

**MEMFASILITASI REPRESENTASI MENTAL MAHASISWA
MELALUI PENDEKATAN *VISUAL, AURAL, READ/WRITE,*
KINESTHETIC (VARK) UNTUK MENURUNKAN BEBAN
KOGNITIF DALAM PERKULIAHAN BIOLOGI SEL**

DISERTASI

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian dari
Syarat Memperoleh Gelar Doktor Pendidikan IPA**



PROMOVENDA:

NENGSIH JUANENGSIH

1302361

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

SEKOLAH PASCASARJANA

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2021

Nengsih Juanengsih, 2021

*MEMFASILITASI REPRESENTASI MENTAL MAHASISWA MELALUI PENDEKATAN VISUAL, AURAL,
READ/WRITE, KINESTHETIC (VARK) UNTUK MENURUNKAN BEBAN KOGNITIF DALAM
PERKULIAHAN BIOLOGI SEL*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

**MEMFASILITASI REPRESENTASI MENTAL MAHASISWA
MELALUI PENDEKATAN VISUAL, AURAL, READ/WRITE,
KINESTHETIC (VARK) UNTUK MENURUNKAN BEBAN
KOGNITIF DALAM PERKULIAHAN BIOLOGI SEL**

Oleh
Nengsih Juanengsih

Dr. UPI Bandung, 2021
M.Pd pada Pendidikan IPA, 2006

Sebuah Disertasi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
gelar Doktor Pendidikan (Dr.) pada Sekolah Pascasarjana

© Nengsih Juanengsih 2021
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2021

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Disertasi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difotocopy, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

Lembar Pengesahan

Disertasi

MEMFASILITASI REPRESENTASI MENTAL MAHASISWA MELALUI PENDEKATAN *VISUAL, AURAL, READ/WRITE, KINESTHETIC* (VARK) UNTUK MENURUNKAN BEBAN KOGNITIF DALAM PERKULIAHAN BIOLOGI SEL

Oleh:

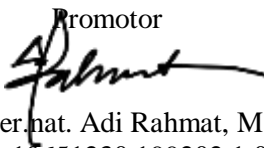
Nengsih Juanengsih

NIM.1302361

S3 – Program Studi Pendidikan IPA

Disetujui dan disahkan untuk mengikuti Ujian Tahap II

Promotor



Dr. rer.nat. Adi Rahmat, M.Si.

NIP. 19651230 199202 1 001

Co-Promotor



Dr. Ana Rátna Wulan, M.Pd

NIP. 19740417 199903 2 001

Anggota



Dr. H. Taufik Rahman, M.Pd.

NIP. 19620115 198703 1 002

Penguji



Dr. H. Riandi, M.Si

NIP. 19630501 198803 1 002

Penguji



Dr. Purwati K. Suprpto, M.Si

NIDN. 0415046001

Mengetahui Ketua Prodi Pendidikan IPA



Dr. Ida Kaniawati, M.Si

NIP.19680703 199203 2 001

**MEMFASILITASI REPRESENTASI MENTAL MAHASISWA MELALUI
PENDEKATAN VISUAL, AURAL, READ/WRITE, KINESTHETIC (VARK)
UNTUK MENURUNKAN BEBAN KOGNITIF DALAM PERKULIAHAN
BIOLOGI SEL**

Nengsih Juanengsih (1302361)

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh adanya kebutuhan akan program perkuliahan biologi sel yang dapat menurunkan beban kognitif. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan pendekatan VARK yang mengakomodasi gaya belajar pada perkuliahan biologi sel yang valid dan teruji dalam membekalkan keterampilan pemrosesan informasi dan menurunkan beban kognitif pada mahasiswa pendidikan biologi (calon guru biologi). Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode penelitian dan pengembangan dengan desain empat tahapan kegiatan, yaitu, define, design, develop, dan disseminate (4D). Uji coba pendekatan VARK yang dihasilkan dilakukan baik pada skala terbatas (keterlaksanaan) maupun pada skala lebih luas (keberfungsian). Subjek penelitian pada uji coba terbatas berjumlah 31 orang dari prodi biologi semester IV, uji coba luas berjumlah 31 orang dari prodi pendidikan biologi semester III, implementasi berjumlah 21 orang dari prodi pendidikan biologi semester II di salah satu perguruan tinggi negeri di Jakarta. Desain penelitian pada uji coba luas adalah *one group posttest only design* sedangkan pada implementasi *one group pretest-posttest design*. Instrumen penelitian yang digunakan adalah lembar kerja mahasiswa untuk mengukur keterampilan pemrosesan informasi (ICL), kuesioner usaha mental skala 1-9 untuk mengukur usaha mental (ECL), soal uraian singkat untuk mengukur penguasaan konsep (GCL), dan lembar kerja CNET-protocol untuk mengukur representasi mental mahasiswa dalam membaca gambar biologi. Dari pengembangan diperoleh pendekatan VARK beserta perangkatnya yang memiliki karakteristik sebagai berikut (1) berlandaskan teori konstruktivisme, (2) berorientasi pada pembekalan keterampilan pemrosesan informasi dan penguasaan konsep, (3) terdiri dari tiga tahapan yaitu pendahuluan, kegiatan inti, dan penutup, (4) kegiatan inti menggunakan strategi berdasarkan gaya belajar VARK (visual, aural, read/write, kinesthetic), (4) menggunakan berbagai representasi eksternal. Hasil implementasi pendekatan VARK dalam perkuliahan biologi sel menunjukkan bahwa penerapan pendekatan VARK dapat membekalkan keterampilan pemrosesan informasi dengan kategori baik, usaha mental mahasiswa dengan kategori sedang, dan penguasaan konsep dengan kategori baik. Pemrosesan informasi (ICL) berkontribusi terhadap penguasaan konsep (GCL) sebesar 42,3%. Penurunan usaha mental (ECL) berkontribusi terhadap penguasaan konsep (GCL) sebesar 51,5%. penurunan usaha mental berkontribusi terhadap keterampilan pemrosesan informasi (ICL) sebesar 22,1%. Keterampilan pemrosesan informasi (ICL) dan usaha mental mahasiswa (ECL) secara simultan berpengaruh terhadap penguasaan konsep (GCL) sebesar 64,1%. Adapun representasi mental dalam membaca gambar biologi masih terkategori kurang, namun demikian mahasiswa sudah mampu membentuk pola jejaring semantik sebagai bentuk representasi mental.

Kata kunci: representasi mental, beban kognitif, pendekatan VARK, biologi sel

Nengsih Juanengsih, 2021

MEMFASILITASI REPRESENTASI MENTAL MAHASISWA MELALUI PENDEKATAN VISUAL, AURAL, READ/WRITE, KINESTHETIC (VARK) UNTUK MENURUNKAN BEBAN KOGNITIF DALAM PERKULIAHAN BIOLOGI SEL

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

**FACILITATE STUDENT MENTAL REPRESENTATION THROUGH VISUAL,
AURAL, READ/WRITE, KINESTHETIC (VARK) APPROACH TO REDUCE
COGNITIVE LOAD IN CELL BIOLOGY LECTURE**

Nengsih Juanengsih (1302361)

Abstract

This research is motivated by the need for a cell biology lecture program that can reduce cognitive load. This study aims to produce a VARK approach that accommodates learning styles in cell biology lectures that are valid and tested in providing information processing skills and reducing cognitive load on biology education students (prospective biology teachers). This research was conducted using research and development methods with the design of four stages of activities, namely, define, design, develop, and disseminate (4D). The trial of the resulting VARK approach was carried out both on a limited scale (implementation) and on a wider scale (functionality). The research subjects in the first trial were 31 students from the fourth semester biology education study program, the second trial was 31 students from the third semester biology education study program, and 21 students from the second semester biology education study program at a state university in Jakarta. The research design in the second trial was a one group posttest only design, while in the implementation of a one group pretest-posttest design. The research instruments used were student worksheets to measure information processing skills (ICL), mental effort questionnaires on a scale of 1-9 to measure mental effort (ECL), short description questions to measure concept mastery (GCL), and CNET-protocol worksheets to measure mastery of concepts. measuring the mental representation of students in reading biology pictures. The VARK approach and its tools have the following characteristics (1) based on constructivism theory, (2) oriented to providing information processing skills and mastery of concepts, (3) consisting of three stages, namely introduction, core activity, and closing, (4) activity core uses strategies based on VARK learning styles (visual, aural, read/write, kinesthetic), (4) uses various external representations. The results of the implementation of the VARK approach in cell biology lectures show that the application of the VARK approach can provide information processing skills in the good category, students' mental effort in the medium category, and mastery of concepts in the good category. Information processing (ICL) contributed to the mastery of concepts (GCL) by 42.3%. The decreased in mental effort (ECL) contributed to the mastery of concepts (GCL) by 51.5%. The decreased mental effort contributed to information processing skills (ICL) by 22.1%. Information processing skills (ICL) and student mental effort (ECL) simultaneously affect the mastery of concepts (GCL) by 64.1%. The mental representation in reading biological pictures is still categorized as lacking, however, students have been able to form semantic network patterns as a form of mental representation.

Keywords: mental representation, cognitive load, VARK approach, cell biology

Nengsih Juanengsih, 2021

MEMFASILITASI REPRESENTASI MENTAL MAHASISWA MELALUI PENDEKATAN VISUAL, AURAL, READ/WRITE, KINESTHETIC (VARK) UNTUK MENURUNKAN BEBAN KOGNITIF DALAM PERKULIAHAN BIOLOGI SEL

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

KATA PENGANTAR

Penulisan disertasi ini berawal dari kajian literatur dan studi lapangan yang menunjukkan bahwa dalam proses atau kegiatan belajar mahasiswa dapat mengalami beban kognitif. Salah satu cara alternatif untuk mengurangi beban kognitif adalah mahasiswa memiliki keterampilan dalam memproses representasi mental dalam memori kerjanya. Karakteristik individu juga menjadi hal yang sangat penting salah satunya adalah gaya belajar. Kesesuaian antara desain pembelajaran dengan gaya belajar mahasiswa dapat membantu meningkatkan motivasi dan prestasi belajar. Selain itu hasil penelitian pendahuluan menunjukkan mahasiswa masih memiliki beban kognitif dimana usaha mental (ECL) dalam mempelajari biologi sel masih tinggi dan penguasaan konsep (GCL) masih rendah. Oleh karena itu penulis mengajukan judul disertasi “Memfasilitasi Representasi Mental Mahasiswa Melalui Pendekatan Visual, Aural, Read/Write, Kinesthetic untuk Menurunkan Beban Kognitif dalam Perkuliahan Biologi Sel”.

Melalui penelitian ini penulis mengembangkan suatu pendekatan pembelajaran yang memfasilitasi mahasiswa dalam membangun representasi mental terkait materi biologi sel yaitu materi struktur dan fungsi membran sel, inti-ribosom-sintesis protein, siklus sel, dan komunikasi sel. Pada desain pembelajaran dengan pendekatan VARK dikembangkan tiga tahapan, yaitu pendahuluan, kegiatan inti, dan kegiatan penutup. Kegiatan inti pembelajaran terdiri dari empat langkah sesuai gaya belajar, setiap aktivitas dirancang mengikuti gaya belajar VARK. Pada langkah *visual*, mahasiswa mengamati gambar dua dimensi, gambar tiga dimensi, dan video animasi. Pada langkah *aural* mahasiswa menyimak penjelasan dosen tentang materi yang sedang dibahas. Pada langkah *read/write*, mahasiswa mengerjakan lembar kerja materi yang dibahas dengan menggunakan berbagai sumber. Pada langkah *kinesthetic*, mahasiswa melakukan kegiatan simulasi yang berkaitan dengan materi yang dibahas.

Hasil penelitian ini diharapkan berkontribusi pada pengembangan desain pembelajaran Biologi Sel yang memperhatikan gaya belajar mahasiswa. Hasil

Nengsih Juanengsih, 2021

MEMFASILITASI REPRESENTASI MENTAL MAHASISWA MELALUI PENDEKATAN VISUAL, AURAL, READ/WRITE, KINESTHETIC (VARK) UNTUK MENURUNKAN BEBAN KOGNITIF DALAM PERKULIAHAN BIOLOGI SEL

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

penelitian juga diharapkan berkontribusi positif kepada dosen dalam upaya mengimplementasikan pembelajaran mata kuliah Biologi Sel, memperkaya hasil penelitian terkait pendekatan perkuliahan Biologi Sel, membuka wacana pentingnya penyesuaian (pencocokan) antara gaya belajar mahasiswa dengan pendekatan mengajar dosen dalam upaya mencapai tujuan perkuliahan Biologi Sel.

Bandung, Agustus 2021

Nengsih Juanengsih

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. atas segala karuanianya penulis dapat menyelesaikan disertasi yang berjudul “Memfasilitasi Representasi Mental Mahasiswa Melalui Pendekatan Visual, Aural, Read/Write, Kinesthetic untuk Menurunkan Beban Kognitif dalam Perkuliahan Biologi Sel”. Proses penyelesaian disertasi ini mendapat dukungan pemikiran, moril dan materil dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr.rer.nat. Adi Rahmat, M.Si, selaku promotor dan pembimbing akademik yang telah mencurahkan tenaga, pikiran, keilmuan, dan waktunya yang sangat berharga untuk memberikan bimbingan kepada penulis. Terimakasih atas kesabaran dan dorongan motivasi agar penulis optimal dalam berkarya.
2. Dr. Ana Ratna Wulan, M.Pd, selaku co-promotor yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran, terima kasih atas segala pengetahuan, pengalaman dan dorongan moril yang diberikan.
3. Dr. H. Taufik Rahman, M.Pd, selaku anggota yang telah membimbing penulis dengan segala pengetahuan, pengalaman dan dorongan semangat untuk menyelesaikan studi S3.
4. Dr. H. Riandi, M.Si, selaku penguji internal yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan disertasi.
5. Dr. Purwati Kuswarini Suprpto, M.Si, selaku penguji eksternal yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan disertasi.
6. Dr. Ida Kaniawati, M.Si, selaku Ketua Program Studi Pendidikan IPA Sekolah Pasca Sarjana Universitas Pendidikan Indonesia.
7. Seluruh dosen Prodi Pendidikan IPA Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya.
8. Seluruh mahasiswa prodi Pendidikan IPA angkatan 2013 Sekolah Pasca Sarjana Universitas Pendidikan Indonesia.
9. Seluruh dosen Tadris (Pendidikan) Biologi Fakultas Ilmu Tarbiyah dan

Nengsih Juanengsih, 2021

MEMFASILITASI REPRESENTASI MENTAL MAHASISWA MELALUI PENDEKATAN VISUAL, AURAL, READ/WRITE, KINESTHETIC (YARK) UNTUK MENURUNKAN BEBAN KOGNITIF DALAM PERKULIAHAN BIOLOGI SEL

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Keguruan UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. dorongan semangat dalam penyelesaian studi.

10. Seluruh mahasiswa prodi biologi FST angkatan 2016, seluruh mahasiswa prodi tadaris (pendidikan) biologi FITK angkatan 2017 dan 2018 pada LPTK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta yang mengontrak mata kuliah Biologi Sel sebagai subyek penelitian.
11. Seluruh karyawan Sekolah Pasca Sarjana UPI yang telah membantu kelancaran penyelesaian studi penulis.
12. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Kepada seluruh keluarga terutama suami tercinta Muhammad Sholeh, S.H.I, kaka Ziya, mas Daffa, dan dede Kahfi yang mendoakan dan memberikan semangat untuk penyelesain studi ini. Akhirnya penulis menyampaikan permohonan maaf sekiranya dalam proses berinteraksi denganpihak-pihak terkait terjadi hal-hal yang tidak berkenan di hati. Semoga disertasi ini bermanfaat bagi masyarakat khususnya komunitas pendidikan biologi.

Bandung, Agustus 2021

Nengsih Juanengsih

DAFTAR PUSTAKA

- Aflalo, E & Gabay, E (2013). Learning Approach and Learning : Exploring a New Technological Learning System. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 7(1), 1-19.
- Alqunayeer, H. S., & Zamir, S. (2015). Identifying Learning Styles in EFL Classroom. *International Journal of Learning and Teaching*, 1(2), 82–87. <https://doi.org/10.18178/ijlt.1.2.82-87>
- Alsaeed, N. H. (2017). Wish You Were Here: A Psychological Analysis Using Atkinson-Shiffrin Memory Mode. *Journal of Literature and Art Studies*, 7(5), 521–527. <https://doi.org/10.17265/2159-5836/2017.05.004>.
- Arentze, T. A., Dellaert, B. G. C., & Timmermans, H. J. P. (2008). Modeling and Measuring Individuals' Mental Representations of Complex Spatio-Temporal Decision Problems. *Environment and Behavior*, 40(6), 843–869.
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur penelitian, suatu pendekatan praktek*. Jakarta, Indonesia: Rineka Cipta.
- Barsalou, L. W. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 577–660.
- Borge-Holthoefer, J., & Arenas, A. (2010). Semantic networks: Structure and dynamics. *Entropy*, 12(5), 1264–1302. <https://doi.org/10.3390/e12051264>
- Boström, L., & Hallin, K. (2012). Learning Style Differences between Nursing and Teaching Students in Sweden: A Comparative Study. *International Journal of Higher Education*, 2(1). <https://doi.org/10.5430/ijhe.v2n1p22>
- Cheng, M. M. W., & Gilbert, J. K. (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. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.969359>
- Cooper, G. (1998). *Research into Cognitive Load Theory and Instructional Design at UNSW*. http://education.arts.unsw.edu.au/CLT_NET_Aug_97.HTML.
- Cristofaro, S. (2012). Semantic maps and mental representation. *Linguistic Discovery*, 8(1). <https://doi.org/10.1349/ps1.1537-0852.a.345>
- David, D., Miclea, M., & Opre, A. (2004). The Information-Processing Approach to the Human Mind: Basics and Beyond. *Journal of Clinical Psychology*, 60(4), 353–368. <https://doi.org/10.1002/jclp.10250>
- Davis, B., & Summers, M. (2015). Applying Dale's Cone of Experience to increase learning and retention: a study of student learning in a foundational leadership course. *QScience Proceedings*, 1–7. <https://doi.org/10.5339/qproc.2015.elc2014.6>
- Deverett, B., & Kemp, C. (2012). Learning Deterministic Causal Networks from Observational Data. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 34(34), 288–293.
- Dos, B., Bay, E., Aslansoy, C., Tiryaki, B., Cetin, N., & Duman, C. (2016). An analysis of teachers questioning strategies. *Educational Research and Reviews*, 11(22), 2065–2078. <https://doi.org/10.5897/err2016.3014>
- Nengsih Juanengsih, 2021
MEMFASILITASI REPRESENTASI MENTAL MAHASISWA MELALUI PENDEKATAN VISUAL, AURAL, READ/WRITE, KINESTHETIC (VARK) UNTUK MENURUNKAN BEBAN KOGNITIF DALAM PERKULIAHAN BIOLOGI SEL

- Fatiha, M., Rahmat, A., & Solihat, R. (2017). Profile of High School Students' Propositional Network Representation when Interpreting Convention Diagrams. *Journal of Physics: Conference Series*, 895. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012131>
- Ferk, V., Vrtacnik, M., Blejec, A., & Gril, A. (2003). Student's understanding of molecular structure representations. *International Journal of Science Education*, 25(10), 1227–1245. <https://doi.org/10.1080/0950069022000038231>
- Fleming, N. (2012). *Teaching and learning styles VARK strategies*. Christchurch, NZ: Neil Fleming.
- Gilakjani, A. P. (2012). A Match or Mismatch Between Learning Styles of the Learners and Teaching Styles of the Teachers. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 4(11), 51–60. <https://doi.org/10.5815/ijmecs.2012.11.05>
- Hailikari, T., Katajavuori, N., & Lindblom-Ylänne, S. (2008). The relevance of prior knowledge in learning and instructional design. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 72(5), 1–8. <https://doi.org/10.5688/aj7205113>
- Haslam, C. Y., & Hamilton, R. J. (2010). Investigating the use of integrated instructions to reduce the cognitive load associated with doing practical work in secondary school science. *International Journal of Science Education*, 32(13), 1715–1737. <https://doi.org/10.1080/09500690903183741>
- Horeni, O. (2012). *Measuring Mental Representations Underlying Activity-Travel Choices* (Issue september). Technische Universiteit Eindhoven. <https://doi.org/10.6100/IR738896>
- Ito, S., & Sagawa, T. (2016). Information Flow and Entropy Production on Bayesian. In M. Dehmer, F. Emmert-Streib, Z. Chen, X. Li, & Y. Shi (Eds.), *Mathematical Foundations and Applications of Graph Entropy* (First, pp. 63–99). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Juanengsih, N., Rahmat, A., Wulan, A. R., & Rahman, T. (2018). Measuring student cognitive load in cell biology lectures. *Edusains*, 10(1), 168–174. <https://doi.org/10.15408/es.v10i1.7410>
- Kalyuga, S. (2007). Expertise Reversal Effect and Its Implications for Learner-Tailored Instruction. *Educ Psychol Rev*, 19, 509–539. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9054-3>
- Kalyuga, S. (2011). Informing : A Cognitive Load Perspective. *The International Journal of an Emerging Transdiscipline*, 14, 33–45.
- Kearney, A. R., & Kaplan, S. (1997). Toward A Methodology for The Measurement of Knowledge Structures of Ordinary People-The Conceptual Content Cognitive Map (3CM). *Environment and Behavior*, 29(5), 579–617.
- Kenett, Y. N., Kenett, D. Y., Ben-Jacob, E., & Faust, M. (2011). Global and local features of semantic networks: Evidence from the Hebrew mental lexicon. *PLoS ONE*, 6(8), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023912>
- Klingner, J., Tversky, B., & Hanrahan, P. A. T. (2011). Effects of visual and verbal presentation on cognitive load in vigilance , memory , and arithmetic

Nengsih Juanengsih, 2021

MEMFASILITASI REPRESENTASI MENTAL MAHASISWA MELALUI PENDEKATAN VISUAL, AURAL, READ/WRITE, KINESTHETIC (VARK) UNTUK MENURUNKAN BEBAN KOGNITIF DALAM PERKULIAHAN BIOLOGI SEL

- tasks. *Psychophysiology*, 48, 323–332. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2010.01069.x>
- Lehmann, F. (1992). Semantic networks. *Computers Math. Applic*, 23(2–5), 1–50.
- Luckner, J. L. (1990). Information Processing : Implications for Educators. *The Clearing House*, 64(2), 99–102.
- Lundh, L. (1995). Meaning structures and mental representations. *Scandinavian Journal of Psychology*, 36, 363–385. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.1995.tb00994.x>
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43–52. <https://doi.org/972-8098-98-7>
- Marzano, R. J., & Arredondo, D. E. (1986). 8. Restructuring Schools through the Teaching of Thinking Skills. *Educational Leadership*, 43(8), 20. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1995.094.01.08>
- Marzano, R. J., Pickering, D., & McTighe, J. (1993). *Assessing Student Outcomes: Performance Assessment Using the Dimensions of Learning Model*. <https://doi.org/ED419696>
- Marzano, R. J., & Kendall, J. S. (2008). *Designing and assessing educational objectives: applying the new taxonomy*. Corwin Press.
- Miller, R. A., Stenmark, C. K., & Ittersum, K. Van. (2020). Dual computer displays reduce extraneous cognitive load. *Journal of Computer Assisted Learning*, 1–8. <https://doi.org/10.1111/jcal.12442>
- Moreno, R., & Park, B. (2010). Cognitive Load Theory : Historical Development and Relation to Other Theories. In *Cognitive Load Theory* (pp. 9–28).
- Mousavi, S. Y., Low, R., & Sweller, J. (1995). Reducing Cognitive Load by Mixing Auditory and Visual Presentation Modes. *Journal of Educational Psychology*, 87(2), 319–334. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.87.2.319>
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments. *Educational Psychologist*, 38(1), 1–4. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_1
- Paas, F., van Gog, T., & Sweller, J. (2010). Cognitive load theory: New conceptualizations, specifications, and integrated research perspectives. *Educational Psychology Review*, 22, 115–121. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9133-8>
- Paas, F. G. W. C., & Van Merriënboer, J. J. G. (1994). Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review*, 6(4), 351–371. <https://doi.org/10.1007/BF02213420>
- Paivio, A. (1990). *Mental Representations: A Dual Coding Approach*. Oxford University Press.
- Permana, I., Redjeki, S., Hamidah, I., & Safitri, N. (2017). Pre-service teacher extraneous cognitive load in the pedagogical content and knowledge of solar system course. *Journal of Physics: Conf. Series*, 895(012158), 1–8. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/895/1/012158/pdf>
- Plass, Jan L., Kalyuga, S., & Leutner, D. (2010). Individual differences and

Nengsih Juanengsih, 2021

MEMFASILITASI REPRESENTASI MENTAL MAHASISWA MELALUI PENDEKATAN VISUAL, AURAL, READ/WRITE, KINESTHETIC (VARK) UNTUK MENURUNKAN BEBAN KOGNITIF DALAM PERKULIAHAN BIOLOGI SEL

- cognitive load theory. In J. L. Plass, R. Moreno, & R. Brünken (Eds.), *Cognitive load theory* (pp. 65–87). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511844744.006>
- Plass, Jan L., Moreno, R., & Brunken, R. (2010). *Cognitive Load Theory*. Cambridge University Press.
- Rahmat, A., & Hindriana, A. F. (2014). Beban kognitif mahasiswa dalam pembelajaran fungsi terintegrasi struktur tumbuhan berbasis dimensi belajar. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 20(1), 66–74. <http://journal.um.ac.id/index.php/jip/article/view/4379/1047>
- Rahmat, A., Soesilowaty, S. A., & Nuraeni, E. (2016). *Studi Beban Kognitif siswa SMA dalam pembelajaran biologi: representasi mahasiswa ketika dihadapkan pada diagram isomorfisme spasial dan representasi konvensi*.
- Rahmat, A., Soesilowaty, S. A., Nuraeni, E., Yogi, Nugroho, I., & Gemilawati, M. (2017). Representasi Mental Siswa SMA Dalam Membaca Gambar Biologi. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 22(1). <https://doi.org/10.18269/jpmipa.v22i1.8384>
- Ramadhan, F., Rahmat, A., & Nuraeni, E. (2017). Teaching Style and Mental Representation of Teachers in Biology Learning Using Convention Picture. *International Journal of Science and Applied Science: Conference Series*, 2(1), 105–113. <https://doi.org/10.20961/ijsascs.v2i1.16690>
- Rapp, D. N., & Kurby, C. A. (2008). The ‘ Ins ’ and ‘ Outs ’ of Learning : Internal Representations and External Visualizations. In J.K. Gilbert et al. (Ed.), *Visualization: Theory and Practice in Science Education* (pp. 29–52). Springer.
- Reid, D. J. (1990a). The role of pictures in learning biology : Part 1 , perception and observation. *Journal of Iological Education*, 24(3), 161–172.
- Reid, D. J. (1990b). *The role of pictures in learning biology : Part 2 , picture — text processing*. 24(4), 251–258. <https://doi.org/10.1080/00219266.1990.9655153>
- Renuga, M., & Vijayalakshmi, V. (2013). Applying VARK principles to impart interpersonal skills to the students with multimodal learning styles. *Life Science Journal*, 10(2), 2671–2677. http://www.lifesciencesite.com/ljsj/life1002/370_B01298life_1002_2671_2677.pdf
- Rieger, B. B. (1998). On Generating Semantic Dispositions in a Given Subject Domain. *Empirical Foundations of Information and Software Science*, 1–21. <https://doi.org/10.1007/978-1-4613-2521-5>
- Robertson, L., Smellie, T., Wilson, P., & Cox, L. (2011). Learning styles and fieldwork education : Students ’ perspectives. *New Zealand Journal of Occupational Therapy*, 58(1), 36–40.
- Sampurno, A. W., Rahmat, A., & Diana, S. (2017). Students Mental Representation of Biology Diagrams/Pictures Conventions Based on Formation of Causal Network. *Journal of Physics: Conference Series*, 895. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012129>
- Schnotz, W., & Kürschner, C. (2007). A Reconsideration of Cognitive Load

Nengsih Juanengsih, 2021

MEMFASILITASI REPRESENTASI MENTAL MAHASISWA MELALUI PENDEKATAN VISUAL, AURAL, READ/WRITE, KINESTHETIC (VARK) UNTUK MENURUNKAN BEBAN KOGNITIF DALAM PERKULIAHAN BIOLOGI SEL

- Theory. *Educational Psychology Review*, 19(4), 469–508. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9053-4>
- Shah, K., Ahmed, J., Shenoy, N., & N, S. (2013). How different are students and their learning styles? *International Journal of Research in Medical Sciences*, 1(3), 1. <https://doi.org/10.5455/2320-6012.ijrms20130808>
- Skyler, J. S., Bakris, G. L., Bonifacio, E., Darsow, T., Eckel, R. H., Groop, L., Groop, P. H., Handelsman, Y., Insel, R. A., Mathieu, C., McElvaine, A. T., Palmer, J. P., Pugliese, A., Schatz, D. A., Sosenko, J. M., Wilding, J. P. H., & Ratner, R. E. (2017). Differentiation of diabetes by pathophysiology, natural history, and prognosis. *Diabetes*, 66(2), 241–255. <https://doi.org/10.2337/db16-0806>.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta CV.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, educational research, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4, 295–312. <http://users.edte.utwente.nl/jong/dejong> cognitive load instructional science in press.pdf
- Survani, R. (2014). *Pengukuran Cognitive Load Mahasiswa Biologi pada Perkuliahan Anatomi Tumbuhan yang Berbasis Quantitative Literacy*. Tesis. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Tanner, K., & Allen, D. (2004). Approaches to Biology Teaching and Learning: Learning Styles and the Problem of Instructional Selection--Engaging All Students in Science Courses. *Cell Biology Education*, 3(4), 197–201. <https://doi.org/10.1187/cbe.04-07-0050>
- Thomas, P. R., & McKay, J. B. (2010). Cognitive styles and instructional design in university learning. *Learning and Individual Differences*, 20, 197–202. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.01.002>
- Tobias, S. (1994). Interest, Prior Knowledge, and Learning. *Review of Educational Research*, 64(1), 37–54. <https://doi.org/10.3102/00346543064001037>
- Treagust, D. F., & Tsui, C.-Y. (2013). *Multiple Representations in Biological Education- Models and Modeling in Science Education* (D. F. Treagust & C.-Y. Tsui (eds.); 7th ed.). Springer.
- Van Merriënboer, J. J. G., & Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: recent developments and future directions. *Educational Psychology Review*, 17(2), 147–177. <https://doi.org/10.1007/s10648-005-3951-0>