

**PENGEMBANGAN PANDUAN PRAKTIKUM KEANEKARAGAMAN  
TUMBUHAN BERBUNGA BERBASIS CITIZEN SCIENCE UNTUK  
MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DAN SIKAP ILMIAH  
PESERTA DIDIK**

**TESIS**

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar  
Magister Pendidikan Program Studi Biologi



oleh  
Nissa Rachmawati  
NIM 2002346

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

**2023**

PENGEMBANGAN PANDUAN PRAKTIKUM KEANEKARAGAMAN  
TUMBUHAN BERBUNGA BERBASIS *CITIZEN SCIENCE* DALAM  
MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DAN SIKAP ILMIAH  
PESERTA DIDIK

oleh  
Nissa Rachmawati

Sebuah tesis yang diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh  
gelar Magister Pendidikan pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu  
Pengetahuan Alam

© Nissa Rachmawati 2023  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Januari 2023

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang  
atau cara lainnya tanpa seizin penulis

## LEMBAR PENGESAHAN

NISSA RACHMAWATI

PENGEMBANGAN PANDUAN PRAKTIKUM KEANEKARAGAMAN  
TUMBUHAN BERBUNGA BERBASIS CITIZEN SCIENCE UNTUK  
MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DAN SIKAP ILMIAH  
PESERTA DIDIK

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



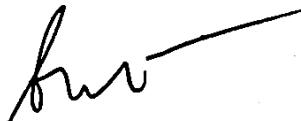
Prof. Topik Hidayat, S.Pd., M.Si., Ph.D.  
NIP: 197004101997021001

Pembimbing II



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

Mengetahui, Ketua Program Studi Magister Pendidikan Biologi



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

## **PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME**

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pengembangan Panduan Praktikum Keanekaragaman Tumbuhan Berbunga Berbasis *Citizen Science* dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Sikap Ilmiah Peserta Didik” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Januari 2023

Yang membuat pernyataan,

Nissa Rachmawati

NIM.2002346

## KATA PENGANTAR

Puji serta syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmatnya penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “*Pengembangan Panduan Praktikum Keanekaragaman Tumbuhan Berbunga Berbasis Citizen Science untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Sikap Ilmiah Peserta didik*” sebagai syarat untuk memperoleh gelar magister Pendidikan Biologi Universitas Pendidikan Indonesia. Shalawat dan salam semoga terlimpah pada Nabi Muhammad SAW.

Adapun tujuan dari pembuatan tesis ini yaitu untuk memperoleh informasi terkait peningkatan kemampuan berpikir kritis dan sikap ilmiah peserta didik setelah pembelajaran menggunakan panduan praktikum keanekaragaman tumbuhan berbunga berbasis *Citizen Science*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik bagi penulis, pendidik, peserta didik dan peneliti lainnya. Kemudian, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi terutama bagi penerapan *Citizen Science* dalam pendidikan formal agar kualitas pendidikan di Indonesia menjadi lebih baik lagi.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik serta saran yang membangun untuk perbaikan kedepannya. Semoga tesis ini dapat bermanfaat.

Bandung, Januari 2023

Penulis

## UCAPAN TERIMAKASIH

Alhamdulillah puji serta syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena dengan ridha-Nya tesis dengan judul “*Pengembangan Panduan Praktikum Keanekaragaman Tumbuhan Berbunga Berbasis Citizen Science untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Sikap Ilmiah Peserta didik*” dapat terselesaikan. Selama proses penyusunan tesis ini, penulis dihadapkan pada berbagai kendala, namun banyak pihak mendukung baik secara moral maupun material. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Topik Hidayat, M.Si., Ph.D. selaku Pembimbing Akademik dan dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk berbagi ilmu dan senantiasa memberikan motivasi untuk membimbing sehingga mempermudah penulis dalam menyusun tesis.
2. Bapak Dr. Bambang Supriatno, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk berbagi ilmu dan senantiasa memberikan motivasi untuk membimbing sehingga mempermudah penulis dalam menyusun tesis.
3. Ibu Dr. Siti Sriyati, M.Si. selaku penguji sidang yang senantiasa meluangkan waktu untuk menilai dan memberi kritik serta saran demi sempurnanya tesis ini.
4. Ibu Dr. Yanti Hamdiyati M.Si. selaku validator instrumen yang senantiasa meluangkan waktu untuk menilai dan memberi kritik serta saran demi sempurnanya tesis ini.
5. Seluruh dosen dan staf Departemen Pendidikan Biologi UPI yang memberikan pelayanan dengan baik selama penulis melaksanakan perkuliahan dan penyusunan tesis ini.
6. Kepala sekolah di salah satu sekolah swasta kabupaten Sumedang, atas izin dan segala bentuk kemudahan yang diberikan kepada penulis dalam melaksanakan penelitian.

7. Ibu Guru Mata Pelajaran Biologi di salah satu sekolah swasta kabupaten Sumedang, atas izin yang diberikan kepada penulis dalam melaksanakan uji coba dan pelaksanaan penelitian.
8. Peserta didik kelas X di salah satu sekolah swasta kabupaten Sumedang tahun ajaran 2022-2023 yang telah bekerjasama dalam melakukan pembelajaran keanekaragaman tumbuhan berbunga menggunakan panduan praktikum berbasis *Citizen Science*.
9. Teman sejawat di salah satu sekolah swasta kabupaten Sumedang yang membantu mengambil data sebagai observer sehingga pelaksanaan observasi lebih efektif.
10. Teman seperjuangan Sofi Rahmania, Purnamaulida Pratiwi, Ramadhyanti, Laurina Sinurat, Aldi Slamet Riyadi serta teman-teman Pendidikan Biologi Pascasarjana A 2020 yang memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan tesis ini.

Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua penulis, bapak Saepul Yamin dan ibu Eli Karmila yang telah mendidik dan membentuk penulis serta selalu mendukung apapun yang dicita-citakan penulis untuk mencapai kebahagiaan dan kesuksesan. Tidak terlupakan kepada suami Muhammad Bagus Mualim, S.Si. yang selalu memberikan dukungan dan bantuan untuk penulis dalam menyelesaikan tesis ini. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua dan membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis.

Bandung, Januari 2023

Penulis

## **ABSTRAK**

### **PENGEMBANGAN PANDUAN PRAKTIKUM KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN BERBUNGA BERBASIS *CITIZEN SCIENCE* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DAN SIKAP ILMIAH PESERTA DIDIK**

Pembelajaran keanekaragaman hayati berbasis *Citizen Science* dinilai mampu melatihkan kemampuan berpikir kritis sebagai salah satu kompetensi yang dibutuhkan di abad 21. Penelitian terbaru menunjukkan bagaimana pembelajaran keanekaragaman hayati berbasis *Citizen Science* dapat melatihkan kemampuan berpikir kritis. Namun durasi pembelajaran berbasis *Citizen Science* yang dilakukan tidak sebentar dan kurang sesuai dengan kurikulum Indonesia yang padat. Di sisi lain kegiatan *Citizen Science* dalam mengukur kemampuan sikap ilmiah masih belum banyak dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan panduan praktikum keanekaragaman tumbuhan berbunga berbasis *Citizen Science* sesuai kurikulum dan kebutuhan, melihat peningkatan kemampuan berpikir kritis dan sikap ilmiah peserta didik, serta respon peserta didik setelah belajar menggunakan panduan praktikum berbasis *Citizen Science* tersebut. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang melibatkan satu kelompok penelitian berjumlah 104 peserta didik. Data penelitian dijaring dengan instrumen validasi panduan praktikum, tes berpikir kritis berjumlah 15 soal uraian, angket sikap ilmiah sebanyak 24 pernyataan, angket respon sejumlah 12 pernyataan dan wawancara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panduan praktikum yang dikembangkan layak untuk digunakan, kemampuan berpikir kritis dan sikap ilmiah meningkat pada kategori sedang setelah pembelajaran menggunakan panduan praktikum dan peserta didik memberikan respon positif terhadap pembelajaran menggunakan panduan praktikum berbasis *Citizen Science*.

**Kata Kunci:** Berpikir Kritis, *Citizen Science*, Keanekaragaman Hayati, Panduan Praktikum, Sikap Ilmiah

## **ABSTRACT**

### **DEVELOPMENT OF CITIZEN SCIENCE-BASED PLANT DIVERSITY WORKSHEET TO IMPROVE STUDENTS' CRITICAL THINKING AND SCIENTIFIC ATTITUDE**

*Citizen Science-based biodiversity learning is thought to be capable of developing critical thinking skills, which are required in the 21<sup>th</sup> century. Recent research shows that biodiversity learning based on Citizen Science can improve critical thinking abilities. But the duration of Citizen Science-based learning is long and it does not correspond to the dense of Indonesian curriculum. On the other hand, Citizen Science activities in measuring scientific attitudes are still rarely carried out. The purpose of this study is to create a Citizen Science-based worksheet for flowering plant diversity based on the curriculum and needs, as well as to observe the improvement of students' critical thinking skills and scientific attitudes, and student responses after learning using the Citizen Science-based worksheet. This is a Research and Development study with a total of 104 students in the research group. A worksheet validation, a critical thinking test with 15 description questions, a scientific attitude questionnaire with 24 statements, a response questionnaire with 12 statements, and interviews were used to collect research data. The findings revealed that the developed worksheet was feasible, that critical thinking skills and scientific attitudes improved in the moderate category after learning with Citizen Science-based worksheet, and that students responded positively to learning with Citizen Science-based worksheet.*

**Keywords:** Biodiversity, Citizen Science, Critical Thinking, Scientific Attitude, Worksheet

## DAFTAR ISI

HAK CIPTA .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Batasan Masalah .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
1.6 Struktur Organisasi Tesis.....	6
BAB II PANDUAN PRAKTIKUM, <i>CITIZEN SCIENCE</i> , BERPIKIR KRITIS, SIKAP ILMIAH DAN KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN BERBUNGA .....	8
2.1 Panduan Praktikum.....	8
2.2 <i>Citizen Science</i> .....	12
2.3 Berpikir Kritis .....	17
2.4 Sikap Ilmiah.....	20
2.5 Keanekaragaman Tumbuhan Berbunga .....	23
2.6 Penelitian yang Relevan .....	30
BAB III METODE PENELITIAN.....	32
3.1 Definisi Operasional Penelitian .....	32
3.2 Desain Penelitian .....	33

3.3 Partisipan .....	35
3.4 Teknik Pengumpulan Data .....	36
3.5 Instrumen Penelitian .....	36
3.6 Validasi Instrumen Penelitian .....	43
3.7 Prosedur Penelitian .....	49
3.8 Analisis Data .....	52
3.9 Alur Penelitian .....	57
<b>BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>58</b>
4.1 Temuan .....	58
4.2. Pembahasan .....	98
<b>BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI .....</b>	<b>123</b>
5.1 Simpulan .....	123
5.2 Implikasi .....	125
5.3 Rekomendasi .....	125
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>126</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>135</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan jenis <i>Citizen Science</i> berdasarkan tingkat keterlibatan partisipan dalam melakukan penyelidikan ilmiah.....	14
Tabel 2.2	Keterampilan Inti Berpikir Kritis .....	17
Tabel 2.3	Indikator dan Sub Indikator Sikap Ilmiah .....	23
Tabel 2.4	Perbedaan mendasar Magnoliopsida dan Liliopsida .....	29
Tabel 3.1	Desain Penelitian.....	33
Tabel 3.2	Subjek Penelitian.....	36
Tabel 3.3	Teknik Pengumpulan Data .....	36
Tabel 3.4	Kisi-kisi Lembar Validasi Panduan Praktikum .....	37
Tabel 3.5	Kisi-kisi Soal Kemampuan Berpikir Kritis .....	38
Tabel 3.6	Kisi-kisi Lembar Penilaian Kemunculan Kemampuan Berpikir Kritis .....	39
Tabel 3.7	Kisi-kisi Pernyataan Sikap Ilmiah.....	40
Tabel 3.8	Kisi-kisi Lembar Observasi Sikap Ilmiah .....	41
Tabel 3.9	Kisi-kisi Angket Respon Peserta Didik.....	42
Tabel 3.10	Kisi-kisi Wawancara .....	43
Tabel 3.11	Kategorisasi Validitas .....	45
Tabel 3.12	Hasil Analisis Perhitungan Uji Validitas .....	45
Tabel 3.13	Kategorisasi Reliabilitas.....	45
Tabel 3.14	Kategorisasi Tingkat Kesurakaran .....	46
Tabel 3.15	Hasil Analisis Perhitungan Uji Tingkat Kesukaran .....	46
Tabel 3.16	Kategorisasi Daya Pembeda.....	47
Tabel 3.17	Hasil Analisis Perhitungan Uji Daya Pembeda.....	47
Tabel 3.18	Kategorisasi Kualitas Butir Soal .....	47
Tabel 3.19	Rekapitulasi Hasil Analisis Butir Soal .....	48

Tabel 3.20 Kategorisasi Kelayakan Panduan Praktikum .....	52
Tabel 3.21 Kategorisasi Kemampuan Berpikir Kritis .....	52
Tabel 3.22 Kategorisasi Gain .....	53
Tabel 3.23 Perhitungan Scoring Skala Likert .....	54
Tabel 3.24 Kategori Sikap Ilmiah .....	54
Tabel 3.25 Perhitungan Skor Lembar Observasi Sikap Ilmiah .....	55
Tabel 3.26 Kategori Sikap Ilmiah .....	55
Tabel 3.27 Kategorisasi Respon Peserta Didik .....	56
Tabel 4.1 Kompetensi dasar Materi Keanekaragaman Hayati pada Kurikulum 2013 .....	58
Tabel 4.2 Kompetensi dasar Materi Keanekaragaman Hayati pada Kurikulum 2013 Revisi dan Kurikulum Darurat .....	59
Tabel 4.3 Hubungan Indikator Pencapaian Kompetensi, <i>Citizen Science</i> , Berpikir Kritis dan Sikap Ilmiah pada materi Keanekaragaman Tumbuhan berbunga .....	60
Tabel 4.4 Hasil Analisis terhadap Aspek Konseptual pada Panduan Praktikum Keanekaragaman Hayati .....	63
Tabel 4.5 Hasil Analisis terhadap Aspek Prosedural pada Panduan Praktikum Keanekaragaman Hayati .....	64
Tabel 4.6 Hasil Analisis terhadap Aspek Konstruksi Pengetahuan pada Panduan Praktikum Keanekaragaman Hayati .....	65
Tabel 4.7 Hasil Analisis terhadap Aspek Kemampuan Berpikir Kritis pada Panduan Praktikum Keanekaragaman Hayati .....	66
Tabel 4.8 Hasil Analisis terhadap Aspek Kemunculan Sikap Ilmiah pada Panduan Praktikum Keanekaragaman Hayati .....	66
Tabel 4.9 Lama Pengalaman Mengajar Partisipan Penelitian.....	68
Tabel 4.10 Hasil Validasi terhadap Aspek Konseptual pada Panduan Praktikum Keanekaragaman Tumbuhan Berbunga Berbasis <i>Citizen Science</i> .....	75
Tabel 4.11 Hasil Validasi terhadap Aspek Prosedural pada Panduan Praktikum Keanekaragaman Tumbuhan Berbunga Berbasis <i>Citizen Science</i> .....	76

Tabel 4.12 Hasil Validasi terhadap Aspek Konstruksi Pengetahuan pada Panduan Praktikum Keanekaragaman Tumbuhan Berbunga Berbasis <i>Citizen Science</i> .....	77
Tabel 4.13 Hasil Validasi terhadap Aspek Berpikir Kritis pada Panduan Praktikum Keanekaragaman Tumbuhan Berbunga Berbasis <i>Citizen Science</i> .....	77
Tabel 4.14 Hasil Validasi terhadap Aspek Kemunculan Sikap Ilmiah pada Panduan Praktikum Keanekaragaman Tumbuhan Berbunga Berbasis <i>Citizen Science</i> .....	78
Tabel 4.15 Kritik dan Saran Perbaikan Panduan Praktikum Keanekaragaman Tumbuhan Berbunga Berbasis <i>Citizen Science</i> .....	79
Tabel 4.16 Hasil Revisi Desain Awal Panduan Praktikum Keankeragaman Tumbuhan Berbunga Berbasis <i>Citizen Science</i> .....	80
Tabel 4.17 Hasil Revisi Soal Tes Kemampuan Berpikir Kritis .....	81
Tabel 4.18 Hasil Revisi Angket Sikap Ilmiah.....	81
Tabel 4.19 Rekapitulasi Data Pretest dan Posttest Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik .....	82
Tabel 4.20 Rekapitulasi Data Pretest dan Posttest Keunculan Sikap Ilmiah Peserta Didik.....	83

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hakikat Praktikum .....	8
Gambar 2.2	Deskripsi & Contoh untuk Setiap Komponen Diagram Vee .....	12
Gambar 4.1	Rancangan Bagian Panduan Praktikum dan Komponennya .....	70
Gambar 4.2	Halaman depan panduan praktikum.....	70
Gambar 4.3	Halaman Pendahuluan terdiri dari pengenalan terhadap Keanekaragaman Hayati dan Citizen Science.....	71
Gambar 4.4	Halaman Persiapan terdiri dari pelatihan kegiatan Citizen Science dan pendaftaran akun iNaturalist .....	72
Gambar 4.5	Halaman Praktikum awal terdiri atas judul praktikum, kompetensi dasar, tujuan, alat bahan dan langkah kerja.....	72
Gambar 4.6	Lembar kerja individu dan kelompok .....	73
Gambar 4.7	Lembar Diskusi yang terdiri atas soal-soal melatihkan kemampuan berpikir kritis.....	73
Gambar 4.8	Lampiran panduan yang digunakan peserta didik untuk membantu pengamatan .....	74
Gambar 4.9	Persentase Sikap Ilmiah Untuk Setiap Indikator dan Sub Indikatornya .....	83
Gambar 4.10	Kategori N-gain kemunculan sikap ilmiah pada hasil <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> .....	84
Gambar 4.11	Persentase Nilai <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> kemampuan berpikir kritis peserta didik pada setiap indicator .....	85
Gambar 4.12	Persentase Kemampuan Berpikir Kritis Untuk Setiap Indikator dan Sub Indikatornya .....	87
Gambar 4.13	Persentase Nilai Peserta Didik terhadap Nilai KKM .....	88
Gambar 4.14	Persentase Nilai Kemampuan Berpikir Kritis pada Panduan Praktikum .....	91
Gambar 4.15	Kategori N-gain kemunculan sikap ilmiah pada hasil <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> .....	92
Gambar 4.16	Kemunculan sikap ilmiah pada hasil <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> .....	94

Gambar 4.17	Persentase Sikap Ilmiah Untuk Setiap Indikator dan Sub Indikatornya .....	95
Gambar 4.18	Rekapitulasi Respon Peserta Didik pada Aspek Didaktik, Konstruksi dan Teknik Setelah Pembelajaran Menggunakan Panduan Praktikum Citizen Science .....	95
Gambar 4.19	Respon Peserta Didik Pada Setiap Kategori Jawaban Aspek Didaktik.....	96
Gambar 4.20	Respon Peserta Didik Pada Setiap Kategori Jawaban Aspek Konstruksi .....	97
Gambar 4.21	Respon Peserta Didik Pada Setiap Kategori Jawaban Aspek Teknik .....	98
Gambar 4.22	Hasil koleksi data tumbuhan yang didapatkan peserta didik ....	116
Gambar 4.23	Pengunggahan data tumbuhan ke dalam platform iNaturalist oleh Salah satu peserta didik .....	116
Gambar 4.24	Sikap Terbuka pada Pendapat Orang Lain dalam Mengidentifikasi Tumbuhan .....	117

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A PERANGKAT PEMBELAJARAN .....	121
A.1. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran .....	122
A.2. Pengembangan Panduan Praktikum <i>Citizen Science</i> .....	133
A.3. Rubrik Penilaian Panduan Praktikum <i>Citizen Science</i> .....	169
LAMPIRAN B INSTRUMEN PENELITIAN UJI COBA.....	172
B.1. Kisi-kisi Tes Berpikir Kritis Uji Coba .....	173
B.2. Naskah Soal Tes Berpikir Kritis .....	174
LAMPIRAN C ANALISIS UJI COBA .....	178
C.1. Analisis Uji Butir Soal Tes Berpikir Kritis .....	179
C.2. Rekapitulasi Analisis Uji Butir Soal Berpikir Kritis .....	183
C.3. Rekapitulasi Tes Berpikir Kritis Setelah Judgement dan Uji Coba.....	184
LAMPIRAN D INSTRUMEN PENELITIAN .....	203
D.1. Lembar Validasi Panduan Praktikum <i>Citizen Science</i> .....	204
D.2. Instrumen Tes Berpikir Kritis.....	209
D.3. Angket Sikap Ilmiah.....	217
D.4. Angket Respon dan Pedoman Wawancara Peserta Didik .....	222
LAMPIRAN E HASIL PENELITIAN .....	226
E.1. Data Jawaban Panduan Praktikum <i>Citizen Science</i> .....	227
E.2. Data Hasil Tes Berpikir Kritis .....	234
E.3. Data Hasil Angket Sikap Ilmiah .....	249
E.4. Data Hasil Respon Akhir dan Wawancara Peserta Didik.....	282
LAMPIRAN SURAT	
F.1. Surat Keterangan Validasi Instrumen.....	288
F.2. Surat Pengantar Penelitian ke SMA Plus Al-Aqsha Sumedang .....	304
F.3. Surat Keterangan Telah Penelitian dari SMA Plus Al-Aqsha Sumedang ..	305
F.4. Dokumentasi Penelitian .....	306
F.5. Daftar Riwayat Hidup.....	308

## DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, I. (2011). *Practical work in secondary science: A minds-on approach*. Continuum.
- Allott, A., & Mindorff, D. (2014). *Oxford IB Diploma Programme Biology 2014 Edition*. Oxford University Press.
- Altwegg, R., Nichols, J. D. Occupancy models for citizen-science data. *Methods Ecol Evol.* 2019; 10: 8– 21. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13090>
- Anwar, H. (2009). Penilaian Sikap Ilmiah Dalam Pembelajaran Sains. *Pelangi Ilmu*, 2(5).
- Arifin, Z. (2013). *Evaluasi Pembelajaran*. PT. Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. PT. Rineka Cipta.
- Aripin, I., & Hidayat, T. (2020). Public perception in Majalengka (Indonesia) toward *Citizen Science* concept. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(4), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042095>
- Azmi, N., Prastowo, P., & Maslena. (2018). Analisis kesesuaian lembar kerja peserta didik (LKPD) biologi kelas X yang digunakan MAN Rantauprapat kabupaten Labuhan Batu. *Jurnal Pelita Pendidikan*. 6(2). 065-070. <https://doi.org/10.24114/jpp.v6i2.10140>
- Barmby, P., Kind, P. M., & Jones, K. (2008). Examining changing attitudes in secondary school science. *International Journal of Science Education*, 30(8), 1075–1093. <https://doi.org/10.1080/09500690701344966>
- Belluigi, D. Z., & Cundill, G. (2017). Establishing enabling conditions to develop critical thinking skills: a case of innovative curriculum design in Environmental Science. *Environmental Education Research*, 23(7), 950–971. <https://doi.org/10.1080/13504622.2015.1072802>
- Bonney, R; Ballard, H; Jordan, R; McCallie, E; Phillips, T; Shirk, J; Wilderman, C. (2009). *Public Participation in Scientific Research: Defining the Field and Assessing Its Potential for Informal Science Education* (Issue July).

- Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. v., & Shirk, J. (2009). *Citizen Science*: A developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. In *BioScience* (Vol. 59, Issue 11, pp. 977–984). <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9>
- Bonney, R., Phillips, T. B., Ballard, H. L., & Enck, J. W. (2016). Can *Citizen Science* enhance public understanding of science? *Public Understanding of Science*, 25(1), 2–16. <https://doi.org/10.1177/0963662515607406>
- Campbell, N. A., Reece, J., Urry, L., Cain, M., Wasserman, S., Minorsky, P., & Jackson, R. (2012). *Campbell Biology* (8th ed.). Pearson Education.
- Chase, S. K., & Levine, A. (2018). *Citizen Science*: Exploring the Potential of Natural Resource Monitoring Programs to Influence Environmental Attitudes and Behaviors. *Conservation Letters*, 11(2), 1–24. <https://doi.org/10.1111/conl.12382>
- Crall, A. W., Jordan, R., Holfelder, K., Newman, G. J., Graham, J., & Waller, D. M. (2013). The impacts of an invasive species citizen science training program on participant attitudes, behavior, and science literacy. *Public Understanding of Science*, 22(6), 745–764. <https://doi.org/10.1177/0963662511434894>
- Cronquist, A. (1981). *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press.
- Delong, D. C. (1996). Defining Biodiversity. *Wildlife Society Bulletin*, 24(4), 738–749.
- Eitzel, M. v, Cappadonna, J. L., Santos-Lang, C., Duerr, R. E., Virapongse, A., West, S. E., Kyba, C. C. M., Bowser, A., Cooper, C. B., Sforzi, A., Metcalfe, A. N., Harris, E. S., Thiel, M., Haklay, M., Ponciano, L., Roche, J., Ceccaroni, L., Shilling, F. M., Dörler, D., ... Jiang, Q. (2017). Citizen Science Terminology Matters: Exploring Key Terms. *Citizen Science: Theory and Practice*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.5334/cstp.96>
- Facione, P. (1989). Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction Leadership Thinking Resources View project Critical Thinking, Decision Making, and Problem Solving View project. ERIC, 1–21. [www.insightassessment.com](http://www.insightassessment.com)

- Facione, P. (2015). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts Critical Thinking, Decision Making, and Problem Solving View project INSIGHT Reasoning Skills and Mindset measures for various professional groups View project.* <https://www.researchgate.net/publication/251303244>
- Ferreira, S., & Morais, A. M. (2014). Conceptual Demand of Practical Work in Science Curricula: A Methodological Approach. *Research in Science Education*, 44(1), 53–80. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9377-7>
- Frankham, R., Ballou, J., & Briscoe, D. (2002). *Introduction to Conservation Genetics.* Cambridge University Press.
- Frigerio, D., Pipek, P., Kimmig, S., et al. (2018). Citizen science and wildlife biology: Synergies and challenges. *Ethology*. 124. 365–377. <https://doi.org/10.1111/eth.12746>
- Gaston, K. J., & Spicer, J. I. (2004). *Biodiversity: An Introduction* (2nd ed.). Blackwell Publishing.
- Gommerman, L., & Monroe, M. C. (2012). Lessons Learned from Evaluations of Citizen Science Programs 1. *Institute of Food and Agricultural Sciences*, 2–5. <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Graham, M., & Taylor, J. (2018). Development of citizen science water resource monitoring tools and communities of practice for South Africa, Africa and the World WRC Report No. TT 763/18, Water research commission, South Africa. 167 pp.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing Change/Gain Scores.* <http://lists.asu.edu/cgi-bin/wa?A2=ind9903&L=aera-d&P=R6855>
- Harlen, W. (2000). *Teaching, Learning, and Assessing Science 5-12* (3rd ed.). Paul Chapman Publishing Ltd.
- Heard, J., Scoular, C., Duckworth, D., Ramalingam, D., & Teo, I. (2020). Critical Thinking: Skill Development Framework. *Australian Council for Educational Research*, 1–23.

- Heiss, Raffael & Schmuck, Desirée & Matthes, Jörg & Eicher, Carolin. (2021). Citizen Science in Schools: Predictors and Outcomes of Participating in Voluntary Political Research. *SAGE Open*. 11. 10.1177/21582440211016428.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. In *Science Education* (Vol. 88, Issue 1, pp. 28–54). <https://doi.org/10.1002/sce.10106>.
- Huffling, L. D., & Scott, H. C. (2021). Using critical environmental agency to engage teachers in local watersheds through water quality *Citizen Science*. *Water (Switzerland)*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/w13020205>.
- Hwang, G.-J., Lai, C.-L., & Wang, S.-Y. (2015). Seamless flipped learning: a mobile technology-enhanced flipped classroom with effective learning strategies. *Journal of Computers in Education*, 2(4), 449–473. <https://doi.org/10.1007/s40692-015-0043-0>.
- Jennett, C & Cox, Anna & Guerrero, Paul & Steed, Anthony & Mitra, N. (2017). Designing for Curiosity in Citizen Science. *Association for Computing Machinery*.
- Kasih, I., Darussyamsu, R., Biologi, J., Negeri Padang, U., & Negeri Padang Jl Hamka Air Tawar Barat Padang, U. (2018). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Eksperimen Berbasis Pendekatan Saintifik untuk Peserta Didik Kelas XI Semester 1. In *Bioeducation Journal* (Vol. 2, Issue 2).
- Kelemen-Finan, J., Scheuch, M., & Winter, S. (2018). Contributions from *Citizen Science* to science education: an examination of a biodiversity *Citizen Science* project with schools in Central Europe. *International Journal of Science Education*, 40(17), 2078–2098. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1520405>
- Kermish-Allen, R., Peterman, K., & Bevc, C. (2019). The utility of *Citizen Science* projects in K-5 schools: measures of community engagement and student impacts. *Cultural Studies of Science Education*, 14(3), 627–641. <https://doi.org/10.1007/s11422-017-9830-4>

- Kind, P., Jones, K., & Barmby, P. (2007). Developing attitudes towards science measures. *International Journal of Science Education*, 29(7), 871–893. <https://doi.org/10.1080/09500690600909091>
- Langager, P. M. (2019). *Implementing a Citizen Science Project in a 9-12 High School Science Classroom* [Montana State University]. <http://jurnal.globalhealthsciencegroup.com/index.php/JPPP/article/download/83/65%0Ahttp://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L603546864%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1155/2015/420723%0Ahttp://link.springer.com/10.1007/978-3-319-76>
- Lindemann-Matthies, P. (2005). “Loveable” mammals and “lifeless” plants: How children’s interest in common local organisms can be enhanced through observation of nature. *International Journal of Science Education*, 27(6), 655–677. <https://doi.org/10.1080/09500690500038116>
- McKinley, D. C., Miller-Rushing, A. J., Ballard, H. L., Bonney, R., Brown, H., Cook-Patton, S. C., Evans, D. M., French, R. A., Parrish, J. K., Phillips, T. B., Ryan, S. F., Shanley, L. A., Shirk, J. L., Stepenuck, K. F., Weltzin, J. F., Wiggins, A., Boyle, O. D., Briggs, R. D., Chapin, S. F., ... Soukup, M. A. (2017). Citizen Science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. *Biological Conservation*, 208, 15–28. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.05.015>
- Surat Keputusan Menteri Pendidikan Nasional, Pub. L. No. 36/D/0/2001 pasal (2001).
- Miller-Rushing, A., Primack, R., & Bonney, R. (2012). The history of public participation in ecological research. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 285–290. <https://doi.org/10.1890/110278>
- Mrema, E. M. (2021, October 14). Convention on Biological Diversity: Opening Statement Ecological Civilization Forum. In *Convention of Biological Diversity*. [www.cbd.int](http://www.cbd.int)
- Navarro, M., Förster, C., González, C., & González-Pose, P. (2016). Attitudes toward science: measurement and psychometric properties of the Test of Science-Related Attitudes for its use in Spanish-speaking classrooms. *International Journal of Nissa Rachmawati, 2023*
- PENGEMBANGAN PANDUAN PRAKTIKUM KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN BERBUNGA BERBASIS CITIZEN SCIENCE UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DAN SIKAP ILMIAH PESERTA DIDIK**

- Science Education*, 38(9), 1459–1482.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1195521>
- Nisiforou, O., & Charalambides, A. G. (2012). Assessing Undergraduate University Students' Level of Knowledge, Attitudes and Behaviour Towards Biodiversity: A case study in Cyprus. *International Journal of Science Education*, 34(7), 1027–1051. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.637991>
- Norris, S. P., & Ennis, R. H. (1989). *Evaluating Critical Thinking (Practitioner Guide to Teaching Thinking Series)* (1st ed.). Midwest Publication.
- Noss, R. F., & Cooperrider, A. Y. (1994). *Saving nature's legacy: protecting and restoring biodiversity*. Island Press.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How To Learn*. Cambridge University Press.
- Nugroho, A. A., & Subiyantoro, S. (2017). Pengembangan Modul Sistematika Tumbuhan Tinggi Berbasis Guided Discovery untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Pendidikan Biologi. *Bio-Pedagogi: Jurnal Pembelajaran Biologi*, 6(2), 19–24.
- Olufsen, M., & Petrushevski, V. (2015). Practical Work in Chemistry, It's Goals and Effects. In I. Maciejowska & B. Byers (Eds.), *A Guidebook of Good Practice for the Pre-Service Training of Chemistry Teachers* (1st ed., pp. 85–106). Jagiellonian University. <https://www.researchgate.net/publication/297734376>
- Phillips, T. B., Ballard, H. L., Lewenstein, B. v., & Bonney, R. (2019). Engagement in science through *Citizen Science*: Moving beyond data collection. *Science Education*, 103(3), 665–690. <https://doi.org/10.1002/sce.21501>
- Phillips, T., Ferguson, M., Minarchek, M., Porticella, N., & Bonney, R. (2014). *Program Development and Evaluation: Evaluating Learning Outcomes from Citizen Science*. Cornell Lab of Ornithology. [www.citizenscience.org](http://www.citizenscience.org)
- Price, C.A. and Lee, H.-S. (2013), Changes in participants' scientific attitudes and epistemological beliefs during an astronomical citizen science project. *J Res Sci Teach*, 50: 773-801. <https://doi.org/10.1002/tea.21090>

- Queiruga-Dios, M. Á., López-Iñesta, E., Diez-Ojeda, M., Sáiz-Manzanares, M. C., & Dorrío, J. B. V. (2020). *Citizen Science* for scientific literacy and the attainment of sustainable development goals in formal education. *Sustainability (Switzerland)*, 12(10), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su12104283>
- Rachmawati, N., & Hidayat, T. (2021). High School Biology Teacher Perception Toward *Citizen Science*. *8th Mathematics, Science, and Computer Science Education International Seminar*.
- Rachmawati, N., Supriatno, B., & Anggraeni, S. (2021). Analisis dan Rekonstruksi Lembar Kegiatan Peserta Didik pada Materi Keanekaragaman Hayati. *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 7(2), 85–96.
- Ramadhyanti, R., Anggraeni, S., & Supriatno, B. (2020). Analisis dan Rekonstruksi Lembar Kerja Peserta Didik Indra Pengecap Berbasis Diagram Vee. *BIODIK*, 6(2), 200–213. <https://doi.org/10.22437/bio.v6i2.9441>
- Reid, N. (2006). Thoughts on attitude measurement. *Research in Science and Technological Education*, 24(1), 3–27. <https://doi.org/10.1080/02635140500485332>
- Robinson, L. D., Cawthray, J. L., West, S. E., Bonn, A., & Ansine, J. (2019). Ten principles of *Citizen Science*. *Citizen Science, October*, 27–40. <https://doi.org/10.2307/j.ctv550cf2.9>
- Roche, J., Bell, L., Galvão, C., Columbic, Y. N., Kloetzer, L., Knoben, N., Laakso, M., Lorke, J., Mannion, G., Massetti, L., Mauchline, A., Pata, K., Ruck, A., Taraba, P., & Winter, S. (2020). *Citizen Science, Education, and Learning: Challenges and Opportunities*. *Frontiers in Sociology*, 5, 1–10. <https://doi.org/10.3389/fsoc.2020.613814>
- Satyaninrum, I. R., Tahirs, J. P., Bhaga, B. J., Kpalet, P., Agustikawati, N., Yuniansyah, & Aisyah, S. (2022). *Metodologi Penelitian* (1st ed.). Cendikia Publisher.
- Schiepe-Tiska, A., Roczen, N., Müller, K., Prenzel, M., & Osborne, J. (2016). *Science-Related Outcomes: Attitudes, Motivation, Value Beliefs, Strategies*. 301–329. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-45357-6\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-319-45357-6_12)

- Schneiderhan-Opel, J., & Bogner, F. X. (2020). FutureForest: Promoting Biodiversity Literacy by Implementing *Citizen Science* in the Classroom. *American Biology Teacher*, 82(4), 234–240. <https://doi.org/10.1525/abt.2020.82.4.234>
- Shah, H. R., & Martinez, L. R. (2016). Current Approaches in Implementing *Citizen Science* in the Classroom. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 17(1), 17–22. <https://doi.org/10.1128/jmbe.v17i1.1032>
- Silber-Varod, V., Eshet-Alkalai, Y., & Geri, N. (2019). Tracing research trends of 21st-century learning skills. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 3099–3118. <https://doi.org/10.1111/bjet.12753>
- Simarmata, N., Hasibuan, A., Purba, I., & Tasnim. (2021). *Metode Penelitian Untuk Perguruan Tinggi*. Yayasan Kita Menulis.
- Sudjana, N. (2013). *Penilaian Hasil Belajar Mengajar*. PT. Remaja Rosdakarya.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kombinasi (Mix Method)*. Alfabeta.
- Supriatno, B. (2018). Praktikum untuk Membangun Kompetensi. *Proceeding Biology Education Conference*, 15(1), 1–18.
- Surapranata, S. (2009). *Analisis, Validitas, Reliabilitas, dan interpretasi: Hasil Tes Implemetasi Kurikulum 2004*. PT. Remaja Rosdakarya.
- Swingland, I. R. (2013). Biodiversity, Definition of. In *Encyclopedia of Biodiversity: Second Edition* (pp. 399–410). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00009-5>
- Theobald, E. J., Ettinger, A. K., Burgess, H. K., DeBey, L. B., Schmidt, N. R., Froehlich, H. E., Wagner, C., HilleRisLambers, J., Tewksbury, J., Harsch, M. A., & Parrish, J. K. (2015). Global change and local solutions: Tapping the unrealized potential of *Citizen Science* for biodiversity research. *Biological Conservation*, 181(October), 236–244. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.10.021>
- Tinch, R., Bugter, R., Blicharska, M., Harrison, P., Haslett, J., Jokinen, P., Mathieu, L., & Primmer, E. (2018). Arguments for biodiversity conservation: factors influencing their observed effectiveness in European case studies. *Biodiversity and Conservation*, 27(7), 1763–1788. <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1549-3>

- Trautmann, N. M. (2013). *Citizen Science: 15 Lessons That Bring Biology to Life*, 6-12. Virginia: NSTA Press.
- Ulfa, S. W. (2018). Mentradisikan Sikap Ilmiah dalam Pembelajaran Biologi. *Jurnal Biolokus*, 1(1).
- Verma, A. K. (2016). Biodiversity: Its Different Levels and Values. *International Journal on Environmental Sciences*, 7(2), 143–145. <https://www.researchgate.net/publication/342638063>
- Vitone, T., Stofer, K. A., Steininger, M. S., Hulcr, J., Dunn, R., & Lucky, A. (2016). School of ants goes to college: Integrating *Citizen Science* into the general education classroom increases engagement with science. *Journal of Science Communication*, 15(1), 1–24. <https://doi.org/10.22323/2.15010203>
- Widyastuti, E., & Susiana. (2019). Using the ADDIE model to develop learning material for actuarial mathematics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1188(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1188/1/012052>
- Woolnough, B., & Allsop, T. (1985). *Practical Work in Science*. Cambridge University Press.
- Yli-Panula, E., Jeronen, E., Lemmetty, P., & Pauna, A. (2018). Teaching methods in biology promoting biodiversity education. *Sustainability (Switzerland)*, 10(10), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su10103812>
- Zanata, M., & Santovito, G. (2020). the “Da Vinci” Biodiversity Park (Treviso, Italy). a Didactic Garden As Innovative Support To the Teaching of Science in Secondary School. *INTED2020 Proceedings*, 1(December), 5460–5469. <https://doi.org/10.21125/inted.2020.1474>
- Ziraluo, Y. P. B. (2020). *Pembelajaran Biologi: Implementasi dan Pengembangan*. Forum Pemuda Aswaja.