

ANALISIS PERUBAHAN PRAKTIKUM DIFUSI DAN OSMOSIS

TESIS

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Magister
Pendidikan Biologi



Oleh

PUTRI GIRIYANTI

NIM 1802889

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI

SEKOLAH PASCASARJANA

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2020

ANALISIS PERUBAHAN PRAKTIKUM DIFUSI DAN OSMOSIS

Oleh:

Putri Giriyanti

S.Pd. Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati, 2017

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

© Putri Giriyanti 2020

Universitas Pendidikan Indonesia

September 2020

Hak Cipta dilindungi Undang-undang.

Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

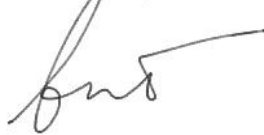
LEMBAR PENGESAHAN

PUTRI GIRIYANTI

ANALISIS PERUBAHAN PRAKTIKUM DIFUSI DAN OSMOSIS

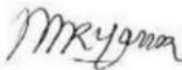
disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



Prof. Dr. Nuryani Rustaman, M.Pd.
NIP. 195012311979032029

Mengetahui,
Ketua Departemen Pendidikan Biologi



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

Analisis Perubahan Praktikum Difusi Dan Osmosis

Putri Giriyanti

NIM. 1802889

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik desain dan rekonstruksi praktikum difusi dan osmosis berdasarkan Lembar Kerja Siswa (LKS) sejalan dengan perkembangan kurikulum. Metode penelitian ini adalah deskriptif. Objek yang digunakan dalam penelitian meliputi delapan LKS dari beberapa kurikulum yang berbeda. Indikator analisis lembar kerja siswa meliputi konsep (konseptual), praktik, dan konstruksi pengetahuan. Perkembangan kurikulum yang dimaksud dalam penelitian ini dimulai dari Kurikulum berbasis Standar (KBS 2004), Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP 2006), dan Kurikulum 2013. Analisis data dilakukan dengan melakukan penyekoran terhadap aspek konsep, praktik, dan konstruksi pengetahuan pada LKS dengan menggunakan rubrik penilaian. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada kegiatan praktikum difusi dan osmosis mengalami perubahan pada rata-rata persentase analisis aspek konsep (konseptual) (46.67%; 60.00%; 73.33%), aspek praktikal (57.14%; 68.57%; 97.14%), dan konstruksi pengetahuan (83.33%; 53.33%; 93.33%) seiring dengan perkembangan kurikulum. Pada praktikum plasmolisis, rata-rata persentase analisis aspek konsep (konseptual) (60.00%; 73.33%; 73.33%), aspek praktikal (71.43%; 82.86%; 94.29%), dan konstruksi pengetahuan (96.67%; 96.67%; 86.67%). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa seiring perkembangan kurikulum, kegiatan praktikum difusi, osmosis, dan plasmolisis mengalami perubahan pada aspek konsep, praktik dan konstruksi pengetahuan.

Kata kunci: *Kegiatan Praktikum, Kurikulum, Difusi, Osmosis*

Analaysis of Diffusion and Osmosis Practice Activities

Putri Giriyanti
NIM. 1802889

Abstract

The research aims to describe the characteristics of diffusion and osmosis practical design based on the student's worksheet in line with the development of the curriculum. The research method was descriptive. The object used include eight student worksheets from different curriculum. Analysis indicators include the content, practical activities, and the construction of knowledge. Curriculum that used in this study began from the 2004 Standard-based Curriculum, 2006 School-based Curriculum, and 2013 Curriculum. Data were analyze by scoring certain aspects of concepts, practices, and knowledge construction in student worksheets using the assessment rubric. The results show that the concept of diffusion and osmosis activities have changed the percentage (46.67%; 60.00%; 73.33%), practices aspects (57.14%; 68.57%; 97.14%), and knowledge construction aspects (83.33%; 53.33%; 93.33%) in line with the development of the curriculum. The concepts of plasmolysis have changed in three aspects: concepts (60.00%; 73.33%; 73.33%), practices aspects (71.43%; 82.86%; 94.29%), and knowledge construction (96.67%; 96.67%; 86.67%). Thus, it can be concluded that as the curriculum progresses, diffusion, osmosis, and plasmolysis activities develop in the aspects of concept, practical activities and knowledge constructions.

Keyword: *Practice Activities, Curriculum, Diffusion, Osmosis*

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Kata Pengantar	iii
Ucapan Terima Kasih	iv
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	vii
Daftar Gambar	ix
Daftar Lampiran	x
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Penelitian	1
B. Rumusan Masalah Penelitian	11
C. Batasan Masalah	11
D. Tujuan Penelitian	12
E. Manfaat Hasil Penelitian	13
F. Struktur Organisasi Tesis	13
BAB II ANALISIS PRAKTIKUM DIFUSI DAN OSMOSIS BERDASARKAN PERKEMBANGAN KURIKULUM	
A. Kegiatan Praktikum	15
B. Perkembangan Kurikulum di Indonesia	29
C. Analisis dan Rekonstruksi Lembar Kerja Siswa Berdasarkan Kurikulum dan Diagram Vee	48
D. Tinjauan Konsep Transpor pada Membran Sel	50
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Definisi Operasional	57
B. Desain Penelitian	58
C. Objek Penelitian	58
D. Teknik Pengumpulan Data	59
E. Instrumen Penelitian	59
F. Analisis Data	68
G. Prosedur Penelitian	69

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Konsep Praktikum Difusi dan Osmosis	71
B. Aspek Praktikal pada Praktikum Difusi dan Osmosis	89
C. Konstruksi Pengetahuan Praktikum Difusi dan Osmosis.....	111
D. Rekonstruksi Lembar Kerja Siswa pada Praktikum Difusi dan Osmosis.....	132
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	
A. Simpulan	146
B. Implikasi	148
C. Rekomendasi	149
Daftar Pustaka.....	150
Lampiran-Lampiran.....	163

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
Tabel 2.1	Perkembangan Kurikulum GBPP IPA-Biologi	34
Tabel 2.2	Peta Materi Biologi SMA/MA dalam KBS 2004.....	39
Tabel 2.3	Peta Materi Biologi SMA/MA dalam KTSP 2006.....	42
Tabel 2.4	Peta Materi Biologi SMA/MA dalam Kurikulum 2013	46
Tabel 2.5	Pengembangan Pola Pikir Kurikulum 2013	47
Tabel 2.6	Perkembangan Kerja Praktik pada Kurikulum di Indonesia.....	48
Tabel 3.1	Teknik Pengumpulan Data	59
Tabel 3.2	Indikator Analisis Konseptual	66
Tabel 3.3	Indikator Analisis Praktikal	67
Tabel 3.4	Indikator Analisis Konstruksi Pengetahuan	67
Tabel 3.5	Kategori Kesesuaian LKS	69
Tabel 4.1	Analisis Konseptual pada Praktikum Difusi dan Osmosis..	72
Tabel 4.2	Perkembangan Konsep pada Kegiatan Praktikum Difusi dan Osmosis seiring perkembangan kurikulum	74
Tabel 4.3	Analisis Konseptual pada Praktikum Plasmolisis	82
Tabel 4.4	Perkembangan Konsep pada Kegiatan Praktikum Plasmolisis seiring perkembangan kurikulum.....	83
Tabel 4.5	Analisis Praktikal pada Praktikum Difusi dan Osmosis.....	90
Tabel 4.6	Perkembangan Praktikal pada Kegiatan Praktikum Difusi dan Osmosis seiring perkembangan kurikulum	93
Tabel 4.7	Analisis Praktikal pada Praktikum Plasmolisis	102
Tabel 4.8	Perkembangan Praktikal pada Kegiatan Praktikum Plasmolisis seiring perkembangan kurikulum.....	103
Tabel 4.9	Analisis Konstruksi Pengetahuan pada Praktikum Difusi dan Osmosis.....	112
Tabel 4.10	Perkembangan Konstruksi Pengetahuan pada Kegiatan Praktikum Difusi dan Osmosis seiring perkembangan	

	kurikulum	114
Tabel 4.11	Analisis Konstruksi Pengetahuan pada Praktikum Plasmolisis	125
Tabel 4.12	Perkembangan Konstruksi Pengetahuan pada Kegiatan Praktikum Plasmolisis seiring perkembangan kurikulum ...	126

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
Gambar 2.1	Bentuk Diagram Vee	23
Gambar 2.2	Proses Pengembangan dan Implementasi Kerja Praktik	28
Gambar 2.3	Peran Kerja Praktik.....	49
Gambar 2.4	Struktur Membran Sel.....	51
Gambar 2.5	Proses Difusi	53
Gambar 2.6	Proses Osmosis	54
Gambar 2.7	Kondisi Sel Tumbuhan pada Konsentrasi Larutan yang berbeda.....	56
Gambar 3.1	Alur Penelitian	70
Gambar 4.1	Perkembangan Konsep pada Praktikum Difusi, Osmosis, dan Plasmolisis seiring Perkembangan Kurikulum.....	89
Gambar 4.2	Perkembangan Aspek Praktikal pada Praktikum Difusi, Osmosis, dan Plasmolisis seiring Perkembangan Kurikulum.....	111
Gambar 4.3	Perkembangan Konstruksi Pengetahuan pada Praktikum Difusi, Osmosis, dan Plasmolisis seiring Perkembangan Kurikulum.....	132
Gambar 4.4	Contoh Rekonstruksi Konsep LKS.....	134
Gambar 4.5	Contoh Rekonstruksi Aspek Praktikal LKS Difusi, Osmosis, dan Plasmolisis.....	137
Gambar 4.6	Contoh Rekonstruksi Aspek Konstruksi Pengetahuan LKS	142

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Instrumen Penelitian	
1. Kisi-kisi Lembar Analisis LKS	163
2. Rubrik Penilaian Analisis Kegiatan Laboratorium	164
3. Lembar Analisis Kesesuaian LKS dan Kurikulum.....	173
B. Analisis Hasil Penelitian	
1. Hasil Uji Coba LKS	175
2. Hasil Analisis Kesesuaian LKS dan Kurikulum	238
3. Hasil Rekapitulasi Analisis Kesesuaian LKS	259
C. Dokumentasi pendataan alat dan bahan laboratorium SMA	270

DAFTAR PUSTAKA

- Abrahams, I & Millar, R. (2008). Does Practical Work Really Work? A Study of the Effectiveness of Practical Work as a Teaching and Learning Method in School Science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969.
- Adisendjaja, Y.H. dan Romlah, O. (2009). Peranan Praktikum dalam Mengembangkan Keterampilan Proses dan Kerja Laboratorium. *Makalah dipresentasikan pada Pertemuan Musyawarah Guru Mata Pelajaran Biologi Kabupaten Garut, Jawa Barat*.
- Agung, J.W. (2018). Perkembangan Kurikulum Pendidikan di Indonesia dalam Perspektif Kebijakan Publik. *Jurnal Studi Islam dan Sosial*, 11(2), 47-67.
- Alves, V. & Morais, A.M. (2012). A Sociological Analysis of Science Curriculum and Pedagogic Practices. *Pedagogies: An International Journal*, 7(1), 52-71.
- Ameyaw, Y & Kyere, I. (2019). Mapping Biological Concepts: Concept-Vee Maps an Improver of Students' Performance in Photosynthesis. *International Journal of Innovative Science, Engineering, & Technology*, 6(6), 169-181.
- Anagun, S.S. (2018). Teachers' Perceptions about the Relationship between 21st Century Skills and Managing Constructivist Learning Environments. *International Journal of Instruction*, 11(4), 825-840.
- Anderson, L.W. & Krathwohl, D.R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing*. New York: Addison Wesley Longman, Inc.
- Andriani, R. (2016). Pengenalan Alat-alat Laboratorium Mikrobiologi untuk Mengatasi Keselamatan Kerja dan Keberhasilan Praktikum. *Jurnal Mikrobiologi*, 1(1), 1-7.
- Anwar, Y. (2014). *Perkembangan Pedagogical Content Knowledge (PCK) Calon Guru Biologi pada Peserta Pendekatan Konsektif dan pada Peserta Pendekatan Konkuren* (Disertasi). Bandung: Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Anwar, Y., Rustaman, N.Y., Widodo, A., & Redjeki, S. (2014). Kemampuan Pedagogical Content Knowledge Guru Biologi yang Berpengalaman dan yang belum Berpengalaman. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 19(1), 69-73.
- Arikunto, S. (2012). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan edisi 2*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.

- Bada, S.O. (2015). Constructivism Learning Theory: A Paradigm for Teaching and Learning. *IOSR Journal of Research and Method in Education*, 5(6), 66-70.
- BSNP. (2006). *Panduan Penyusunan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Jenjang Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta.
- Bybee, R. W. (2013). *Translating the NGSS for Classroom Instruction*. Arlington: National Science Teacher Association.
- Cahyaningrum, D. (2020). Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Laboratorium Pendidikan. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 2(1), 35-40.
- Cahyaningrum, D., Muktiana, H.T., & Iswandari, D. (2019). Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Kecelakaan Kerja di Laboratorium Pendidikan. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 1(2), 41-47.
- Campbell, N.A. & Reece, J.B. (2010). *Biologi edisi 8 Jilid 1 Terjemahan Damarling Tyas Wulandari*. Jakarta: Erlangga.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., Urry, L.A. (2017). *Campbell Biology 11th edition*. New York: Pearson Education Inc.
- Chiappe, A. & Patricia, L.R. (2017). Learning Analytics in 21st Century Education: A Review. *Ensaio: Aval. Pol. Publ. edu*, 25(97), 971-991.
- Dahar, R.W. (1991). *Teori-teori Belajar*. Jakarta: Erlangga.
- Dare, E.A., Ellis, J.A., & Roehrig, G.H. (2018). Understanding Science Teachers' Implementations of Integrated STEM Curricular Unit through a Phenomenological Multiple Case Study. *International Journal of STEM Education*, 5(4), 1-19.
- Depdiknas. (2002). *Kurikulum berbasis Standar*. Jakarta.
- Depdiknas. (2003). *Kurikulum 2004 Standar Kompetensi Mata Pelajaran Sekolah Menengah Atas dan Madrasah Aliyah*. Jakarta.
- Depdiknas. (2006). *Silabus Biologi SMA/MA kelas X, XI, XII*.
- Depdiknas. (2007). *Materi Sosialisasi dan Pelatihan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) SMA*. Jakarta.
- Diaz, C.E., Drew, M.L., & Maeve, L.M. (2020). 21st Century Reform Efforts in Undergraduate Quantitative Biology Education: Conversations,

- Initiatives, and Curriculum Change in the United States of America. *An International Journal Letters in Biomathematics*, 7(1), 55-66.
- Erkol, M. & Gul, S. (2017). Effect of Vee Diagram on the Achievements and Attitudes of Students in Science Laboratory Course II. *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*, 1, 500-505.
- Ferreira, S., Morais, A.M., & Neves, I.P. (2011). Science Curricula Design: Analysis of Authors' Ideological and Pedagogical Principles. *International Studies in Sociology of Education*, 21(2), 137-159.
- Ferreira, S. & Morais, A.M. (2013). Conceptual Demand of Practical Work in Science Curricula. A Methodological Approach. *Research in Science Education*, 44, 53-80.
- Fetahi, G.G. & Harrison, A.F. (2016). Assessing Laboratory Skills Performance in Undergraduate Biology Students. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 5(3), 113-122
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2014). *How to Design and Evaluate Research in Education 8th edition*. New York: McGraw-Hill.
- Hakim, L. (2017). Analisis Perbedaan antara Kurikulum KTSP dan Kurikulum 2013. *Jurnal Ilmiah Didaktika*, 17(2), 280-292.
- Hamalik, O. (2010). *Kurikulum dan Pembelajaran*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Handayani. (2020). Efektivitas Pembelajaran Vee Diagram dalam Meminimalisir Kesalahan pada Perancangan Eksperimen. *Jurnal Mangifera Edu*, 4(2), 94-106.
- Handayani, M. (2018). Pemanfaatan Sarana Laboratorium di SMA yang Telah dan Belum Melaksanakan Kurikulum 2013. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 3(2), 152-166.
- Haridza, R & Irving, K.E. (2017). The Evolution of Indonesian and American Science Education Curriculum: A Comparison Study. *International Journal for Educational Studies*, 9(2), 95-110.
- Hasni, A., Roy, P., & Dumais, N. (2015). The Teaching and Learning of Diffusion and Osmosis: What Can We Learn from Analysis of Classroom Practices? A Case Study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(6), 1507-1531.

- Haviz, M. (2018). Development of Research-based Learning Model in Biology Education: What is Relevance, Consistency and Practicality?. *Journal of Education and Learning*, 12(1), 143-149.
- Henriksen, D., Mishra, P., & Fisser, P. (2016). Infusing Creativity and Technology in 21st Century Education: A Systemic View for Change. *Journal of Educational Technology and Society*, 19(3), 27-37.
- Herlanti, Y. (2015). Analisis Domain Pengetahuan dan Kognitif pada Kurikulum Indonesia Tahun 1984-2013 Mata Pelajaran Biologi Sekolah Menengah Atas. *Seminar Nasional XII. Solo: Pendidikan Biologi FKIP UNS*.
- Hofstein, A. & Lunetta, V.N. (1982). The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201-217.
- Hofstein, A. & Kempa, R.F. (1985). Motivating Strategies in Science Education: Attempt at an Analysis. *European Journal of Science Education*, 7(3), 221-229.
- Hofstein, A., Cohen, I., & Lazarowitz, R. (1996). The Learning Environment of High School Students in Chemistry and Biology Laboratories. *Research in Science & Technological Education*, 14(1), 103-116.
- Hofstein, A. & Lunetta, V.N. (2003). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- Ibrar, I., Altaee, A., Zhou, J., Naji, O., & Khanafer, D. (2019). Challenges and Potentials of Forward Osmosis Process in the Treatment of Wastewater. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 50(13), 1-45.
- Idi, A. (2007). *Pengembangan Kurikulum Teori dan Praktik*. Yogyakarta: Ar-Ruzz.
- McLaughlin, J. S. & Coyle, M.S. (2016). Increasing Authenticity & Inquiry in the Cell & Molecular Biology Laboratory. *Inquiry & Investigation*, 78(6), 492-500.
- Jayanti, M. I. (2018). Faktor Kesulitan Guru Melaksanakan Pembelajaran Materi Struktur dan Fungsi Sel di SMA Negeri se-Kota Bima, *Jurnal Pendidikan MIPA*, 8(1), 94-98.
- Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2009). *Models of Teaching (Model-Model Pengajaran) edisi kedelapan*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.

- Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2016). *Models of Teaching edisi kesembilan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Kara, Y. (2018). Determining the Effects of Microscope Simulation on Achievement, Ability, Reports, and Opinions about Microscope in General Biology Laboratory Course. *Universal Journal of Educational Research*, 6(9), 1981-1990.
- Karplus, R. (1977). Science Teaching and the Development of Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 14(2), 169-175.
- Kemendikbud. (2014). *Konsep dan Implementasi Kurikulum 2013*. Jakarta.
- Kemendikbud (2016). *Silabus Mata Pelajaran Biologi SMA/MA*. Jakarta.
- Kurniawan, E., Muslim, S., Rahmadyanti, E., Aribowo, W., Kusumawati, N., Ismayati, E., Basuki, I., & Rahim, R.A. (2019). Vocational Students Readiness in the Face of the Industrial Revolution 4.0 and the Demands of Life in the 21st Century Skills. *Celebes Education Review*, 1(1), 40-52.
- Kuswarini, P. & Rahmawati, L. (2017). The Influences of Vee Diagram on Animal Ecology Lab to Learning Outcomes and Logical Thinking. *Journal of Education*, 2(2), 191-200.
- Lamb, R., Annetta, L., Vallett, D., Firestone, J., Schmitter-Edgecombe, M., Walker, H., Deviller, N., & Hoston, D. (2017). Psychosocial Factors Impacting STEM Career Selection. *The Journal of Educational Research*, 111(4), 1-13.
- Ling, C.Y., Osman, S., Daud, M.F., Hussin, W.N. (2019). Application of Vee Diagram as a Problem-Solving Strategy in Developing Students' Conceptual and Procedural Knowledge. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(10), 2796-2800.
- Liu, C.H. & Matthews, R. (2005). Vygotsky's Philosophy: Constructivism and its Criticisms Examined. *International Education Journal*, 6(3), 386-399.
- Lodish, H., Berk, A., Matsudaira, P., Kaiser, C.A., Krieger, M., Scott, M.P., Zipursky, L., & Darnell, J. (2003). *Molecular Cell Biology 5th Edition*. New York: W H Freeman & Co.
- MacLeod, M. (2016). Heuristic Approach to Models and Modeling in Systems Biology. *Biology & Philosophy*, 31, 353-372.
- Millar, R. (2004). *The Role of Practical Work in the Teaching and Learning of Science*. Washington DC: National Academy of Sciences.

- Millar, R. & Abrahams, I. (2009). Practical Work: Making it more Effective. *Semantic Scholar*, 91(334), 59-64.
- Miller, K., Sonnert, G., & Sadler, P. (2017). The Influence of Students' Participation in STEM Competitions on Their Interest in STEM Careers. *International Journal of Science Education*, 8(2), 1-20.
- Mintzes, J.J., Wandersee, J.H., & Novak, J.D. (2001). Assessing Understanding in Biology. *Journal of Biological Education*, 35(3), 118-124.
- Mogashoa, T. (2014). Applicability of Constructivist Theory in Qualitative Educational Research. *American International Journal of Contemporary Research*, 4(7), 51-59.
- Mulyasa, E. (2003). *Kurikulum berbasis Standar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Mulyasa, E. (2007). *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Mulyasa, E. (2013). *Pengembangan dan Implementasi Kurikulum 2013*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Muis, A.V.D.P. (2018). Analisis Kritis Kebijakan Kurikulum antara KBS, KTSP, dan K-13. *Jurnal Ilmiah Iqra'*, 12(1), 42-59.
- Muna, M.A. (2015). Perkembangan Kurikulum Pendidikan Agama Islam Sekolah Dasar di Indonesia (Analisis Tujuan dan Materi Ajar Kurikulum 1994, 2004, 2006, 2013). *Jurnal Tarbawi*, 12(2), 170-184.
- Musah, A. & Umar, A.A. (2017). Effects of Availability and Utilization of Biology Laboratory Facilities and Students' Academic Achievements in Secondary Schools in Yobe State, Nigeria. *International Journal of Innovative Social and Science Education Research*, 5(2), 1-8.
- Muskita, M., Subali, B., & Djukri. (2020). Effects of Worksheets Base the Levels of Inquiry in Improving Critical and Creative Thinking. *International Journal of Instruction*, 13(2), 519-532.
- Muslihin, A.A., Yakob, N., & Jahan, N.A. (2018). Science, Technology, Engineering and Mathematic (STEM) Education in Malaysia: Preparing the Pre-service Science Teachers. *Journal of Natural Science and Integration*, 1(2), 159-165.
- National Research Council. (2009). *A New Biology for the 21st Century*. Washington DC: The National Academies Press.

- National Research Council. (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Njue, A.K., Kamau, L.M., & Mwanja, J. (2018). Effects of Vee Heuristic Teaching Approach on Secondary School Students' Attitudes towards Biology in Kenya. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 8(1), 18-23.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to Learn*. Cambridge University Press.
- Nur, A.S. (2016). Analisis Pembelajaran Sains Madrasah Ibtidaiyah (MI) dalam Kurikulum 2013. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Dasar*, 3(1), 121-144.
- Nurcholiq, M. (2019). Desain Pengembangan Kurikulum Madrasah Aliyah Unggulan di Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Piwulang*, 1(2), 208-222.
- Nurhalim, M. (2011). Analisis Perkembangan Kurikulum di Indonesia (Sebuah Tinjauan Desain dan Pendekatan). *Insania*, 16(3), 339-356.
- O'Sullivan, M.K. dan Dallas, K.B. (2010). A Collaborative Approach to Implementing 21st Century Skills in a High School Senior Research Class. *Education Libraries*, 33(1), 3-9.
- OECD. (2017). *The Nature of Problem Solving*. Paris: OECD Publishing.
- Olubunmi, O.A. (2017). Relative Effectiveness of Problem Solving Approach and Vee Mapping on Students' Performance in Chemistry in Secondary Schools in Ondo States, Nigeria. *European Journal of Education Studies*, 3(6), 796-807.
- Partnership for 21st Century Skills. (2009). *Framework for 21st Century Learning*, Tucson AZ 85701.
- Parveen, F. & Hankins, N. (2019). Comparative Performance of Nano Filtration and Forward Osmosis Membranes in a Lab-Scale Forward Osmosis Membrane Bioreactor. *Journal of Water Process Engineering*, 28, 1-9.
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 23 Tahun 2006 tentang Standar Kompetensi Lulusan untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 69 Tahun 2013 tentang Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah.

- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 20 Tahun 2016 tentang Standar Kompetensi Lulusan Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Philips, R., *et al.* (2013). *Physical Biology of the Cell 2nd Edition*. New York: Garland Science Taylor Francis Group.
- Pratiwi, I. (2019). Efek Program PISA terhadap Kurikulum di Indonesia. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 4(1), 51-71.
- Prihantini. (2018). Understanding Idea of Curriculum 2013 and its Consistency on Developing Curriculum Document at Level of Education Unit (KTSP) at Primary School Level. *EduHumaniora*, 10(1), 16-29.
- Pulgar, J.A & Sanchez, I.R. (2013). Creativity and Physics Learning as Product of the Intervention with Conceptual Maps and Gowin's V Diagram. *Creative Education*, 4(12A), 13-20.
- Purnomo, E.S. & Saputro, D.E. (2016). Evaluasi Penerapan Prinsip Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) pada Pelaksanaan Kegiatan Praktikum Mikroteknik di Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga. *Integrated Lab Journal*, 4(2), 207-216.
- Purrzer, S. & Shelley, M. (2018). Engineering Education in Elementary and Secondary Schools. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology*, 6(4), 1-4.
- Qonita, L.E., Prihandono, T., & Djoko, A.L. (2018). Analisis Efektivitas Laboratorium Fisika dalam Pembelajaran Fisika SMA dan Kesesuaiannya dengan Kurikulum 2013. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika*, 3, 173-177.
- Rakhmawati, S., Muspiroh, N. & Azmi, N. (2016). Analisis Pelaksanaan Kurikulum 2013 ditinjau dari Standar Proses dalam Pembelajaran Biologi Kelas X di SMA Negeri 1 Krangkeng. *Jurnal Sains dan Pendidikan Sains*, 5(2), 156-164.
- Ramadhayanti, Asiah, S.S, & Nuraeni, E. (2020). Analisis Kualitas Struktur dan Keberadaan Literasi Kuantitatif pada Lembar Kerja Peserta Didik Biologi SMA. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 3(1), 25-33.
- Redjeki, S. (1997). *Telaah Perkembangan Konsep Biologi dalam Pendidikan di Indonesia 1945-1994: Studi tentang Konsep Biologi dalam Buku Ajar Pendidikan Dasar dan Menengah* (Disertasi). Bandung: Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Pendidikan Indonesia.

- Rima, Munandar, A., & Anggraeni, S. (2020). Pengembangan Kegiatan Praktikum Pemodelan Efek Rumah Kaca untuk Siswa SMA pada Materi Perubahan Lingkungan. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 3(1), 34-38.
- Ring-Whalen, E., Dare, E., Roehrig, G., Titu, P. & Crotty, Y. (2018). From Conception to Curricula: The Role of Science, Technology, Engineering, and Mathematics in Intergrated STEM units. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology*, 6(4), 343-362.
- Rohaeti, E., Widjayanti, E., & Padmaningrum, R.T. (2006). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKS) Mata Pelajaran Sains Kimia untuk SMP Kelas VII, VIII, dan IX. *Artikel penelitian*.
- Roito, E., Solihat, R., & Wulan, A.R. (2019). Pencapaian Keterampilan Meneliti Abad ke-21 Peserta Didik SMA pada Pembelajaran Ekosistem melalui *Step by step Model Experiment*. *Indonesian Journal of Biology Education*, 2(1), 14-18.
- Rosada, D., Kadarisman, N., & Raharjo. (2017). *Panduan Pengelolaan dan Pemanfaatan Laboratorium IPA*. Jakarta: Kemendikbud.
- Rosmani & Halim, A. (2017). Analisis Perbandingan Hasil Belajar Kimia Siswa Terhadap Penerapan KTSP dan Kurikulum 2013 di Beberapa Sekolah Favorit Banda Aceh. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 5(1), 94-101.
- Rustaman, N.Y. (1995). Peranan Praktikum dalam Pembelajaran Biologi. *Bahan Pelatihan bagi Teknisi dan Laboran Perguruan Tinggi. Kerjasama FPMIPA IKIP Bandung dengan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Bandung: FPMIPA IKIP Bandung*.
- Rustaman, N.Y. (2000). Arah Pendidikan Biologi Pra-Universitas di Indonesia. *Seminar Nasional Biologi XVI Kongres Nasional Perhimpunan Biologi Indonesia, Bandung: ITB*.
- Rustaman, N.Y. (2003). Kemampuan Proses Ilmiah dalam Pembelajaran Sains. UPI.
- Rustaman, N.Y dan Riyanto, A. (2003). Perencanaan dan Penilaian Praktikum di Perguruan Tinggi. *Handout Program Applied Approach bagi Dosen baru Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 13-25*.
- Rustaman, N.Y. & Rustaman, A. (2003a). Peranan Pertanyaan Produktif dalam Pengembangan KPS dan LKS. *Bahan Seminar dan Lokakarya bagi Guru-guru Biologi SLTP & SMU di FPMIPA UPI*.

- Rustaman, N.Y. & Rustaman, A. (2003b). Kemampuan Kerja Ilmiah dalam Sains. Disampaikan pada seminar dan Lokakarya Pendidikan yang diikuti oleh Guru-guru Biologi dan Mahasiswa FKIP MIPA Universitas Pasundan. 13 Maret 2003. Bandung.
- Rustaman, N.Y., Dirdjosoemarto, S., Yudianto, S.A., Achmad. Y., Subekti, R., Rochintaniawati, D., dan Nurjhani, M. (2003). *Common Text Book Strategi Belajar Mengajar*. Bandung: Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI.
- Rustaman, N.Y. (2005). Perkembangan Penelitian Pembelajaran Berbasis Inkuiri dalam Pendidikan Sains. *Makalah yang dipresentasikan dalam Seminar Nasional II Himpunan Ikatan Sarjana dan Pemerhati Pendidikan IPA Indonesia bekerjasama dengan FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia*.
- Rustaman, N.Y., Dirdjosoemarto, S., Yudianto, S.A., Achmad. Y., Subekti, R., Rochintaniawati, D., dan Nurjhani, M. (2005). *Strategi Belajar Mengajar*. Universitas Negeri Malang: Tidak diterbitkan.
- Rustaman, N.Y. (2007). Keterampilan Proses Sains. Bandung: UPI.
- Rustaman, N.Y. (2011a). Pendidikan dan Penelitian Sains dalam Mengembangkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi untuk Pembangunan Karakter. *Prosiding Seminar Biologi*, 8(1), 15-34.
- Rustaman, N.Y. (2011b). *Materi dan Pembelajaran IPA SD*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Rustaman, N.Y. (2019). The Role of STEM-DSLIM in Facilitating Students' Conceptual Change and Preventing Misconception in Life Sciences. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521, 042038, 1-7.
- Safdar, M., *et al.* (2013). Make The Laboratory Work Meaningful through Concept Maps and V Diagrams. *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME)*, 3(2), 55-60.
- Sahin, A., Ekmekci, A., & Waxman, H.C. (2017). Collective Effects of Individual, Behavioral, and Contextual Factors on High School Students' Future STEM Career Plans. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16, 69-89.
- Salisbury, F. B. & Ross, C. W. (1995). *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. Bandung: Penerbit ITB Bandung.

- Sanjaya, W. (2006). *Pembelajaran dalam Implementasi Kurikulum berbasis Standar*. Jakarta: Kencana.
- Shah, R.K. (2019). Effective Constructivist Teaching Learning in the Classroom. *International Journal of Education*, 7(4), 1-13.
- Sheng, L., Youngjin, K., Laura, C., Sherub, P., Ho, S.K., TorOve, L., & Noreddine, G. (2017). Impact of Reverse Nutrient Diffusion on Membrane Biofouling in Fertilizer-Drawn Forward Osmosis. *Journal of Membrane Science*, 539, 108-115.
- Sopiah, N.W., Supriatno, B., & Nurjhani, M.K. (2018). Analisis Struktur dan Kemunculan Tingkat Kognitif pada Desain Kegiatan Laboratorium Materi Fotosintesis. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 1(2), 70-76.
- Sousa, C. (2016). Problem-based Learning on Cell Biology and Ecophysiology using Integrated Laboratory and Computational Activities. *Multidisciplinary Journal for Education, Social and Technological Sciences*, 3(1), 118-132.
- Stiggins, R.J. (1994). *Student-Centered Classroom Assessment*. New York: Macmillan College Publishing Company.
- Sudargo, F. & Asiah, S. (2010). Kemampuan Pedagogik Calon Guru dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Keterampilan Proses Siswa melalui Pembelajaran Berbasis Praktikum. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 15(1), 4-12.
- Sudarisman, S. (2015). Memahami Hakikat dan Karakteristik Pembelajaran Biologi dalam Upaya Menjawab Tantangan Abad 21 serta Optimalisasi Implementasi Kurikulum 2013. *Jurnal Florea*, 2(1), 29-35.
- Soedijarto, Thamrin, Karyadi, B., Siskandar, & Sumiyati. (2010). *Sejarah Pusat Kurikulum*. Jakarta: Puskur Balitbang Kemendiknas.
- Sugiana, A. (2018). Proses Pengembangan Organisasi Kurikulum dalam Meningkatkan Pendidikan di Indonesia. *Jurnal Pedagogik*, 5(2), 257-273.
- Sukmadinata, N.S. (2007). *Pengembangan Kurikulum, Teori, dan Praktik*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Sulaeman, A. (2015). Pengembangan Kurikulum 2013 dalam Paradigma Pembelajaran Kontemporer. *Islamadina*, 14(1), 71-95.

- Supriatno, B. (2013). *Pengembangan Program Perkuliahan Pengembangan Praktikum Biologi Sekolah berbasis ANCORB untuk Mengembangkan Kemampuan Merancang dan Mengembangkan Desain Kegiatan Laboratorium* (Disertasi). Bandung: Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Supriatno, B. (2018). Praktikum untuk Membangun Kompetensi. *Proceeding Biology Education Conference*, 15(1), 1-18.
- Supriatno, B., Rustaman, N.Y., Redjeki, S., & Sudargo, F. (2009). Uji Langkah Kerja Laboratorium Biologi Sekolah. *Prosiding Seminar Nasional Jurusan Pendidikan Biologi Bandung: UPI Press*.
- Suwaileh, W., Johnson, D., Jones, D., & Hilal, N. (2019). An Integrated Fertilizer Driven Forward Osmosis-Renewables Powered Membrane Distillation System for Brackish Water Desalination: a Combined Experimental and Theoretical Approach. *Desalination*, 471, 1-17.
- Suwarno. (2005). Peran Guru dalam Keberhasilan Implementasi Kurikulum 2004. *Jurnal Ekonomi dan Pendidikan*, 2(3), 65-73.
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2003). *Plant Physiology 3rd edition*. Sunderland: Sinauer Associates.
- Tobin, K. (1990). Research on Science Laboratory Activities: In Pursuit of Better Questions and Answers to Improve Learning. *School Science and Mathematics*, 90(5), 403-418.
- Toplis, R. (2012). Students' View about Secondary School Science Lessons: the Role of Practical Work. *Research Science Education*, 42, 531-549.
- Uce, L. (2016). Realitas Aktual Praksis Kurikulum: Analisis terhadap KBS, KTSP, dan Kurikulum 2013. *Jurnal Ilmiah Didaktika*, 16(2), 216-229.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.
- Verma, P.S. & Agarwal, V. K. (2005). *Cell Biology, Genetics, Molecular Biology, Evolution and Ecology*. New Delhi: S. Chand & Company LTD.
- Wandersee, J H. (1994). *Research on Alternative Conceptions in Science*. Journal of Research on Science Teaching and Learning. New York: Macmillan.
- Wei, X.T., Fraser-Miller, S.J., Gordon, K.C., & Morison, K.C. (2019). A Comparison between Laboratory and Industrial Fouling of Reverse

Osmosis Membranes Used to Concentrate Milk. *Food and Bioproducts Processing*, 114, 113-121.

Wicaksono, A.T., Subandi. , & Marfu'ah, S. (2018). Comparing Lab-Work Learning Assisted with Vee Diagram and Lecturing-Demonstration in Improving Students Learning Motivation and Outcomes on Buffer Solution Topic. *Jurnal Pendidikan Sains*, 6(1), 6-10.

Widodo, A., Maria, R.A., & Fitriani, A. (2017). Constructivist Learning Environment during Virtual and Real Laboratory Activities. *Journal of Biology & Biology Education*, 9(1), 11-18.

Wildan. (2009). Analisis Konteks dalam Pengembangan dan Implementasi Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan. *Jurnal Educatio*, 4(1), 105-113.

Woodley, E. (2009). Practical Work in School Science: Why is it Important?. *Semantic Scholar*, 91(335), 49-51.

Wulan, A.R. (2018). *Menggunakan Asesmen Kinerja untuk Pembelajaran Sains dan Penelitian*. Bandung: UPI Press.

Yulianto, T., Pramudya, I., & Slamet, I. (2019). Effects of the 21st Century Learning Model and Problem-Based Models on Higher Order Thinking Skill. *International journal of Educational Research Review*, 4(Special issue), 749-755.