

***PROJECT-BASED LEARNING* TERINTEGRASI STEM DALAM  
MEMFASILITASI KETERAMPILAN KOLABORASI DAN  
PENGUASAAN KONSEP SISWA PADA MATERI JAMUR**

**SKRIPSI**

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Pendidikan Biologi



oleh

Desty Nugraheni  
NIM 1505487

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

**2019**

***PROJECT-BASED LEARNING* TERINTEGRASI STEM DALAM  
MEMFASILITASI KETERAMPILAN KOLABORASI DAN  
PENGUASAAN KONSEP SISWA PADA MATERI JAMUR**

oleh  
Desty Nugraheni

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi Departemen Pendidikan Biologi Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Desty Nugraheni  
Universitas Pendidikan Indonesia  
2019

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

DESTY NUGRAHANI

**PROJECT-BASED LEARNING TERINTEGRASI STEM DALAM  
MEMFASILITASI KETERAMPILAN KOLABORASI DAN  
PENGUASAAN KONSEP SISWA PADA MATERI JAMUR**

disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I,



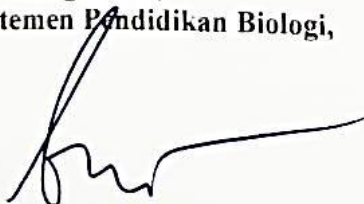
**Prof. Dr. Hj. Nurvani Rustaman, M.Pd**  
NIP. 195012311979032029

Pembimbing II,



**Dr. Hj. Sri Anggraeni, MS.**  
NIP 195801261987032001

Mengetahui,  
Ketua Departemen Pendidikan Biologi,



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

## ABSTRAK

### ***PROJECT-BASED LEARNING* TERINTEGRASI STEM DALAM MEMFASILITASI KETERAMPILAN KOLABORASI DAN PENGUASAAN KONSEP SISWA PADA MATERI JAMUR**

oleh

Desty Nugraheni  
1505487

Tuntutan pembelajaran saat ini bukan hanya melibatkan aspek penguasaan konsep tetapi juga menekankan pada keterampilan-keterampilan yang dibutuhkan untuk dapat sukses bersaing secara global. Kolaborasi sebagai salah satu keterampilan abad ke-21 dapat difasilitasi melalui penerapan *Project-based learning* (PjBL) terintegrasi STEM. Konsep jamur tergolong sukar dipahami siswa karena terdapat banyak istilah asing sehingga siswa tidak tertarik mempelajarinya padahal jamur potensial dikembangkan menjadi produk olahan melalui pembelajaran yang aktif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan PjBL terintegrasi STEM dalam memfasilitasi keterampilan kolaborasi dan penguasaan konsep siswa pada materi jamur. Metode penelitian yang digunakan yaitu *pre-experimental* dengan desain penelitian *one group pretest posttest design*. Adapun subjek penelitian berjumlah 57 siswa kelas X yang diambil dengan teknik *purposive sampling* di salah satu SMA negeri di Kota Bandung. Keterampilan kolaborasi siswa dijangkau menggunakan lembar observasi setiap pertemuan, sedangkan untuk penguasaan konsep siswa dilakukan tes awal dan tes akhir menggunakan soal pilihan ganda beralasan. Keterlaksanaan sintaks PjBL terintegrasi STEM diobservasi berdasarkan rubrik dan tanggapan siswa terhadap pembelajaran didapatkan melalui lembar angket. Hasil penelitian menunjukkan bahwa profil keterampilan kolaborasi siswa termasuk ke dalam rentang kategori baik hingga sangat baik dengan persentase tertinggi diraih pada aspek manajemen waktu dan terendah pada aspek teknik penyelidikan. Penguasaan konsep siswa pada aspek C1-C4 terakomodasi dan menunjukkan N-gain yang tergolong sedang. Hampir seluruh sintaks PjBL terintegrasi STEM terlaksana dengan sangat baik dan sebagian besar siswa menunjukkan respons positif terhadap PjBL terintegrasi STEM terutama pada indikator minat terhadap biologi sehingga ke depannya berpotensi untuk lebih dikembangkan.

**Kata-kata kunci:** *Project-based learning* terintegrasi STEM, Keterampilan Kolaborasi, Penguasaan Konsep, Materi Jamur.

## ABSTRACT

### STEM-INTEGRATED PROJECT-BASED LEARNING IN FACILITATING STUDENTS' COLLABORATION SKILLS AND CONCEPT MASTERY ON FUNGI

by

Desty Nugraheni  
NIM 1505487

Education nowadays not only involve cognitif aspects but also emphasize the skills needed to compete globally. Collaboration as one of the 21st century skills can be facilitated by implementating PjBL STEM. Fungi is one of the biology concepts which is hard to comprehend as many foreign (microscopics) terminology and terms included so students did not give much attention yet fungi has potential to develop into food processing products through active learning. The purpose of this study is to analyze the implementation of PjBL STEM in facilitating students' collaboration skills and concept mastery on fungi. The study was carried out using one group pre-test post-test design from pre-experimental method, from which 57 students were selected by means of purposive sampling. Students' collaboration skills were daily observed based on collaboration skills rubric consists of five aspects, while students' concept mastery were assesed by two-tier multiple choice form test. The implementation of PjBL STEM syntax was observed by using observation form. Students' responses toward PjBL STEM was collected by using questionnaire. It was found that PjBL STEM facilitated students' collaboration skills by the result of time management aspect at the highest achievement yet the reseach technique aspect were still found at the lowest place. The students' concept mastery from level of cognitive C1 to C4 on Fungi were accomodated and showed N-Gain in medium level. Most of the PjBL STEM syntax were excellently conducted and the findings also showed most students have positive response to PjBL STEM especially on interests in learning biology.

**Keywords:** PjBL STEM, Collaboration skills, Concept mastery, Fungi.

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KATA PENGANTAR .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
UCAPAN TERIMA KASIH .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
BAB I .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PENDAHULUAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar Belakang .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Rumusan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Batasan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Tujuan Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Manfaat Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6 Struktur Organisasi Skripsi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB II .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PJBL TERINTEGRASI STEM, KETERAMPILAN KOLABORASI, PENGUASAAN KONSEP, MATERI JAMUR, DAN PENELITIAN YANG RELEVAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 <i>Project-based Learning</i> Terintegrasi STEM .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Keterampilan Kolaborasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Penguasaan Konsep .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Analisis Materi Jamur .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.1 Analisis Materi Jamur Kurikulum 2013 edisi revisi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
(Kemendikbud, 2013) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.2 Pemetaan Materi yang terintegrasi dengan KD 3.7 dan 4.7 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.3 Ciri Umum Jamur (Fungi) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.4 Perkembangbiakan Jamur (Fungi) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.5 Klasifikasi Jamur (Fungi) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.6 Peranan Jamur (Fungi) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5 Penelitian yang Relevan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

BAB III.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
METODE PENELITIAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1    Metode dan Desain Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2    Definisi Operasional.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.1    PjBL Terintegrasi STEM.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.2    Keterampilan Kolaborasi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.3    Penguasaan Konsep.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3    Populasi dan Subjek Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4    Instrumen Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.1    Lembar Observasi Keterampilan Kolaborasi Siswa.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.2    Soal Penguasaan Konsep.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.3    Lembar Keterlaksanaan Sintaks PjBL Terintegrasi STEM.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.4    Angket Tanggapan Siswa terhadap PjBL Terintegrasi STEM.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5    Validasi Instrumen Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.1    Validitas Instrumen.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.2    Reliabilitas Instrumen.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.3    Tingkat Kesukaran.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.4    Daya Pembeda (DP).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6    Teknik Analisis Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6.1    Penguasaan Konsep.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6.2    Keterampilan Kolaborasi Siswa.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6.3    Keterlaksanaan Sintaks PjBL Terintegrasi STEM.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6.4    Tanggapan Siswa terhadap PjBL Terintegrasi STEM.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7    Prosedur Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7.1    Tahap Persiapan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7.2    Tahap Pelaksanaan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7.3    Tahap Pelaporan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.8    Alur Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB IV.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

4.1	Keterampilan Kolaborasi Siswa saat Pembelajaran PjBL Terintegrasi STEM	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2	Penguasaan Konsep Siswa pada Materi Jamur .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3	Keterlaksanaan Sintaks PjBL Terintegrasi STEM	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4	Tanggapan Siswa terhadap PjBL Terintegrasi STEM ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1	Simpulan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2	Implikasi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3	Rekomendasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA .....		69



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Materi Jamur Kelas X dalam Kurikulum 2013 revisi 2017 .....	12
Tabel 2.2. Analisis Sains dan Praktik Rekayasa, Gagasan Inti Disiplin Ilmu dan Konsep Lintas Sektor.....	13
Tabel 3.1. <i>One Group Pre-test Post-test Design</i> .....	26
Tabel 3.2. Rincian Instrumen Penelitian .....	28
Tabel 3.3. Kisi-kisi Rubrik Penilaian Keterampilan Kolaborasi.....	29
Tabel 3.4. Kisi-kisi Tes Penguasaan Konsep Jamur.....	30
Tabel 3.5. Kisi-kisi Observasi Keterlaksanaan Sintaks PjBL Terintegrasi STEM .....	31
Tabel 3.6. Kisi-kisi Angket Tanggapan Siswa terhadap PjBL Terintegrasi STEM .....	33
Tabel 3.7. Kriteria Validitas Soal .....	34
Tabel 3.8. Kriteria Reliabilitas Tes.....	34
Tabel 3.9. Klasifikasi Indeks Kesukaran.....	34
Tabel 3.10. Kriteria Daya Pembeda.....	35
Tabel 3.11. Rekapitulasi Hasil Analisis Uji Coba Instrumen Soal Penguasaan Konsep .....	35
Tabel 3.12. Kategorisasi Penguasaan Konsep .....	37
Tabel 3.13. Kriteria Interpretasi N-Gain .....	37
Tabel 3.14. Kategorisasi Keterampilan Kolaborasi Berdasarkan Rentang Nilai 0-100 .....	38
Tabel 3.15. Kriteria Persentase Keterlaksanaan Sintaks PjBL Terintegrasi STEM .....	38
Tabel 3.16. Konversi Bentuk Skala ke dalam Bentuk Skor pada Angket Tanggapan Siswa.....	38
Tabel 3.17. Kategori Persentase Angket Tanggapan Peserta Didik terhadap PjBL terintegrasi STEM.....	39
Tabel 4.1. Hasil Observasi Keterlaksanaan Sintaks PjBL Terintegrasi STEM Kelas Eksperimen 1 dan Eksperimen 2 .....	55

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur Umum Tubuh Buah Jamur .....	15
Gambar 2.2. Siklus Hidup Jamur (Fungi) Secara Umum .....	15
Gambar 2.3. Klasifikasi Jamur pada Tingkat Filum.....	17
Gambar 2.4. Spora Berfagela pada Kitrid .....	18
Gambar 2.5. <i>Rhizopus stolonifer</i> pada Roti yang Membusuk.....	18
Gambar 2.6. Struktur Zigosporangium .....	19
Gambar 2.7. Mikoriza Arbuskular .....	19
Gambar 2.8. Struktur Askokarpus .....	20
Gambar 2.9. Berbagai Jenis Askomisetes yang dapat Dikonsumsi.....	20
Gambar 2.10. Struktur Alat Reproduksi Seksual Basidiomisetes .....	21
Gambar 2.11. Variasi dalam Bentuk-bentuk Pertumbuhan Liken.....	22
Gambar 3.1. Diagram Alir Rancangan Prosedur Penelitian.....	42
Gambar 4.1. Profil Harian Keterampilan Kolaborasi Siswa .....	43
Gambar 4.2. Persentase Keterampilan Kolaborasi Setiap Kelompok .....	45
Gambar 4.3. Persentase Setiap Aspek Keterampilan Kolaborasi Siswa.....	46
Gambar 4.4. Perbandingan Rerata Nilai Tes Awal dan Tes Akhir Penguasaan Konsep Siswa.....	50
Gambar 4.5. Penguasaan Konsep Siswa Per Aspek Kognitif .....	51
Gambar 4.6. Persentase Distribusi Frekuensi N-Gain Penguasaan Konsep Siswa .....	54
Gambar 4.7. Persentase Keterlaksanaan Sintaks PjBL Terintegrasi STEM Kelas eksperimen 1 dan Eksperimen 2 .....	58
Gambar 4.8. Hasil Perhitungan siswa pada LKPD .....	59
Gambar 4.9. Contoh Rancangan Produk Olahan Jamur: .....	60
Gambar 4.10. Tayangan Presentasi Kelompok Nugget Jamur.....	62
Gambar 4.11. Tanggapan Siswa terhadap PjBL Terintegrasi STEM.....	64

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) .....	78
Lampiran A.2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) .....	101
Lampiran B.1. Lembar Soal Penguasaan Konsep .....	148
Lampiran B.2. Rekapitulasi Analisis Butir Soal Penguasaan Konsep Menggunakan ANATES .....	158
Lampiran B.3. Lembar Observasi Keterampilan Kolaborasi .....	163
Lampiran B.4. Lembar Observasi Keterlaksanaan PjBL Terintegrasi STEM ...	165
Lampiran B.5. Lembar Angket Tanggapan Siswa terhadap PjBL Terintegrasi STEM .....	169
Lampiran C.1. Tabulasi Skor <i>Pretest</i> Penguasaan Konsep Siswa .....	171
Lampiran C.2. Tabulasi Skor <i>Posttest</i> Penguasaan Konsep Siswa .....	173
Lampiran C.3. Rekapitulasi <i>N-Gain</i> Penguasaan Konsep Siswa .....	175
Lampiran C.4. Rekapitulasi Observasi Keterampilan Kolaborasi Siswa .....	177
Lampiran C.5. Rekapitulasi Observasi Keterlaksanaan Sintaks PjBL Terintegrasi STEM .....	180
Lampiran C.6. Rekapitulasi Angket Tanggapan Siswa terhadap PjBL Terintegrasi STEM .....	182
Lampiran C.7. Tabulasi Skor Angket Tanggapan Siswa terhadap PjBL Terintegrasi STEM .....	183
Lampiran C.8. Rekapitulasi Penilaian Capaian Hasil Belajar Siswa .....	185
Lampiran D.1. Surat Penelitian .....	188
Lampiran D.2. Dokumentasi .....	289

## DAFTAR PUSTAKA

- Afianti, E. (2017). Penerapan asesmen kinerja pada pembelajaran berbasis STEM untuk mengungkap kreativitas dan kolaborasi siswa SMP pada materi sistem organisasi kehidupan. (Tesis). Pendidikan IPA Pascasarjana UPI.
- Afiana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan Project-based learning terintegrasi STEM untuk meningkatkan literasi sains siswa ditinjau dari gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2):202-212. <https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.8561>.
- Amanda, N. W. Y., Subagia, I. W., Tika, I. N., & Si, M. (2014). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap Hasil Belajar IPA Ditinjau dari *Self Efficacy* Siswa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 4(1).
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, *et al.* (Eds.). (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Addison-Wesley Longman, Inc.
- Arikunto, S. (2009). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian Sebuah Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arisanti, W. O. L., Sopandi, W., Widodo, A. (2016). Analisis Penguasaan Konsep dan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SD Melalui Project Based Learning. *EDUHUMANIORA: Jurnal Pendidikan Dasar*, 8(1), 82-95
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Barak, M., & Raz, E. (2000). Hot-air balloons: project-centered study as a bridge between science and technology education. *Science Education*, 84(1), 27–42. doi:10.1002/(sici)1098-237x(200001)84:1<27::aid-sce3>3.0.co;2-8.
- Barak, M., & Zadok, Y. (2009). Robotics projects and learning concepts in science, technology, and problem solving. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(3), 289-307.
- Bell, S. (2010). *Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39–43.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 369–398. doi:10.1080/00461520.1991.9653139
- Boss, S. (2015). *PBL For 21st Century Success 2nd Ed*. California : Buck Institute for Education.

- Bundu, P. (2006). *Penilaian Keterampilan Proses dan Sikap Ilmiah dalam Pembelajaran Sains-SD*. Jakarta: Depdiknas Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi
- Campbell, N. A., & J. B. Reece. (2008). *BIOLOGI Jilid Ke-8*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. (2013). *STEM Project-based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) approach*. (2nd ed.) Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers
- Care, E. & Griffin, P. (2014). An Approach to Assessment of Collaborative Problem Solving. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 9(3), 367-388.
- Childers, P. B. & Lowry, M. J. (2004). Collaboration: Taking Risks Inside and Outside the Classroom. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 77(6), 250–253. doi:10.3200/tchs.77.6.250-253.
- Chin, C., & Chia, L.-G. (2004). Implementing Project Work in Biology through Problem-based Learning. *Journal of Biological Education*, 38(2), 69–75. doi:10.1080/00219266.2004.9655904.
- Chu, S. K. W., S. K. Tse, & K. Chow. (2011). “Using Collaborative Teaching and Inquiry Project-Based Learning to Help Primary School Students Develop Information Literacy and Information Skills.” *Library & Information Science Research*, 33, 132–143.
- Cimer, A. (2012). What makes biology learning difficult and effective: students’ views. *Educational Research and Reviews*, 7(3), 61-71.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. 4th Ed. Pearson.
- Dahar, R. W. (2011). *Teori-teori Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Erlangga.
- Dallimore, E. J., Hertenstein, J. H., & Platt, M. B. (2004). Classroom participation and discussion effectiveness: student-generated strategies. *Communication Education*, 53(1) .doi:10.1080/0363452032000135805
- Dwidjoseputro, D. (1978). *Pengantar Mikologi Edisi ke-2*. Bandung: Penerbit Alumni.
- Ege, B., Supiandi, M. I., & Ridho, D. A. S. (2016). *Hubungan Antara Multiple Intelligences Dengan Hasil Belajar Kognitif Siswa pada Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam*. Prosiding Seminar Pendidikan IPA Pascasarjana UM (Vol. 1).
- Fathonatun, N., Isnawati, & Guntur, T. (2016). Pengembangan permainan question wheel sebagai media pembelajaran untuk melatih keaktifan menjawab dan meningkatkan hasil belajar siswa pada materi jamur. *BioEdu*, 5(3), 271-276.

- Finlay, S. C. (2013). Engineering biology? Exploring rhetoric, practice, constraints and collaborations within a synthetic biology research centre. *Engineering Studies*, 5(1), 26–4. doi:10.1080/19378629.2013.763811
- Finn, J. D. (1989). Withdrawing from school. *Review of Educational Research*, 59, 117-142.
- Förtsch, C., Werner, S., von Kotzebue, L., & Neuhaus, B. J. (2017). Effects of high-complexity and high-cognitive-level instructional tasks in biology lessons on students' factual and conceptual knowledge. *Research in Science & Technological Education*, 36(3), 353–374. doi:10.1080/02635143.2017.1394286
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). How to design and Evaluate Research in Education (8th ed.). New York: Mc Graw Hill.
- Greenstein, L. (2012). *Assessing 21st Century Skills: A Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning*. Thousand Oaks, US: Corwin Press.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing Change/ Gain Score*. American Educational Research and Methodology.
- Häkkinen, P., Järvelä, S., Mäkitalo-Siegl, K., Ahonen, A., Näykki, P., & Valtonen, T. (2016). Preparing teacher-students for twenty-first-century learning practices (PREP 21): a framework for enhancing collaborative problem-solving and strategic learning skills. *Teachers and Teaching*, 23(1), 25–41. doi:10.1080/13540602.2016.1203772
- Handayani, D. R. & Yeni, L. F. (2017). Pengaruh *Group Investigation* Berbantuan *Flash Card* Terhadap Hasil Belajar Siswa Materi Jamur. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Untan*, 6(1).
- Hanif, S. (2018). *The Impact of STEM Project-based Learning on Students' Concept Mastery and Creativity in Learning Light and Optics*. (Skripsi). Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Hasruddin & Putri, S. E. (2014). Analysis of students' learning difficulties in fungi subject matter grade X science of senior high school Medan academic year 2013/2014. *International Journal of Education and Research*, 2(8), 269-276.
- Hendawati, Y., Putri, S. U., Pratomo, S., & Widianingsih, F. (2018). Penerapan Model *Mind Mapping* untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa Pada Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Metodik Didaktik*, 13(2), 113-124.
- Herayanti, L., Fuadunnazmi, M. & Habibi, H. (2015). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Moodle untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Calon Guru. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*, 5(1), 23-26.
- Herman, H. (2016). Efektivitas Penggunaan Spesimen Segar sebagai Media Pembelajaran Pada Konsep Jamur terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Kelas X SMAN 1 Maiwa. (Skripsi). Makassar: UIN Alauddin Makassar.

- Hermawan, H., *et al.* (2017). Desain Rubrik Kemampuan Berkolaborasi Siswa SMP dalam Materi Pemantulan Cahaya. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 3(2), 167-174.
- Hope, J., & Allen, B. (2012). Student competitive events: A strategy for integrating a STEM block in public schools. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 3852-3856). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Jarvinen, E.M. & Twyford, J. (2000). The influences of socio-cultural interaction upon children's thinking and actions in prescribed and open-ended problem solving situations (an investigation involving design and technology lessons in English and Finnish primary schools). *International Journal of Technology and Design Education*, 10(1), 21-41.
- Jeon-Ellis, G., Debski, R., & Wigglesworth, G. (2005). Oral interaction around computers in the project-oriented CALL classroom. *Language Learning & Technology*, 9(3), 121-145.
- Joyce, B., Weil M., & Calhoun, E. (2009). *Models of Teachings*. Ahmad F., Ateilla, M (Penerjemah). Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Kapp, E. (2009). Improving Student Teamwork in a Collaborative Project-Based Course. *College Teaching*, 57 (3), 139–143.
- Kaufman, K. J. (2013). 21 Ways to 21st Century Skills: Why Students Need Them and Ideas for Practical Implementation. *Kappa Delta Pi Record*, 49(2), 78–83. doi:10.1080/00228958.2013.786594.
- Koballa, T. R. (1988). Attitude and related concepts in science education. *Science Education*, 72(2), 115–126. doi:10.1002/sce.3730720202
- Laboy-Rush,, D. (2011). Whitepaper: Integrated STEM Education through Project-based Learning. (<http://www.learning.com/stem/whitepaper/>)
- Lai, E., DiCerbo, K., & Foltz, P. (2017). Skills for Today: What We Know about Teaching and Assessing Collaboration. *Pearson*.
- Lubis, D. A., & Hasairin, A. (2017). Analisis kesulitan belajar siswa pada materi jamur di kelas X IPA SMAN 1 Batang Kuis, *Jurnal Pelita Pendidikan*, 5(3), 340-347.
- McCright, A. M. (2012). Enhancing students' scientific and quantitative literacies through an inquiry-based learning project on climate change. *Journal of The Scholarship of Teaching and Learning*, 12(4), 86-102.
- Meyrick, K. M. (2011). How STEM education improves student learning. *Meridian K-12 School Computer Technologies Journal*, 14(1).
- Muhammad, N. N. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Majalah Elektronik Fungsi untuk SMA Kelas X (Doctoral Dissertation, UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR).

- Mutakinati, L., Anwari, I., & Yoshisuke, K. (2018). Analysis of students' critical thinking skill of middle school through STEM education project-based learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(1), 54-65.
- National Education Association . (2012). *Preparing 21st Century Students for a Global Society : An Educator's Guide to the "Four Cs"*. National Education Association.
- Nawani, J., Rixius, J., & Neuhaus, B. J. (2016). Influence of using challenging tasks in biology classrooms on students' cognitive knowledge structure: an empirical video study. *International Journal of Science Education*, 38(12), 1882–1903. doi:10.1080/09500693.2016.1213456
- Niemi, H., Harju, V., Vivitsou, M., Viitanen, K., Multisilta, J., & Kuokkanen, A. (2014). Digital storytelling for 21st century skills in virtual learning environments. *Creative Education*, 5, 657-671.
- Notari, M., Baumgartner, A., & Herzog, W. (2014). Social skills as predictors of communication, performance and quality of collaboration in project-based learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 30(2), 132-147.
- Nugraha, W. S. (2018). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis dan Penguasaan Konsep IPA Siswa SD dengan Menggunakan Model Problem Based Learning. *EDUHUMANIORA: Jurnal Pendidikan Dasar*, 10(2), 115-127.
- Nur Chalim, M., Mariani, Scholastika, & Wijayanti, Kristina. (2019). Kemampuan komunikasi matematis siswa SMK ditinjau dari self-efficacy pada setting pembelajaran Project-based learning terintegrasi STEM. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika 2*, 540-550
- Partnership for 21st Century Skills. (2011). Framework for 21st century learning. [https://www.teacherrambo.com/file.php/1/21st\\_century\\_skills.pdf](https://www.teacherrambo.com/file.php/1/21st_century_skills.pdf).
- Penso, S. (2002). Pedagogical Content Knowledge: How do student teachers identify and describe the causes of their pupils' learning difficulties?. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 30(1), 25–37. doi:10.1080/13598660120114959
- Piedra, N., Chicaiza, J., Lopez, J., Romero, A., & Tovar, E. (2010). *Measuring collaboration and creativity skills through rubrics: Experience from UTPL collaborative social networks course. IEEE EDUCON 2010 Conference*. doi:10.1109/educon.2010.5492349.
- Pintrich, P. R., Marx, R. W., & Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process. *Review of Educational Research*, 63, 167-199.
- Pratton, J., & Hales, L. W. (1986). The effects of active participation on student learning. *The Journal of Educational Research*, 79(4), 210-215.
- Quinnell, R., May, E., & Peat, M. (2012). Conceptions of Biology and Approaches to Learning of First Year Biology Students: Introducing a technique for tracking changes in learner profiles over time. *International*



*Journal of Science Education*, 34(7), 1053–1074.  
doi:10.1080/09500693.2011.582653

- Rahmawati, D., Sajidan, & Ashadi. (2018). Analysis of problem solving skill in learning biology at senior high school of Surakarta. *Journal of Physics: Conference Series*, 1006, 012014. doi:10.1088/1742-6596/1006/1/012014
- Riduwan. (2011). *Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Robinson, M., & Kenny, B. (2003). Engineering literacy in high school students. *Bulletin of Science, Technology, & Society*, 23(2), 95-101.
- Rustaman, N. Y., Dirdjosoemarto, S., Yudianto, S. A., Achmad, Y., Subekti, R., Rochintaniawati, D., & Nurjani, M. (2003). *Strategi Belajar Mengajar Biologi Common Text Book*. Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI.
- Rustaman, N. Y. (2010). *Penilaian Otentik (Authentic Assesment) dan Penerapannya dalam Pendidikan Sains*. [Online]. Diakses dari <http://file.upi.edu>.
- Santyasa, I. W. (2006). Pembelajaran Inovatif: Model Kolaboratif, Basis Proyek, dan Orientasi NOS. Semarang: Makalah.
- Saenab, S., Yunus, S. R., & Virninda, A. N. (2017). *PjBL untuk Pengembangan Keterampilan Mahasiswa: Sebuah kajian deskriptif tentang peran PjBL dalam melejitkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi mahasiswa*. In Seminar Nasional Lembaga Penelitian UNM (Vol. 2, No. 1).
- Schibeci, R. A. (1984). Attitudes to science: an update. *Studies in Science Education*, 11, 26-59.
- Shahali, E. H. M., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., & Zulkifeli, M. A. (2017). STEM learning through engineering design: Impact on middle secondary students' interest towards STEM. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(5), 1189-1211.
- Siew, N. Amir, N., & Chong, C. (2015). The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *Springerplus*, 4(8).
- Sudijono, Arif, S, dkk. (2007). *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tati. (2017). Pengaruh Project-based Learning dengan Pendekatan STEM terhadap Literasi STEM Siswa SMP pada Pokok Bahasan Energi. (*Tesis*). Pendidikan IPA Sekolah Pascasarjana UPI.

- Tamim, S. R. & Grant, M. M. (2013). Definitions and uses: cases study of teachers implementing project-based learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 7(2), 72-101.
- Trilling, B. & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills.: Learning for Life in Our Times*. US: John Wiley & Sons.
- Trisdiono, H. (2019). Multidisciplinary integrated project-based learning to improve critical thinking skills and collaboration. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 18(1), 16-30. <https://doi.org/10.26803/ijlter.18.1.2>.
- Voelkl, K. E. (1995). School Warmth, Student Participation, and Achievement. *The Journal of Experimental Education*, 63(2), 127–138. doi:10.1080/00220973.1995.9943817
- Wai, J., Lubinski, D., Benbow, C. P., & Steiger, J. H. (2010). Accomplishment in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) and its relation to STEM educational dose: a 25 year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 102(4), 80-871.
- Wena, M. (2010). *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer, Suatu Tinjauan Konseptual Operasional*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Widoyoko, E. P. (2012). *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Wolff, S. J. (2003). *Design Features of the Physical Learning Environment for Collaborative, Project-Based Learning at the Community College Level*. St. Paul, MN: National Research Center for Career and Technical Education, University of Minnesota.
- Woolley, A. W., Chabris, C. F., Pentland, A., Hashmi, N., & Malone, T. W. (2010). Evidence for a Collective Intelligence Factor in the Performance of Human Groups. *Science*, 330(6004), 686–688. doi:10.1126/science.1193147
- Wu, K., Huang, T. I., & Wu, Y. (2005). A comparative study of factors affecting science learning achievement of students in different grade levels (in Chinese). *Bulletin of Educational Psychology*, 37(2), 147-174.
- Yudianto, S. A. (1992). *Pengantar Cryptogamae (Sistematik Tumbuhan Rendah)*. Bandung: Penerbit Tarsito.
- Zubaidah, S. (2016). Keterampilan abad ke-21: keterampilan yang diajarkan melalui pembelajaran. Seminar Nasional Pendidikan “Isu-isu Strategis Pembelajaran MIPA Abad ke-21”, STKIP Persada Khatulistiwa Sintang-Kalimantan Barat.