

**PERKULIAHAN EKOLOGI LAUT MENUJU PEMBANGUNAN
BERKELANJUTAN UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS DAN KREATIF CALON GURU BIOLOGI**

DISERTASI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh
gelar Doktor Pendidikan IPA



**Promovendus
Jumrodah
NIM 1605118**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN IPA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2022**

**PERKULIAHAN EKOLOGI LAUT MENUJU PEMBANGUNAN
BERKELANJUTAN UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS DAN KREATIF CALON GURU BIOLOGI**

Oleh
Jumrodah

Dr. UPI Bandung, 1993
M.Pd UPI Bandung, 2009

Sebuah Disertasi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Doktor Pendidikan (Dr.) pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam

© Jumrodah 2022
Universitas Pendidikan Indonesia
Januari 2022

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

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

LEMBAR PENGESAHAN

JUMRODAH

**PERKULIAHAN EKOLOGI LAUT MENUJU PEMBANGUNAN
BERKELANJUTAN UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS DAN KREATIF CALON GURU BIOLOGI**

Disetujui dan disahkan oleh panitia disertasi

Promotor



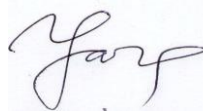
Prof. Dr. Liliari, M.Pd
NIP 920191119490927201

Ko-promotor



Dr. H. Yusuf Hilmi Adisendjaja, M.Sc
NIP 195512191980021001

Anggota



Prof. Yayan Sanjaya, M.Si, Ph.D
NIP 197112312312001121001

Mengetahui

Ketua Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam,



Dr. Ida Kaniawati, M.Si
NIP. 196807031992032001

Jumrodah, 2022

**PERKULIAHAN EKOLOGI LAUT MENUJU PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS DAN KREATIF CALON GURU BIOLOGI**
Universitas Pendidikan Indonesia/repository.upi.edu/perpustakaan.upi.edu

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi yang berjudul **“PERKULIAHAN EKOLOGI LAUT MENUJU PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN KREATIF CALON GURU BIOLOGI “** beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung sanksi tindakan hukum yang dijatuhkan kepada saya apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya.

Bandung Januari 2022

Yang membuat pernyataan



Jumrodah, 2022

PERKULIAHAN EKOLOGI LAUT MENUJU PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN KREATIF CALON GURU BIOLOGI

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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan disertasi yang berjudul: **“Perkuliahan Ekologi Laut Menuju Pembangunan Berkelanjutan Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Dan Kreatif Calon Guru Biologi”**. Disertasi ini disusun untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Doktor Pendidikan IPA pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia.

Kompleksnya masalah terkait sumber hayati laut khususnya landak laut yang belum dikelola secara maksimal bahkan sering dianggap hama jika tertangkap oleh nelayan akan dibunuh dan dibuang, sedangkan gonad landak laut mengandung DHA, lipid, glikogen, kalsium, vitamin dan senyawa aktif lainnya. Di Jepang dan di Cina menjadi salah satu sumber protein yang dikonsumsi, bahkan landak laut menjadi komoditi impor yang bernilai secara ekonomis. Namun isu terkait pengelolaan dan pemanfaatan biota laut secara berkelanjutan belum terakomodir pada perkuliahan ekologi laut di perguruan tinggi. Selain itu juga pentingnya melatih keterampilan berpikir kritis dan kreatif serta merancang proyek mahasiswa calon guru biologi untuk menghadapi tantangan global dalam era 5.0 yang lebih kompleks dan dinamis yang melatarbelakangi penulisan disertasi ini. Perkuliahan ekologi laut dilakukan dengan menggabungkan aktivitas kelas dan kegiatan praktikum laboratorium serta lapangan (*field work*) yang dikemas dalam pembelajaran berbasis proyek sehingga menghasilkan proyek yang bermanfaat dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif mahasiswa terkait dengan pengelolaan dan pemanfaatan biota laut secara berkelanjutan.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan mata kuliah ekologi laut pada salah satu perguruan tinggi di Kalimantan Tengah bahwa belum mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif mahasiswa. Hal ini terlihat dengan pembelajaran selama ini hanya memberikan tugas dalam bentuk makalah kemudian dipresentasikan tanpa diberi penekanan lebih mendalam pada konsep-konsep yang belum jelas. Selain itu juga

kegiatan praktikum yang dilakukan hanya pengamatan pada ekosistem lamun, tanpa mengarahkan untuk menghasilkan proyek yang bermanfaat untuk kehidupan nyata menuju pembangunan berkelanjutan.

Berbagai temuan tersebut penulis menyadari perlu adanya perkuliahan ekologi laut menuju pembangunan berkelanjutan yang difokuskan untuk kemampuan merancang proyek dan menghasilkan proyek yang bermanfaat serta meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif mahasiswa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa program perkuliahan ekologi menuju pembangunan berkelanjutan yang dikembangkan dapat mempersiapkan mahasiswa calon guru biologi dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan keterampilan berpikir kreatif serta meningkatkan penguasaan konsep pada topik biota laut, ekosistem padang lamun dan kelas echinoid juga menghasilkan produk proyek berupa budidaya fitoplankton dan landak laut serta pengamatan habitat lamun.

Penulis menyadari adanya keterbatasan dan kekurangan dari penulisan disertasi ini. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan penulisan disertasi ini sangat penulis harapkan. Kiranya hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat maupun kontribusi demi pengembangan ilmu secara khususnya dalam pembelajaran ekologi laut.

Bandung Januari 2022



Jumrodah

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji bagi Allah SWT atas limpahan hidayah, rahmat, nikmat, dan ilmunya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan karya tulis ini. Bukan hanya itu, keberhasilan penulis tidak terlepas dari petunjuk, bimbingan, arahan, dan bantuan dari berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

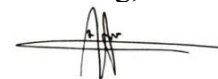
1. Prof. Dr. Liliasari, M.Pd. selaku promotor dan sekaligus dosen pembimbing akademik yang telah banyak meluangkan waktu di sela-sela aktivitasnya yang padat, memberikan sumbangan pikiran yang sangat berharga dari segi keilmuan dalam membimbing dan mengarahkan sejak awal ide muncul sampai tersusunnya disertasi dengan penuh kesabaran dan keikhlasan selama membimbing penulis menyelesaikan disertasi ini.
2. Dr. H.Yusuf Hilmi Adisendjaja, M.Sc. selaku ko-promotor yang telah banyak memberikan motivasi, arahan, saran serta masukan-masukan dengan penuh kesabaran dan keikhlasan sehingga penulisan disertasi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Prof. Yayan Sanjaya, M.Si., Ph.D. selaku anggota yang telah meluangkan waktu untuk memberikan ilmu, arahan, saran serta masukan-masukan selama membimbing penulis menyelesaikan disertasi ini.
4. Ibu Dr. Ida Kaniawati, M.Si. selaku Ketua Program Studi Pendidikan IPA Sekolah Pascasarjana UPI yang telah memberikan fasilitas dan motivasi hingga penulis dapat menyelesaikan disertasi ini.
5. Dekan Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memfasilitasi jalannya perkuliahan hingga penyelesaian penulisan disertasi ini.
6. Seluruh dosen dan segenap civitas akademik Prodi Pendidikan IPA Sekolah Pascasarjana UPI yang telah memberikan dukungan secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis untuk menggali pengetahuan, wawasan dan pengalaman sehingga dapat menyelesaikan studi ini dengan baik.
7. Dr. Majariana Krisanti, S.Pi, M.Si. sebagai reviewer dan penguji yang telah memberi masukan yang berharga untuk penulisan disertasi ini.

8. Dr. H. Riandi, M.Si. sebagai reviuwer dan penguji yang telah memberi masukan yang berharga untuk penulisan disertasi ini.
9. Pemerintah Republik Indonesia, Kementrian Agama dan Institut Agama Islam Negeri Palangka Raya telah memberikan izin dan beasiswa untuk menempuh pendidikan S3 di Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia.
10. Dr. H. Khairil Anwar, M.Ag. selaku Rektor IAIN Palangka Raya beserta jajarannya, Dr. Hj. Rodhatul Jennah., M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan IAIN Palangka Raya beserta jajarannya, Dr. Atin Supriatin, M.Pd selaku Ketua Jurusan MIPA IAIN Palangka Raya, Nanik Lestariningsih, M.Pd selaku Ketua Prodi Tadris Biologi IAIN Palangka Raya, serta rekan-rekan Dosen Tadris Biologi IAIN Palangka Raya.
11. Rekan-rekan seperjuangan S3 Pendidikan IPA angkatan 2016 dan semua teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang selalu memberikan dorongan dan semangat terhadap penulis, kebersamaan, seperjuangan dan jasa teman-teman tetap dan selalu menjadi kenangan terindah.
12. Teman-teman anggota “Laskar Prof. Liliasari” yang selalu solid dan telah banyak berdiskusi dan *sharing* pengalaman sehingga menambah wawasan penulis dalam penyelesaian disertasi ini.
13. Semua pihak yang terlibat dalam proses penyelesaian studi ini tetapi tidak sempat disebutkan namanya karena keterbatasan penulis.

Terkhusus kedua orang tua penulis Ayahanda (Alm.Sukar), Ibunda (Sunirah), Ayahanda (Alm. Gusti H. Noorhasan) dan Ibunda (Hj. Mahmudah) yang kami sayangi dan banggakan, yang menanamkan ketekunan, kerja keras, kejujuran, dan rasa cinta belajar tanpa batas. Begitu juga, suami tercinta Gusti Nazaruddin Noor, S.P, Putra-putraku Gusti Adha Raihan dan Gusti Ahmad Rafif Abdurrauf, saudara-saudaraku dan keluarga besar tercinta yang tak kunjung putus mendoakan penulis untuk menyelesaikan studi ini.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan mendapatkan ganjaran yang berlipat ganda dari Allah SWT. Amin.

Bandung, Januari 2022



Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TEKS	xv
ABSTRAK.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Penelitian.....	1
B. Rumusan Masalah	12
C. Pembatasan Masalah	13
D. Tujuan Penelitian	13
E. Manfaat Penelitian.....	13
F. Definisi Operasional.....	15
BAB II PERKULIAHAN EKOLOGI LAUT MENUJU PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN DENGAN PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN KREATIF.....	17
A. Pembangunan Berkelanjutan (<i>Sustainable Development</i>) dalam Perkuliahan Ekologi Laut	17
B. Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL)	23
C. Keterampilan Berpikir Kritis	30
D. Keterampilan Berpikir Kreatif	32
E. Perkuliahan ekologi Laut pada Topik Biota Laut, Ekosiste, Padang Lamun dan Kelas Echinoid.....	34
BAB III METODE PENELITIAN	59
A. Paradigma Penelitian	59

B. Desain Penelitian.....	59
C. Tempat dan Waktu Penelitian.....	68
D. Subyek Penelitian.....	69
E. Instrumen Penelitian.....	69
F. Pengembangan Instrumen Penelitian	71
G. Teknik Pengumpulan Data dan Instrumen yang Digunakan	75
H. Teknik Pengolahan dan Analisis Data	77
BAB IV HASIL TEMUAN PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	80
A. Hasil dan TemuanParadigma Penelitian.....	80
1. Hasil Studi Pendahuluan	80
2. Perancangan dan Optimalisasi Program	86
a. Tahap Pengembangan Program Praktikum.....	87
b. Tahap Validasi Program dan Karakteristik Instrumen Test	93
c. Optimalisasi Program Terbatas	98
d. Program Perkuliahan Ekologi Laut Menuju Pembangunan Berkelanjutan.....	101
3. Hasil Implementasi Program.....	109
a. Karakteristik Program Perkuliahan Ekologi Laut Menuju Pembangunan Berkelanjutan.....	110
b. Kemampuan Merancang Proyek	120
c. Hasil Belajar Mahasiswa Secara Umum	127
d. Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa	137
e. Keterampilan Berpikir Kreatif Mahasiswa	143
f. Persepsi Mahasiswa Terhadap Perkuliahan Ekologi Laut	148
B. Pembahasan.....	149
1. Karakteristik Program Perkuliahan Ekologi Laut Menuju Pembangunan Berkelanjutan Berbasis Proyek	149
2. Kemampuan Mahasiswa dalam Merancang Proyek Budidaya Fitoplankton dan Landak Laut di Laboratorium serta Pengamatan Ekosistem Padang Lamun	157
a. Kemampuan Merancang Proyek Mahasiswa	158
b. Produk Proyek Mahasiswa	169
3. Penguasaan Konsep Mahasiswa	170
a. Penguasaan Konsep Mahasiswa Topik Biota Laut.....	173
b. Penguasaan Konsep Mahasiswa Topik Ekosistem Padang Lamun..	177
c. Penguasaan Konsep Mahasiswa Topik Kelas Echinoid	180
4. Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa	183
a. Keterampilan Berpikir Kritis Topik Biota Laut	185
b. Keterampilan Berpikir Kritis Topik Ekosistem Padang Lamun	188
c. Keterampilan Berpikir Kritis Topik Kelas Echinoid	191

5. Keterampilan Berpikir Kreatif Mahasiswa	195
a. Keterampilan Berpikir Kreatif Topik Biota Laut	197
b. Keterampilan Berpikir Kreatif Topik Ekosistem Padang Lamun	201
c. Keterampilan Berpikir Kreatif Topik Kelas Echinoid	204
6. Persepsi Mahasiswa terhadap Perkuliahan Ekologi Laut menuju Pembangunan Berkelanjutan.....	210
7. Keunggulan dan Kelemahan Program Perkuliahan Ekologi Laut Menuju Pembanguna Brekelanjutan yang dikembangkan	211
BAB V SIMPULAN IMPLIKASI DAN REKOMENDASI	214
A. Simpulan	214
B. Implikasi	216
C. Rekomendasi	216
DAFTAR RUJUKAN	218

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Perguruan Tinggi di Indonesia yang Menyelenggarakan Perkuliahan Ekologi Laut.....	6
Tabel 2. 1. Tujuan pembelajaran untuk SDGs nomor 4, 8, 13 dan 14 keterkaitannya dengan program perkuliahan ekologi laut.....	20
Tabel 2. 2. Indikator Berpikir Kritis (Ennis, 1985)	30
Tabel 2. 3. Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif (KBK _r) (Torrance, 1966)	33
Tabel 2. 4. Topik utama dan sub topik ekologi laut	35
Tabel 2. 5. Bahan kimia untuk membuat media diatome (1000 ml)	43
Tabel 2. 6. Bahan kimia untuk membuat media okinawa (1000 ml).....	43
Tabel 3. 1. Rekapitulasi Pengembangan Butir soal PG beralasan Materi Biota Laut, Ekosistem Padang Lamun dan Kelas Echinoid	72
Tabel 3. 2. Rekapitulasi Pengembangan Butir soal Essay Materi Biota Laut, Ekosistem Padang Lamun dan Kelas Echinoid	74
Tabel 3. 3. Teknik Pengumpulan Data dan Instrumen yang Digunakan	76
Tabel 4. 1. Analisis Aktivitas Perkuliahan ekologi Laut terkait Keterampilan Berpikir	81
Tabel 4. 2. Tahapan Budidaya Landak Laut di Laboratorium	93
Tabel 4. 3. Materi Pembelajaran dan Keterampilan yang akan dikembangkan	95
Tabel 4. 4. Hasil Optimalisasi Program	99
Tabel 4. 5. Analisis Statistik Deskriptif Hasil Belajar Pretest pada Kelompok Ekperimen 1 dan 2	129
Tabel 4. 6. Analisis Statistik Deskriptif Hasil Belajar Postest pada Kelompok Ekperimen 1 dan 2	130
Tabel 4. 7. Rekapitulasi Hasil Uji Statistik Pretest Kelompok Eksperimen 1 dan 2 pada Setiap Topik	132
Tabel 4. 8. Rekapitulasi Hasil Uji Statistik Postest Kelompok Eksperimen 1 dan 2 pada Setiap Topik	133

Tabel 4. 9. Rekapitulasi Hasil Uji Statistik Keterampilan Berpikir Kritis (KBK) Kelompok Eksperimen 1 dan 2 pada Setiap Topik	139
Tabel 4.10. Pengembangan Indikator Keterampilan Berpikir Kritis (KBK) pada ketiga Topik	142
Tabel 4.11. Rekapitulasi Hasil Uji Statistik Keterampilan Berpikir Kreatif (KBKr) Kelompok Eksperimen 1 dan 2 pada Setiap Topik	144
Tabel 4.12. Pengembangan Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif (KBKr) pada ketiga Topik	147

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pemetaan materi ekologi laut	36
Gambar 3.1. Paradigma Penelitian	59
Gambar 3.2. Desain Penelitian Mixed Method Exploratory Design: Instrument Development Model (Quan Emphasized) (Creswell & Clark, 2007).....	60
Gambar 3.3. Diagram Alur Penelitian	61
Gambar 3.4 a. Tahapan budidaya <i>Navicula</i> sp. di laboratorium	64
Gambar 3.4 b. Tahapan budidaya <i>Navicula</i> sp. di laboratorium	64
Gambar 3.5. Tahapan-tahapan budidaya landak laut di laboratorium	65
Gambar 3.6. Bagan Perkuliahan Ekologi Laut menuju Pembangunan Berkelanjutan	68
Gambar 4.1. Kemampuan keterampilan berpikir kritis mahasiswa calon guru biologi	83
Gambar 4.2. Kemampuan setiap indikator keterampilan berpikir kritis mahasiswa calon guru biologi	84
Gambar 4.3. Pernyataan angket pembelajaran berbasis proyek menuju sustainable development	85
Gambar 4.4. Kultur <i>Chaetoceros calsitrans</i> dan <i>Navicula</i> sp di laboratorium (Sumber: Jumrodah, 2021)	87
Gambar 4.5 a. Pemijahan Induk Landak Laut (Sumber: Jumrodah, 2021).....	89
Gambar 4.5 b. Pemijahan Induk Landak Laut (Sumber: Jumrodah, 2021)	89
Gambar 4.5 c. Induk landak laut mengeluarkan sel telur (Sumber: Jumrodah, 2021)	89
Gambar 4.6. Pengamatan larva landak menggunakan mikroskop dilengkapi dengan optilab (Sumber: Jumrodah, 2021)	90
Gambar 4.7. Tahapan Pertumbuhan <i>T. Gratilla</i> (Sumber: Jumrodah, 2021)	91
Gambar 4.8. Pembesaran larva landak di laboratorium dengan pemberian pakan <i>Ulva</i> sp. (Sumber: Jumrodah, 2021)	92
Gambar 4.9. Karakteristik program perkuliahan ekologi laut menuju pembangunan berkelanjutan	111

Gambar 4.10. Analisis Kemampuan Merancang Proyek Setiap Indikator pada Mahasiswa Kelompok Eksperimen 1	142
Gambar 4.11. Analisis Penilaian Produk Proyek Setiap Indikator pada Mahasiswa Kelompok Eksperimen 1	123
Gambar 4.12. Analisis Kemampuan Merancang Proyek Setiap Indikator pada Mahasiswa Kelompok Eksperimen 2	124
Gambar 4.13. Analisis Penilaian Produk Proyek Setiap Indikator pada Mahasiswa Kelompok Eksperimen 2	127
Gambar 4.14. Analisis Statistik Deskriptif Hasil Belajar Secara Umum pada Kelompok Eksperimen 1 dan 2.	128
Gambar 4.15. Analisis Nilai Rerata Pretest dan Posttest Kel. Eksperimen 1 dan 2 pada ketiga topik.	131
Gambar 4.16. Analisis Rerata Posttest pada Setiap Label Konsep di Kelompok Eksperimen 1 dan 2 pada Ketiga Topik.	136
Gambar 4.17. Analisis Rerata Posttest Keterampilan Berpikir Kritis pada Ketiga Topik di Kelompok Eksperimen 1 dan 2.	138
Gambar 4.18. Analisis Rerata Posttest Setiap Indikator Keterampilan Berpikir Kritis (KBK) di Kelompok Eksperimen 1 dan 2 pada ketiga topik.	140
Gambar 4.19. Analisis Rerata Posttest Setiap Indikator Keterampilan Berpikir Kritis (KBK) di Kelompok Eksperimen 1 dan 2 pada ketiga topik.	143
Gambar 4.20. Analisis nilai rerata posttest pada Setiap Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif (KBKr) di Kelompok Eksperimen 1 dan 2 pada Ketiga topik.	145
Gambar 4.22. Desain Proyek pada Pengamatan Ekosistem Padang lamun.	148

DAFTAR TEKS

Teks 4.1. Hasil Desain Proyek kelompok Eksperimen 1 pada Pengamatan Ekosistem Padang lamun	162
Teks 4.2. Hasil Rancangan Prosedur Praktikum Budidaya Landak Laut di Laboratorium pada Kelompok Eksperimen 2	163
Teks 4.3. Kerangka berpikir tentang peran dan manfaat landak laut secara ekologis dan ekonomis yang dibuat mahasiswa pada Kelompok Eksperimen 2 .	182

**PERKULIAHAN EKOLOGI LAUT MENUJU PEMBANGUNAN
BERKELANJUTAN UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS DAN KREATIF CALON GURU BIOLOGI**

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kompleksnya masalah terkait sumber hayati laut khususnya landak laut yang belum dikelola secara baik bahkan lebih banyak pada eksploitasinya. Dalam hal ini isu terkait pengelolaan dan pemanfaatan biota laut secara berkelanjutan perlu terakomodasi pada perkuliahan ekologi laut di perguruan tinggi. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan perkuliahan ekologi laut menuju pembangunan berkelanjutan melalui pembelajaran berbasis proyek dengan beracuan pada tujuan pembelajaran SDGs nomor 4, 8, 13 dan 14. Fokus kajian biota laut, ekosistem padang lamun dan kelas echinoid pada mahasiswa calon guru biologi. Secara spesifik fokus yang diukur adalah kemampuan merancang proyek, dan produk proyek yang dihasilkan, menganalisis penguasaan konsep, keterampilan berpikir kritis dan kreatif, mendeskripsikan persepsi mahasiswa terhadap program yang dikembangkan dan mendeskripsikan keunggulan dan keterbatasannya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *mixed methods eksploratory design: instrument development (Quan emphasized)*. Subyek penelitian ini adalah mahasiswa program tadaris biologi di salah satu perguruan tinggi di Kalimantan Tengah yang berjumlah 31 mahasiswa semester 5 (eksperimen 1) dan 24 mahasiswa semester 7 (eksperimen 2). Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik program perkuliahan ekologi laut menuju pembangunan berkelanjutan yang mengintegrasikan isu pengelolaan dan pemanfaatan biota laut secara ekologis dan ekonomis dengan menggabungkan aktivitas kelas dengan kegiatan praktikum laboratorium dan lapangan (*field work*), yang dikemas dalam pembelajaran berbasis proyek mampu menghasilkan produk proyek berupa budidaya fitoplankton dan landaklaut di laboratorium serta pengamatan habitat lamun. Penguasaan konsep tertinggi pada pengamatan habitat lamun dan terendah pada karakteristik habitat padang lamun. Perkuliahan ini juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis yang tertinggi pada indikator mempertimbangkan kredibilitas sumber, yang terendah pada indikator mengamati dan mempertimbangkan laporan hasil observasi. Keterampilan berpikir kreatif mahasiswa juga dapat dikembangkan tertinggi pada indikator *originality* dan terendah pada indikator *flexibility*. Secara umum mahasiswa memberikan respon positif terhadap perkuliahan ekologi laut menuju pembangunan berkelanjutan. Sebagai rekomendasi dalam penelitian ini terutama sebaiknya diberikan di semester 7 agar mahasiswa dapat lebih focus untuk mengikuti aktivitas pembelajaran terutama kegiatan praktikum laboratorium dan lapangan (*field work*).

**MARINE ECOLOGY TOWARDS SUSTAINABLE DEVELOPMENT
COURSE TO IMPROVE PRE-SERVICE BIOLOGY TEACHERS
CRITICAL AND CREATIVE THINKING SKILLS**

ABSTRACT

This research back ground is the complexity of problems related to marine biological resources, especially sea urchins that have not been good managed and even more than in exploitation it. The issues related to the sustainable management and use of marine biota have not been accommodated in marine ecology course at the universities. The purpose of this research is to develop marine ecology course towards sustainable development through project-based learning with reference to SDGs learning objectives number 4, 8, 13 and 14. Focus on studying marine biota, seagrass ecosystems and echinoid class for pre-service biology teachers. Specifically, focus of measurement is the ability to projects design, products produced, analyzing students' concepts mastery, analyzing students' critical and creative thinking skills, describing students' perceptions of the program developed and describing the strengths and limitation of the program. The method used in this study is a mixed method exploratory design: instrument development (Quan emphasized). The subjects of this study were students of the biology tadrís program at a university in Center Borneo, consist of 31 students of fifth semester (experiment 1) and 24 students of seventh semester (experiment 2). The results showed that the characteristics of the marine ecology course program towards sustainable development that integrated issues of management and utilization of marine biota by combining classroom activities, laboratory and field work activities, that packaged in project-based learning, were the ability to produce products of cultivation phytoplankton and sea urchins in the laboratory and observation of sea-grass habitat. The highest concept mastery is observations of sea-grass habitats and the lowest is characteristics of sea-grass habitat. This course also develop students' critical thinking skills with the highest mastery in consider source credibility and the lowest in observing and judging of observation report result. Students' creative thinking skills that also been developed highly in originality indicator and the lowest in flexibility. In general, students give a positive response to marine ecology course towards sustainable development. As a recommendation of this study is it should be given in the seventh semester therefore students focus more on participating in learning activities, especially laboratory and field work.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin Z. (2017). Evaluasi Program Kuliah Lapangan Ekologi Hewan pada Sebuah Universitas Swasta Kuningan di Jawa Barat. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*. Volume 9, Nomor 2, Juli 2017.
- Adriana R., José C.H., Alberto B., Sabrina C. (2017). Effects of ocean acidification on juveniles sea urchins: Predator-prey interaction. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 493 (2017) 31-40.
- Amtiningsih S., Sri D., Dewi P.S. (2016). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif melalui Penerapan Guided Inquiry dipadu Brainstorming pada Materi Pencemaran Air. *Proceeding Biology Education Conference (ISSN: 2528-5742)*, Vol 13(1) 2016: 868-872.
- Amemiya, S. (1996). Complete regulation of development throughout metamorphosis of sea urchin embryos deprived of macromeres. *Devel. Growth diver.* 38, 465–476
- Andrew, N. L. *et al.* (2002). Status and management of world sea urchin fisheries. *Journal Oceanografi*. Mar. Biol. Annu. Rev. 40. 343-425.
- Andrea M., John M., Kira G., Alberto G., Michael K., Joanna P., Kerstin S., Jacek Z., Ilhan K., Anne L., Helena S. (2019). Towards sustainability of marine governance: Challenges and enablers for stakeholder integration in transboundary marine spatial planning in the Baltic Sea. *Ocean and Coastal Management* 177 (2019) 200–212.
- Ali M. (2017). Analisis Pelaksanaan Praktikum Anatomi Fisiologi Tumbuhan Jurusan Pendidikan Biologi Semester Genap Tahun Akademik 2016/2017. *Jurnal Biotek* Volume 5 Nomor 1 Juni 2017.
- Alex K, Richard C.S., Marianne E.K. (2012). Sense of place in environmental education. *Environmental Education Research*. Vol. 18, No. 2, April 2012, 229–250.
- Aliyah, H. (2017). Pengembangan Model Pembelajaran Tematik Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *JURNAL PENDIDIKAN DASAR*. Volume 8, Edisi 2, Desember 2017
- Ariyati E. (2010). Pembelajaran berbasis praktikum untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. *Jurnal Matematika dan IPA* Vol. 1. No. 2. Juli 2010.

- Amri dan Andi J.T. (2018). Pengembangan Perangkat Asesmen Pembelajaran Proyek Pada Materi Pencemaran Dan Kerusakan Lingkungan. *Didaktika Biologi: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi* (2018), 2 (2), 103–112
- Atabaki A M S, Keshtiaray N and Yarmohammadian M. H. (2015). Scrutiny of Critical Thinking Concept. *International Education Studies* vol 8 no. 3.
- Armandita, P., Wijayanto, E., Rofiatus, L., & Susanti, N. (2017). Analisis Keterampilan Berpikir Kreatif Pembelajaran Fisika di Kelas XI Mia 3 SMA Negeri 11 Kota Jambi. *Penelitian Ilmu Pendidikan*, 10(2), 1-8.
- Arslan R, Gulveren H. and Aydin E (2014). A Research on Critical Thinking Tendencies and Factors that Affect Critical Thinking of Higher Education Students. *International Journal of Business and Management*; Vol. 9, No. 5; 2014. ISSN 1833-3850 E-ISSN 1833-8119. Published by Canadian Center of Science and Education
- Azkab M.H. (2000). Epifit padang Lamun. *Oseana*, Volume XXV, Nomor 2, 2000 : 1-11.
- Azkab M.H. (1999). Pedoman Inventarisasi Lamun, *Oseana*, Volume XXIV, Nomor 1, 1999: 1- 16
- Azkab M.H., dan Hutomo M. (1987). Peranan lamun di lingkungan laut dangkal. *Oseana*, Volume XII, Nomor 1: 13 - 23, 1987
- Al-Suleiman, N. (2009). Cross cultural studies and creative thinking abilities. *Journal of Educational and Psychology Science*, 1(1), 42–92.
- Ayuni N.P.B., Zunaena M., Oktaviani R.D., Kristina N., Yuliyati S. (2018). Pengetahuan Mahasiswa Pendidikan Biologi tentang Peralatan Laboratorium Biologi. *NECTAR: Jurnal Pendidikan Biologi*. Vol. 1, No. 1, 2018, pp: 1-pISSN: eISSN: Email: nectar@untidar.ac.id.
- Babcock, R. C. (2013). Leigh Marine Laboratory Contributions to Marine Conservation. *New Zealand journal of marine and Freshwater Research* 47:3, 360-373 11 September 2013.
- Bakir, S., & Oztekin, E. (2014), Creative Thinking Levels of Pre service Science Teacher in Term of Different Variables, *Journal of Baltic Science Education*, 13(2), 12
- Barak, M. (2012). From Doing To Doing with Learning Reflection on an Effort to Promote Self-Regulated Learning in Technological Project High School. *European. Journal of Engeneering Education*. 37 (1), 105-116.

- Barnes, R S. K. dan R N. Hughes 1999. *An Introduction to Marine Ecology*. Third Edition. Blackwell Science, Ltd., Oxford: 286pp.
- Baer, J.B., and Kaufman, J.C. (2012). *Being Create Inside and Outside the Classroom*. Boston: Sence Publisher
- Bell, S. (2010). *Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future*. Routledge. *The Clearing House*, 83: 39–43, ISSN: 0009-8655 print. DOI: 10.1080/00098650903505415.
- Beccatini, N., Cascini, g., & Rotini F. (2015). OTSM-TRIZ Network of problems for Evaluating the design skill of engineering student Wold Conference: TRIZ FUTURE, TF 2011-2014. *Procedia Engineering*, 131, 689-700.
- Behrendt M. & Franklin T. (2014). A Review of Research on School Field Trips and Their Value in Education. *International Journal of Environmental & Science Education* (2014), 9, 235-245.
- Blumenfeld, P., Soloway, E., Marx, R.W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., and Palincsar, A. (1991). Motivating Project-based Learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26, 369-398.
- Bockers, A., Mayer, C., & Bockers, T. M. (2014). Does learning in clinical context in anatomical sciences improve examination results, learning motivation, or learning orientation?. *Anatomical sciences education*, 7(1), 3-11.
- Britton G., Liaaen-Jensen s., & Pfander H. (2004). *Caretenoids handbook*. Birkhauser Verlag Boston USA. <http://dx.doi.10.1007/978-3-0348-7836-4>.
- Brown, M. R., Jeffrey, S. W., Volkman, J. K., & Dunstan, G. A. (1997). Nutritional properties of microalgae for mariculture. *Aquaculture*, 151, 315–331. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(96\)01501-3](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01501-3)
- Boyd, C.E. 1988. *Water Quality in Warm water Fish Ponds*. Fourth Printing. Auburn University Agricultural Experiment Station, Alabama, USA. 359 p
- Candra R.A, Prasetyab A.T., dan Hartatic R, (2019). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik melalui Penerapan Blended Project-Based Learning. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, Vol 13, No 2, 2019, halaman 2437 – 2446.
- Castro, P. & Huber, M. E. (2016). *Marine Biology*. New York Amerika: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Carlin, G. (2016). *Case Studies in Marine Conservation Syllabus*. Louisiana State University.

- Carin, A. A. & Sund, R. B. (1989). Teaching science through discovery. Columbus: Merrill Publishing Company.
- Carriger M.S. (2016). What is the Best Way to Develop New Manager? Problem Based Learning vs Lecture Based Instruction. The International of Management Education. [Volume 14, Issue 2](#), July 2016, Pages 92-101.
- Catherine D., Flavio M., Jessie P., (2013). Marine biology, ecology and biodiversity. Victoria University: Career Development and Employment.
- Cvitanovic A., *et al.* (2013). Critical research needs for managing coral reef marine protected areas: Perspectives of academics and managers. *Journal of Environmental Management* 114, (84e91).
- Colley, K. (2008). Project-Based Science Instruction. *The Science Teacher*. 75 (8): 23-28.
- Collier, C. (2012). Project Based Learning: Is this New Method an Effective Educational Approach to Learning? (Studies is Teaching 2012 research digest).
- Chun, M-S., Kang, Kwang, Il. K., Young H. K., Kim, Y. M. (2015). Theme-based Project Learning: Design and Application of Convergent Science Experiments. *Universal Journal of Educational Research* 3(11), 937-942.
- Chua, K. J., Yang, W. M., & Leo, H. L. (2014). Enhanced and conventional project-based learning in an engineering design module. *International Journal of Technology and Design Education*, 24(4), 437-458. doi: 10.1007/s10798-013-9255-7.
- Chance, P. (1986). Thinking in the classroom: A survey of programs. New York: Teachers College, Columbia University.
- Claisse, J.T., Williams, j. P., Ford t., Pondella d. J., Meux b., and Protopapadakis L., (2013). Kelp forest habitat restoration has the potential to increase sea urchin gonad biomass. *Ecosphere*. www.esajournals.org March 2013 v Volume 4(3) v Article 38.
- Cresswel J. W. & Clark P. (2007). Designing and Conducting Mixed Methods Research. America: The United State of America.
- Dahuri R., dkk. (1996). Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Darman, Idris, M. dan Astuti, O. (2017). Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Teripang Pasir (*Holothuria scabra*) yang Dibudidayakan Pada Karamba Jaring Tancap. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo

- Darsono, P. (1999). Perkembangan Pembenihan Teripang Pasir *Holothuria scabra jaeger* di Indonesia. *Oseana*, Volume XXIV, Nomor 3, 1999:35–45. ISSN 0216-1877.
- Diawati, C., Liliyasi, dan Buchari B. (2017). Development and validation of creative thinking skills test in the project of laboratory apparatus modification. *Ideas for 21st Century Education – Abdullah et al. (Eds) Taylor & Francis Group*. London, ISBN 978-1-138-05343-4.
- Davis C.C. 1995 *The Marine Fresh Water Plankton*. Michigan State University Press Chicago.
- David L.B. (2015). Towards integration at last? The sustainable development goals as a network of targets. DESA Working Paper No. 141. ST/ESA/2015/DWP/141
- Dewi K. dan Riong S.P. (2020). Kandungan Kimia dari *Navicula sp.* dan Bioaktivitasnya. *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal* Vol. 5 No.1 pp. 65-69.
- Dincer T. & Cakli S. (2007). Chemical Composition and Biometrical Measurements of the Turkish Sea Urchin (*Paracentrotus lividus*, Lamarck 1816). *Critical reviews in food Science and Nutrition* 47 (1): 21-26
- DPR RI., (2017). Naskah Akademik RUU tentang Konservasi Sumber daya Alam Hayati beserta Ekosistemnya. Jakarta.
- Djainudin A., Sandra HM., Irwanto T., (2020). Karakteristik morfologi dan indeks ekologi bulu babi (Echionoidea) di perairan desa wawama kabupaten pulau morotai. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, Vol. 4 No. 1 Mei 2020, www.ejournalfpikunipa.ac.id.
- Dworjanyan S.A & Igor Pirozzi. 2008. Induction of settlement in the sea urchin *Tripneustes gratilla* by macroalgae, biofilms and conspecifics: A role for bacteria?. *Aquaculture* 274, 268 – 274.
- Djumanto, Tumpak S., Hanny P., Reinhard L. (2009). (Jurnal Perikanan J.Fish Sci) XI (1): 115-122 ISSN 0853-6384.
- Den Hartog, C. (1970). *Seagrass of the World*. London: North-Holland Publ.Co
- DeHaan, R.L. (2009). Teaching creativity and inventive problem solving in science. *CBE Life Sci. Ed*, 8, 172–181.

- Ennis, R. H. (1985). *Goal for a Critical Thinking Curriculum, Developing Minds: A Resource Book for Teaching Thinking*. Virginia: ASDC.
- Ennis, R.H. (1993). Critical thinking assessment. *Theory Into Practice*, Volume 32, Number 3, Summer. College of Education. The Ohio State University.
- Ennis, R. H. (1996). *Critical thinking*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Eilks, I., Jesper S., and Hofstein A. (2017). Relevant Chemistry Education for Sustainability. *Daruna Vol. 44/2017*
- Eilks, I. and Hofstein, A. (2015). Relevant Chemistry Education, *Relevant Chemistry Education*. Doi: 10.1007/978-94-6300-175-5.
- Eldy, E. F., & Sulaiman, F. (2013). The role of PBL in improving physics students' creative thinking and its imprint on gender. *International Journal of Education and Research*, 1(6), 1-10.
- Ekwu, A.O. dan F.D. Sikoki. 2006. *Phytoplankton diversity in the cross-river estuary of Nigeria*, *Journal of applied Science & Enviromental Management* 10 (1): 89-95.
- Fagerli, C. W., Norderhaug, K. M., Christie, H. C, Pedersen, M.F., Fredriksen, S. (2014). Predators of the destructive sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis* on the Norwegian coast. *Mar Ecol Prog Ser* 502, (207–218).
- Facione, P. A. (1990). *California critical thinking skills test manual*. Millbrae, CA: California Academic Press.
- Farah A. & Esther G.S.D. (2014). Developing a Creative Thinking Test for Iraqi Physics Students. *International Journal of Mathematics and Physical Sciences Research*. Vol. 2, Issue 1, pp: (80-84), Month: April 2014 - September 2014. Available at: www.researchpublish.com ISSN 2348-5736 (Online).
- Faiqoh E., Dwi B.W., I Gede Budi A. (2017). Peranan Padang Lamun Selatan Bali Sebagai Pendukung Kelimpahan Ikan di Perairan Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences* 3(1), 10-18 (2017)
- Fisher, A. (2001). *Critical Thinking an Introduction*. Cambridge University Press.
- Fitriani, Jamili dan Fahyuddin. (2020). Perbandingan Efektivitas Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dan Berbasis Proyek dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Biofiskim: Penelitian dan Pembelajaran IPA*, Vol.2, No.2, 2020. ISSN 2684-995X.

- Fitriyah A. & Ramadani S.D. (2021). Pengaruh Pembelajaran STEAM Berbasis PJBL (Project Based Learning) Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Berpikir Kritis. *Jurnal Inspiratif Pendidikan* Volume X, Nomor 1, Januari – Juni 2021.
- Feehan, C. J., Francis, F.T., and Scheibling, R.E. (2014). Harboursing the enemy: kelp holdfasts protect juvenile sea urchins from predatory crabs. *Mar Ecol Prog Ser* 514:149–161.
- Foo, S.C., Fatimah Md Yusoff, Maznah Ismail, Mahiran Basri, Kim Wie Chan, Nicholas M.H Kong, Sook Kun Yau. 2015. Production of Fuchocanthin-Rich Fraction (FxFR) From A Diatom *Chaetoceros calditrans* (Paulsen) Takano 1968. *Algal Research* 12 (2015) 26 –32.
- Gao Q. F., Wang Y., Dong S., Sun Z., Wang, F. (2011). Absorption of different food sources by sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka) (Echinodermata: Holothuroidea): evidence from carbon stable isotope. *Aquaculture*; 319:272–6.
- Goodman B., Stivers J., and Fall. (2010). *Project-Based Learning*. Educational Psychology. ESPY 505.
- Gomez, J. C. G., *et al.* (2014). Artificial Marine Micro-Reserves Networks (AMMRNs): an Innovative Approach to Conserve Marine Littoral Biodiversity and Protect Endangered Species. *Marine Ecology*. 1-19.
- Gordon, W. J. J. (1961). *Synectics: The development of creative capacity*. New York: Harper & Row Publishers, Inc.
- Gokool-Ramdoos S. & Anwar B.R. (2017). Education for Sustainable Development: Connecting the Dots for Sustainability. Vol. 4, No. 1, pp. 72-89
- Gulbahar, Y., & Tinmaz, H. (2006). Implementing project-based learning and e-portfolio assessment in an undergraduate course. *Journal of Research on Technology in Education*, 38(3), 309– 327.
- Giese A.C., Greenfield L., Huang H., Farmanfarman A., Boolootian R.A., Lasker R. (1959). Organic Productivity in the Reproductivity cycle of the purple sea urchin. *Biology*, 116, 49-58. Doi: 10.2307/1539155
- Ghanizadeh, A., Al-Hoorie, A. H., & Jahedizadeh, S. (2020). Higher order thinking skills: In *Second Language Learning and Teaching*. Mashhad: Springer https://doi.org/10.1007/978-3-030-56711-8_1
- Haerunnisa, Yani A., Andani C., (2018). Pengembangan bahan ajar berbasis worksheet mata kuliah biologi laut untuk meningkatkan sikap ilmiah mahasiswa. *Jurnal Biotek* Volume 6 Nomor 2 Desember 2018.

- Hamid, A.A. dan Toha, A. (2006). Ulasan Ilmiah: Manfaat Bulu Babi (Echinoidea), dari sumber Pangan Sampai Organisme Hias. (Function of Sea Urchin (Echinoidea), from Food to Decoration Animal).
- Halpern, D. F. (1998). Teaching critical thinking for transfer across domains. Dispositions, skills, structure training, and metacognitive monitoring. *The American psychologist*. 53(4), 449-455. <http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.53.4.449>.
- Haryani S.M., Wijayati N., dan Kurniawan C. (2017). Improvement of metacognitive skills and students' reasoning ability through problem-based learning. *Proceeding. Semarang: International Conference on Mathematics, Science and Education*.
- Hilarius J.D., Herawati S., Peter N. (2019). Enhancing Different Ethnicity Science Process Skills: Problem-Based Learning through Practicum and Authentic Assessment. *International Journal of Instruction*. January 2019. Vol.12, No.1. p-ISSN: 1694-609X e-ISSN: 1308-1470. www.e-iji.net.
- Hill L. (2010). Teaching and the Theory and Practice of Biology. *Journal of Biological Education*. 20:2, 112-116, DOI: 10.1080/00219266.1986.9654796.
- Haryono, E., Liliyasi, Tasyono, B. & Rusdiana, D., (2019). Pengembangan Program Volcano Learning Project (VLP) dalam Pembelajaran Gesosains bagi mahasiswa calon Guru Biologi. Desertasi: Tidak diterbitkan.
- Husamah, H. (2015). Thinking skills for environmental sustainability perspective of new students of biology education department through blended project based learning model. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 4(2), 110–119. <https://doi.org/10.15294/jpii.v4i2.3878>.
- Husnidar, Ikhsan M., dan Syamsul R. (2014). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Disposisi Matematis Siswa. *Jurnal Didaktik Matematika*. Vol. 1.
- Hutabarat, S. dan Evans, S.M. 1995. Pengantar Oceanografi. Jakarta: Universitas Indonesia Press
- Hutabarat, S. (2001). Pengaruh Kondisi oseanografi Terhadap Perubahan Iklim, Produktivitas Dan Distribusi biota laut. Pidato pengukuhan guru besar Ilmu Oseanografi pada Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Diponegoro. 14 April 2001.

- Hutomo, M., Kiswara, W., & M. H Azkab. (1988). The status of *seagrass* Ecosystem in Indonesia: Resource, Problem, Research and Management, Paper presented at Seagram I, Manila 17-22 January 1988.
- Inch, E. S. *et al.* (2006). *Critical Thinking & communication, The Use of Reasoning in Argument*. United State America: Pearson Education.
- Ida Ayu K.S., Wayan I.S., dan Wayan I.M., (2013). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek terhadap Pemahaman Konsep Kimia dan Keterampilan Berpikir Kritis. *e-Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha Program Studi IPA*. (Volume 3 Tahun 2013).
- Isabekov, A., & Sadyrova, G. (2018). Project-based learning to develop creative abilities in students. In J. Drummer, G. Hakimov, M. Joldoshev, T. Köhler, & S. Udartseva (Eds.), *Vocational Teacher Education in Central Asia: Developing Skills and Facilitating Success* (pp. 43–49). Cham: *Springer International Publishing*. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-73093-6_4
- Idjo, C. (2016). Beternak Bulu babi: Dihasilkan fulus dari perusak terumbu karang. Online. <http://capingidjo.com/2016/06/15/beternak-bulu-babi-hasilkan-fulus-dari-perusak-terumbu-karang/> [19 Februari 2018].
- Imrantika, F. (2017). Potensi Usaha Bulu Babi, Hewan laut Penuh Duri. Online. <https://farming.id/potensi-bulu-babi-hewan-laut-penuh-duri/> [19 Februari 2018].
- Isnansetyo Alim dan Kurniastuty. 1995. Teknik Kultur Phytoplankton & Zooplankton (Pakan Alami untuk Pembenihan Organisme Laut). Yogyakarta: Kanisius
- Jacobs, C. (2016). The Effectiveness of The Mitigation Hierarchy in Environmental Impact Studies on Marine Ecosystems: A Case Study in France. *Environmental Impact Assessment Review* 60. 83-98.
- Jalaluddin & Ardeslan. (2017). Identifikasi dan klasifikasi phylum echinodermata di perairan laut desa sembilan kecamatan simeulue barat kabupaten simeulue. *Jurnal Biology Education*. Vol. 6 No. 1 Oktober 2017.
- Jose C. *et al.* (2014). Artificial Marine Micro-Reserves Networks (AMMRNs): an Innovative Approach to Conserve Marine Littoral Biodiversity and Protect Endangered Species. *Journal Marine Ecology* 1-19.
- Jorge I. Sonnenholzner-Varas, Noelia Touron, María Manuela Panchana Orrala. 2018. Breeding, larval development, and growth of juveniles of the edible sea urchin *Tripneustes depressus*: A new target species for aquaculture in Ecuador. *Aquaculture* 496, 134-145.

- Jerald, C.D. (2009). Defining a 21 st Century. The Center for Public education: <http://centerforpubliceducation.org>
- Jumrodah, S Liliasari and Y H Adisendjaja. (2019). Profile of pre-service biology teachers critical thinking skills based on learning project toward sustainable development. IOP Conf. Series: *Journal of Physics: Conf. Series* 1157 (2019) 022097. doi:10.1088/1742-6596/1157/2/022097.
- Jumrodah, S Liliasari, Yusuf H.A., Yayan S. (2021). Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif pada Konsep Biota Laut Menuju Pembangunan Berkelanjutan melalui Pembelajaran Berbasis Proyek. *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains dan Matematika*. Vol.9.No.1 DOI: <https://doi.org/10.23971/eds.v9i1.2993>.
- Jumrodah, S Liliasari, Yusuf H.A., Yayan S. (2021). Cultivation stages ex-situ of *Salmachis sphaeroides* on larval development and juvenile through metamorphosis for sustainability. *Journal of Engineering Science and Technology*. Special Issue on ICMScE, August (2021) 1 – 8.
- Jumrodah, Liliasari, Yusuh H.A, Yayan S. (2019). Pembiakan *sea-urchin* menuju *sustainable development* sebagai *project* mahasiswa di laboratorium ekologi laut. Litapdimas Kemenag RI.
- Kasim S., Sjahrul M., & Hanapi U. (2013). Pemanfaatan Medium Ars-Chat Pada Produksi Biomassa Fitoplankton Laut Yang Potensial Sebagai Bahan Baku Biofuel Jenis Bioetanol. Seminar Nasional FMIPA UNDIKSHA III Tahun 2013.
- Ku, K.Y.L., *et al.* (2014). Integrating direct and Inquiry-Based Instruction in the Teaching of Critical Thinking: an Intervention study, *Instruction Science*, 42 (2), pp. 251-269. Doi: 10.1007/s1 1251-013-9279-0.
- Kutlu N. & Gokdere M. (2015). The effect of Purdue model based science teaching on creative thinking *International Journal of Education and research*, 3 (3), pp 589-599. Available at: www.ijern.com
- Kortz, K.M. and Kart, H.J. (2016). Geoscience Education Research Project: Student Benefit and Effective Design of Course-Based Undergraduate Research Experice. *Journal of Geoscience Education*, 64 (1) 24-36.
- Kato, S. dan S. C. Schroeter. (1985). *Biology of the red Sea Urchin, Strongylocentrotus franciscanus, and its fishery in California Marine Fisheries Review*.
- Karleskint G, Turner R, Small J.W. 2013. *Introduction to Marine Biology*. Fourth Edition. Brook/Cole Cengage Learning.

- Kiswara, W. dan Winardi. 1997. Sebaran lamun di Teluk Kuta dan Teluk Gerupuk, Lombok. Dalam: *Dinamika komunitas biologis pada ekosistem lamun di Pulau Lombok, Indonesia*. S. Soemodiharjo, O. H. Arinardi dan I. Aswandy (Eds.). Puslitbang Oseanologi - LIPI, Jakarta.
- Kariya, Y., Mulloy, B., Imai, K., Tominaga, A., Kaneko, T., Asari, A., Suzuki, K., Masuda, H., Kyogashima, M., and Ishii T. (2004). Isolation and partial characterization of fucan sulfates from the body wall of sea cucumber *Stichopus japonicus* and their ability to inhibit osteoclastogenesis. *Carbohydr Res*; 339:1339–46.
- Kathy R.F., Niki R.A., & Linda R.L. (2004). *Echinoderm Eggs and Embryos: Procurements and Culture. Methode and Cell Biology volume 74*. Department of Biological Science. California Politehnic State University.
- Kertiasih Ni Luh Putu. (2016). Peranan laboratorium pendidikan untuk menunjang proses perkuliahan jurusan keperawatan gigi poltekkes Denpasar. *Jurnal Kesehatan Gigi Vol.4 No.2* (Agustus 2016).
- Krajcik, J.S. and Blumenfeld, P. C. (2006). *Project-Based Learning*. In: *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. R. Keith Sawyer (ed). Cambridge University Press.
- Krajcik, J. S., Czerniak, and C. Berger. (1999). *Teaching Children Science: A project-based approach*. Boston: McGraw Hill College.
- Krichnavaruka, S., Worapannee L., Sorawit P., & Prasert P. (2005). Optimal growth conditions and the cultivation of *Chaetoceros calcitrans* in airlift photobioreactor. *Chemical Engineering Journal* 105 (2005) 91–98.
- Kristanti, Y. D., Subiki, dan Handayani, R. D. (2016). Model Pembelajaran Berbasis Poject (Project Based Learning Model) pada Pembelajaran Fisika di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, (5), No. 2, September, hal 122 – 128.
- Kong S. C. (2015). An experience of a three-year study on the development of critical thinking skills in flipped secondary classrooms with pedagogical and technological support. *ScienceDirect Computers & Education journal* www.elsevier.com/locate/compedu
- Lawson, A. E. (1979). *AETS. Yearbook the psychology of teaching for thinking and creativity*. Clearing house for science, mathematics, and environmental education. The Ohio State University College of Education.

- Lawrence J.M, Agatsuma Y. (2007). *The Ecology of Tripneustes in: Lawrence J.M (Ed) Edible Sea Urchin: Biology and Ecology*. Second Edition. Elsevier Science. Amsterdam
- Li, L. & Li, Q. (2010). Effects of stocking density, temperature, and salinity on larval survival and growth of the red race of the sea cucumber *Apostichopus japonicas* (Selenka). *Aquacult Int*; 18:447–60.
- Li Q., Xin S., Junyu D., Shuqun S., Tongtong Z., Dan L., Han Z., Shuai H., (2020). Developing a microscopic image dataset in support of intelligent phytoplankton detection using deep learning. *ICES of Journal Marine Science* (2020), 77(4), 1427–1439.
- La Sara. (2014). *Pengelolaan Wilayah Pesisir. Gagasan Memelihara Aset Wilayah Pesisir dan Solusi Pembangunan Bangsa*. Bandung: Alfabeta.
- Lai, E. R. (2011). *Critical thinking: A literature review*. Boston: Pearson.
- Latifah, R., Murni, F., & Widoretno, S. (2017). Penerapan Guided Inquiry Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Interpretasi Data Siswa Kelas XI IPA 4 Tahun Pelajaran 2016 / 2017 pada Materi Sistem Ekskresi Manusia The Implementation of Guided Inquiry Learning to Improve Students ' Interpretation Dat. *Proceeding Biology Education Conference*, 14, 355–360.
- Lipman, M. (1988). Critical Thinking What Can It Be?. *Education Leadership* (46) 38-43
- Liliasari. (2011). Peningkatan Kualitas Guru Sains Melalui Pengembangan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. *Seminar Nasional Pasca Sarjana*. Bandung: UPI.
- Liliasari. (2007). Scientific Concepts and Generic Science Skills Relationship In The 21st Century Science Education. *Proceeding of The First International Seminar on Science Education*. Bandung: SPS UPI.
- Liliasari. (2006). Peningkatan Kualitas Guru Sains melalui Pengembangan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. *Universitas Pendidikan Indonesia*
- Liliasari. (2005). Membangun Keterampilan Berpikir Manusia Indonesia melalui Pendidikan Sains. *Pidato Pengukuhan Guru Besar Tetap dalam Ilmu Pendidikan IPA*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Lou, S., Chung, C., Dzan, W. & Shih, R. (2012). Construction of a creative instructional design model using blended, Project-Based Learning for college students. *Creative Education*. 3(7), 1281-1290.

- Lumingas, L. J. L., *et al.*, (1996). Distribusi, Kelimpahan dan Struktur Ukuran Bulu Babi, *Diadema savignyi*, *Echinometra mathaei*, *Tripneustes gratilla* (Echinodermata: Echinoidea) di Semanjung Minahasa. Disampaikan pada Seminar Hasil-Hasil Penelitian Ilmu Kelautan yang diselenggarakan oleh Bagian Proyek Pengembangan Pendidikan Ilmu Kelautan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Pada tanggal 26-28 Juni 1996 di Manado.
- Lu, Y, Zhang BY, Dong Q, Wang BL, Sun XB. (2010). The effects of *Stichopus japonicus* acid mucopolysaccharide on the apoptosis of the human hepatocellular carcinoma cell line HepG2. *Am J Med Sci*; 339: 141–4.
- Levitan D.R. 2005. Sex-specific Spawning Behavior and its Consequences in an Eternal Fertilization. *Am Nat* 165: 685-694.
- Leahy PS. (1986). *Methods and Cell Biology Vol. 27. Chapter 1 Laboratory Culture of Strongylocentrotus Purpuratczs Adults, Embryos, and Larvae.* Academic Press Inc
- Madhuri, G.V., Kantamreddi, V.S.S., and Prakash Goteti, L.N.S.S. (2012). Promoting Higher Order Thinking skills using inquiry-based learning, *European Journal of engineering Education*, 37 (2), pp. 117-123. Doi: 10.1080/03043797.2012.661701.
- Manolis E.N. & Manoli E.N. (2021). Raising Awarenesses of The Sustainable Development Goals through Ecological Project in Higher education. *Journal of Cleaner Production* 279 (2021) 123614.
- Manley S.L. and John L. de la Cuesta (1997). Methyl iodide production from marine phytoplankton cultures. *Limnol. Oecorogr.* 42(I). 1997, 142-147
- Mahanal, S. & Darmawan, E. (2009). Pengaruh Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) pada Materi Ekosistem terhadap Sikap dan Hasil Belajar Siswa SMAN 2 Malang. *Jurnal Biologi.* FMIPA Universitas Negeri Malang.
- Mader, C., & Rammel, C., (2015). Transforming Higher Education for Sustainable Development. Online. Authors can be reached at mader@leuphana.de and Christian.Rammel@wu.ac.at [15 Maret 2018].
- Marinho Y.F., Luis O.B., Clarissa V.F da Silva Campos, William S., Humber A.A & Alfredo O.G., (2017). Effect of the addition of *Chaetoceros calcitrans*, *Navicula* sp. and *Phaeodactylum lumtricornutum* (diatoms) on phytoplankton composition and growth of *Litopenaeus vannamei* (Boone) postlarvae reared in a biofloc system. *Aquaculture Research* 48, 4155–4164. Doi: 10.1111/are.13235.

- Mataka, L.M and Kowalske, M.G. (2015). The Influence of PBL on Students' self-efficacy beliefs in chemistry, *Chemistry Education Research and Practice*. Royal Society chemistry, 16 940, pp 929-938. Doi: 10.1039/c5rp00099h.
- Murray, P. M., *et al.*, (2013). Sustainable Production of Biologically Active Molecules of Marine Based Origin. *New Biotechnology*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nbt.2013.03.006>. [10 Oktober 2016].
- Munandar, U. (1999). *Development of Gifted Children Creativity*. Jakarta, PT. Rineka Cipta.
- Mufida, N.S., Diana V.S., and Rizhal H.R. (2020). Integrated project-based e-learning with science, technology, engineering, arts, and mathematics (PjBeL-STEAM): its effect on science process skills. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 13 (2), 183-200 (2020). Journal homepage: <http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/biosfer>
- Michael D., & Stephen T. (2000). *Brine Shrimp Ecology A classroom-based introduction to ECOLOGY*. London.
- McKenzi, L dan Yoshida, R. (2009). *SeagrassWatch. Proceedings of a Workshop for Monitoring Seagrass Habitats in Indonesia*. Bali. Indonesia
- Nurdin S. (2017). Optimasi Pembentukan Bioflok Dari *Chaetoceros* sp., *Thalassiosira* sp. dan Bakteri Probiotik Melalui Variasi Salinitas Secara In Vitro. *Jurnal Bionature*, Volume 18, Nomor 2, Oktober 2017.
- Nurachman Z., Dewi S.B., Hartati, & Lili M.G.B. (2012). Oil from the Tropical Marine Benthic-Diatom *Navicula* sp."2012, 68, 1065-1075.
- Novak and Gowin. (1985). *Learning how to learn*. Cambridge; Cambridge University Press.
- Norris S.P., & Ennis, R.H. (1989). *Evaluating Critical Thinking*. Pacific Grove, CA: Midwest Publications
- NOAA. (1996). Commercial Fisheries Revenues for Northeast Coastal States Hit \$980 Million in 1995. Online. <http://www.wh.who.edu/noaa.htm> [9 Maret 2018].
- Nontji A. 2008. *Plankton Laut*. Jakarta: LIPI Press
- Nybakken J. W. (1992). *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. H. M. Eidman, D. G. Bengen, Malikusworo H., dan Sukristijono S., Penerjemah. Terjemahan dari: *Marine Biology: An Ecological Approach*. Jakarta: Gramedia.

- Novianto N.K., Masykuri M., dan Sukarmin. (2018). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Proyek (Project Based Learning) Pada Materi Fluida Statis Untuk Meningkatkan Kreativitas Belajar Siswa Kelas X Sma/ Ma. *JURNAL INKUIRI*. ISSN: 2252-7893, Vol. 7, No. 1, 2018 (hal 81-92). <http://jurnal.uns.ac.id/inkuri>
- Oh G-W. Seok-Chun Ko, Dong Hee Lee, Soo-Jin Heo and Won-Kyo Jung. (2017). Biological activities and biomedical potential of sea cucumber (*Stichopus japonicus*): a review. *Fisheries and Aquatic Sciences* 20:28. DOI 10.1186/s41240-017-0071-y.
- Olateye R. A. & Adekoya, Y. M. (2010). Effect of Project-Based, Demonstration and Lecture teaching Strategies on Senior Secondary Student Achievement in an Aspect of Agriculture Science. *International Journal of Educational Research and Teaching*. 1 (1), hlm 19-29.
- Olivarria D.F., Lopez-Elias J.A., Martinez-Cordova L.R., Carvajal-Millan E., Enriquez-Ocana F., Valdez-Holguin E., & Miranda-Baeza A. (2015). Growth and Biochemical Composition of *Navicula* sp. Cultivated at Two Light Intensities and Three Wavelengths. *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh, IJA_67.2015.1155*, 7 pages
- Oxborough K. & Baker. N.R. (1997). Resolving chlorophyll a fluorescence images of photosynthetic efficiency into photochemical and non-photochemical components-calculation of qP and Fv0/Fm0 without measuring Fo *Photosynthesis Research* 54: 135-142.
- Paul R. (1992). *Critical Thinking: What, Why, and How*. New Directions for Community Colleges. No. 77, Spring@Jossey-BPSS Publishers.
- Patnani M. (2013). Upaya Meningkatkan Kemampuan *Problem Solving* pada Mahasiswa. *Jurnal Psikogenesis*. Vol. 1, No. 2/ Juni 2013
- Pulz O, Gross W. (2004). Valuable products from biotechnology of microalgae. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 65:635–48.
- Purnama S.G. (2016). Eurotrofikasi dan Dampak Bagi Lingkungan Sekitar: Kasus di Danau Buyan. Modul Program Ilmu Kesehatan.
- Putri, T.S. (2018). Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik Berbasis Project Based Learning Untuk Melatihkan Keterampilan Bioentrepreneurship Pada Materi Ekosistem Kelas X SMA. *BioEdu*. Vol. 7 No.2. Mei 2018. ISSN: 2302-9528. <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu>

- Prabawani B. & Sudhartp P.H. (2020). Educational for Sustainable Development as Diffusion of Innovation of Secondary School Students. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, vol. 22, no. 1, pp. 84-97, 2020
- Palmer A. M., (2015). Ecological science and sustainability for the 21st century. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 3(1), 4-11.
- Palmer A.M., Emily S.B., Elizabeth A.C, Scott L.C, Andrew P.D., Clifford S.D., Barry D.G., Robert B.J., Sharon E.K., Rhonda H.K., Michael J.M., Luisa M.M., Fiorenza M., Jennifer L.M., Michael L.P, Mercedes P., Stephen S.P., Reichman O.J., Alan R.T., & Monica G.T. (2005). Ecological science and sustainability for the 21st century. © The Ecological Society of America. Portland State University
- Piauw C.Y. (2004). *Creative and Critical Thinking Styles*. Kuala Lumpur. Ampang Press.
- Peraturan Presiden RI. No. 59 Tahun 2017. Tentang Pelaksanaan Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan.
- Peraturan Presiden RI. No. 8 Tahun 2012. Tentang Kerang Kualifikasi Nasional Indonesia
- Pratiwi, Y.N., Rahayu, S., Fajaroh F. (2016). Socioscientific Issues (SSI) in Reaction Rate Topic and ITS Effect on The Critical Thinking Skills of High School Students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. JPII 5 (2)164-170. <http://journal.unnes.ac.id/index.php/jpii>
- Prasetyo A., dan Arifin MZ., (2018). *Pengelolaan Destinasi Wisata yang Berkelanjutan dengan Sistem Indikator Pariwisata*. Jakarta: Indocamp
- Preston, G. L. (1993). Bêchedemer. In: Wright A, Hill L (eds) *Nearshore Marine Resources of the South Pacific*, Suva: Institute of Pacific Studies, Honiara, FFA and Halifax. *International Centre for Ocean Development*. Pp 371-407.
- Patrick K. (2017). Macroalgal grazing by the green sea urchin: born to consume resources. *Mar Biol* (2017) 164:132. DOI 10.1007/s00227-017-3161-6.
- Puryono S. K. S. (2016). *Mengelola Laut untuk Kesejahteraan Rakyat. Refleksi untuk Indonesia Cerah*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Phillips, R.C. dan E.G. Menez, 1988. *Seagrasses*. Smithsonian Institution Press. Washington D.C.
- Ram, R., Chand, R.V. and Southgate P.C. (2016). An Overview of Sea Cucumber Fishery Management in the Fiji Islands. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*. ISSN 1816-4927. DOI: 10.3923/jfas.2016.191.205.

- Radjab, A.W. (2001). Reproduksi dan siklus bulu babi (Echinodea). *Oseana* XXVI (3): 25-36
- Radjab A.W. (2016). Pembenihan dan Perkembangan Telur Bulu Babi *Tripneustes gratilla* (Echinodermata: Echinoid) di Laboratorium. *Prosiding Semnaskan UGM/Genetika dan Bioteknologi* 13 Agustus 2016.
- Rahman M.A., Fatimah Md.Yusoff, A. Arshad, Mariana Nor Shamsudin, S.M.N. Amin. (2012). Embryonic, Larval, and Early Juvenile Development of the Tropical Sea Urchin, *Salmacissphaeroides* (Echinodermata: Echinoidea) The Scientific World Journal. Article ID 938482, 9 pages. doi:10.1100/2012/938482.
- Rahman M.A, Yusoff M.M, Arshad A., Ara R. (2016). Growth and survival of the tropical sea urchin, *Salmacis sphaeroides* fed with different macroalgae in captive rearing condition *J. Environ Biol.* Jul 37(4 Spec No):855-62.
- Rambely, A. S., Ahmad, R. R., Majid N., M-Suradi, N. R., Din, U. K. S., A-Rahman, I., Mohamed, F., Rahim, F. & Abu-Hanifah, S. (2013). Project-Based Activity: Root of Research and Creative Thinking. *International Education Studies*; Vol. 6, No. 6; 2013. ISSN 1913-9020 E-ISSN 1913-9039.
- Rahma N.A. (2012). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Inkuiri Berpendekatan SETS Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan untuk Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Empati Siswa Terhadap Lingkungan. *Journal of Educational Research and Evaluation JERE* 1 (2) (2012).
- Rahmawati I., Selly F., Parlindungan S., Duden S. (2018). Penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Ilmiah dan Berpikir Kritis Ilmiah Siswa SMA pada Materi Keseimbangan Benda Tegar. *Jurnal Wahana Pendidikan Fisika* (2018) Vol.3 No.2: 25-30. ISSN: 2338-1027.
- Rahmawati S., Andri I., Indarto H.S., Azkab M.H. (2014). Panduan Monitoring Lamun. Coral Reef Information and Training Center (CRITC). Coral Reef Rehabilitation and Management Program (COREMAP). Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI).
- Ridlo Z.R., Nuha U, Terra I W A and Afafa L. (2019). The implementation of project-based learning in STEM activity (water filtration system) in improving creative thinking skill. *Journal of Physics: Conference Series.* 1563 (2020) 012073. doi:10.1088/1742-6596/1563/1/012073.

- Rif'at, P.A.C., Wati, M., & Suyidno, S. (2020). Developing Students' Responsibility and Scientific Creativity through Creative Responsibility Based Learning in Learning Physics. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 8(1), 12-22.
- Riyaldi A.S., Bambang S., Sri A. (2021). Desain Kegiatan Laboratorium Alternatif: Memfasilitasi Keterampilan Literasi Kuantitatif Siswa Melalui Praktikum Respirasi Anaerob. *Bioedusiana: Jurnal Pendidikan Biologi*, 6 (1) Juni 2021.
- Ridong H., Yi-Yong W. & Chich-Jen S. (2016). Effects of Virtual Reality Integrated Creative Thinking Instruction on Students' Creative Thinking Abilities. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 2016, 12(3), 477-486.
- Robothama H., Eduardo B., Francisco T.R., Marcela A., Matías R., Carlos H., Jorge M. (2019). Contribution to the study of sustainability of small-scale artisanal fisheries in Chile. *Marine Policy* 106 (2019) 103514.
- Rosa N.M dan Nursa'adah F.P. (2017). Kontribusi Laboratorium Kimia dan Sikap Siswa Terhadap Pemanfaatan Laboratorium Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif. *Jurnal Formatif* 7(3): 198-206, 2017. ISSN: 2088-351X.
- Rodríguez A., José C.H, Alberto B., & Sabrina C. (2017). Effects of ocean acidification on juveniles sea urchins: Predator-prey interactions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 493 (2017) 31–40.
- Rustici M., Ceccherelli G., Piazzini I., (2017). Predator exploitation and sea urchin bistability: Consequence on Benthic alternative States. *Ecological Modelling* 344 (2017) 1-5.
- Rustaman N & Riyanto, A. (2003). Perencanaan dan Penilaian Praktikum di Perguruan Tinggi. Handout Program Applied Approach bagi Dosen Baru Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 13-25 Januari 2003.
- Kong S. C. (2015). An experience of a three-year study on the development of critical thinking skills in flipped secondary classrooms with pedagogical and technological support. *ScienceDirect Computers & Education journal* homepage: www.elsevier.com/locate/compedu.
- Sari D.K., Permanasari A., Supriyanti F.M.T. (2017). Profile of Students' Creative Thinking Skills on Quantitative project-Based Protein Testing Using Local Materials. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. JPPI 6 (1) (2017) 71-75. <http://journal.unnes.ac.id/index.php/jpii>.
- Santoso B.P., dan Wulandari F.E. (2020). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek Dipadu dengan Metode Pemecahan Masalah pada Keterampilan Berpikir Kreatif

Siswa. Journal of Banua Science Education. E- ISSN: 2745-7222, BT, Vol. 1, No. 1, 2020. Available Online: <http://jbse.ulm.ac.id/index.php/JBSE>.

Setyawan D. (2016). Penerapan Model Pembelajaran PJBL Berbasis Lesson Study untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Mahasiswa Universitas Muhammadiyah Malang. Prosiding Seminar Nasional II Tahun 2016, Kerjasama Prodi Pendidikan Biologi FKIP dengan Pusat Studi Lingkungan dan Kependudukan (PSLK) Universitas Muhammadiyah Malang Malang, 26 Maret 2016.

Sediadi A. (1999). Ekologi dinoflagellata. Oseana, Volume XXIV, Nomor 4, 1999 : 21-30

Semken, S., Freeman, C.B., Wats, N.B., Neakrase, J.J., Dial, R.E., and Baker, D.R. (2009). Factor that Influence Sense of Place as a Learning Outcome and Assessment Measure of Place-Based geoscience Teaching. Electronic Journal of Science Education Volume 13. No.2 (2009), p (136-159).

Sharma, R. and Monteiro, S. (2016). Creating Social Change: The Ultimate Goal of Education for Sustainability. *International Journal of Social Science and Humanity, Vol. 6. No. 1 January*.

Sullivan K., Thomas S., & Risano M. (2018). Using Industrial Ecology and Strategic management Concepts to Pursue the Sustainable Development Goals. Journal of Cleaner Production 174 (2018) 237e246.

Suskiewicz, T. S. & Johnson, L. E. (2017). Consumption rates of a key marine herbivore: a review of the extrinsic and intrinsic control of feeding in the green sea urchin. *Mar Biol* 164:131. DOI 10.1007/s00227-017-3159-0.

Supriatno, B. (2018). Praktikum untuk Membangun Kompetensi. Proceeding Biology Education Conference, 15, 18. <https://jurnal.uns.ac.id/prosbi/article/viewFile/27558/19050>

[Sumardiana. \(2020\). Pengaruh Kemampuan Berpikir Keterampilan Siswa dengan Project Based Learning Materi Suhu Kalor. *Jurnal Ilmiah Global Education JIGE* 1 \(2\) \(2020\) 04-09.](#)

[Susanti. \(2013\). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif dan Sikap Ilmiah Siswa pada Materi Nutrisi. *Jurnal Pengajaran MIPA*, Volume 18, Nomor 1, April 2013, hlm. 36-42.](#)

Suzzie, B. (2013). **PBL for 21st Century Success**, Teaching critical thinking, collaboration, communication, and creativity,” California.

- Solihin, A., Batungbacal E dan Nasution A. M. (2013). Laut Indonesia dalam Krisis. Jakarta: Greenpace Southeast Asia.
- Sobri M., Nursaptini, Novitasari S. (2020). Mewujudkan Kemandirian Belajar melalui Pembelajaran Berbasis daring diPerguruan Tinggi pada Era Industri 4.0. *Jurnal Pendidikan Glasser* vol 4. No 1. DOI:<http://10.32529/glasser.v4i1.373>.
- Scheibling, R.E. & Hamm, J. (1991). Interactions between sea urchins (*Strongylocentrotus droebachiensis*) and their predators in field and laboratory experiments. *Mar Biol* 110:105–116.
- Scheibling, R. E, Robinson, M. C. (2008). Settlement behaviour and early post-settlement predation of the sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis*. *J Exp Mar Biol Ecol* 365:59–66.
- Shim, W. J. & Walczak K. (2012). The Impact of Faculty Teaching on the Development of Students' Critical Thinking Skills. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, vol. 24, no.1, pp 16-30. ISSN 1812-9129.
- Smith, S.R. (2007). Inquiry Based Learning: Meaning Theoretical Basis and Use in Higher Education, *Journal an Higher Education*, (2), pp. 1-7. Doi: 10.1007/s11434-013-0048-x.
- Schmidt M., Daniele G., Dmitry P., & Berthold H. (2019). Sustainable Global Value Chains. ISSN 2198-9702. ISSN 2198-9710 (electronic). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14877-9>
- Starkey L 2004 Critical Thinking Skills Success in 20 Minutes a Day Learning Express New York
- Tangke U., (2010). Ekosistem Padang Lamun (Manfaat, Fungsi dan Rehalibilitasi). *Jurnal Ilmiah agribisnis dan Perikanan (agrikan UMMU-Ternate)*. Volume 3 Edisi 1 (Mei 2010).
- Talley D., Lindsay G., Roxanne R., Shara F. (2011). Marine ecology as a framework for preparing the next generation of scientific leaders. *Marine Ecology* 32 (2011) 268–277^a. doi:10.1111/j.1439-0485.2011.00468.x.
- Tarigas M.T., Apriansyah, Ikha S. (2020). Struktur Komunitas Mikroalga Epifit Berasosiasi Pada *Sargassum* sp. Di Perairan Desa Sepempang Kabupaten Natuna. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, Vol. 3. No. 2 (Juli, 2020). Hal. 61-68.
- Tawil, M. dan Liliasari. (2013). Berpikir Kompleks dan Implementasinya dalam Pembelajaran IPA.

- Tindal, G., & Nolet, V. (1995). Curriculum-based measurement in middle and high schools: Critical thinking skills in content areas. *Focus on Exceptional Children*, 27 (7), 1–22.
- Torrance, E. P. (1966). The Torrance Tests of Creative Thinking-Norms-Technical Manual Research Edition Verbal Tests. Forms A and B-Figural Tests, Forms A and B.
- Tiruneh D.T, Verburgh An., & Elen Jan. (2014). Effectiveness of Critical Thinking Instruction in Higher Education: A Systematic Review of Intervention Studies. *Higher Education Studies*; Vol. 4, No. 1; 2014. ISSN 1925-4741 E-ISSN 1925-475X.
- Toha Abdul Hamid A. 2006. Manfaat Bulu Babi (Echinoidea), dari Sumber Pangan sampai Organisme Hias (Function of Sea Urchin (Echinoidea), from Food to Decoration Animal). *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, Juni 2006, Jilid 13, Nomor 1: 77-82
- Trinova, E. (2014). IBSE and creativity development. *Science Education International*, 25(1), 8–18
- UNESCO. (2017). Education for Sustainable Development Goals Learning Objectives. The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France ISBN 978-92-3-100209-0.
- Umar, M.A. (2017). Penerapan Pendekatan Saintifik Dengan Metode Pembelajaran Berbasis Proyek (Project-Based Learning) Dalam Materi Ekologi. *BIONatural*. Volume 4 No. 2, September 2017. Page: 1-12. ISSN: 2355-379
- University Canterbury. (2017). School of Biological Sciences College of Science, 2017. Biological Sciences Undergraduate.
- United Nations. (2017). Education for sustainable development goals. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002474/247444e.pdf>.
- Valentino J.F. & Heck K.R. Jr. (1999). Seagrass herbivory: evidence for the continued grazing of marine grasses. *Marine ecology progress series*. Vol. 176: 291-302, 1999
- Vendetti, M.S., Matlen, B.J., Richland, L.E., Bunge, S.E. (2015). Analogical Reasoning in the Classroom: Insights from Cognitive Science, 5 *International Mind, Brain and education Society and Willey Periodical, Inc* v.9 No 2. (P100-106).

- Verschuren, P., & Doorewaard, H. (2010). Designing a Research Project. The Hague Uleven International Publishing from: http://boomhogeronderwijs.nl/documenten/9789059315723_inkijexemplaar.pdf
- Wahyudi A. (2020). Profil Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Calon Guru Kimia pada Perkuliahan Biokimia. *ORBITAL: JURNAL PENDIDIKAN KIMIA*. Volume 4 Nomor 2 Website: jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/orbital. ISSN 2580-1856 (print) ISSN 2598-0858 (online).
- Wahyudi A. (2019). Perkuliahan Biokimia Terintegrasi Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir kritis dan Kreatif Calon Guru Kimia. Desertasi. Prodi Pendidikan IPA Sekolah Pascasarjana. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Wahyudin Y, Tridoyo Kusumastanto, Luky Adrianto, Yusli Wardiatno. (2016). Jasa Ekosistem Lamun Bagi Kesejahteraan Manusia. *Omni-Akuatika*, 12 (3): 29-46, 2016 ISSN: 1858-3873 print / 2476-9347.
- Walker C.W., Tatsuya Unuma, Michael P.Lesser. 2007. Gametogenesis and Reproduction of Sea Urchin. *Edible Sea Urchin: Biology and Ecology*. Second Edition. Elsevier Science.
- Wolf, K. & Byrne, M. (2016). Population biology and recruitment of a vulnerable sea cucumber, *Stichopus herrmanni*, on a protected reef. *Marine Ecology 2016: 1–7*. wileyonlinelibrary.com/journal/maec.
- Willingham, D.T. (2007). Critical Thinking. Why Is It So Hard to Teach?. American Educator Summer.
- Wijffels RH. (2008). Potential of sponges and microalgae for marine biotechnology. *Trends in Biotechnology*. 26:26–31.
- Wulandari N. A. D. & Sukestiyarno. (2017). Development of OQALE Based Reference Module for School Geometry Subject and Analysis of Mathematical Creative Thinking Skills. *Journal of Physics: Conference Series*. Conf. Series 824 (2017) 012048. OP Publishing. doi:10.1088/1742-6596/824/1/012048.
- Wulan P.S. (2018). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*. Vol 1, No 1, 2018, 66 – 72 hlm. ISSN 2622-9765 (online), ISSN 2654-3818 <http://journal.um.ac.id/index.php/jpaud>
- Wiralis dkk, (2017) Edukasi Gizi untuk Peningkatan Kualitas Menu Anak Balita dengan Konsumsi Gonad Bulu Babi Sebagai Sumber Protein Alternatif pada Keluarga Etnis Bajo Soropia.

- Widyorini, N. (2009). Pola struktur komunitas fitoplankton berdasarkan kandungan pigmennya di Pantai jepra. *Jurnal saintek perikanan* Vol. 4.
- Wren, J. and Wrenn, B. (2014). Enhancing Learning by Integrating Theory and Practice. *International Journal of teaching and Learning in Higher Eduataion*, 21(2), pp. 258-265. Availableat: <http://www.isetl.org/ijtlhe>
- Wray G.A Chisato K., & Benjamin M. (2004). Culture of Echinoderm Larvae through Metamorphosis. Chapter 4. Department of Biology Duke University Durham. North Carolina 27708.
- Xu, Y. Liu, W. (2010). A project-based learning approach: a case study in China. *Asia Pacific Educ. Rev.* 11:363–370. DOI 10.1007/s12564-010-9093-1.
- Yanti, L., Miriam, S., & Suyidno. (2020). Mengembangkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Melalui Creative Responsibility Based Learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan Sains*, 9(2), 1790-1796.
- Yamin Y., Permanasari A., Redjeki S., and Sopandi W. (2020). Implementing project-based learning to enhance creative thinking skills on water pollution topic. Research Article. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*. p-ISSN 2442-3750, e-ISSN 2537-6204 // Vol. 6 No. 2 July 2020, pp. 225-232
- Yang, J., Wang, Y., Jiang, T., Lv. L., and Zhang, B. Lv. Z. (2015). Depolymerized glycosaminoglycan and its anticoagulant activities from sea cucumber *Apostichopus japonicus*. *Int J Biol Macromol*;72:699–705.
- Yang, H. S., Zhou, Y., Zhang, T., Yuan, X.T., Li, X.X., Liu, Y., and Zhang, F.S., (2006). Metabolic characteristics of sea cucumber *Apostichopus japonicas* (Selenka) during aestivation. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 330, 505 – 510.
- Yiu, D. S. & Feehan, C. J. (2017). Articulated coralline algae provide a spatial refuge to juvenile sea urchins from predatory crabs. *Mar Biol* 164:76. DOI 10.1007/s00227-017-3159-0.
- Yuri. 2010. Membudidayakan Landak Laut Bersama Nelayan. Online. <http://peluangusaha.kontan.co.id/news/yuri-membudidayakan-landak-laut-bersama-nelayan-1>.
- Yusuf MS., (2020). Status padang lamun di gili belang, pototano dan teluk jelenga, jereweh kabupaten sumbawa barat. *Jurnal sanitasi dan lingkungan*. [Vol 1 No 1 \(2020\): Juni 2020](#).

- Yulianto AR., (2012). Pemanfaatan bulu babi secara berkelanjutan pada kawasan padang lamun. Tesis program pasca sarjana program studi ilmu lingkungan. Tidak diterbitkan.
- Yusron E. (2009). Keanekaragaman jenis ekhinodermata di perairan teluk Kuta, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Makara Sains* 12 (1) [online]. <http://repository.ui.ac.id/>
- Zainuddin, Suyidno, Dewantara, D., Mahtari, S., Nur, M., Yuanita, L., & Sunarti, T. (2020). The Correlation of Scientific Knowledge-Science Process Skills and Scientific Creativity in Creative Responsibility Based Learning. *International Journal of Instruction*, 13(3), 307-316.
- Zahroh F. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Elektrokimia. *Jurnal Phenomenon*, Phenomenon 2020, Vol. 10 (No. 2), pp. 191-203. phenomenon@walisongo.ac.id
- Zubaidah S. (2019). Memberdayakan Keterampilan Abad Ke-21 melalui Pembelajaran Berbasis Proyek. Seminar Nasional Nasional Pendidikan Biologi di FKIP Universitas Universitas Halu Oleo, Kendari, dengan Tema "Biologi dan Pembelajaran di Era Revolusi Industri 4.0", 12 Oktober 2019.
- Zhao, Chong, Zhenmin Bao & Chang, Y. (2016). Consequences Shed Light on The Mechanisms of covering and Sheltering Behaviors in the Sea Urchin (*Glyptocidaris crenularis*). *Marine Ecology* 37 998–1007.
- Zhou, X., Wang, C., and Jiang, A. (2012). Antioxidant peptides isolated from sea cucumber *Stichopus japonicus*. *Eur Food Res Technol*; 234:441–7.
- Zhanga X., Dong S., Xiaofan Z., Hui Y. (2021). Regional ecological efficiency and future sustainable development of marine ranch in China: An empirical research using DEA and system dynamics. *Aquaculture* 534 (2021)736339.