

**PEMBELAJARAN SISTEM SARAF MANUSIA MENGGUNAKAN
MODELING BASED LEARNING (M_bL) UNTUK MENINGKATKAN
LEVEL BERPIKIR DAN REPRESENTASI JEJARING PROPOSISI
SISWA SMA**

TESIS

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Magister
Pendidikan Biologi



Oleh:

Lusia Kadarusman

NIM 1803302

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
DEPARTEMEN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN
ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2020**

Lusia Kadarusman, 2020
PEMBELAJARAN SISTEM SARAF MANUSIA MENGGUNAKAN *MODELING BASED LEARNING (M_bL)*
UNTUK MENINGKATKAN LEVEL BERPIKIR DAN REPRESENTASI JEJARING PROPOSISI SISWA SMA
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

LEMBAR PENGESAHAN

PEMBELAJARAN SISTEM SARAF MANUSIA MENGGUNAKAN
MODELING BASED LEARNING (M_bL) UNTUK MENINGKATKAN LEVEL
BERPIKIR DAN REPRESENTASI JEJARING PROPOSISI SISWA SMA

Oleh:
Lusia Kadarusman
NIM. 1803302

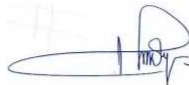
disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I,



Dr. rahmat. Adi Rahmat, M.Si.
NIP. 196512301992021001

Pembimbing II,



Dr. Didik Priyandoko, M.Si.
NIP. 196912012001121001

Mengetahui,
Ketua Departemen Pendidikan Biologi



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

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pembelajaran Sistem Saraf Manusia Menggunakan *Modeling Based Learning (Mbl)* untuk Meningkatkan Level Berpikir dan Representasi Jejaring Proposisi Siswa SMA” 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 dari karya saya ini.

Bandung, Agustus 2020
Yang membuat pernyataan,

Lusia Kadarusman

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Mahakuasa karena atas segala rahmat dan hikmat yang diberikan oleh-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul “**Pembelajaran Sistem Saraf Manusia Menggunakan *Modeling Based Learning (Mbl)* untuk Meningkatkan Level Berpikir dan Representasi Jejaring Proposisi Siswa SMA**”. Tesis ini diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh Gelar Magister Pendidikan Program Studi Pendidikan Biologi.

Penulis berharap semoga tesis ini dapat menjadi referensi bagi pembaca, khususnya para guru dan para peneliti di bidang pendidikan agar dapat meningkatkan kualitas pendidikan biologi terutama di tingkat sekolah menengah. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini masih banyak kekurangan yang masih jauh dari kesempurnaan. Akhir kata dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari akan segala keterbatasan bahwa tesis ini masih dapat dikembangkan di masa yang akan datang. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari seluruh pihak yang membaca tesis ini agar penulis dapat memperbaikinya. Semoga Tuhan Yang Mahakuasa membalas semua kebaikan dengan kebaikan dengan berlipat ganda.

Atas perhatian yang diberikan, penulis mengucapkan terima kasih.

Bandung, Agustus 2020

Lusia Kadarusman

NIM. 1803302

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan yang Maha Kuasa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pembelajaran Sistem Saraf Manusia Menggunakan *Modeling Based Learning (Mbl)* untuk Meningkatkan Level Berpikir dan Representasi Jejaring Proposisi Siswa SMA”. Penulisan tesis ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan Biologi pada Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia. Penyelesaian penulisan tesis ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan doa berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang sangat berjasa dalam penyelesaian penulisan tesis ini.

1. Penulis mengucapkan terimakasih kepada pembimbing, yaitu Dr. rer.nat. Adi Rahmat, M.Si. sebagai pembimbing I dan Dr. Didik Priyandoko, M.Si. sebagai pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing penulis. Berkat ilmu, semangat, dan kesabaran yang tiada henti diberikan, penulis dapat menyelesaikan tesis ini hingga layak disebut sebagai sebuah karya tulis ilmiah yang dapat memberikan manfaat dalam dunia pendidikan, khususnya pendidikan biologi.
2. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. H. Saefudin, M.Si. dan Dr. Kusnadi, M.Si. sebagai tim penguji yang telah memberikan saran yang sangat berguna bagi perbaikan tesis ini hingga layak disebut sebagai karya tulis ilmiah.
3. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Bambang Supriatno, M.Si. selaku ketua Program Studi Pendidikan Biologi Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memberikan arahan dalam penulisan tesis ini.
4. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dr. Hj. Widi Purwianingsih, M.Si.

selaku dosen pembimbing akademik dan juga selaku ketua Dewan Bimbingan Tesis yang telah memberikan arahan dan membantu kelancaran penyelesaian tesis ini.

5. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak dan Ibu dosen program studi pendidikan biologi Universitas Pendidikan Indonesia yang telah mencurahkan ilmu kepada kami serta staf tata usaha yang telah membantu kelancaran penyelesaian tesis ini.
6. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ketua Yayasan Mardiwijana Bandung yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk dapat melanjutkan studi.
7. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala SMA Santo Aloysius yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian di SMA yang beliau pimpin serta seluruh guru yang telah mendukung dan memberikan semangat.
8. Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh sahabat yang telah memberikan semangat, doa, serta kesempatan berbagi ilmu hingga penulis mampu untuk menyelesaikan penulisan tesis ini. Selanjutnya penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas semangat dan doa yang diberikan kepada penulis.
9. Secara khusus penulis mengucapkan terimakasih kepada keluarga, khususnya suami dan anak yang senantiasa memberikan semangat, doa, serta mencurahkan kasih sayang dan perhatian yang tak hingga hingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.

Semoga segala ilmu, bantuan, semangat dan doa yang telah diberikan dibalas oleh Tuhan yang Maha Kuasa dan menjadi berkah.

Bandung, Agustus 2020

Lusia Kadarusman

**PEMBELAJARAN SISTEM SARAF MANUSIA MENGGUNAKAN
MODELING BASED LEARNING (MbL) UNTUK MENINGKATKAN
LEVEL BERPIKIR DAN REPRESENTASI JEJARING PROPOSISI
SISWA SMA**

ABSTRAK

Modeling based learning (MbL) dalam pembelajaran sains merupakan suatu pendekatan pembelajaran ketika siswa sendiri yang membangun model fenomena ilmiahnya. Diharapkan pembelajaran menggunakan pendekatan MbL ini dapat menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan kemampuan berpikir dan pemahaman siswa terutama untuk konsep biologi yang abstrak seperti sistem saraf manusia. Penelitian ini merupakan penelitian kuasi eksperimen, dengan desain penelitian *pretest posttest control group design* yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh pendekatan pembelajaran MbL terhadap peningkatan *level* berpikir dan kemampuan siswa SMA dalam membangun representasi jejaring proposisi serta menganalisis hubungan antara *level* berpikir dengan kemampuan membangun representasi jejaring proposisi. Subjek penelitian ini adalah siswa SMA kelas XI di salah satu SMA Swasta di Kota Bandung dengan teknik pengambilan sampel *purposive sampling*. *Level* berpikir siswa diukur menggunakan soal-soal yang dikembangkan dari taksonomi baru Marzano dan Kendall sedangkan kemampuan representasi jejaring proposisi diukur menggunakan rubrik penilaian berdasarkan pemrosesan informasi Marzano. Hasil analisis data menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan pendekatan MbL mampu meningkatkan *level* berpikir siswa sampai *level* tiga (analisis). MbL juga dapat memfasilitasi siswa untuk merepresentasikan konsep sistem saraf manusia dengan lebih baik. Hasil penelitian ini juga menunjukkan terdapat korelasi yang positif dan signifikan antara *level* berpikir dengan kemampuan siswa dalam membangun representasi jejaring proposisi. Berdasarkan hal tersebut, dapat dinyatakan bahwa MbL dapat menjadi alternatif pembelajaran biologi sehingga kemampuan berpikir dan pemahaman konsep siswa mengalami peningkatan terutama dalam konsep sistem saraf manusia.

Kata Kunci: *Modeling based learning*, *level* berpikir, representasi jejaring proposisi, sistem saraf manusia.

LEARNING HUMAN NERVOUS SYSTEM USING MODELING BASED LEARNING (MbL) FOR IMPROVING HIGH SCHOOL STUDENTS' THINKING LEVEL AND PROPOSITION NETWORK REPRESENTATION

ABSTRACT

Modeling based learning (MbL) in learning science is a learning approach when the student, himself, forms his own phenomenal scientific model. It is expected that a learning process using this *Mbl* approach can be an alternative to improve student's thinking ability and understanding, especially for an abstract biology concept such as human nervous system. This study is a quasi experiment, pretest posttest control group design, whose purpose to analyze the effect of *Mbl* learning approach to the improvement of Senior high school student's thinking *level* and ability in forming a proposition network representation, also to analyze the relationship between thinking *level* and the ability to form a proposition network representation. The subjects of this study are XI grade students from one private Senior High School in Bandung, who are chosen using *purposive sampling* technique. Student's thinking *level* is measured using questions developed from Marzano and Kendall's new taxonomy, while the ability of proposition network representation is measured using the assessment rubric based on Marzano's information processing. The data analysis result shows that a learning using *Mbl* approach is able to improve student's thinking *level* to *level 3* (analysis). *Mbl* could also facilitated student to represent a better concept of human nervous system. The result of this study also shows a significant and positive correlation between student's thinking *level* and his ability to form a proposition network representation. Based on the result, *Mbl* can be declared to be a biology learning alternative so that students' thinking ability and concept understanding could improved especially in human nervous system concept.

Keywords: *Modeling based learning*, thinking *level*, proposition network representation, human nervous system.

DAFTAR ISI

	Halaman
PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMAKASIH	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Penelitian.....	1
B. Rumusan Masalah Penelitian.....	7
C. Batasan Masalah Penelitian	8
D. Tujuan Penelitian	9
E. Asumsi dan Hipotesis Penelitian	9
F. Manfaat Penelitian	10
BAB II <i>LEVEL</i> BERPIKIR DAN PENGUASAAN PENGETAHUAN, REPRESENTASI JEJARING PROPOSISI, DAN <i>MODELING BASED LEARNING</i>	
A. <i>Level</i> Berpikir dan Penguasaan Pengetahuan	11
B. Representasi Jejaring Proposisi	15
C. <i>Modeling based learning</i>	20
D. Materi Sistem Saraf Manusia.....	24
1. Analisis Kurikulum Materi Sistem Saraf Manusia	24
2. Deskripsi Materi Sistem Saraf Manusia	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Definisi Operasional.....	39

B. Metode Penelitian	40
C. Lokasi dan Waktu Penelitian	41

Halaman

D. Subjek Penelitian	41
E. Teknik Pengumpulan Data	42
F. Instrumen Penelitian.....	44
G. Pengembangan Instrumen Penelitian	46
H. Prosedur Penelitian.....	50
I. Analisis Data	56
J. Alur Penelitian	60

BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN

A. Temuan Penelitian

1. <i>Level</i> Berpikir Siswa	62
a. <i>Level</i> Berpikir Siswa Kelompok Kontrol	64
b. <i>Level</i> Berpikir Siswa Kelompok Perlakuan	67
2. Kemampuan Membangun Representasi Jejaring Proposisi Siswa	
a. Kemampuan Membangun Representasi Jejaring Proposisi	
Siswa Kelompok Kontrol	71
b. Kemampuan Membangun Representasi Jejaring Proposisi	
Siswa Kelompok Perlakuan	75
3. Hubungan <i>Level</i> Berpikir dengan Kemampuan Membangun	
Representasi Jejaring Proposisi	
a. Hubungan <i>Level</i> Berpikir dengan Kemampuan	
Membangun Representasi Jejaring Proposisi Siswa Kelompok	
Kontrol	79
b. Hubungan <i>Level</i> Berpikir dengan Kemampuan	
Membangun Representasi Jejaring Proposisi Siswa Kelompok	
Perlakuan.....	80
4. Hasil Analisis Statistik Variabel Penelitian	83

B. Pembahasan

	Halaman
1. <i>Level</i> Berpikir Siswa	92
2. Representasi Jejaring Proposisi	97
3. Hubungan Antara <i>Level</i> Berpikir dengan Kemampuan Membangun Representasi Jejaring Proposisi Sistem Saraf Manusia	103
BAB V PENUTUP	
A. Simpulan	108
B. Implikasi	108
C. Rekomendasi	109
D. Keterbatasan Penelitian	109
DAFTAR PUSTAKA	110
LAMPIRAN	119

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Materi Sistem	
Koordinasi	25
Tabel 2.2 Nama dan Fungsi Saraf Kranial	35
Tabel 3.1 Kuasi Eksperimen <i>Pretest-Posttest Control Group Design</i>	41
Tabel 3.2 Teknik Pengumpulan Data	42
Tabel 3.3 Kisi-kisi Soal <i>Level</i> Berpikir	44
Tabel 3.4 Rubrik Penilaian Representasi Jejaring Proposisi	46
Tabel 3.5 Kategorisasi Kemampuan Representasi Jejaring Proposisi	46
Tabel 3.6 Kriteria Daya Pembeda Soal	47
Tabel 3.7 Rekapitulasi Daya Pembeda Butir Soal Hasil Uji Coba	
Soal Pilihan Ganda Instrumen <i>Level</i> Berpikir	47
Tabel 3.8 Rekapitulasi Daya Pembeda Butir Soal Hasil Uji Coba	
Soal Uraian Instrumen <i>Level</i> Berpikir	48
Tabel 3.9 Rekapitulasi Tingkat Kesukaran Butir Soal Pilihan Ganda	
Hasil Uji Coba Instrumen <i>Level</i> Berpikir	48
Tabel 3.10 Rekapitulasi Tingkat Kesukaran Butir Soal Uraian	
Hasil Uji Coba Instrumen <i>Level</i> Berpikir	48
Tabel 3.11 Kriteria Validitas Butir Soal	49
Tabel 3.12 Rekapitulasi Validitas Butir Soal Hasil Uji Coba	
Soal Pilihan Ganda Instrumen <i>Level</i> Berpikir	49
Tabel 3.13 Rekapitulasi Validitas Butir Soal Hasil Uji Coba	
Soal Uraian Instrumen <i>Level</i> Berpikir	49
Tabel 3.14 Kriteria Reliabilitas Butir Soal	50
Tabel 3.15 Strategi Pembelajaran pada Kelompok Kontrol	
dan Kelompok Perlakuan	51
Tabel 3.16 Kegiatan Pembelajaran pada Kelompok dan	
Kelompok Perlakuan	53
Tabel 3.17 Kategorisasi Hasil Penilaian Representasi Jejaring Proposisi ..	57

	Halaman
Tabel 3.18 Kriteria Pengelompokan <i>N Gain</i>	57
Tabel 3.19 Interpretasi Koefisien Korelasi	59
Tabel 4.1 Pencapaian <i>Level</i> Berpikir Siswa Kelas Kontrol	66
Tabel 4.2 Pencapaian <i>Level</i> Berpikir Siswa Kelas Perlakuan.....	70
Tabel 4.3 Rata-rata Nilai Jejaring Proposisi Gabungan untuk Setiap <i>Level</i> Berpikir Siswa Kelompok Kontrol	79
Tabel 4.4 Rata-rata Nilai Jejaring Proposisi Gabungan untuk Setiap <i>Level</i> Berpikir Siswa Kelompok Perlakuan	80
Tabel 4.5 Hasil Uji Normalitas <i>Shapiro-Wilk</i>	83
Tabel 4.6 Hasil Uji <i>Levene</i> dan Uji <i>t</i> Rata-rata Nilai <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Kemampuan Berpikir.....	86
Tabel 4.7 Hasil Uji <i>Mann Whitney</i>	88
Tabel 4.8 Hasil Uji <i>Levene</i> dan Uji <i>t</i> Representasi Jejaring Proposisi	89
Tabel 4.9 Hasil Uji Korelasi <i>Pearson Product Moment</i>	91

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Enam <i>Level</i> Kemampuan Berpikir Taksonomi Baru Marzano.....	12
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	60
Gambar 4.1 Hasil <i>Posttest</i> Kemampuan Berpikir Kelompok Kontrol dan Kelompok Perlakuan.....	63
Gambar 4.2 Rata-rata Nilai <i>Pretest</i> dan <i>Posttest Level</i> Berpikir Siswa Kelompok Kontrol	64
Gambar 4.3 Persentase Jumlah Siswa yang Mampu Menuntaskan Setiap <i>Level</i> Berpikir (Nilai ≥ 70) Kelompok Kontrol	65
Gambar 4.4 Rata-rata Nilai <i>Pretest</i> dan <i>Posttest Level</i> Berpikir Siswa Kelompok Perlakuan	67
Gambar 4.5 Persentase Jumlah Siswa yang Mampu Menuntaskan Setiap <i>Level</i> Berpikir (Nilai ≥ 70) Kelompok Perlakuan	69
Gambar 4.6 Persentase Kemampuan Membangun Representasi Jejaring Proposisi Gabungan Kelompok Kontrol	72
Gambar 4.7 Persentase Kemampuan Membangun Representasi Jejaring Proposisi Struktur dan Fungsi Neuron Kelompok Kontrol ...	73
Gambar 4.8 Persentase Kemampuan Membangun Representasi Jejaring Proposisi Sistem Saraf Pusat dan Sistem Saraf Tepi Kelompok Kontrol.....	74
Gambar 4.9 Persentase Kemampuan Membangun Representasi Jejaring Proposisi Gabungan Kelompok Perlakuan	75
Gambar 4.10 Persentase Kemampuan Membangun Representasi Jejaring Proposisi Struktur dan Fungsi Neuron Kelompok Perlakuan	76
Gambar 4.11 Persentase Kemampuan Membangun Representasi Jejaring Proposisi Sistem Saraf Pusat dan Sistem Saraf Tepi Kelompok Perlakuan	77

Gambar 4.12 Perbandingan Rata-rata Nilai Representasi Jejaring Proposisi Kelompok Kontrol dan Kelompok Perlakuan	78
Gambar 4.13 Rata-rata Nilai Jejaring Proposisi Gabungan untuk Setiap <i>Level</i> Berpikir Siswa Kelompok Kontrol	80
Gambar 4.14 Rata-rata Nilai Jejaring Proposisi Gabungan untuk Setiap <i>Level</i> Berpikir Siswa Kelompok Perlakuan	82
Gambar 4.15 Rata-rata Nilai Gabungan Jejaring Proposisi untuk Setiap <i>Level</i> Berpikir Siswa Kelompok Kontrol dan Kelompok Perlakuan	83

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A1 Kisi-kisi Soal untuk Mengukur <i>Level</i> Berpikir Berdasarkan Taksonomi Baru Marzano pada Materi Sistem Saraf Manusia	119
Lampiran A2 Rubrik Penilaian untuk Soal <i>Level 5</i> dan <i>Level 6</i>	139
Lampiran A3 Soal Ulangan Sistem Saraf Manusia	141
Lampiran A4 Kunci Jawaban Representasi Jejaring Proposisi Neuron	151
Lampiran A5 Kunci Jawaban Representasi Jejaring Proposisi Sistem Saraf Pusat dan Sistem Saraf Tepi	152
Lampiran A6 Rubrik Penilaian Jejaring Proposisi	153
Lampiran A7 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Kelompok Kontrol	156
Lampiran A8 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Kelompok Perlakuan	161
Lampiran A9 Lembar Kerja Siswa untuk Kelompok Kontrol	166
Lampiran A10 Lembar Kerja Siswa untuk Kelompok Perlakuan	171
Lampiran B1 Data Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest Level</i> Berpikir Kelompok Perlakuan	172
Lampiran B2 Data Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest Level</i> Berpikir Kelompok Kontrol	174
Lampiran B3 Data Hasil Penilaian Representasi Jejaring Proposisi Struktur dan Fungsi Neuron, SSP dan SST Kelompok Perlakuan	176
Lampiran B4 Data Hasil Penilaian Representasi Jejaring Proposisi Struktur dan Fungsi Neuron, SSP dan SST Kelompok Kontrol	177
Lampiran B5 Data Hasil Penilaian Representasi Jejaring Proposisi Gabungan Kelompok Perlakuan	178
Lampiran B6 Data Hasil Penilaian Representasi Jejaring Proposisi Gabungan Kelompok Kontrol	179

	Halaman
Lampiran C1 Data Hasil Anatest Soal Pilihan Ganda	180
Lampiran C2 Data Hasil Anatest Soal Uraian.....	190
Lampiran C3 Data Hasil Uji Statistik	194
Lampiran C4 Hasil Validasi Instrumen	208
Lampiran C5 Surat Pengantar Penelitian	211
Lampiran C6 Surat Keterangan Pelaksanaan Penelitian.....	212
Lampiran C7 Contoh Hasil Representasi Jejaring Proposisi Neuron.....	213
Lampiran C8 Contoh Hasil Representasi Jejaring Proposisi Sistem Saraf Pusat dan Sistem Saraf Tepi.....	217

DAFTAR PUSTAKA

- Adodo, S. O. (2013). Effect of Mind-Mapping as a Self-Regulated Learning Strategy on Students' Achievement in Basic Science and Technology. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 4(6), hlm. 163-172.
- Ainsworth, S. (2008). The Educational Value of Multiple Representations when Learning Complex Scientific Concepts. In J. Gilbert, M. Reiner, & M. Nakhleh (Eds), *Visualization : Theory and Practice in Science Education* (pp.191-208). Dordrecht : Springer.
- Anderson, J.R. (2015). *Cognitive psychology and its implication*, 8th edition. United States of America : Worth Publisher.
- Anderson, L. W. & Krathwohl, D.R. (2015). *Kerangka Landasan Untuk Pembelajaran, Pengajaran, dan Asesmen Revisi Taksonomi Pendidikan Bloom*. Yogyakarta: Pustaka Belajar
- Anderson, R. C., & Pearson, P. D. (1984). *A schema-theoretic view of basic processes in reading comprehension*. In P. D. Pearson (Ed.), *Handbook of reading research*. New York: Longman.
- Arentze, T.A., Dellaert, C.G.C. & Timmermans, H.J.P. (2008). Modelling and measuring individuals' mental representation of complex socio-temporal decision problems. *Environment and Behavior*, 40(6), hlm. 843 – 869.
- Arikunto, S. (2012). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara
- Atika, S., Isnaini, W., & Prasetya, A.P.B. (2012). Pengaruh Pendekatan Problem Based Learning dalam Materi Pencemaran Lingkungan Terhadap Kemampuan Analisis. *Jurnal of Biology Education*, 1(3), hlm. 319-227
- Balim, A. G. (2013). The effect of mind-mapping applications on upper primary students' success and inquiry-learning skills in science and environment education. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 22(4), hlm. 337-352.
- Barab, S.A., Hay, K.E., Squire, K., Barnett, M. & Keating, T. (2000). Virtual solar system project: Building understanding through model building. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), hlm. 719–56.
- Bergey, B., Cromley, J., Kirchgessner, M., and Newcombe, N. (2015). Using Diagrams versus Text for Spaced Restudy : Effects on Learning in 10th Grade Biology Classes. *British Journal of Education Psychology*, 85, hlm.

- Broers, N.J. (2002). Selection and use of propotional knowledge in statistical problem solving. *Learning and Instruction*, 12(3), hlm. 323 – 344.
- Buzan, T. (2011). *Buku Pintar Mind Map*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Cavalho, J., Beltramini, L., and Bossolan, N. (2018). Using a Board Game to Teach Protein Synthesis to High School Students. *Journal of Biological Education*.
- Cheng, M. & Gilbert, J. (2015). Students' Visualization of Diagrams Representing the Human Circulatory System : The Use of Spatial Isomorphism and Representational Conventions. *International Journal of Science Education*, 37 (1), hlm. 136 – 161.
- Cho, H.Y. & Jonassen, D.H. (2012). Learning by self explaining causal diagrams in high school biology. *Asia Pacific Education Review*, 13(1), hlm. 171 – 184.
- Constantinou, C.P. 1999. The Cocoa microworld as an environment for modeling physicalphenomena. *International Journal of Continuing Education and Life-Long Learning* 8(2), hlm. 65–83.
- Creswell, J. (2015). *Riset Pendidikan Perencanaan, Pelaksanaan, dan Evaluasi Riset Kualitatif dan Kuantitatif*. Edisi kelima. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Dahar, R.W. (2011). *Teori-teori belajar & pembelajaran*. Jakarta : Erlangga.
- Dede, C., M. Salzman, B. Loftin & Sprague, D. (1999). *Multisensory immersion as a modeling environment for learning complex scientific concepts*. In *Computer modeling and simulationin science and mathematics education*. New York : Springer Verlag.
- Desmita. (2012). *Psikologi Perkembangan Peserta Didik*. Bandung : Remaja Rosdakarya.
- Dhindsa,H.,Kasim, M. & Anderson, O.R. (2011).Constructivist-Visual Mind Map Teaching Approach and the Quality of Students' Cognitive Structures. *J Sci Educ Technology*, 20, hlm. 186-200.
- Duschl, R. A. (1990). *Restructuring science education: The importance of theories and their development*. New York : Teachers College Press.

- Erdogan, Y. (2008). Paper-based and computer based concept mappings: the effects on computer achievement, computer anxiety and computer attitude. *British Journal of Educational Technology*, 40 (5), hlm. 821-836.
- Fatiha, M., Rahmat, A., Solihat, R. (2017). High School Students' Propotional Network Representation when Interpreting Convention Diagrams. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*, 895, hlm. 1-9.
- Fretz, E.B., Wu, H.K., Zhang, B., Davis, E.A., Krajcik, J.S. & Soloway, E. (2002). An investigation of software scaffolds supporting modeling practices. *Research in Science Education*, 32(4), hlm, 567–89.
- Gericke, N. M., & Hagberg, M. (2010). Conceptual incoherence as a result of the use of multiple history models in school textbooks. *Research in Science Education*, 40(4), hlm. 605 – 623.
- Gericke, N. M., Hagberg, M., & Jorde, M. (2013). Upper secondary students' understanding of the use of multiple models in biology textbooks—The importance of conceptual variation and incommensurability. *Research in Science Education*, 43(2), hlm. 755 – 780.
- Gilbert, J.K. & Justi, R. (2016). *Modelling Based Teaching*. Switzerland : Springer.
- Gilbert, J.K. (2010). The role of visual representations in the learning and teaching in science. *Asia Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(1), hlm. 1-19.
- Gilbert, S.W. (1991). Model building and a definition of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, hlm. 73–80.
- Goff, E., Reindl, K., Johnson, C., Mc.Clean, P., Offerdahl, E., Schroeder, N., and White, A. (2017). Variation in External Representations as Part of The Classroom Lecture : An Investigation of Virtual Cell Animations in Introductory Photosynthesis Instruction. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 45 (3), hlm. 226 – 234.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. & Smith. C.L. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching* 28(9), hlm. 799–822.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing Change/Gain Scores*. [Online] Tersedia: <http://www.physics.indiana.edu/nsdi/AnalyzingChange-Gain.pdf> [Diakses Lusia Kadarusman, 2020
- PEMBELAJARAN SISTEM SARAF MANUSIA MENGGUNAKAN MODELING BASED LEARNING (M_{BL}) UNTUK MENINGKATKAN LEVEL BERPIKIR DAN REPRESENTASI JEJARING PROPOSISI SISWA SMA**
 Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3 April 2020].

- Halloun, I.A. (2006). *Modeling theory in science education*. Dordrecht: Springer.
- Hansen, J.A., Barnett, M., MaKinster, J.G. & Keating, T. (2004a). The impact of threedimensional computational modelling on students' understanding of astronomy concepts: A qualitative analysis. *International Journal of Science Education*, 26 (11), hlm. 1365–1378.
- Hansen, J.A., Barnett, M., MaKinster, J.G. & Keating, T. (2004b). The impact of threedimensional computational modeling on student understanding of astronomy concepts: A qualitative analysis. *International Journal of Science Education* 26 (13), hlm. 1555–1575.
- Harrison, A.G. & Treagust, D.F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*. 22 (9), hlm. 1011–1026.
- Heijnes, D., vanJoolingen, W., & Leenars, F. (2017). Stimulating Scientific Reasoning with Drawing-Based Modeling. *Journal of Science Education and Technology*, 27, 45-56.
- Heong, Y.M., Othman, W.B., Yunos, J.B., Kiong, T.T., Hassan, R., & Mohamad, M.M. (2011). The level of Marzano Higher Order Thinking Skills among Technical Education Students. *International Journal of Social Science and Humanity*, 1(2), hlm. 121-125.
- Hidayat, T., Rahmat, A., Redjeki, S., Rahman, T., & Putra. A. (2019). The ability of scientific reasoning of students with drawing based modeling. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*, 1157, hlm. 1-6
- Hurley, S.M. & Novick, L.R. (2010). Solving problems using matrix, network, and hierarchy diagrams : The consequences of violating construction conventions. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63(2), hlm. 275 – 290.
- Hyerle & Alper. (2012). *Thinking Maps Edisi Kedua*. Jakarta: Indeks.
- Ibrahim, B. & Rebello, N.S. (2013). Role of mental representations in problem solving : Students' approaches to nondirected tasks. *Physical Review Special Topics Physics Education Research*, 9 (2), hlm. 1-12.
- Jansen, S., Knippels, M.C.P.J., & van Joolingen, W.R. (2019). Assesing students' understanding of models of biological processes : a revised framework. *International Journal of Science Education*, 41(8), hlm. 981-994.

Lusia Kadarusman, 2020

PEMBELAJARAN SISTEM SARAF MANUSIA MENGGUNAKAN *MODELING BASED LEARNING (M_{BL})*
UNTUK MENINGKATKAN LEVEL BERPIKIR DAN REPRESENTASI JEJARING PROPOSISI SISWA SMA
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Jong,J.J., Chiu,M.H. & Chung, S.L. (2015). The use of modeling based text to improve students' modeling competencies. *Science Education*, 99 (5), hlm. 986–1018.
- Kragten, M., Admiraal, W., and Rijlaarsdam, G. (2014). Students' Ability to Solve Proces-diagram Problems in Secondary Education. *Journal of Biological Education*.
- Krell, M. & Kruger, D. (2017). University Students' Meta-modelling Knowledge. *Research in Science & Techology Education*, 35(3), hlm. 261-273.
- Koponen, I. (2007). Models and modelling in physics education: A critical re-analysis of philosophical underpinnings and suggestions for revisions. *Science and Education* , 16(7), hlm. 751–773.
- Lazarowitz, R. & Penso, S. (1992). High school student's difficulties in learning biology concepts. *Journal Of Biological Education*, 26(3), hlm. 215 – 223.
- Lee, Y.L. (2018). Nurturing critical thinking for implementation beyond the classroom: Implications from social psychological theories of behavior change. *Thinking Skills and Creativity*, 27, 139-146.
- Lestari, D., Mulyani, S.E.S., & Susanti, R. (2016). Pengembangan perangkat blended learning sistem saraf manusia untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. *Journal of Innovative Science Education*, 5(1), 83 – 93.
- Linn, M. (2003). Technology and science education: Starting points, research programs, and trends. *International Journal of Science Education* , 25 (6), hlm. 727–758.
- Long, D.L., Baynes, K., & Prat, C.S. (2005). The propositional structure of discourse in the two cerebral hemispheres. *Brain and Language*, 95 (3), hlm. 383 – 394.
- Long, D. dan Carlson, D. (2011). Mind the Map: How Thinking Maps Affect Student Achievement. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 13(2), hlm. 1-7.
- Louca, L. T., & Zacharia, . Z. C. (2011). Modeling-based learning in science education: cognitive, metacognitive, social, material and epistemological contributions. *Educational Review*, 64(4), hlm. 471-492.
- Louca, L.T., Zacharia, Z. C. & Constantinou, P. (2011). In quest of productive modelling based learning discourse in elementary school science. *Journal of*

Lusia Kadarusman, 2020

PEMBELAJARAN SISTEM SARAF MANUSIA MENGGUNAKAN *MODELING BASED LEARNING (M_{BL})* UNTUK MENINGKATKAN LEVEL BERPIKIR DAN REPRESENTASI JEJARING PROPOSISI SISWA SMA Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Research in Science Teaching, 48 (8), hlm. 919 – 951

- Lu, Zou, and Zhang, Y. (2013). Application of Mind Maps and Mind Manager to Improve Students' Competence in Solving Chemistry Problems. *Chemistry Education and Sustainability in The Global Age*, hlm. 235-245.
- Martini, F.H., Nath, J. & Bartholomew, E. (2012). *Fundamentals of anatomy & physiology*, 11 edition. San Fransisco : Pearson.
- Marzano, R.J. (1992). *A different kind of classroom, teaching with dimension of learning*, Alexandria : Association for Supervision and Curriculum Development .
- Marzano, R.J. & Heflebower, T. (2011). Grades That Show What Students Know. *Effective Grading Practices Pages*, 69 (3), hlm.34-39
- Marzano, R.J. & Kendall, J.S. (2007). *The New Taxonomy of Educational Objectives*. Second Edition. California : Corwin Press.
- Marzano, R.J. & Kendall, J.S. (2008). *Designing and Assessing Educational Objectives Applying The New Taxonomy*. California : Corwin Press.
- Marzano, R.J., Pickering, D. & McTighe, J. (1993). *Assessing student outcomes, performance, assessment using the dimension of learning*. Alexandria : Association for Supervision and Curriculum Development. McMillan, J. H. & Schumacher, S. (2001). *Research in Education*. Fifth Edition. New York: Longman.
- Mayer, R. E & Mareno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38 (1), hlm. 43-52.
- Melrose, S. (2013). Facilitating Constructivist Learning Environments Using Mind Maps and Concept Maps as Advance Organizers. *Institute for Learning Centered Education*, hlm. 1-11.
- Mitchel, C.J., Houwer, J.D., & Lovibond, P.F. (2009). The propositional nature of human associative learning. *Behavioral and Brain Science*, 32(2), hlm. 183 – 246.
- Moreno, R. (2006). Decreasing Cognitive Load for Novice Student: Effect of Explanatory versus Corrective Feedback in Discovery-Based Multimedia. *Instructional Science*, 32.

- National Research Council. (NRC). (2012). *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nawawi, S., Oviyanti, F., & Faizah, U. (2017). Pengaruh Model Generative Learning Terhadap Kemampuan Analisis Siswa pada Materi Sistem Saraf Manusia. *Edubiotik*, 2(2), hlm. 30-39.
- Nichols, K. (2017). Impact of Professional Learning on Teachers' Representational Strategies and Students' Cognitive Engagement with Molecular Genetics Concepts. *Journal of Biological Education*.
- Noonan, M. (2012). Mindmaps: Enhancing midwifery education. *Nurse Education Today*, 33(8), hlm. 847–852
- Nugraheni, D., Suyanto, S., & Harjana, T. (2017). Pengaruh Siklus Belajar 5E Terhadap Kemampuan Literasi Sains pada Materi Sistem Saraf Manusia. *Jurnal Prodi Pendidikan Biologi UN Y*, 6(4), hlm. 178-188
- Olander, C., Wickman, P., Tyler, R., and Ingerman, A. (2017). Representations as Mediation Between Purposes as Junior Secondary Science Students Learn About The Human Body. *International Journal of Science Education*.
- Opara, R.S.M.F. (2010). Mind Mapping as a Self Regulated Learning Strategy for Students' Achievement in Stoichiometry. *The Nigerian Journal of Research and Production*, 17(1), hlm. 1-10.
- Paivio, A. (1990). *Mental Representation: A Dual Coding Approach*. 9th edition. New York: Oxford University Press, Inc.
- Peel, A., Zangori, L., Friedrichsen, P., Hayes, E. & Sadler, T. (2019). Students' model-based explanations about natural selection and antibiotic resistance through socioscientific issues-based learning. *International Journal of Science Education*, hlm. 1-23.
- Penner, D.E. (2000). Cognition, computers, and synthetic science: Building knowledge and meaning through modeling. *Review of Research in Education*, 25, hlm. 1–36.
- Permendikbud no. 37 tahun 2018 tentang kompetensi inti dan kompetensi dasar. Jakarta : Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.

- Rahadi, A. (2003). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Dikjen Dikti Depdikbud.
- Reed, S. K. (2011). *Cognition Theory and Applications*. Jakarta: Salemba Humanika
- Rockstroh, B. & Elbert, T. (2010). Traces of fear in the neural web – magnetoencephalographic responding to arousing pictorial stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 78(1), hlm. 14 – 19.
- Sabelli, N. (1994). On using technology for understandings science. *Interactive Learning Environments*, 4(3), hlm. 195–8.
- Santrock, J.W. (2014). *Psikologi pendidikan Jilid 3*. (edisi ketiga). Jakarta : Salemba Humanika.
- Schwarz, C.V. & Gwekwerere, Y.N. (2007). Using a guided inquiry and modeling instructional framework (EIMA) to support pre-service K-8 science teaching. *Science education*, 91 (1), hlm. 158–187.
- Schnotz, W & Kurschner, C. (2007). A Reconsideration of Cognitive Load Theory. *Educational Psychology Review*, 19(4), hlm. 469-508.
- Setiono, K. (2009). *Psikologi Perkembangan*. Bandung : Widya Padjajaran.
- Sternberg, R.J. (2008). *Psikologi kognitif*. (edisi keempat). Yogyakarta : Pustaka Pelajar.
- Sudjana. (2013). *Metoda statistika*. (Edisi ke-7). Bandung: Tarsito.
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukmadinata, N.S. (2005). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosda Karya.
- Susanti, E. & Anwar, Y. (2018). Profile of Biology Prospective Teachers' Representation on Plant Anatomy Learning. *IOP Conf.Series : Journal of Physics : Conf.Series 1006 (2018) 01204*.
- Sweller, J. (2010). Cognitive load theory: recent theoretical advances. Dalam Plass, J. L., Moreno, R., & Bruken, R. (eds), *Cognitive Load Theory* (hlm 29-47). Cambridge: Cambridge University Press.
- Tortora, G.J. & Derrickson, B. (2009). *Principles of anatomy and physiology*, 12th

edition. United States of America : John Wiley & Sons Inc.

- Van Meter, P., Cameron, C., and Waters, J. (2017). Effects of Response Prompts and Diagram Comprehension Ability on Text and Diagram Learning in a College Biology Course. *Learning and Instruction*, 49, hlm. 188 – 198.
- Walker, G.H., Stanton, N.A., Stewart, R., Jenkins D., Wells, L., Salmon, P. & Baber, C. (2009). Using an integrated methods approach to analyze the emergent properties of military command and control. *Applied Ergonomics*, 40(4), hlm. 637 – 647.
- Wells, M., Hestenes, D. & Swackhamer, G. (1995). A modeling method for high school physics instruction. *American Journal of Physics*, 63 (7), hlm. 606–620.
- White, B. (1993). ThinkerTools: Causal models, conceptual change, and science education. *Cognition and Instruction*, 10 (1), hlm: 1–10.
- Won, M., Yoon, H. & Treagust, D. (2014). Students' Learning Strategies With Multiple Representations :Explanations of Human Breathing Mechanism. *Science Education*, 98 (5), hlm. 840 – 866.
- Wu, H.K. (2010). Modelling a complex system: Using novice-expert analysis for developing an effective technology-enhanced learning environment. *International Journal of Science Education*, 32(2),hlm. 195–219.
- Zvauya, R., Purandare S., Young, N. & Pallan, M. (2017). The use of mind maps as an assessment tool in a problem based learning course. *Creative Education*, (8), hlm. 1782-1793

