



REPRESENTASI MENTAL MAHASISWA DALAM MEMBACA GAMBAR STRUKTUR MEMBRAN SEL SETELAH PERKULIAHAN BIOLOGI SEL DENGAN PENDEKATAN VARK

Nengsih Juanengsih¹, Adi Rahmat², Ana Ratna Wulan³, Taufik Rahman⁴

¹Jurusan Pendidikan Biologi FITK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

Jl. Ir. H. Juanda No.95 Tangerang Selatan 15412

^{2,3,4}Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia

Jl. Dr. Setiabudi No.229 Bandung 40154

E-mail : nengsih.juanengsih@uinjkt.ac.id

HISTORY OF ARTICLE:

Received: 22 Oktober 2020

Accepted: 29 Januari 2021

Published: 30 Maret 2021

Keywords: mental

representation, picture of cell membrane structure, CNET-protocol, VARK approach.

Kata kunci: representasi

mental, gambar struktur membran sel, CNET-protocol, pendekatan VARK

ABSTRACT: Lecture materials studied in cell biology include ultramicroscopic cell structures. In order to make it easier to study many illustrated images are presented. In practice, students often have difficulty in obtaining and processing the information presented by these pictures. This research aimed to acquire a summary of the mental representations (RM) of students that are generated when reading images of structures of the cell membrane. Student RM was measured after attending cell biology lectures which were carried out using the VARK approach. RM analysis was carried out on 31 Biology Education students, semester 3 in the 2018/2019 academic year who attended cell biology lectures at a college in Jakarta. The instrument used to measure RM was a worksheet which was a modified version of the RM measurement model with the CNET-Protocol. The results showed that each student has a different pattern and quality of RM. The feedback control with a single measurement dominated the formed pattern (38%). The excellent category's RM score percentages were 29%, good 19%, fair 23%, poor 10%, and bad 19%.

ABSTRAK: Materi perkuliahan yang dipelajari dalam biologi sel meliputi struktur sel yang ultramikroskopis. Untuk mempermudah dalam mempelajarinya, maka banyak disajikan ilustrasi gambar. Kegiatan praktik seringkali mahasiswa mengalami kesulitan dalam memperoleh dan memproses informasi berupa gambar. Tujuan penelitian ini adalah mengumpulkan informasi mengenai representasi mental (RM) mahasiswa yang dihasilkan saat membaca diagram struktur membran plasma. RM mahasiswa diukur setelah mengikuti pembelajaran biologi sel yang dilaksanakan dengan pendekatan VARK. Analisis RM dilakukan pada 31 orang mahasiswa Pendidikan Biologi semester 3 pada tahun akademik 2018/2019 yang mengikuti perkuliahan biologi sel di salah satu perguruan tinggi di Jakarta. Instrumen penelitian berupa lembar kerja yang merupakan modifikasi

model pengukuran RM dengan Protokol CNET untuk mengukur RM. Hasil penelitian menunjukkan pola

dan kualitas RM yang berbeda untuk setiap siswa. Pola yang terbentuk didominasi oleh pola 2 kontrol umpan balik dengan satu pengukuran (38%). Adapun persentase skor RM untuk kategori sangat baik 29%, baik 19%, cukup 23%, kurang 10%, dan sangat kurang 19%.

PENDAHULUAN

Representasi mental (RM) didefinisikan sebagai aspek dari proses mental yang melibatkan imajinasi dan pemikiran tentang hal-hal yang tidak hadir secara perseptual. Pikiran mencakup *central network of meaning structures* (CNMS) untuk penyimpanan informasi dan sejumlah subsistem lainnya (misalnya sistem persepsi, sistem perilaku, dan sistem verbal) untuk pemrosesan informasi yang dihasilkan secara eksternal dan internal. Representasi mental dilihat sebagai produk aktivasi yang menyebar dari CNMS ke sistem perifer lainnya. Penyebaran aktivasi dari CNMS ke sistem persepsi menghasilkan gambaran mental; ketika aktivasi menyebar ke sistem verbal, hasilnya adalah pemikiran konseptual; dan ketika aktivasi menyebar ke sistem perilaku, hal itu menghasilkan niat (Lundh, 1995). Representasi mental (atau representasi kognitif), dalam filsafat pikiran, psikologi kognitif, ilmu saraf, dan ilmu kognitif, adalah simbol kognitif internal hipotetis yang merepresentasikan realitas eksternal (Morgan, 2014).

Sebagian besar ilmuwan yang meneliti tentang kognitif setuju bahwa pengetahuan dalam pikiran manusia terdiri dari representasi mental. Ilmu kognitif menegaskan bahwa manusia memiliki prosedur mental yang beroperasi melalui representasi mental untuk implementasi pemikiran dan tindakan (Thagard, 2005). Paivio (1990) mengungkapkan bahwa RM adalah penggambaran informasi dalam kerangka psikologis yang dibentuk melalui komunikasi dengan objek yang meliputi data visual dan data verbal (*dual coding theory*). Tingkat representasi mental yang terbentuk diperoleh dari relevansi informasi rinci jejaring kausal (Arentze *et al.*, 2008). Selain jejaring kausal, jejaring semantik juga digunakan sebagai bentuk representasi mental (Lehmann, 1992). Sebagai grafik (seperti jaring, jaringan atau jejaring), jejaring semantik mencerminkan informasi. Struktur gabungan dari suatu ide, peristiwa, atau kondisi hampir selalu direpresentasikan dalam jaringan semantik, melalui jenis node yang sesuai yang mewakili unit konseptual dan koneksi terarah yang mewakili hubungan antar unit mewakili ikatan semantik antara konsep (Lehmann, 1992).

Arentze *et al.* (2008) mengembangkan metode wawancara semi-terstruktur untuk mengukur representasi mental, yang disebut CNET (singkatan dari *Causal Network Elicitation Technique*). CNET-Protocol tersebut mengarahkan seseorang untuk menggambarkan bagaimana representasi mentalnya dalam mengambil keputusan terhadap suatu masalah yang dihadapi.

Perkuliahan biologi sel membahas tentang berbagai struktur, fungsi sel dan berbagai organel sel yang berukuran ultramikroskopis. Konsep yang disajikan dalam biologi sel merupakan konsep abstrak. Representasi seperti gambar, baik dua dimensi maupun tiga dimensi, diagram, dan animasi, digunakan untuk memudahkan memahami konsep. Namun demikian, banyak pula mahasiswa yang kesulitan memahami konsep biologi yang abstrak karena pikiran manusia tidak bisa memberikan respon yang terbaik pada representasi yang abstrak (Treagust & Tsui, 2013).

Berbagai buku teks sumber referensi untuk mata kuliah biologi sel selalu menyajikan ilustrasi gambar yang bertujuan untuk membantu menjelaskan konsep yang sedang dipelajari. Reid (1990a, 1990b) menyatakan bahwa gambar sangat membantu dalam menarasikan konsep-konsep biologi. Penggunaan kombinasi teks dan gambar, hal ini tentunya sejalan dengan teori pengkodean ganda (*dual coding theory*) yang diperkenalkan oleh Paivio (1990), bahwa ada interaksi antara data visual/gambar dengan data verbal/teks.

Gambar memiliki peran penting dalam memahami konsep sains termasuk biologi, terutama dalam kegiatan belajar kemampuan merepresentasikan, memahami dan membaca gambar hal yang sangat penting (Ferk *et al.*, 2003). Penelitian sebelumnya telah mengungkapkan RM siswa memiliki pola yang berbeda ketika membaca diagram isomorfisme spasial dan representasi konvensi. Pembentukan representasi mental dan kemampuan siswa dalam menginterpretasikan komponen informasi dalam gambar menjadi aspek yang penting untuk memahami sebuah gambar (Rahmat *et al.*, 2016). Penelitian lain terkait membaca diagram konvensi telah dilakukan oleh Cheng dan Gilbert (2015) dimana hasilnya menunjukkan bahwa interpretasi diagram dapat membentuk representasi mental seseorang. RM yang terbentuk ketika membaca diagram konvensi menunjukkan pola yang berbeda (Fatiha *et al.*, 2017; Ramadhan *et al.*, 2017; Sampurno *et al.*, 2017).

Penelitian ini menganalisis RM mahasiswa ketika membaca gambar struktur membran sel. Tujuan penelitian diarahkan untuk memperoleh gambaran RM mahasiswa dalam membaca gambar setelah mengikuti perkuliahan mengenai materi struktur dan fungsi membran sel yang disampaikan melalui pendekatan VARK. Pendekatan VARK digunakan dengan tujuan agar adanya kesesuaian antara gaya belajar mahasiswa yang multimodal (visual, aural/audio, *read/write*, kinestetik) dengan strategi mengajar dosen. Hal ini penting karena kecocokan antara gaya belajar dan mengajar membantu memotivasi proses belajar mahasiswa (Gilakjani, 2012).

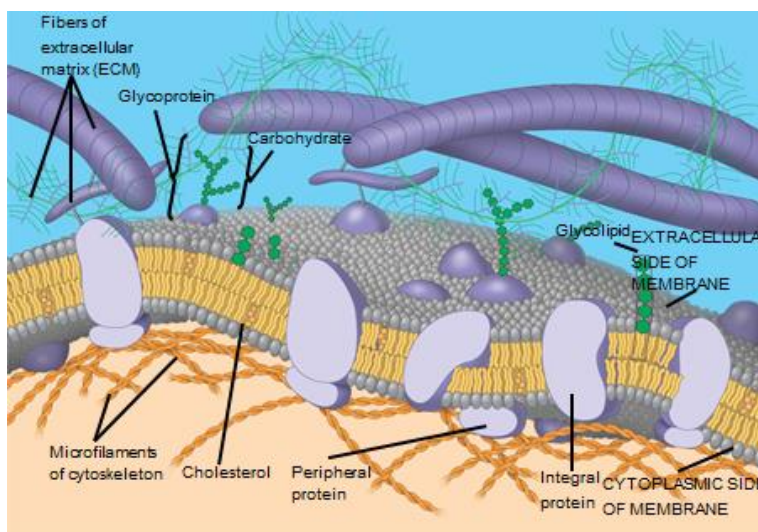
METODE

Metode penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Partisipan adalah 31 orang mahasiswa semester 3 Tahun Akademik 2018/2019 yang mengikuti perkuliahan biologi sel. Perkuliahan biologi sel didesain menjadi empat tahap. Pertama tahap visual (V), mahasiswa diminta mengamati gambar dua dimensi, gambar tiga dimensi, dan animasi materi struktur dan fungsi membran sel. Tahap aural (A), mahasiswa diminta untuk menyimak penjelasan dosen. Tahap *read/write* (R), mahasiswa diminta untuk mengerjakan lembar kerja yang disusun mengikuti tahapan pemrosesan informasi. Tahap kinestetik (K), mahasiswa melakukan simulasi terkait sifat dari membran sel dengan menggunakan gelembung sabun.

Instrumen penelitian berupa lembar kerja modifikasi protokol CNET digunakan untuk menunjukkan RM mahasiswa saat membaca gambar (Rahmat *et al.*, 2017). Dengan mengikuti protokol CNET, empat langkah yang berkaitan disajikan dalam lembar kerja mahasiswa (LKM). Setiap langkah berdasarkan pada gambar struktur membran sel (Gambar 1) diambil dari buku Biologi (Campbell & Reece, 2001). Langkah pertama memilih dan mengurutkan elemen informasi yang terdapat pada gambar. Langkah kedua adalah penetapan jaringan semantik. Mahasiswa diminta untuk mengemukakan alasan dipilih dan diurutkannya elemen informasi pada langkah pertama. Ketiga, menetapkan parameter probabilitas. Mahasiswa diminta untuk menjelaskan hubungan antara elemen informasi yang telah dipilih pada langkah pertama. Keempat, penentuan parameter kegunaan. Mahasiswa menentukan profil jaringan dengan memastikan apakah yang telah dilakukan di bagian pertama hingga ketiga sudah benar (menurut siswa) (Rahmat *et al.*, 2017). Instrumen telah melalui uji validasi isi dengan cara *experts judgement* dan melalui uji keterbacaan. Lembar kerja diberikan setelah mahasiswa mengikuti perkuliahan materi struktur dan fungsi membran sel. Adapun untuk kategorisasi RM pada Tabel 1, mengadaptasi skoring Arikunto (2010).

Tabel 1. Kategorisasi representasi mental

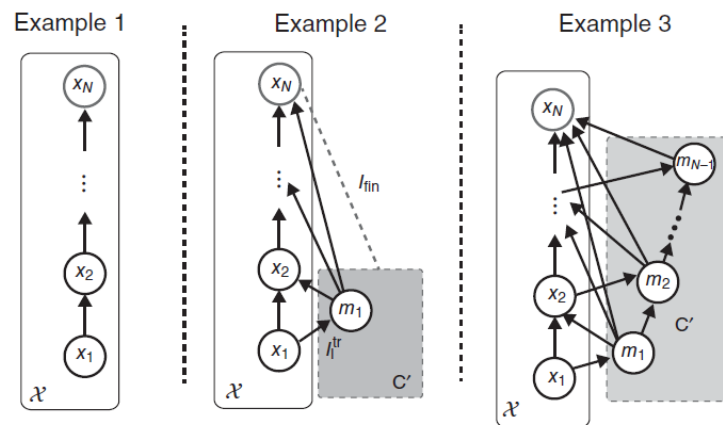
Interval skor	Kategori
81-100	Sangat Baik
61-80	Baik
41-60	Cukup
21-40	Kurang
0-20	Sangat Kurang



Gambar 1. Struktur membran sel (Campbell & Reece, 2001)

Pembentukan RM adalah hasil dari representasi elemen informasi yang terkandung pada gambar struktur membran sel (Gambar 1). Jejaring semantik mengilustrasikan pengetahuan mahasiswa pada objek/gambar tentang pemaknaan atau pengungkapan makna (semantik) antara elemen informasi yang terdapat pada gambar.

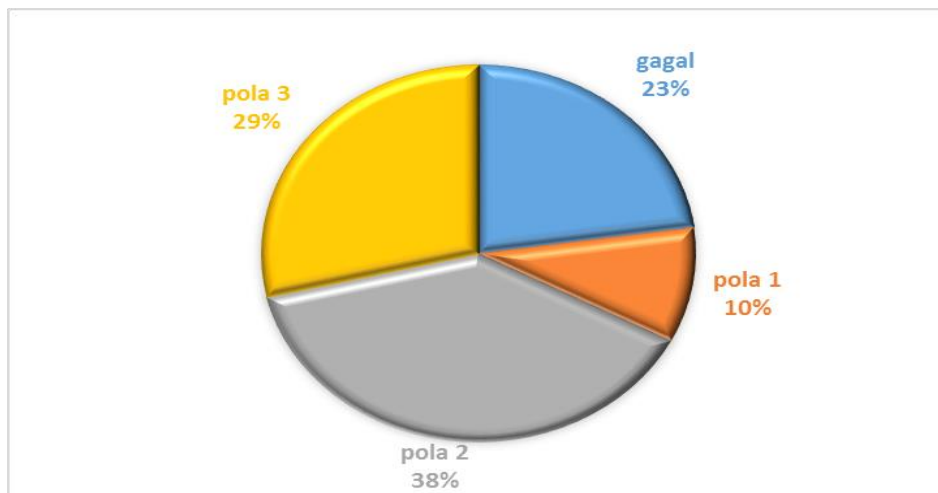
Hasil data kualitatif dianalisis dalam bentuk penjelasan pola jejaring semantik yang terbentuk. Pembentukan pola jejaring semantik dianalisis dengan urutan topologi yang dapat menunjukkan pola yang berbeda dengan tingkat Bayesian network, Gambar 2 menunjukkan bentuk pola jejaring Bayesian, yaitu pola 1 rantai Markov, pola 2 kontrol umpan balik dengan satu pengukuran, dan pola 3 umpan balik berulang dengan beberapa pengukuran adaptif (Ito & Sagawa, 2016).



Gambar 2. Contoh pola jejaring Bayesian, pola 1 rantai Markov, pola 2 kontrol umpan balik dengan satu pengukuran, dan pola 3 umpan balik berulang dengan beberapa pengukuran adaptif (Ito & Sagawa, 2016)

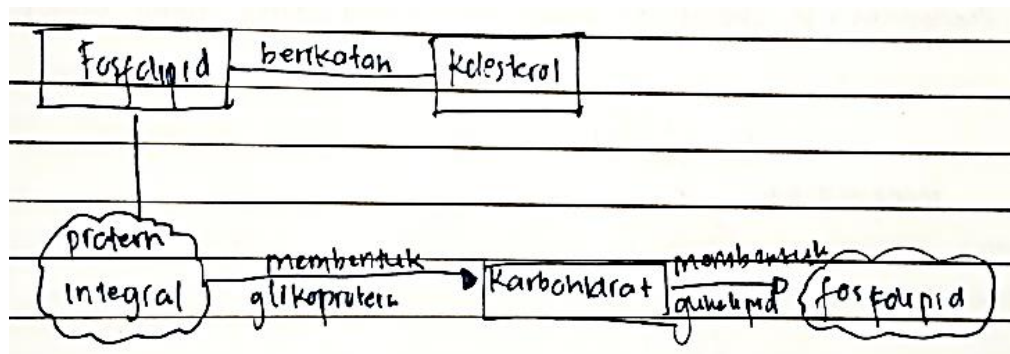
HASIL DAN PEMBAHASAN

Temuan penelitian RM mahasiswa ketika membaca gambar struktur membran plasma menunjukkan variasi pola jejaring semantik. Representasi mental dari Gambar 1 dibentuk dengan menentukan elemen informasi dan mengurutkannya dengan tepat, dan membentuk hubungan jejaring semantik diantara elemen informasi. Hasil temuan menunjukkan ada tiga pola yang dibentuk, pola 1 rantai Markov, pola 2 kontrol umpan balik dengan satu pengukuran, dan pola 3 umpan balik berulang dengan beberapa pengukuran adaptif. Persentase pembentukan pola dari representasi mental mahasiswa dapat dilihat pada Gambar 3.



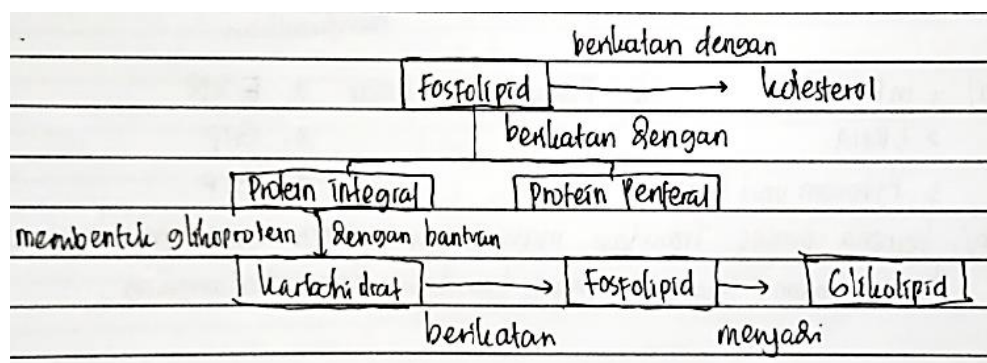
Gambar 3. Persentase bentuk pola representasi mental mahasiswa

Berdasarkan Gambar 3, diperoleh informasi bahwa persentase Pola 1 sebesar 10%. Pola 1 terdiri dari responden yang membentuk pola yang mencakup semua atau banyak elemen informasi yang berkaitan dengan struktur membran sel, seperti alur kerja atau proses. Pola ditunjukkan pada Gambar 4.



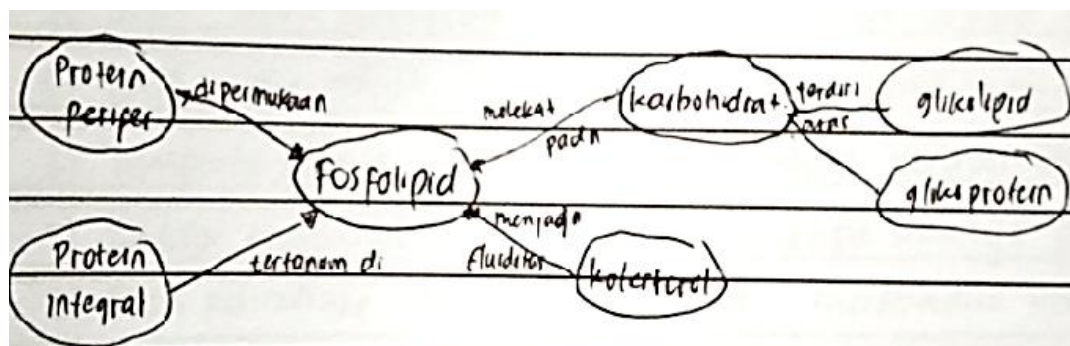
Gambar 4. Representasi mental mahasiswa Pola 1

Berdasarkan Gambar 3, diperoleh informasi bahwa pola 2 mendominasi dengan persentase 38%. Pola 2 terdiri dari responden yang dapat membentuk pola aliran antar elemen informasi tetapi masih berada dalam suatu hubungan yang meliputi elemen informasi atau beberapa elemen struktur informasi, seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Representasi mental mahasiswa Pola 2

Pola 3 terdiri dari responden yang membuat banyak pola aliran yang melibatkan lebih dari satu komponen informasi atau beberapa komponen struktur informasi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



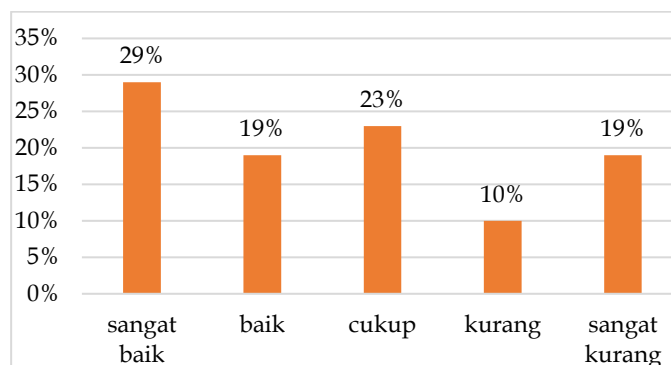
Gambar 6. Representasi mental mahasiswa Pola 3

Ketiga variasi representasi tersebut dihasilkan atas dasar kelengkapan dan keteraturan elemen informasi dan interaksi antar elemen informasi. Dalam Gambar 1, terdapat banyak

elemen informasi terkait struktur membran sel dan matrik ekstraseluler. Elemen informasi terkait struktur yang menyusun membran sel ada tujuh elemen, yaitu fosfolipid, kolesterol, protein integral, protein perifer, karbohidrat, glikoprotein, dan glikolipid. Berdasarkan temuan dan klasifikasi pola RM mahasiswa pada gambar struktur membran sel, diketahui keakuratan dalam menentukan dan membuat urutan elemen informasi menjadi hal yang sangat penting karena merupakan dasar dari pola RM yang terbentuk (Rahmat *et al.*, 2017). Ketidaktepatan dalam deskripsi komponen dan pengurutan informasi akan terkait dengan kualitas jaringan kausal yang dihasilkan (Arentze *et al.*, 2008). Misalnya, apabila mahasiswa mengurutkan kolesterol sebagai urutan pertama kemudian diikuti oleh fosfolipid, protein integral, glikoprotein, karbohidrat, dan glikolipid, maka akan menghasilkan pola satu sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 4.

Berdasarkan informasi pada Gambar 3, diketahui bahwa ada 23% mahasiswa termasuk kategori gagal, yaitu mereka yang salah dalam menentukan elemen informasi yang benar, tidak memberikan alasan yang logis, dan tidak mampu menunjukkan hubungan diantara elemen informasi yang dipilih. Mahasiswa yang termasuk kategori ini memilih elemen informasi yang terkait dengan struktur matriks ekstraseluler, bukan struktur membran sel. Hal ini menunjukkan bahwa gambar yang digunakan banyak mengandung informasi selain struktur membran sel, yaitu terdapat informasi mengenai struktur matriks ekstraseluler dan sitoskeleton. Banyaknya informasi inilah diduga menjadi penyebab responden tidak mampu menentukan elemen informasi yang tepat. Hal tersebut berkaitan dengan kapasitas memori kerja dari responden yang memiliki keterbatasan dalam mengolah informasi. Dengan demikian banyaknya informasi tidak serta merta memberikan bukti bahwa mahasiswa dapat memahami makna dari gambar, pengetahuan sebelumnya sering dikaitkan dengan kecepatan pemrosesan data dalam memori kerja (Gathercole & Alloway, 2004). Hal yang menjadi penyebab gagalnya mahasiswa dalam membaca gambar adalah kompleksitas informasi dari gambar. Proses kognitif dapat dibatasi oleh informasi dengan kompleksitas yang sehingga menurunkan level pemahaman siswa (Eseryel *et al.*, 2013). Pengetahuan sebelumnya yang kurang akurat tentang suatu konsep atau informasi yang dimiliki siswa, dapat menurunkan kemampuan siswa dalam menginterpretasikan elemen informasi dalam bentuk diagram/gambar (Andres & Petersen, 2002). Oleh karena itu, pengetahuan sebelumnya (*prior knowledge*) ditemukan sebagai faktor terpenting untuk pembelajaran (van Riesen *et al.*, 2018). Hal ini mengindikasikan kepada para pendidik akan pentingnya mengajarkan dan membimbing mahasiswa dalam membaca sebuah gambar. Buku sumber dalam pembelajaran juga menjadi hal yang penting untuk dipertimbangkan, sebaiknya digunakan buku teks yang terbaru (*up-to-date*) sehingga akan memfasilitasi representasi mental mahasiswa dengan baik. Buku teks adalah komponen penting dalam banyak konteks pendidikan tinggi karena buku teks umumnya diakui sebagai sumber belajar yang penting (John Hilton III, 2016).

Berdasarkan hasil penelitian, skor RM setiap mahasiswa berbeda satu sama lain. Skor ditentukan berdasarkan tahapan pada *CNET-protocol*. Masing-masing skor dikategorisasikan, sebagaimana terdapat pada Gambar 7.



Gambar 7. Persentase representasi mental mahasiswa berdasarkan kategori skor

Gambar 7 menunjukkan 29% responden memiliki RM yang sangat baik. Hal ini menunjukkan responden dapat memilih, mengurutkan, dan menghubungkan elemen informasi. Pada kategori RM cukup (23%), menunjukkan responden mampu memilih, mengurutkan dan memberi alasan, namun tidak bisa menghubungkan setiap elemen informasi. Pada kategori RM sangat kurang (19%), menunjukkan responden tidak dapat memilih dan mengurutkan serta tidak dapat menentukan hubungan antar elemen informasi dalam gambar. Responden kesulitan membedakan antara struktur yang menyusun membran sel dengan matriks ekstraseluler. Dengan kata lain, Gambar 1, yang biasa digunakan untuk menunjukkan struktur membran sel, memiliki banyak elemen informasi tambahan terkait struktur matriks ekstraseluler sehingga bagi mahasiswa yang tidak mempunyai pengetahuan awal tentang struktur membran sel akan terkecoh. Pola representasi akan berkaitan dengan jejaring semantik yang dimunculkan. Variasi pembentukan pola tidak hanya bergantung pada ketepatan dan kelengkapan elemen informasi dalam gambar, tetapi juga bergantung pada pemahaman siswa dalam membaca gambar dan pengetahuan siswa yang dimiliki sebelumnya (Sampurno *et al.*, 2017). Pembentukan jejaring kausal ditentukan oleh pemrosesan informasi dalam memori kerja karena RM ditentukan juga dipengaruhi oleh memori kerja (Arentze *et al.*, 2008). Dengan demikian, pembentukan RM ditentukan oleh pemrosesan informasi, pengetahuan awal, pemahaman siswa pada gambar, dan kompleksitas informasi dalam gambar. (Sampurno *et al.*, 2017).

SIMPULAN

Representasi mental mahasiswa saat membaca gambar struktur membran sel ditunjukkan oleh pola jejaring semantik yang terbentuk. Hasil penelitian menunjukkan terdapat tiga pola jejaring semantik yang didominasi oleh pola 2 yaitu kontrol umpan balik dengan satu pengukuran (38%). Adapun persentase skor RM untuk kategori sangat baik 29%, baik 19%, cukup 23%, kurang 10%, dan sangat kurang 19%. Jaringan semantik mengungkapkan kompleksitas berpikir setiap mahasiswa, kemudian menunjukkan representasi mental mahasiswa yang berbeda terhadap gambar. Representasi mental membutuhkan pengetahuan awal yang baik dan pemahaman gambar dalam menentukan dan menetapkan setiap elemen informasi dengan benar.

DAFTAR RUJUKAN

- Andres, H. P., Petersen, C. (2002). Presentation Media, Information Complexity, and Learning Outcomes. *J. Educational Technology Systems*, 30(3):225-246.
- 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*. Rineka Cipta.
- Campbell, N. A., Reece, J. B. (2001). *Biologi (Edisi Keli)*. Erlangga.
- 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.
- Eseryel, D., Ifenthaler, D., Ge, X. (2013). Validation study of a method for assessing complex ill-structured problem solving by using causal representations. *Educational Technology Research and Development*, 61(3): 443-463.
- Fatiha, M., Rahmat, A., Solihat, R. (2017). Profile of High School Students' Propositional Network Representation when Interpreting Convention Diagrams. *Journal of Physics: Conference Series*, 89 (5): 1742-6596.
- 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.
- Gathercole, S., Alloway, T. P. (2004). Working memory and classroom learning. *Dyslexia, Journal of Professional Association for Teachers of Students with Specific Learning Difficulties Con.* 15: 4-9.
- 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.
- 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.
- John Hilton III. (2016). Open educational resources and college textbook choices: a review of research on efficacy and perceptions. *Educational Technology Research and Development*, 64: 573-590.
- Lehmann, F. (1992). Semantic networks. *Computers Math. Applic*, 23(2-5): 1-50.
- Lundh, L. (1995). Meaning structures and mental representations. *Scandinavian Journal of Psychology*, 36: 363-385.
- Morgan, A. (2014). Representations gone mental. *Synthese*, 191: 213-244.
- Paivio, A. (1990). *Mental Representations: A Dual Coding Approach*. Oxford University Press.
- 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 konvensional*.
- 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).

- 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.
- 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. *Journal of Iological Education*. 24(4): 251-258.
- 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: 1742-6596.
- Thagard, P. (2005). *Mind: Introduction to Cognitive Science* (Second). The MIT Press.
- 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 Riesen, S. A. N., Gijlers, H., Anjewierden, A., de Jong, T. (2018). The influence of prior knowledge on experiment design guidance in a science inquiry context. *International Journal of Science Education*, 40(11): 1327-1344.