

**ANALISIS POLA-POLA REPRESENTASI MENTAL DAN
HUBUNGANNYA DENGAN BEBAN KOGNITIF MAHASISWA
PENDIDIKAN BIOLOGI DALAM PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN
FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN MENGGUNAKAN DIAGRAM
KONVENSI REPRESENTASI DAN ISOMORFISME SPASIAL**

TESIS

**diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh
gelar Magister Pendidikan Biologi**



Oleh

Intan Komalasari

NIM 1603034

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2020

Intan Komalasari, 2020

***ANALISIS POLA-POLA REPRESENTASI MENTAL DAN HUBUNGANNYA DENGAN BEBAN KOGNITIF
MAHASISWA PENDIDIKAN BIOLOGI DALAM PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN
TUMBUHAN MENGGUNAKAN DIAGRAM KONVENSI REPRESENTASI DAN ISOMORFISME SPASIAL***
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

**ANALISIS POLA-POLA REPRESENTASI MENTAL DAN
HUBUNGANNYA DENGAN BEBAN KOGNITIF MAHASISWA
PENDIDIKAN BIOLOGI DALAM PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN
FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN MENGGUNAKAN DIAGRAM
KONVENSI REPRESENTASI DAN ISOMORFISME SPASIAL**

Oleh
Intan Komalasari, S.Pd
Universitas Negeri Jakarta, 2013

Sebuah Tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Pendidikan (M.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Biologi
Sekolah Pascasarjana

© Intan Komalasari 2020
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2020

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

LEMBAR PENGESAHAN**ANALISIS POLA-POLA REPRESENTASI MENTAL DAN HUBUNGANNYA DENGAN BEBAN KOGNITIF MAHASISWA PENDIDIKAN BIOLOGI DALAM PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN MENGGUNAKAN DIAGRAM KONVENSI REPRESENTASI DAN ISOMORFISME SPASIAL**

Intan Komalasari

1603034

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I



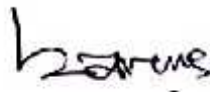
Dr. rer. nat. Adi Rahmat, M.Si
NIP. 196512301992021001

Pembimbing II



Dr. H. Taufik Rahman, M.Pd
NIP. 196201151987031002

Penguji I



Dr. Hj. Sariwulan Diana, M.Si
NIP. 196202111987032003

Penguji II



Dr. R. Kusdianti, M.Si
NIP. 196402261989032004

Mengetahui,
Ketua Program Studi Pendidikan Biologi
Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia



Dr. Bambang Supriatno, M.Si.
NIP.196305211988031002

Intan Komalasari, 2020

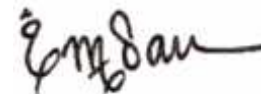
ANALISIS POLA-POLA REPRESENTASI MENTAL DAN HUBUNGANNYA DENGAN BEBAN KOGNITIF MAHASISWA PENDIDIKAN BIOLOGI DALAM PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN MENGGUNAKAN DIAGRAM KONVENSI REPRESENTASI DAN ISOMORFISME SPASIAL
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Pernyataan Keaslian Tesis dan Bebas Plagiarisme

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul "*Analisis Pola-Pola Representasi Mental dan Hubungannya dengan Beban Kognitif Mahasiswa Pendidikan Biologi dalam Pembelajaran Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan Menggunakan Diagram Konvensi Representasi dan Isomorfisme Spasial*" ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2020

Yang membuat pernyataan,



Intan Komalasari
NIM. 1603034

Intan Komalasari, 2020

ANALISIS POLA-POLA REPRESENTASI MENTAL DAN HUBUNGANNYA DENGAN BEBAN KOGNITIF MAHASISWA PENDIDIKAN BIOLOGI DALAM PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN MENGGUNAKAN DIAGRAM KONVENSI REPRESENTASI DAN ISOMORFISME SPASIAL

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu [Type text]

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan menyebut nama Allah Subhanahu wa Ta'ala yang menciptakan, segala puji hanya tercurah pada-Nya. Shalawat serta salam semoga terlimpahkan kepada Nabi Muhammad Shalallahu Alaihi Wassalam. Dalam pelaksanaan penelitian ini akan sulit terlaksana tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini, yaitu:

1. BapakDr. rer. nat. Adi Rahmat, M.Si sebagai Pembimbing Tesis I yang telah banyak meluangkan waktu dan memberikan saran dalam penyusunan karya tulis ini secara keseluruhan.
2. BapakDr. H. Taufik Rahman, M.Pd sebagai Pembimbing Tesis I yang telah banyak meluangkan waktu dan memberikan saran dalam penyusunan karya tulis ini secara keseluruhan.
3. Bapak Dr. Bambang Supriyatno, M.Si. sebagai Ketua Prodi Pendidikan Biologi yang telah memberikan dukungan dalam penulisan tesis ini.
4. Bapak Dr. Uus Toharudin, M.Pd sebagai sebagai Ketua Prodi Pendidikan Biologi Universitas Pasundan yang telah memberi izin penelitian serta membantu kelancaran proses penelitian.
5. Teristimewa, penulis menyampaikan rasa terimakasih kepada Ibunda Hj. Djumriah, Ayahanda H. Hariyadi, dan Mas Ridwan terimakasih atas doa yang tiada henti-hentinya untuk penulis.

Akhirnya, mudah-mudahan hasil penelitian ini dapat memberikan sumbangan ilmiah bagi dunia pendidikan.

Bandung, Agustus 2020

Intan Komalasari
NIM. 1603034

**ANALISIS POLA-POLA REPRESENTASI MENTAL DAN
HUBUNGANNYA DENGAN BEBAN KOGNITIF MAHASISWA
PENDIDIKAN BIOLOGI DALAM PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN
FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN MENGGUNAKAN DIAGRAM
KONVENSI REPRESENTASI DAN ISOMORFISME SPASIAL**

ABSTRAK

Diagram konvensi representasi dan isomorfisme spasial membantu menggambarkan fungsi dan proses-proses dalam kajian fisiologi tumbuhan sehingga proses informasi terarah dengan tepat sesuai dengan objek yang sedang dipelajari. Representasi mental (RM) merupakan penggambaran dalam sistem kognitif sebagai dasar mahasiswa dalam mengkonstruksi pengetahuan yang tidak hanya berbentuk data kuantitatif tetapi juga berupa pola-pola yang terbentuk melalui jejaring kausal. Selain RM, faktor lain yang penting dalam pembentukan pengetahuan yaitu pengaturan beban kognitif {*intrinsic cognitive load* (ICL); *extraneous cognitive load* (ECL); dan *germane cognitive load* (GCL)}. Penelitian berfokus pada hubungan antara representasi mental dengan beban kognitif mahasiswa dalam pembelajaran menggunakan diagram konvensi representasi dan isomorfisme spasial serta faktor-faktor yang memengaruhi representasi mental dengan melibatkan 33 mahasiswa yang mengontrak mata kuliah Fisiologi Tumbuhan. Teknik CNET *protocol* digunakan untuk menjaring RM, ICL dan GCL melalui instrumen tes, ECL dan faktor RM melalui *subjective rating scale*. Ditemukan 3 pola RM yang menggambarkan kompleksitas berpikir mahasiswa. Jejaring kausal yang terbentuk lebih didominasi oleh pola 1 (pola yang paling sederhana). Meningkatnya pembentukan representasi mental pada dasarnya disebabkan oleh rendahnya beban kognitif selama pembelajaran menggunakan diagram akan tetapi masih ditemukan tingginya usaha mental. Diagram masih belum berperan maksimal dalam menurunkan beban kognitif dan pembentukan RM dikarenakan mahasiswa masih kesulitan untuk memroses informasi terkait proses. Elemen yang tertangkap oleh mahasiswa dari diagram hanya berupa informasi terkait struktur saja. Faktor-faktor yang berkontribusi terhadap representasi mental diantaranya kompleksitas elemen diagram, pengetahuan awal terkait materi, kesulitan membentuk jejaring kausal, dan motivasi mahasiswa.

Kata kunci: representasi mental, beban kognitif, diagram konvensi representasi, isomorfisme spasial

Intan Komalasari, 2020

ANALISIS POLA-POLA REPRESENTASI MENTAL DAN HUBUNGANNYA DENGAN BEBAN KOGNITIF MAHASISWA PENDIDIKAN BIOLOGI DALAM PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN MENGGUNAKAN DIAGRAM KONVENSI REPRESENTASI DAN ISOMORFISME SPASIAL

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu [Type text]

**ANALYSIS OF MENTAL REPRESENTATION PATTERNS AND THEIR
RELATIONSHIP WITH COGNITIVE LOAD OF BIOLOGY EDUCATION
STUDENTS WHILE LEARNING STRUCTURE AND FUNCTION OF
PLANT TISSUE USING REPRESENTATIONAL CONVENTION AND
SPATIAL ISOMORPHISM DIAGRAM**

ABSTRACT

Representational convention and spatial isomorphism diagram help students describe the functions and processes in plant physiology so that the information processing is directed precisely according to the object being studied. Mental representation (MR) is a depiction in the cognitive system as a basis for students in constructing knowledge, it is not only in the form of quantitative data but also in the form of patterns through causal networks. Beside MR, another important factor in knowledge construction is the regulation of cognitive load (intrinsic cognitive load (ICL); extraneous cognitive load (ECL); dan germane cognitive load (GCL)). The research focuses on the relationship between mental representation and the cognitive load of students while learning structure and function of plants using the representation convention and spatial isomorphism diagram, also the factors that influence mental representation. Subject of this study involved 33 students who contracted a course in plant physiology. The CNET protocol technique is used to capture MR data, ICL and GCL through test instruments, ECL and RM factors through the subjective rating scale. It is found 3 MR patterns that describe the students' complexity of thinking. Causal networks form are dominated by pattern 1 (the simplest pattern). Increasing mental representation due to low cognitive load while learning material used diagram however still found high mental effort. Diagrams still do not play a maximal role in reducing cognitive load and MR formation because students still difficult to process information related to the plant process. The elements captured by students from the diagram are only information related to the structure. Factors that contribute to mental representation include the complexity of diagram elements, prior knowledge related to the material, difficulties in forming causal network, and students' motivation.

Key word: mental representation, cognitive load, representational convention, spatial isomorphism, diagram

Intan Komalasari, 2020

ANALISIS POLA-POLA REPRESENTASI MENTAL DAN HUBUNGANNYA DENGAN BEBAN KOGNITIF MAHASISWA PENDIDIKAN BIOLOGI DALAM PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN MENGGUNAKAN DIAGRAM KONVENSİ REPRESENTASI DAN ISOMORFISME SPASIAL

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu [Type text]

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
Pernyataan Keaslian Tesis dan Bebas Plagiarisme	ii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB IPENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.2. Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3. Batasan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.4. Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.5. Manfaat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.6. Struktur Organisasi Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IIREPRESENTASI MENTAL, BEBAN KOGNITIF, DIAGRAM ISOMORFISME SPASIAL DAN KONVENSI REPRESENTASI, TRANSPORTASI TUMBUHAN, TRANSLOKASI, DAN FOTOSINTESIS	
2.1. Representasi Mental	Error! Bookmark not defined.
2.2. Beban Kognitif	Error! Bookmark not defined.
2.3. Komponen Beban Kognitif	Error! Bookmark not defined.
2.4. Diagram Isomorfisme Spasial dan Konvensi Representasi.....	Error! Bookmark not defined.
2.5. Analisis Pembelajaran Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan ...	Error! Bookmark not defined.
BAB IIIMETODE PENELITIAN	
3.1. Definisi Operasional.....	Error! Bookmark not defined.
3.2. Desain Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3. Partisipan dan Tempat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.4. Instrumen yang Digunakan.....	Error! Bookmark not defined.
3.5. Prosedur Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.

Intan Komalasari, 2020

ANALISIS POLA-POLA REPRESENTASI MENTAL DAN HUBUNGANNYA DENGAN BEBAN KOGNITIF MAHASISWA PENDIDIKAN BIOLOGI DALAM PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN MENGGUNAKAN DIAGRAM KONVENSI REPRESENTASI DAN ISOMORFISME SPASIAL

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu[Type text]

3.6. Analisis Data	Error! Bookmark not defined.
--------------------------	-------------------------------------

BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Temuan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
4.2. Pembahasan	Error! Bookmark not defined.

BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI

5.1. Simpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2. Implikasi	Error! Bookmark not defined.
5.3. Rekomendasi	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR PUSTAKA	161
----------------------	-----

DAFTAR TABEL

Tabel

2.1	Pola Dasar Representasi Mental.....	Error! Bookmark not defined.
3.1	Kisi-kisi soal pembentukan skema kognitif materi transportasi tumbuhan	Error! Bookmark not defined.
3.2	Kisi-kisi soal pembentukan skema kognitif materi translokasi	Error! Bookmark not defined.
3.3	Kisi-kisi soal pembentukan skema kognitif materi fotosintesis	Error! Bookmark not defined.
3.4	Kriteria validitas butir soal.....	Error! Bookmark not defined.
3.5	Kriteria reliabilitas butir soal	Error! Bookmark not defined.
3.6	Kategori tingkat kesukaran soal.....	Error! Bookmark not defined.
3.7	Kategori daya pembeda soal	Error! Bookmark not defined.
3.8	Hasil uji coba butir soal materi transportasi tumbuhan	Error! Bookmark not defined.
3.9	Hasil uji coba butir soal materi translokasi	Error! Bookmark not defined.
3.10	Hasil uji coba butir soal materi fotosintesis	Error! Bookmark not defined.
3.11	Kategorisasi hasil perhitungan nilai representasi mental	Error! Bookmark not defined.
3.12	Kategorisasi skala angket usaha mental..	Error! Bookmark not defined.
3.13	Kategorisasi skala angket faktor yang memengaruhi representasi mental.....	Error! Bookmark not defined.
3.14	Kategorisasi nilai angket subjective rating scale usaha mental	Error! Bookmark not defined.
3.15	Interpretasi koefisien korelasi	Error! Bookmark not defined.
4.1	Rata-Rata skor representasi mental tiap pola dari diagram transportasi air dari akar hingga ke daun	Error! Bookmark not defined.
4.2	Rata-Rata skor representasi mental gabungan pola dari diagram transportasi air dari akar hingga ke daun	Error! Bookmark not defined.
4.3	Rata-Rata skor representasi mental tiap pola dari diagram transportasi tumbuhan melalui jaluir simplas dan apoplas	Error! Bookmark not defined.
4.4	Rata-Rata skor representasi mental gabungan pola dari diagram transportasi tumbuhan melalui jalur simplas dan apoplas	Error! Bookmark not defined.
4.5	Rata-Rata skor representasi mental tiap kategori pola pada materi transportasi tumbuhan	Error! Bookmark not defined.
4.6	Hasil pengetahuan awal (PA) dan kemampuan menerima dan mengolah informasi (MMI) pada materi transportasi tumbuhan	Error! Bookmark not defined.
4.7	Hasil usaha mental (UM) pada materi transportasi	Error! Bookmark not defined.
4.8	Pembentukan skema kognitif (PSK) mahasiswa dalam pembelajaran transportasi tumbuhan	Error! Bookmark not defined.
4.9	Uji normalisasi representasi mental pola 1 dan beban kognitif total materi transportasi.....	Error! Bookmark not defined.

- 4.10 Uji korelasi antarkomponen beban kognitif total materi transportasi pada mahasiswa pola 1**Error! Bookmark not defined.**
- 4.11 Uji korelasi representasi mental pola 1 dan beban kognitif total materi transportasi**Error! Bookmark not defined.**
- 4.12 Uji normalitas representasi mental pola 2 dan beban kognitif total materi transportasi**Error! Bookmark not defined.**
- 4.13 Uji korelasi antarkomponen beban kognitif total materi transportasi pada mahasiswa pola 2**Error! Bookmark not defined.**
- 4.14 Uji korelasi representasi mental pola 2 dan beban kognitif total materi transportasi**Error! Bookmark not defined.**
- 4.15 Uji normalitas representasi mental perubahan pola 1 ke pola 2 dan beban kognitif total materi transportasi **Error! Bookmark not defined.**
- 4.16 Uji korelasi antarkomponen beban kognitif total materi transportasi pada mahasiswa pola 1 ke pola 2 **Error! Bookmark not defined.**
- 4.17 Uji korelasi representasi mental perubahan pola 1 ke pola 2 dan beban kognitif total materi transportasi ..**Error! Bookmark not defined.**
- 4.18 Uji normalitas representasi mental perubahan pola 2 ke pola 1 dan beban kognitif total materi transportasi **Error! Bookmark not defined.**
- 4.19 Uji korelasi antarkomponen beban kognitif total materi transportasi pada mahasiswa pola 2 ke pola 1 **Error! Bookmark not defined.**
- 4.20 Uji korelasi representasi mental perubahan pola 2 ke pola 1 dan beban kognitif total materi transportasi ..**Error! Bookmark not defined.**
- 4.21 Rata-rata skor representasi mental tiap pola dari diagram translokasi**Error! Bookmark not defined.**
- 4.22 Rata-rata skor representasi mental gabungan pola dari diagram translokasi**Error! Bookmark not defined.**
- 4.23 Hasil pengetahuan awal (PA) dan kemampuan menerima dan mengolah informasi (MMI) pada materi translokasi tumbuhan **Error! Bookmark not defined.**
- 4.24 Hasil usaha mental (UM) pada materi translokasi tumbuhan **Error! Bookmark not defined.**
- 4.25 Pembentukan skema kognitif (PSK) mahasiswa dalam pembelajaran translokasi tumbuhan**Error! Bookmark not defined.**
- 4.26 Uji normalitas representasi mental pola 1 dan beban kognitif total materi translokasi**Error! Bookmark not defined.**
- 4.27 Uji korelasi antarkomponen beban kognitif total materi translokasi pada mahasiswa pola 1**Error! Bookmark not defined.**
- 4.28 Uji korelasi representasi mental pola 1 dan beban kognitif total materi translokasi**Error! Bookmark not defined.**
- 4.29 Uji normalitas representasi mental pola 2 dan beban kognitif total materi translokasi**Error! Bookmark not defined.**
- 4.30 Uji korelasi antarkomponen beban kognitif total materi translokasi pada mahasiswa pola 2**Error! Bookmark not defined.**

Intan Komalasari, 2020

ANALISIS POLA-POLA REPRESENTASI MENTAL DAN HUBUNGANNYA DENGAN BEBAN KOGNITIF MAHASISWA PENDIDIKAN BIOLOGI DALAM PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN MENGGUNAKAN DIAGRAM KONVENSİ REPRESENTASI DAN ISOMORFISME SPASIAL

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu [Type text]

- 4.31 Uji korelasi representasi mental pola 2 dan beban kognitif total materi translokasi**Error! Bookmark not defined.**
- 4.32 Rata-rata skor representasi mental tiap pola dari diagram reaksi terang**Error! Bookmark not defined.**
- 4.33 Rata-rata skor representasi mental gabungan pola dari diagram reaksi terang**Error! Bookmark not defined.**
- 4.34 Rata-rata skor representasi mental tiap pola dari diagram siklus Calvin**Error! Bookmark not defined.**
- 4.35 Rata-rata skor representasi mental gabungan pola dari diagram siklus Calvin.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.36 Rata-rata skor representasi mental tiap kategori pola pada materi fotosintesis**Error! Bookmark not defined.**
- 4.37 Hasil pengetahuan awal (PA) dan kemampuan menerima dan mengolah informasi (MMI) pada materi fotosintesis**Error! Bookmark not defined.**
- 4.38 Hasil usaha mental (UM) pada materi fotosintesis**Error! Bookmark not defined.**
- 4.39 Pembentukan skema kognitif (PSK) mahasiswa dalam pembelajaran fotosintesis**Error! Bookmark not defined.**
- 4.40 Uji normalitas representasi mental pola 1 dan beban kognitif total materi fotosintesis**Error! Bookmark not defined.**
- 4.41 Uji korelasi antarkomponen beban kognitif total materi fotosintesis pada mahasiswa pola 1**Error! Bookmark not defined.**
- 4.42 Uji korelasi representasi mental pola 1 dan beban kognitif total materi fotosintesis**Error! Bookmark not defined.**
- 4.43 Uji normalitas representasi mental pola 2 dan beban kognitif total materi fotosintesis**Error! Bookmark not defined.**
- 4.44 Uji korelasi antarkomponen beban kognitif total materi fotosintesis pada mahasiswa pola 2**Error! Bookmark not defined.**
- 4.45 Uji korelasi representasi mental pola 2 dan beban kognitif total materi fotosintesis**Error! Bookmark not defined.**
- 4.46 Uji normalitas representasi mental perubahan pola 2 ke pola 1 dan beban kognitif total materi fotosintesis**Error! Bookmark not defined.**
- 4.47 Uji korelasi antarkomponen beban kognitif total materi fotosintesis pada mahasiswa pola 2 ke pola 1**Error! Bookmark not defined.**
- 4.48 Uji korelasi representasi mental perubahan pola 2 ke pola 1 dan beban kognitif total materi fotosintesis**Error! Bookmark not defined.**
- 4.49 Rata-rata nilai angket representasi mental**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR GAMBAR

Gambar

- 2.1 Contoh dari diagram konvensi representasi dan isomorfisme spasial.....**Error! Bookmark not defined.**
- 2.2 Jenis sel pada xilem yang berperan dalam transportasi air**Error! Bookmark not defined.**
- 2.3 Sel penyusun floem.....**Error! Bookmark not defined.**
- 2.4 Struktur kloroplas.....**Error! Bookmark not defined.**
- 3.1. Desain Penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.1 Transportasi air dari akar hingga ke daun**Error! Bookmark not defined.**
- 4.2 Persentase pola representasi mental diagram transportasi air dari akar hingga ke daun**Error! Bookmark not defined.**
- 4.3 Contoh pola representasi mental untuk diagram transportasi air dari akar hingga ke daun pola 1 (*Markov chain*) (a. Mahasiswa 23; b. Mahasiswa 32; c. Mahasiswa 22) .**Error! Bookmark not defined.**
- 4.4 Contoh pola representasi mental untuk diagram transportasi air dari akar hingga ke daun pola 2 (*feedback control with single measurement*)**Error! Bookmark not defined.**
- 4.5 Transportasi tumbuhan melalui jalur simplas dan apoplas**Error! Bookmark not defined.**
- 4.6 Persentase pola representasi mental diagram transportasi tumbuhan melalui jalur simplas dan apoplas**Error! Bookmark not defined.**
- 4.7 Contoh pola representasi mental untuk diagram transportasi tumbuhan melalui jalur simplas dan apoplas pola 1 (*Markovchain*).....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.8 Contoh pola representasi mental untuk diagram transportasi tumbuhan melalui jalur simplas dan apoplas pola2 (*feedback control with single measurement*) (a. Mahasiswa 12; b. Mahasiswa 25)**Error! Bookmark not defined.**
- 4.9 Aliran tekanan dan pengisian sukrosa ke dalam pembuluh tapis**Error! Bookmark not defi**
- 4.10 Persentase pola representasi mental diagram translokasi**Error! Bookmark not defined.**
- 4.11 Contoh pola representasi mental untuk diagram translokasi produk fotosintesis pola 1 (*Markov chain*) (a. Mahasiswa 22; b. Mahasiswa 4; c. Mahasiswa 11).....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.12 Contoh pola representasi mental untuk diagram translokasi produk fotosintesis pola 2 (*Feedback control with single measurement*) (a. Mahasiswa 12; b. Mahasiswa 20)**Error! Bookmark not defined.**
- 4.13 Reaksi terang fotosintesis (Campbell et al., 2017)**Error! Bookmark not defined.**
- 4.14 Persentase pola representasi mental diagram reaksi terang**Error! Bookmark not defined.**
- 4.15 Contoh pola representasi mental untuk diagram reaksi terang pola 1 (*Markov chain*) dari Mahasiswa 3**Error! Bookmark not defined.**

Intan Komalasari, 2020

ANALISIS POLA-POLA REPRESENTASI MENTAL DAN HUBUNGANNYA DENGAN BEBAN KOGNITIF MAHASISWA PENDIDIKAN BIOLOGI DALAM PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN MENGGUNAKAN DIAGRAM KONVENSI REPRESENTASI DAN ISOMORFISME SPASIAL

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu[Type text]

- 4.16 Contoh pola representasi mental untuk diagram reaksi terang pola 2 (*feedback control with single measurement*) dari Mahasiswa 12.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.17 Contoh pola representasi mental untuk diagram reaksi terang pola 3 (*repeated feedback control with multiple measurement*) dari Mahasiswa 25.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.18 Siklus Calvin fotosintesis (Campbell *et al.*, 2017)**Error! Bookmark not defined.**
- 4.19 Persentase pola representasi mental diagram siklus Calvin**Error! Bookmark not defined.**
- 4.20 Contoh pola representasi mental untuk diagram Siklus Calvin pola 1 (*Markov chain*) dari Mahasiswa 11**Error! Bookmark not defined.**
- 4.21 Contoh pola representasi mental untuk diagram Siklus Calvin pola 1 (*Markov chain*) dari Mahasiswa 13**Error! Bookmark not defined.**
- 4.22 Contoh pola representasi mental untuk diagram Siklus Calvin pola 2 (*feedback control with single measurement*) dari Mahasiswa 12.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.23 Contoh pola representasi mental untuk diagram Siklus Calvin pola 2 (*feedback control with single measurement*) dari Mahasiswa 29.....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1.	Instrumen representasi mental materi transportasi.....	168
2.	Instrumen representasi mental materi translokasi	185
3.	Instrumen representasi mental materi fotosintesis	193
4.	Angket faktor-faktor representasi mental materi transportasi.....	207
5.	Angket faktor-faktor representasi mental materi translokasi	212
6.	Angket faktor-faktor representasi mental materi fotosintesis	216
7.	Instrumen pengetahuan awal dan pemrosesan informasi materi transportasi.....	220
8.	Instrumen pengetahuan awal dan pemrosesan informasi materi translokasi	239
9.	Instrumen pengetahuan awal dan pemrosesan informasi materi fotosintesis	249
10.	Angket usaha mental materi transportasi	262
11.	Angket usaha mental materi translokasi	265
12.	Angket usaha mental materi fotosintesis.....	267
13.	Instrumen pembentukan skema kognitif materi transportasi	269
14.	Instrumen pembentukan skema kognitif materi translokasi.....	281
15.	Instrumen pembentukan skema kognitif materi fotosintesis.....	291
16.	Rekapitulasi nilai representasi mental materi transportasi, translokasi, dan fotosintesis	299
17.	Nilai representasi mental diagram transportasi air dari akar hingga ke daun	301
18.	Nilai representasi mental diagram transportasi tumbuhan melalui jalur simplas dan apoplas	304
19.	Rekapitulasi nilai pengetahuan awal dan representasi mental berdasarkan kategori pola untuk diagram transportasi tumbuhan.....	307
20.	Rekapitulasi nilai beban kognitif berdasarkan kategori pola untuk diagram transportasi tumbuhan.....	309
21.	Uji korelasi antara representasi mental dengan beban kognitif pada materi transportasi tumbuhan	311
22.	Nilai representasi mental diagram translokasi	314
23.	Rekapitulasi nilai beban kognitif berdasarkan kategori pola untuk diagram translokasi tumbuhan	317
24.	Uji korelasi antara representasi mental dengan beban kognitif pada materi translokasi tumbuhan.....	319

Intan Komalasari, 2020

ANALISIS POLA-POLA REPRESENTASI MENTAL DAN HUBUNGANNYA DENGAN BEBAN KOGNITIF MAHASISWA PENDIDIKAN BIOLOGI DALAM PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN MENGGUNAKAN DIAGRAM KONVENSI REPRESENTASI DAN ISOMORFISME SPASIAL

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu[Type text]

25.	Nilai representasi mental diagram reaksi terang	320
26.	Nilai representasi mental diagram siklus calvin.....	323
27.	Rekapitulasi nilai representasi mental berdasarkan kategori pola untuk diagram fotosintesis	326
28.	Rekapitulasi nilai beban kognitif berdasarkan kategori pola untuk diagram fotosintesis	328
29.	Uji korelasi antara representasi mental dengan beban kognitif pada materi fotosintesis.....	330
30.	Rekapitulasi angket usaha mental pada materi transportasi.....	332
31.	Rekapitulasi angket usaha mental pada materi translokasi	333
32.	Rekapitulasi angket usaha mental pada materi fotosintesis	334
33.	Rekapitulasi angket faktor-faktor yang memengaruhi representasi ental pada materi transportasi	335
34.	Rekapitulasi angket faktor-faktor yang memengaruhi representasi mental pada materi translokasi	336
35.	Rekapitulasi angket faktor-faktor yang memengaruhi representasi mental pada materi fotosintesis.....	337
36.	Analisis butir soal transportasi	338
37.	Analisis butir soal translokasi	339
38.	Analisis butir soal fotosintesis	340

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J. R. (2015). *Cognitive Psychology and Its Implication*. New York: Worth Publishers.
- Andres, H. P. dan Petersen, C. (2002). Presentation Media, Information Complexity, and Learning Outcomes. *Journal Educational Technology System*, 30 (3): 225 – 246.
- Arentze, T., Dellaert, B. G. C. dan 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. (2012). *Prosedur Penelitian: Satuan Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto, S. (2013). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Asyhar, R. (2011). *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta: Gaung Persada Press.
- Azalia, H. (2015). *Beban Kognitif Siswa SMA pada Kegiatan Praktikum Sistem Ekskresi Menggunakan Pedoman Praktikum yang Dilengkapi Ilustrasi*. (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Azalia, H. (2018). *Analisis Kemampuan Visual-Spasial Mahasiswa dan Faktor-Faktor yang Berkontribusi dalam Merepresentasikan Objek Mikroskopik Anatomi Tumbuhan*. (Tesis). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Reviews Psychology*, 63: 1 – 29.
- Campbell, N.A., Reece, J. B., Minorsky, P. V., Wasserman, S. A., Cain, M. L., dan Urry, L. A. (2017). *Biology; eleventh edition*. New York: Pearson.
- Chen, O. dan Kalyuga, S. (2019). Cognitive Load Theory, Spacing Effect, and Working memory Resources Depletion: Implications for Instructional Design. In *Form, Function, and Style in Instructional Design: Emerging Research and Opportunities*. Pennsylvania: IGI Global.
- Cheng, M dan 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.

Intan Komalasari, 2020

ANALISIS POLA-POLA REPRESENTASI MENTAL DAN HUBUNGANNYA DENGAN BEBAN KOGNITIF MAHASISWA PENDIDIKAN BIOLOGI DALAM PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN MENGGUNAKAN DIAGRAM KONVENSİ REPRESENTASI DAN ISOMORFISME SPASIAL

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu[Type text]

- Cimer, A. (2012). What Makes Biology Learning difficult and Effective: Students' View. *Educational Research and Reviews*, 7(3): 61 – 71.
- Conway, A., Jarrold, C., Kane, M. J., Miyake, A. dan Towse, J. N. (2008). *Variation in Working memory: An Intoduction*. Oxford: Oxford University Press.
- Cook, M. P. (2006). Visual Representations in Science Education: The Influence of Prior Knowledge and Cognitive Load Theory on Instructional Design Principles. *Science Education*, 90: 1073– 1091.
- Cook, M. P., Wiebe, E. N., dan Carter, G. (2008). The Influence of Prior Knowledge on Viewing and Interpreting Graphics With Macroscopic and Molecular Representations. *Science Education*, 92: 848 – 867.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. United State of America: Pearson Education, Inc.
- De Jong, T. (2010). Cognitive Load Theory, Educational Research, and Instructional Design: *Some Food For Thought*. *Instructional Science*, 38: 105 – 134.
- Etobro, A. B., dan Fabinu, O. E. (2017). *Students' Perceptions of Difficult Concepts in Biology in Senior Secondary Schools in Lagos State*. *Global Journal of Educational Research*, 16: 139 – 147.
- Evers, A., Hagemester, C., Hostmalingen, A., Lindley, P., Muniz, J., dan Sjoberg, A. (2013). *EFPA Review Model for the Description and Evaluation of Psychological and Educational Tests*. EFPA Board of Assesment Document 110c. Dutch: EFPA.
- Gilbert, J. K. (2005). *Visualization in Science Education*. Netherland: Springer.
- Guilford, J.P. 1956. *Fundamental Statistics in Psychology and Education* 3rd Ed. Tokyo: Mc.Graw-Hill Kogakusha Company.
- Haslam, C.Y. dan Hamilton, R.J. (2010). Investigating the Use of Integrated Instruction to Reduce the Cognitive Load Associated with Doing Practical Work. *International Journal of Science Education*, 32 (13): 1715 – 1737.
- Hegarty, M. dan Just, M. A. (1993). Constructing Mental Models of Machines from Text and Diagrams. *Journal of Memory and Language*, 32: 717 – 742.
- Hegarty, M. (2011). The Cognitive Science of Visual-Spatial Displays: Implications for Design. *Topics in Cognitive Science*, 3: 446 – 474.

Intan Komalasari, 2020

ANALISIS POLA-POLA REPRESENTASI MENTAL DAN HUBUNGANNYA DENGAN BEBAN KOGNITIF MAHASISWA PENDIDIKAN BIOLOGI DALAM PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN MENGGUNAKAN DIAGRAM KONVENSI REPRESENTASI DAN ISOMORFISME SPASIAL

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

- Huber, O., Huber, O. W., dan Bar, A. S. (2011). Information Search and Mental Representation in Risky Decision Making: The Advantages First Principle. *Journal of Behavioral Decision Making*, 24: 223–248.
- Ito, S. (2016). *Bayesian Networks and Causal Networks in Information Thermodynamics on Causal Networks and its Application to Biochemical Signal Transduction*.(Tesis).The University of Tokyo, Tokyo.
- Janvier, C. (1987). *Problem of Representation in the Teaching and Learning of Mathematics*. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Jong, D. T. 2010. Cognitive Load Theory, Educational Research, and Instructional Design: Some Food for Thought. *Instructional Sciences*. 38:105 – 134.
- Juanengsih, N., Rahmat, A., Wulan, A. R., dan Rahman, T. (2018). Pengukuran Beban Kognitif Mahasiswa dalam Perkuliahan Biologi Sel. *Edusains*, 10(1): 168 – 174.
- Juliyanti, N. (2018). *Analisis Pola-Pola Representasi Mental pada Tayangan Video Animasi Fisiologi Tumbuhan Serta Hubungannya dengan Beban Kognitif Mahasiswa Pendidikan Biologi*.(Tesis). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Juliyanti, N., Rahmat, A., dan Riandi, R. (2019). Pattern of Student Mental Representation when Faced Media Animation Video Of Plant Transport and Its Relation with Mental Effort. *Journal of Physics*, 1157: 1 – 7.
- Kalathil, R.R., dan Sherin, M.G. (2000). Role of Students' Representations in the Mathematics Classroom. *International Conference of the Learning Science*, 4: 27 – 28.
- Kalyuga, S. (2009). Instructional Design for the Development of Transferable Knowledge and Skills: A Cognitive Load Perspective. *Computers in Human Behavior*, 25: 332-338.
- Kalyuga, S. (2011). Informing: A Cognitive Load Perspective. *Informing Science: the International Journal of an Emerging Transdiscipline*, 14: 32 – 45.
- Kalyuga, S. (2013) Effects of Learner Prior Knowledge and Working memory Limitations on Multimedia Learning. *Social and Behavioral Sciences*, 83: 25 – 29.
- Kalyuga, S., dan Plass, J. L. (2018). Cognitive load as a local characteristic of cognitive processes: Implications for measurement approaches. In R. Z. Zheng (Ed.), *Cognitive load measurement and application: A theoretical*

*framework for meaningful research and practice.*Routledge/Taylor & Francis Group

- Kalyuga, S. dan Sombatteera, S. (2012). When Dual Sensory Mode with Limited Text Presentation Enhance Learning.*Social and Behavioral Sciences*, 69: 2022 – 2026.
- Kirschner, P. A. (2002). Cognitive load theory: Implications of cognitive load theory on the design of learning. *Learning and Instruction*, 12(1), 1 – 10.
- Kragten, M., Admiraal, W., dan Rijlaarsdam, G. (2015).Students’ Learning Activities While Studying Biological Process Diagrams. *International Journal of Science Education*, 1 – 23.
- Lazarowitz, R. dan Penso, S. (1992). High School Students’ Difficulties in Learning Biology Concepts.*Journal Biology Education*, 26 (3): 215 – 224.
- Leutner, D., Leopold, C., dan Sumfleth, E. (2009). Cognitive Load and Science Text Comprehension: Effects of Drawing and Mentally Imagining Text Content. *Computers in Human Behavior*, 25: 284 – 289.
- Lin, H. dan Lin, J. 2013. Cognitive Load for Configuration Comprehension in Computer-Supported Geometry Problem Solving: An Eye Movement Perspective. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12: 605 – 627.
- Liu, Y., Won, M. dan Treagust, D.F. (2014). Secondary Biology Teachers’ Use of Different Types of Diagrams for Different Purposes.*Models and Modeling in Science Education*, 8 : 103 – 121.
- Mader, S. dan Windelspecht, M. (2016). *Biology 12th Edition*.New York: McGraw-Hill.
- Marzano, R. J., Pickering, D., dan McTighe, J. (1994). *Assessing Student Outcomes: Performnce Assessment Using the Dimensions of Learning Model*. USA: ASDC.
- Mayer, R. E. (2002). Rote Versus Meaningful Learning. *Theory into Practice*, 41: 226 – 232.
- Mayer, R. E., dan Moreno, R. (2003). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning.*Educational Psychologist*, 38 (1): 43 – 52.
- Meissner, B. dan Bogner, F. X. (2013).Towards Cognitive Load Theory as Guideline for Instructional Design in Science Education.*World Journal of Education*, 3 (2): 24 – 37.

Intan Komalasari, 2020

ANALISIS POLA-POLA REPRESENTASI MENTAL DAN HUBUNGANNYA DENGAN BEBAN KOGNITIF MAHASISWA PENDIDIKAN BIOLOGI DALAM PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN MENGGUNAKAN DIAGRAM KONVENSI REPRESENTASI DAN ISOMORFISME SPASIAL

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

- Minium, E. W., King, B. M., dan Bear, G. (1993). *Statistical Reasoning in Psychology and Education*. United States of America: John Wiley and Sons, Inc.
- Moreno, R., dan Park, B. (2010). *Cognitive Load Theory: Historical Development and Relation to Other Theories*. In Plass, J. L., Moreno, R., dan Brünken, R., *Cognitive Load Theory*. New York: Cambridge University Press
- Paas, F., Ayres, P., dan Pachman, M. (2008). *Assesment of Cognitive Load in Multimedia Learning dalam Recent Innovations in Educational Technology that Facilitate Student Learning*. USA: Information Age Publishing Inc.
- Paas, F., Renkl, A., dan Sweller, J. (2003). Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Development. *Educational Psychologist*, 38 (1): 1 – 4.
- Paas, F., Renkl, A., dan Sweller, J. (2004). Cognitive Load Theory: Instructional Implications of the Interaction between Information Structures and Cognitive Architecture. *Instructional Science*, (32): 1 – 18.
- Paivio, A. (1990). *Mental Representation: A Dual Coding Approach* [ninth edition]. New York: Oxford University Press, Inc.
- Park, B. dan Brunken, R. (2014). The Rhytm Method: A New Method for Measuring Cognitive Load – An Experimental Dial-Task Study. *Applied Cognitive Psychology*, 1 – 12.
- Plass, J.L., Moreno, R., dan Brunken, R. (2010). *Cognitive Load Theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Pasundan Bandung. (2018). *Rencana Pembelajaran Semester (RPS) Mata Kuliah Fisiologi Tumbuhan*.
- Rahmat, A. dan Hindriana, A. F. (2014). Beban Kognitif Mahasiswa dalam Pembelajaran Fungsi Terintegrasi Struktur Tumbuhan Berbasis Dimensi Belajar. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 20 (1): 66 – 74.
- Rahmat, A., Soesilowaty, S. A., Nuraeni, E., Yogi, Y., Nugroho, I., dan Gemilawati, M. (2017). Representasi Mental Siswa SMA dalam Membaca Gambar Biologi. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 22(1): XX-XX.
- Reid, D.J., Miller, J.A. (2015) Pupils' Perception of Biological Pictures and Its Implications for Readability Studies of Biology textbooks. *Journal of Biology Education*, 14 (1): 59 – 69.
- Salisbury, F. B. dan Ross, C. W. (1995). *Fisiologi tumbuhan Jilid I*. Bandung: ITB.

Intan Komalasari, 2020

ANALISIS POLA-POLA REPRESENTASI MENTAL DAN HUBUNGANNYA DENGAN BEBAN KOGNITIF MAHASISWA PENDIDIKAN BIOLOGI DALAM PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN MENGGUNAKAN DIAGRAM KONVENSIF REPRESENTASI DAN ISOMORFISME SPASIAL

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

- Sampurno, A. W., Rahmat, A., dan Diana, S.(2017). Students Mental Representation of Biology Diagrams/Pictures Conventions Based on Formation of Causal Network. *Journal of Physics*, 895: 1 – 7.
- Scharfenberg, F.J dan Bogner, F.X. (2010).Instructional Efficiency of Changing Cognitive in an Out of School Laboratory.*International Journal of Science Education*, 32 (6) : 824 – 829.
- Sima, J. K., Schultheis, H., dan Barkowsky, T. (2013). Difference Between Spatial and Visual Mental Representations. *Frontiers in Psychology*, 4 (240): 1 – 15.
- Slavin, E. R. (2009).*Psikologi Pendidikan: Teori dan Praktik*. Terjemahan Marianto Samosir. Jakarta: Indeks.
- Solomon, E. P., Berg, L. R., dan Martin, D. W. (2016). *Biology Eighth Edition*. USA: Thomson Brooks/Cole.
- Strasser, A. (2010). A Functional View Toward Mental Representation. *Computer Based Diagnostics and Systematic Analysis of Knowledge*, 2: 15 – 25.
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sweller, J., Ayres, P. dan Kalyuga, S. (2011).*Cognitive Load Theory*. New York: Cambridge University Press.
- Sweller, J. (2005). Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning.In Mayer, R.E. (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press.
- Sweller, J. (2010).Element Interactivity and Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load.*Educational Psychology Review*, 22: 123–138.
- Razali, N. M. dan Wah, Y. B. (2011).Power Comparisons of Saphiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors, and Anderson-Darling Tests.*Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2 (1): 21 – 33.
- Taiz, L. dan Zeiger, E. (2002). *Plant Physiology Third Edition*. Sunderland: Sinauer Associates.
- Tsui, C. Y. dan Treagust, D. F. (2013). Introduction to Multiple Representations: Their Importance in Biology and Biological Education. *Multiple Representations in Biological Education*, 1 : 3 – 18.

- Tversky, B. (2005). Prolegomenon to Scientific Visualizations. *Visualization in Science Education. Models and Modeling in Science Education* (hlm. 29 – 42), (1), Dordrecht: Springer.
- Vavra, K.L., Janjic-Watrich, V., Loerke, K., Phillips, L.M., Norris, S.P. dan Macnab, J. (2011). *Visualization in Science Education. ASEJ*. 2011, 41(1).
- Winkel, W.S. (1996). *Psikologi Pengajaran*. Jakarta: Grasindo.
- Woolnough, B. dan Allsop, T. (1985). *Practical Work In Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Yeh, T. K., Tseng, K. Y., Cho, C. W., Barufaldi, J. P., Lin, M. S., dan Chang, C. Y. (2012). Exploring the Impact of Prior Knowledge and Appropriate Feedback on Students' Perceived Cognitive Load and Learning Outcomes: Animation Based Earthquakes Instruction. *International Journal of Science Education*, 34 (10): 1555 – 1570.