswa dalam merefleksikan apa yang mereka pahami dan mengidentifikasi miskonsepsi mereka.

*Pictorial representation* memainkan peran penting dalam menggambarkan perubahan konseptual mahasiswa dalam sains dan biologi. Melalui representasi visual yang efektif, mahasiswa dapat lebih mudah mengidentifikasi miskonsepsi mereka dan memodifikasi pemahaman mereka menjadi lebih sesuai dengan konsep ilmiah yang benar. Pendekatan ini didukung oleh berbagai teori pembelajaran, termasuk teori perubahan konseptual dan teori belajar kognitif, serta penelitian empiris yang menunjukkan efektivitas representasi visual dalam pendidikan sains. Implementasi *pictorial representation* secara strategis dalam pengajaran biologi dapat menjadi alat yang sangat efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep dan memperbaiki miskonsepsi yang ada.

#### 4. SIMPULAN

Secara keseluruhan, skema perubahan konseptual berdasarkan hasil *pictorial representation* dapat membantu untuk menganalisis sejauh mana pembelajaran dapat meningkatkan penguasaan konsep tentang morfologi daun dan bunga. Terdapat empat pola perubahan struktur konseptual yang teridentifikasi dari *pictorial representation* morfologi daun dan bunga, yaitu: construction, static, revision, dan complementation, sedangkan pada pola disorientation hanya ditemukan pada hasil *pictorial representation* morfologi bunga. Hampir separuh mahasiswa mengalami perubahan struktur konseptual dengan pola construction pada konten morfologi daun dan bunga, tetapi ada sebagian kecil yang mengalami perubahan konseptual dengan pola static, revision, complementation, dan disorientation. Ada pun rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah: (1) memanfaatkan hasil *pictorial representation* untuk analisis miskonsepsi mengenai morfologi daun dan bunga; dan (2) mengelaborasi hasil *pictorial representation* dengan sumber data lain, seperti buku gambar, laporan praktikum, wawancara, maupun hasil tes tertulis agar penilaian struktur konseptual mahasiswa mengenai suatu konsep lebih holistik.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Dekan Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam atas pendanaan penelitian ini melalui hibah Penelitian Pengembangan Kelompok Bidang Keilmuan (PPKBK), sebagaimana tercantum dalam Keputusan Rektor No. 919/UN40/PT.01.02/2024 yang diterbitkan pada tahun 2024.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183-198.
- Ainsworth, S., Prain, V., & Tytler, R. (2011). Drawing to learn in science. *Science*, 333(6046), 1096-1097. <https://doi.org/10.1126/science.1204153>
- Buck, T., Bruchmann, I., Zumstein, P., & Drees, C. (2019). Just a small bunch of flowers: The botanical knowledge of students and the positive effects of courses in plant identification at German universities. *PeerJ*, 2019(3), 1-23. <https://doi.org/10.7717/peerj.6581>
- Chi, M. T. H., Slotta, J. D., & de Leeuw, N. (2012). The Ontological Shift and Conceptual Change in Learning. *Cognitive Science*, 29(5), 716-742.
- Dempsey, B. C., & Betz, B. J. (2001). Biological drawing: A scientific tool for learning. *American Biology Teacher*, 63(4), 271-279. [https://doi.org/10.1662/0002-7685\(2001\)063\[0271:bdastf\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1662/0002-7685(2001)063[0271:bdastf]2.0.co;2)
- Diana, S. (2016). Pengaruh Penerapan Strategi Peer Assisted Learning (PAL) terhadap Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa dalam Perkuliahan Morfologi Tumbuhan. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 21(1), 82-91.
- Diana, S., Rustaman, N., Redjeki, S., & Iriawati. (2008). *Pemberdayaan Asisten Praktikum Morfologi Tumbuhan untuk Melaksanakan Peer Assisted Learning (PAL) Ditinjau dari Taksonomi Baru Marzano*. 188-198.
- Gabdulhaeva, B. B., Zhakupov, M. K., Darzhuman, G. K., Kabieva, S. Z., & Baidalinova, B. A. (2014). The course "Morphology of Plants" as means of activization of students-biologists's self-education. *Life Science Journal*, 5(11), 267-271.
- Gilbert, J. K. (2008). Visualisation: An emergent field of practice and enquiry in science education. In J. K. Gilbert (Ed.), *Visualization in Science Education* (pp. 3-24). Springer.
- Halverson, K. L. (2009). Investigating the Development and Use of Phylogenetic. In *Doctor* (Issue July).
- Kiviluoma, T. (2021). *Identifying Misconceptions and Conceptual Change of Undergraduate Biology Students During Their First Academic Year*.
- Kristianti, T., Widodo, A., & Suhandono, S. (2019). the Conceptual Change Assessment Based on Essay Questions in Case Study of Dna/Rna and Intron Topics. *Jppipa*, 4(1), 31-37. <http://journal.unesa.ac.id/index.php/jppipa>
- Maskour, L., Alami, A., Zaki, M., & Agorram, B. (2019). Plant classification knowledge and misconceptions among university students in morocco. *Education Sciences*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/educsci9010048>
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge University Press.



- Smith, K. G., & Paradise, C. J. (2022). Teaching the process of science with primary literature: Using the CREATE pedagogy in ecological courses. *Ecology and Evolution*, 12(12), 1–15. <https://doi.org/10.1002/ece3.9644>
- Stagg, B. C., & Dillon, J. (2022). Plant awareness is linked to plant relevance: A review of educational and ethnobiological literature (1998–2020). *Plants People Planet*, 4(6), 579–592. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10323>
- Stagg, B. C., & Verde, M. F. (2019). A comparison of descriptive writing and drawing of plants for the development of adult novices' botanical knowledge. *Journal of Biological Education*, 53(1), 63–78. <https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1420683>
- Treagust, D. F., & Duit, R. (2008). Conceptual change: A discussion of theoretical, methodological, and practical challenges for science education. *Cultural Studies of Science Education*, 3(2), 297–328.
- Ültanır, E. (2012). An epistemological glance at the constructivist approach: Constructivist learning in dewey, piaget, and montessori. *International Journal of Instruction*, 5(2), 195–212.
- Wilson, R. E., & Bradbury, L. U. (2016). The pedagogical potential of drawing and writing in a primary science multimodal unit. *International Journal of Science Education*, 38(17), 2621–2641. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1255369>
- Yoshida, T. (2018). *Module 3: SDG 15 – Life on Land* (Issue April). [https://sustainabledevelopment.un.org/content/unosd/documents/4053Module 3 SDG 15\\_ Tetsuro Yoshida \(IGES\).pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/unosd/documents/4053Module%203%20SDG%2015_Tetsuro%20Yoshida%20(IGES).pdf).