

**PENGEMBANGAN PETUNJUK PRAKTIKUM
STRUKTUR ANATOMI TANAMAN KAYU APU
(*Pistia stratiotes* L.) YANG TERINDUKSI LIMBAH
CAIR TAPIOKA MATERI JARINGAN TUMBUHAN
KELAS XI MA SALAFIYAH**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
dalam Ilmu Pendidikan Biologi



oleh:

**FARIHATIN NIKMAH
NIM: 1403086069**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2018**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Farihatin Nikmah

NIM : 1403086069

Jurusan : Pendidikan Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

“PENGEMBANGAN PETUNJUK PRAKTIKUM STRUKTUR ANATOMI TANAMAN KAYU APU (*Pistia stratiotes* L.) YANG TERINDUKSI LIMBAH CAIR TAPIOKA MATERI JARINGAN TUMBUHAN KELAS XI MA SALAFIYAH”

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 16 Januari 2018

Pembuat Pernyataan,



Farihatin Nikmah
NIM: 1403086069



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus 2 Ngaliyan Semarang 50185
(024) 76433366

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **PENGEMBANGAN PETUNJUK PRAKTIKUM STRUKTUR ANATOMI TANAMAN KAYU APU (*Pistia stratiotes* L.) YANG TERINDUKSI LIMBAH CAIR TAPIOKA MATERI JARINGAN TUMBUHAN KELAS XI MA SALAFIYAH**

Penulis : **FarihatinNikmah**

NIM : 1403086069

Program Studi : Pendidikan Biologi

Telah diujikan dalam sidang *munaqasyah* oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Biologi.

Semarang, 30 Januari 2019

Penguji I,

Dr. H. Ruswan, M.A.

NIP: 1975022220061122602

Penguji III,

Nur Hayati, M.Si

NIP: 19771125 200912 2 001

Pembimbing I,

Baiq Farhatul Wahidah, M.Si

NIP: 19680424 199303 1 004

Penguji II,

Baiq Farhatul Wahidah, M.Si

NIP: 19680424 199303 1 004

Penguji IV,

Dra. Miswari, M.Ag

NIP: 19690418 199503 2 002

Pembimbing II,

Dr. H. Ruswan, M.A.

NIP: 19750222 200912 2 002



NOTA DINAS

Semarang, 16 Januari 2019

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **PENGEMBANGAN PETUNJUK PRAKTIKUM STRUKTUR ANATOMI TANAMAN KAYU APU (*Pistia stratiotes* L.) YANG TERINDUKSI LIMBAH CAIR TAPIOKA MATERI JARINGAN TUMBUHAN KELAS XI MA SALAFIYAH**

Nama : Farihatin Nikmah

NIM : 1403086069

Jurusan : Pendidikan Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang *Munaqosyah*.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing I,



Baiq Farhatul Wahidah, M.Si
NIP : 19750222 200912 2 002

NOTA DINAS

Semarang, 16 Januari 2019

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **PENGEMBANGAN PETUNJUK PRAKTIKUM STRUKTUR ANATOMI TANAMAN KAYU APU (*Pistia stratiotes* L.) YANG TERINDUKSI LIMBAH CAIR TAPIOKA MATERI JARINGAN TUMBUHAN KELAS XI MA SALAFIYAH**

Nama : Farihatin Nikmah

NIM : 1403086069

Jurusan : Pendidikan Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang *Munaqosyah*.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing II,



Dr. H. Ruswan, M.A.

NIP: 19680424 199303 1 004

ABSTRAK

Judul : Pengembangan Petunjuk Praktikum Struktur Anatomi Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.) yang Terinduksi Limbah Cair Tapioka Materi Jaringan Tumbuhan Kelas XI MA Salafiyah

Nama : Farihatin Nikmah

NIM : 1403086069

Salah satu limbah industri yang dampaknya sangat dirasakan oleh masyarakat yakni industri limbah tapioka. Desa Ngemplak Kidul merupakan sentral industri tapioka di Kecamatan Margoyoso Kabupaten Pati. Selain itu, sumber belajar berupa petunjuk praktikum di MA Salafiyah Pati belum ada. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan struktur anatomi daun pada tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) yang terinduksi limbah cair tapioka dengan yang tidak terinduksi limbah cair tapioka dan mengetahui kelayakan petunjuk praktikum berbasis penelitian struktur anatomi tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka pada sub materi jaringan tumbuhan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode *Research and Development (R&D)* dengan model 10 langkah dan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) (penelitian tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka), yang terdiri dari 5 perlakuan (A1, A2, A3, A4) dan 1 kontrol (A5) dengan 3 pengulangan pada masing-masing perlakuan. Perlakuan dilaksanakan selama 7 hari dengan parameter morfologi (warna daun, kondisi daun, tekstur daun, jumlah daun dan panjang akar) dan parameter anatomi (daun). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi respon morfologi dan anatomi pada tanaman kayu apu yaitu berupa daun yang menguning, layu, lembek dan akar yang gampang putus. Respon anatominya berupa stromata yang menutup dan trikoma rusak pada perlakuan limbah cair tapioka. Buku petunjuk praktikum struktur daun kayu apu yang terinduksi limbah cair layak digunakan sebagai sumber belajar 89,8% dari hasil penilaian ahli media, ahli materi, guru dan pengguna.

Kata kunci: Limbah cair tapioka, Tanaman kayu apu (Pistia stratiotes L.), Buku petunjuk praktikum

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur Alhamdulillah peneliti panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam senantiasa terhatur kepada nabi akhiruzzaman baginda Nabi Muhammad SAW yang telah mengangkat derajat manusia dari jaman jahiliyyah hingga jaman islamiyyah.

Ucapan terimakasih peneliti sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan bantuan yang sangat berarti bagi peneliti sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik, maka pada kesempatan ini dengan kerendahan hati dan rasa hormat yalam dalam peneliti haturkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Muhibbin, M.Ag selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. H. Ruswan, M.A selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Siti Mukhlisoh Setyawati, M.Si. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Biologi.
4. Kusrinah, M.Si selaku wali dosen yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga dan pikiran serta sabar memberikan pengarahan

5. Baiq Farhatul Wahidah, M.S i selaku pembimbing I dan Dr. H. Ruswan, M.A selaku pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu dan pikiran serta dengan tekun dan sabar memberikan bimbingan dan pengarahan dalam menyusun skripsi ini
6. Segenap dosen, pegawai dan seluruh civitas akademika di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang khususnya jurusan Pendidikan Biologi yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan bimbingan serta pengarahan dalam penyusunan skripsi ini
7. Gunowo selaku kepalaDesa Ngemplak Kidul dan segenap warga Desa Ngemplak KidulKecamatan Margoyoso Kabupaten Pati yang telah membantu peneliti dalam pengambilan data observasi lapangan
8. Drs. H. Abdul Kafi, M.Si selaku kepala sekolah MA Salafiyah Kajen Margoyoso Pati
9. M. Izzatul Faqih, M.Pd., selaku validator ahli media dan Kusrinah, M. S.i selaku validator ahli materi yang telah memberikan nilai dan arahan untuk produk yang telah dikembangkan.
10. Ayahanda H. Mustaji dan Ibunda H. Suriyah serta seluruh anggota keluarga besarku yang senantiasa

memberikan semangat dan ketulusan serta keikhlasan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

11. Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M.Ag dan Dr. Hj. Arikhah, M.Ag selaku pengasuh Ponpes Darul Falah Be-Songo
12. Teman-teman Pendidikan Biologi 2014 khususnya Pendidikan Biologi 2014 B atas kebersamaan dan dukungan yang selalu diberikan
13. Teman-teman santri Darul Falah Be-Songo atas kebersamaan dan dukungan yang selalu diberikan
14. Keluarga PPL MAN Kendal 2017 dan KKN Desa Sukorejo 2018 yang memberikan dukungan serta doa kepada penulis.
15. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penyusun tidak dapat memberikan balasan apa-apa selain ucapan terimakasih dan iringan do'a. semoga Allah SWT membalas semua amal kebaikan mereka dengan sebaik-baik balasan.

Penyusunan skripsi ini mungkin belum sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyusunan karya yang lebih baik. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca demi kebaikan di masa yang akan datang.

Semarang, 16 Januari 2019

Penulis,



Farihatin Nikmah

NIM: 1403086069

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA PEMBIMBING	iv
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I : PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan.....	6
D. Manfaat Penelitian	7
E. Spesifikasi Produk.....	8
F. Asumsi Pengembangan.....	9
BAB II : LANDASAN TEORI	
A. Deskripsi Teori	11
1. Anatomi Tumbuhan	11
a. Anatomi Daun.....	16
b. Anatomi Akar.....	15
2. Tanaman Kayu Apu	17
a. Klasifikasi Tanaman Kayu Apu.....	17
b. Morfologi Tanaman Kayu Apu.....	18
c. Habitat Tanaman Kayu Apu.....	18
d. Manfaat Tanaman Kayu Apu	18
3. Limbah Cair Tapioka	19
4. Sumber Belajar	20

5. Praktikum.....	22
6. Petunjuk Praktikum	22
B. KajianPustaka.....	24
C. KerangkaBerpikir.....	29
D. Hipotesis	31
BAB III : METODE PENELITIAN	
A. Model Pengembangan	32
B. ProsedurPengembangan	32
1. Studi Pendahuluan	35
a. Potensi dan Masalah.....	35
b. Pengumpulan Data	36
2. Pengembangan Prototipe.....	40
a. Desain Produk	41
b. Validasi Desain	42
c. Perbaikan Desain	43
3. Uji Lapangan.....	43
a. Uji Coba Lapangan Terbatas.....	43
b. Revisi Produk.....	44
c. Uji Coba Lapangan Lebih Luas	44
d. Revisi Produk.....	45
C. SubyekPenelitian.....	45
D. TeknikPengumpulan Data	46
E. TeknikAnalisis Data	47
1. Analisis Data Tanaman Kayu Apu	47
2. Analisis Data Uji Kelayakan Petunjuk Praktikum	52
BAB IV : DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA	
A. Deskripsi PrototipeProduk	55
1. Potensi dan Masalah.....	56
2. Pengumpulan Data	57
3. Desain Produk	62

4. Validasi Desain	74
5. Revisi Desain.....	78
B. HasilUjiLapangan	
1. Hasil Uji Lapngan Terbatas.....	85
2. Hasil Uji Lapangan Lebih Luas.....	86
C. Analisis Data	87
1. Analisis perhitungan statistika tanaman kayu apu	87
2. Analisis Kelayakan	91
D. Pembahasan	94
1. Penelitian Tanaman Kayu Apu	94
2. Produk Buku Petunjuk Praktikum ..	103
E. Prototipe Hasil Pengembangan.....	106
BAB V : PENUTUP	
A. Kesimpulan	117
B. Saran.....	118

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	37
Tabel 3.2	Kriteria Penilaian pada Angket.....	53
Tabel 3.3	PersentaseKriteria Kelayakan.....	54
Tabel 4.1	Jumlah Daun Kayu Apu pada Perlakuan Limbah Cair.....	58
Tabel 4.2	Panjang Akar Kayu Apu pada Perlakuan Limbah Cair.....	58
Tabel 4.3	Hasil Uji Validasi Ahli Media.....	75
Tabel 4.4	Hasil Uji Validasi Ahli Materi.....	76
Tabel 4.5	Data Tanggapan Guru Biologi.....	77
Tabel 4.6	DataUji Lapangan Teratas.....	85
Tabel 4.7	DataUji Lapangan Lebih Luas.....	87
Tabel 4.8	Hasil Uji Anova Jumlah Daun	88
Tabel 4.9	Hasil Uji Anova Panjang Akar	90
Tabel 4.10	Indikator KetrampilanProses Sains.....	105

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tanaman Kayu Apu	17
Gambar 2.2	Kerangka Berfikir Penelitian	30
Gambar 3.1	Langkah-langkah Penggunaan Metode <i>Research and Development (RnD)</i>	33
Gambar 3.2	Langkah-langkah Pengembangan Petunjuk Praktikum	34
Gambar 4.1	Tanaman Kayu Apu	60
Gambar 4.2	Trikoma pada Tanaman Kayu Apu.....	61
Gambar 4.3	Stomata pada Tanaman Kayu Apu.....	62
Gambar 4.4	Cover Petunjuk Praktikum	64
Gambar 4.5	Halaman Redaksi	65
Gambar 4.6	Kata Pengantar.....	66
Gambar 4.7	Daftar Isi.....	66
Gambar 4.8	Tata Tertib Laboratorium	67
Gambar 4.9	Petunjuk Pembuatan Laporan	68
Gambar 4.10	KI, KD Dan IPK.....	69
Gambar 4.11	Praktikum Acara 1	69
Gambar 4.12	Praktikum Acara 2	70
Gambar 4.13	Praktikum Acara 3	71
Gambar 4.14	Praktikum Acara 4	72
Gambar 4.15	Daftar Pustaka.....	73
Gambar 4.16	Biodata Penulis	74
Gambar 4.17	Kata Pengantar Sebelum Revisi	78
Gambar 4.18	Kata Pengantar Setelah Revisi	79

Gambar 4.19	Tampilan Warna pada Tiap Acara sebelum Revisi.....	80
Gambar 4.20	Tampilan Warna pada Tiap Acara setelah Revisi	81
Gambar 4.21	tampilan Gambar Stomata sebelum Revisi dan Setelah Revisi.....	82
Gambar 4.22	Tampilan Ukuran Huruf dan Sitasi	83
Gambar 4.23	Gambar Trikoma Sebelum Revisi	84
Gambar 4.24	Gambar Trikoma Setelah Revisi	84
Gambar 4.25	Analisis Kelayakan Buku Petunjuk Praktikum oleh Para Validator.....	92
Gambar 4.26	Analisis Kelayakan Buku Petunjuk Praktikum oleh Peserta Didik.....	93
Gambar 4.27	Produk Akhir Cover	107
Gambar 4.28	Produk Akhir Halaman Redaksi	108
Gambar 4.29	Produk Akhir Kata Pengantar.....	108
Gambar 4.30	Produk Akhir Daftar Isi	109
Gambar 4.31	Produk Akhir Tata Tertib Laboratorium	109
Gambar 4.31	Produk Akhir Petunjuk Pembuatan Laporan	110
Gambar 4.33	Produk Akhir KI, KD dan IPK.....	110
Gambar 4.34	Produk Akhir Praktikum Acara 1.....	111
Gambar 4.35	Produk Akhir Praktikum Acara 2.....	112
Gambar 4.36	Produk Akhir Praktikum Acara 3.....	113
Gambar 4.37	Produk Akhir Praktikum Acara 4.....	114
Gambar 4.38	Produk Akhir Daftar Pustaka	115
Gambar 4.39	Produk Akhir Biodata Penulis	116

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Penunjukan Dosen Pembimbing
- Lampiran 2 : Surat Ijin Riset di Sekolah
- Lampiran 3 : Surat Pasca Riset di Sekolah
- Lampiran 4 : Surat Ijin Riset di Desa Ngemplak
- Lampiran 5 : Surat Pasca Riset di Desa Ngemplak
- Lampiran 6 : Surat Ijin Riset di Laboratorium
- Lampiran 7 : Surat Pasca Riset di Laboratorium
- Lampiran 8 : Hasil Wawancara dengan Warga Ngemplak
- Lampiran 9 : Hasil Wawancara dengan Guru Biologi
- Lampiran 10 : Hasil Wawancara dengan Peserta Didik
- Lampiran 11 : Validasi Ahli Media
- Lampiran 12 : Validasi Ahli Materi
- Lampiran 13 : Angket dari Guru Biologi
- Lampiran 14 : Angket Peserta Didik Skala Besar
- Lampiran 15 : Angket Peserta Didik Skala Kecil
- Lampiran 16 : Kisi-Kisi Validasi Ahli Media
- Lampiran 17 : Kisi-Kisi Validasi Ahli Materi
- Lampiran 18 : Kisi-Kisi Angket Guru Biologi
- Lampiran 19 : Kisi-Kisi Angket Peserta Didik
- Lampiran 20 : Hasil Validasi Ahli Media
- Lampiran 21 : Hasil Validasi Ahli Materi
- Lampiran 22 : Hasil Validasi Guru Biologi
- Lampiran 23 : Hasil Angket Peserta Didik Skala Besar

- Lampiran 24 : Hasil Angket Peserta Didik Skala Kecil
- Lampiran 25 : Hasil Pengamatan Morfologi Tanaman Kayu Apu
- Lampiran 26 : Daftar Nama Responden UjiCobaTerbatas
- Lampiran 27 : Daftar Nama Responden UjiLapangan Lebih Luas
- Lampiran 28: RencanaPelaksanaanPembelajaran (RPP)
- Lampiran 29 : Laporan sementara Hasil praktikum
- Lampiran 30 : Data Pengusaha Industri Tepung Tapioka
- Lampiran 31 : Data Panjang akar pada Tanaman kayu apu
- Lampiran 32 : Data Jumlah Daun pada Tanaman kayu apu
- Lampiran 33 : Hasil Uji Normalitas Panjang Akar Tanaman kayu apu
- Lampiran 34 : Hasil Uji Homogeitas Panjang akar Tanaman kayu apu
- Lampiran 35 : Hasil Uji Normalitas Jumlah Daun Tanaman kayu apu
- Lampiran 36 : Hasil Uji Homogeitas Jumlah Daun Tanaman kayu apu
- Lampiran 37 : Hasil Uji ANOVA dan Uji BNT pada Panjang Akar Tanaman kayu apu
- Lampiran 38 : Hasil Uji ANOVA dan Uji BNT pada Jumlah Daun Tanaman kayu apu
- Lampiran 39 : Dokumentasi

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan yang sangat pesat dalam perindustrian memberikan efek yang buruk bagi manusia. Limbah industri merupakan semua jenis bahan sisa atau bahan buangan yang berasal dari bahan samping atau proses perindustrian (Heryando, 2008: 19). Salah satu limbah industri yang dampaknya sangat dirasakan oleh masyarakat yakni industri limbah tapioka. Desa Ngemplak Kidul merupakan sentral industri tapioka di Kecamatan Margoyoso Kabupaten Pati. Menurut data tahun 2011, di Desa Ngemplak Kidul terdapat 213 industri tapioka yang aktif. Limbah industri tapioka tersebut langsung di buang ke aliran sungai dan akhirnya sampai ke laut tanpa adanya proses penyaringan terlebih dahulu.

Allah SWT telah berfirman dalam surah Al-Qashshah ayat 77 tentang melestarikan lingkungan sekitar dan tidak merusak lingkungan tersebut.

وَأَنْتَعِمَ فِيمَا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا وَأَحْسِنْ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ
وَلَا تَبْغِ الْفُسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ

“Dan carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan bahagianmu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik,

kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan.”

Berdasarkan ayat diatas, larangan melakukan perusakan, setelah sebelumnya telah diperintahkan berbuat baik, merupakan peringatan agar tidak mencampur adukkan antara kebaikan dan keburukan. Perusakan dimaksud menyangkut banyak hal yakni keengganan menerima kebenaran dan pengorbanan nilai-nilai agama seperti gangguan terhadap kelestarian lingkungan (Shihab, 2002: 668).

Tanaman memiliki kemampuan untuk menyerap unsur hara sampai pergerakan ion menembus membran sel, dari yang dibutuhkan oleh tumbuhan sampai unsur yang terkecil. Struktur tubuhnya memiliki kemampuan untuk menjalankan proses adaptasi terhadap lingkungan. Sehingga tumbuhan tersebut mampu hidup pada kondisi tertentu (Robert, 2008).

Hasil penelitian Soerodikusuma dan Hartika (seperti dikutip dalam Haryanti dkk, 2009) menunjukkan bahwa adaptasi tanaman terhadap lingkungan merupakan rekayasa secara khusus sifat-sifat karakteristik anatomi dan fisiologi untuk memberikan peluang keberhasilan menyesuaikan kehidupan di habitat tertentu. Oleh karena

itu, adaptasi anatomi dan fisiologi dapat dijadikan indikator terhadap perubahan lingkungan hidup tanaman.

Penelitian Sari dan Effendi (seperti dikutip dalam Tanzerina, Juswardi, dan Elyza (2013)) yang menemukan bahwa polutan yang terserap dan terjerat tumbuhan akan mempengaruhi pertumbuhan dan anatomi mikroskopis organnya. Dengan melihat pengaruh dari polutan terhadap pertumbuhan dan anatomi mikroskopis organnya diharapkan dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran polutan.

Penelitian Uguna (seperti dikutip dalam Mardikaningtyas, Ibrohim dan Suarsini (2016)) menyatakan bahwa *Pistia stratiotes* L. merupakan agen yang sangat efektif dalam mengurangi logam berat seperti Hg, Cd, Mn, Ag, Pb, Zn di sungai Romi, Nigeria. Tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) termasuk kedalam tanaman air, yang mana tanaman ini mampu menyerap logam *cadmium* (Cd) dan mengakumulasikan pada organ akar dan daun. Selain itu, logam Cd yang terkandung dalam limbah mempengaruhi truktur anatomi morfologi tanaman.

Dalam dunia pendidikan khususnya sekolah, masalah yang biasa terjadi adalah dalam segi proses pembelajarannya. Tujuan pendidikan akan tercapai apabila proses belajar mengajar yang dilaksanakan oleh peserta didik tercapai sesuai dengan yang diinginkan (Djamarah

dan Zaini 2006). Tercapainya tujuan yang diinginkan perlu adanya suatu sumber belajar yang nantinya dapat menunjang proses belajar mengajar yang dilakukan.

Sumber belajar merupakan salah satu komponen yang sangat penting dalam proses belajar mengajar. Peserta didik akan memperoleh pengetahuan, sikap, keyakinan, emosi, dan perasaan. Proses pembelajaran yang baik tidak mungkin terlaksana tanpa adanya sumber belajar yang cukup. Sumber belajar juga dapat memberikan pengalaman belajar pada peserta didik (Sitepu, 2014: 18).

Sumber belajar yang digunakan di sekolah swasta khususnya di MA Salafiyah Pati masih kurang yaitu hanya mengacu pada buku pegangan guru saja tanpa adanya sumber lain. Selain itu kegiatan belajar mengajarnya juga masih lemah sehingga nantinya akan berdampak pada hasil belajarnya dan ketrampilan yang dimiliki oleh peserta didik. Menurut penuturan Atik Maftuhah (wawancara, 13 Juli 2017) salah satu guru Biologi di madrasah tersebut, materi pembelajaran jaringan pada tumbuhan kelas XI termasuk materi yang cukup sulit, karena materi ini tentang jaringan yang kita tidak dapat melihatnya secara kasat mata/ langsung. Pada materi ini dilakukan praktikum di lab dan alat-alat yang digunakan dalam praktikum juga lengkap. Namun, belum ada panduan/petunjuk praktikum. Prosedur dalam praktikum ditulis langsung dipapan tulis.

Untuk membantu proses pembelajaran materi jaringan tumbuhan perlu adanya sumber belajar yang efektif. Petunjuk praktikum merupakan salah satu sumber belajar yang dapat digunakan. Petunjuk praktikum dikembangkan dari hasil penelitian tentang struktur anatomi tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) yang telah terinduksi limbah cair tapioka dengan kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) yang tidak terinduksi limbah cair tapioka.

Lokasi limbah cair tapioka dekat dengan sekolah MA Salafiyah sehingga nantinya membuat peserta didik lebih tertarik dan juga diharapkan agar peserta didik peduli terhadap lingkungan sekitarnya serta mereka dapat mengetahui cara mengurangi pencemaran limbah tapioka dengan menggunakan tanaman kayu apu yang juga terdapat di sekitar mereka.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka penelitian melakukan penelitian dengan judul **“PENGEMBANGAN PETUNJUK PRAKTIKUM STRUKTUR ANATOMI TANAMAN KAYU APU (*Pistia stratiotes* L.) YANG TERINDUKSI LIMBAH CAIR TAPIOKA MATERI JARINGAN TUMBUHAN KELAS XI MA SALAFIYAH”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Apa perbedaan struktur anatomi daun kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) yang terinduksi limbah cair tapioka dengan yang tidak terinduksi limbah cair tapioka di Desa Ngemplak Kidul Pati?
2. Apakah buku petunjuk praktikum struktur daun kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) yang terinduksi limbah cair tapioka materi jaringan tumbuhan kelas XI MA Salafiyah Pati layak digunakan?

C. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui perbedaan struktur anatomi daun kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) yang terinduksi limbah cair tapioka dengan yang tidak terinduksi limbah cair tapioka di desa Ngemplak Kidul Pati
2. Mengetahui kelayakan petunjuk praktikum struktur daun kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) yang terinduksi limbah cair tapioka dalam pembelajaran

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi peserta didik
 - a. Menambah pengetahuan pada peserta didik dalam mengaitkan materi pembelajaran dengan kehidupan nyata.
 - b. Meningkatkan pemahaman pada peserta didik tentang jaringan pada tumbuhan.
 - c. Membantu untuk mempermudah pemahaman konsep pada peserta didik
 - d. Membantu peserta didik agar berfikir aktif dalam pembelajaran
2. Bagi guru/ pengajar
 - a. Menambah informasi baru dan wawasan baru dalam pembelajaran.
 - b. Memberikan alternatif sumber belajar bagi guru/ pengajar untuk meningkatkan keefektifitasan dalam pembelajaran.
3. Bagi sekolah
 - a. Memberikan sumbangan sumber belajar berupa petunjuk praktikum kepada sekolah yang dijadikan penelitian dalam rangka perbaikan pembelajaran.

b. Meningkatkan kualitas belajar peserta didik dan peka terhadap lingkungan.

4. Bagi peneliti

- a. Peneliti mengetahui prosedur dalam pengembangan petunjuk praktikum dari hasil penelitian anatomi tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka.
- b. Memperoleh pengalaman sangat banyak yang nantinya dijadikan bekal untuk menjadi pendidik.

E. Spesifikasi Produk

Produk pengembangan dalam penelitian ini memiliki spesifikasi produk sebagai berikut:

1. Produk yang dihasilkan berupa buku petunjuk praktikum dari hasil penelitian tentang struktur anatomi tanaman kayu apu yang telah terinduksi limbah cair tapioka
2. Isi buku petunjuk praktikum tersebut terdiri dari
 - a. Cover
 - b. Kata pengantar
 - c. Daftar isi
 - d. Tata tertib praktikum
 - e. Format penulisan laporan
 - f. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar
 - g. Percobaan

- h. Daftar pustaka
- i. Biodata penulis

F. Asumsi Pengembangan

Penelitian pengembangan sumber belajar ini memiliki asumsi- asumsi sebagai berikut:

1. Sumber belajar yang berupa petunjuk praktikum ini hanya berisi materi jaringan tumbuhan yang didasarkan pada standar kurikulum 2013
2. Penelitian ini menggunakan pendekatan “Penelitian dan Pengembangan”, karna penelitian ini mengembangkan buku petunjuk praktikum pada materi jaringan tumbuhan kelas XI. Penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) menggunakan 10 langkah meliputi: (1) identifikasi masalah, (2) pengumpulan informasi, (3) desain produk, (4) validasi desain, (5)perbaikan desain, (6)uji coba produk, (7) revisi produk, (8) uji coba pemakaian, (9) revisi produk tahap akhir, (10) produksi massal.
3. Dosen pembimbing memiliki kompetensi tentang petunjuk praktikum dan memiliki pengetahuan tentang materi jaringan tumbuhan (anatomi tumbuhan).
4. Validator materi dan media memiliki pengalaman dan kompetensi dalam pembuatan petunjuk praktikum dan materi jaringan tumbuhan.

5. Validator pengembangan sumber belajar petunjuk praktikum ahli dalam bidang tersebut.
6. Penilaian dalam angket mencerminkan penilaian yang menyeluruh.
7. Validasi yang dilakukan menggambarkan keadaan yang sebenarnya tanpa direayasa.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Anatomi Tumbuhan

Ilmu biologi memiliki banyak cabang salah satunya yaitu anatomi tumbuhan. *Anatomy* berarti struktur dalam tubuh. Dalam bahasa Yunani *anatome* yang artinya memotong, melihat bagian dalam tubuh dengan memotong-motongnya (Sujana, 2007: 43). Anatomi tumbuhan merupakan ilmu yang mempelajari tentang susunan dan bentuk-bentuk bagian dalam organ-organ tumbuh tumbuhan (Sutrian, 2011: 10).

a. Anatomi Daun

Daun merupakan organ tumbuhan yang berfungsi untuk fotosintesis. Anatomi daun terdiri atas tiga tipe jaringan, yaitu epidermis, mesofil (jaringan dasar), dan jaringan pembuluh. Berikut adalah penjelasannya.

1) Epidermis

Epidermis berasal dari bahasa Yunani, *epi* yang berarti di atas dan *derma* berarti lapisan. Maka epidermis adalah lapisan-lapisan sel yang berada paling luar (Sutrian, 2011). Menurut Estiti (1995: 67) epidermis adalah lapisan terluar pada

daun, bunga, buah, dan biji, serta pada batang dan akar sebelum tumbuhan mengalami penebalan sekunder.

Epidermis daun dari tumbuhan yang berbeda beragam dalam hal jumlah lapisan, bentuk, struktur, susunan stomata, penampilan, dan susunan trikoma, serta adanya sel khusus. Struktur daun biasanya pipih. Jaringan epidermis atas biasanya berbeda dengan jaringan epidermis bawah. Permukaan atas daun disebut permukaan adaksial dan permukaan bawah disebut abaksial (Mulyani, 2006: 246).

a) Stomata

Stomata berasal dari kata Yunani yaitu *stoma* yang berarti lubang atau porus. Jadi stomata adalah lubang-lubang yang terdapat pada epidermis yang masing-masing dibatasi oleh dua buah sel-sel penutup. Sel penutup merupakan sel-sel epidermis yang telah mengalami perubahan bentuk dan fungsi (Sutrian, 2011: 137).

Pada stomata terdiri dari beberapa bagian, yaitu bagian sel penutup, bagian celah, sel tetangga, dan ruang udara dalam. Berikut adalah penjelasannya

(1) Sel penutup

Sel penutup terdiri atas sepasang sel yang kelihatannya simetris, umumnya berbentuk ginjal. Sel penutup merupakan sel yang aktif (hidup), kloroplas yang selalu terdapat dalam sel-sel tersebut dapat mendorong peranan sel-sel penutup dalam fotosintesis, dan pembentukan tepung-tepung asimilasi.

(2) Celah (porus)

Di antara kedua sel penutup terdapat porus (celah) yang merupakan lubang kecil. Dalam hal ini sel penutup dapat mengatur menutup dan membukanya porus tersebut.

(3) Sel tetangga

Sel tetangga merupakan sel-sel yang memang berdampingan atau yang berada di sekitar sel-sel penutup

(4) Ruang udara dalam

Ruang udara dalam merupakan ruang antar sel yang besar, yang berfungsi ganda yaitu bagi fotosintesis dan transpirasi dan juga respirasi (Sutrian, 2011: 139).

b) Trikoma

Trikoma berasal dari kata Yunani yakni *trichomata* yang berarti rambut-rambut yang tumbuh. Berdasarkan susunannya, trikoma terbagi menjadi dua yakni trikoma *unicellular* dan *multicellular*. Trikoma *unicellular* umumnya tidak bercabang tetapi ada kalanya bercabang, dan trikoma *multicellular* terdiri dari satu deretan sel atau beberapa lapisan sel (Sutrian, 2011: 149).

Berdasarkan bentuk dan susunannya, trikoma memiliki fungsi sebagai berikut:

- (1) Trikoma dapat memperbesar fungsi epidermis sebagai jaringan pelindung, terutama mencegah penguapan yang berlebihan
- (2) Trikoma sebagai alat pengisap air dan garam-garam tanah
- (3) Trikoma sebagai pembantu penyebaran biji serta pengisapan air dan memungkinkan biji-biji itu tumbuh
- (4) Trikoma sebagai pelindung tumbuhan dari gangguan luar
- (5) Trikoma sebagai alat penerus rangsangan yang datang dari luar

(6) Trikoma sebagai alat sekresi (Sutrian, 2011: 156-157).

2) Mesofil (jaringan dasar)

Mesofil terdiri atas jaringan parenkim yang terdapat disebelah dalam epidermis. Mesofil mengalami diferensiasi membentuk jaringan fotosintetik yang berisi kloroplas. Pada kebanyakan tumbuhan terdapat dua tipe parenkim dalam mesofil, yaitu parenkim palisade dan parenkim spons (Mulyani, 2006: 247).

3) Parenkim palisade

Sel parenkim palisade memanjang dan pada penampang melintang tampak berbentuk batang yang tersusun dalam. Sel palisade terdapat di bawah epidermis unilateral (selapis) atau multilateral (berlapis banyak). Jaringan palisade biasanya terdapat pada permukaan abaksial daun. Daun yang mempunyai parenkim palisade pada kedua sisinya (adaksial dan abaksial) disebut solateral atau isobilateral, sedangkan parenkim palisade yang hanya pada satu sisi dan sisi yang satunya parenkim spons disebut dorsiventral atau biviasial (Mulyani, 2006).

4) Parenkim spons

Parenkim spons memiliki bentuk yang bermacam-macam. Parenkim ini memiliki ciri khusus yaitu adanya lobus (rongga) yang terdapat antara sel satu dan lainnya (Mulyani, 2006: 248).

5) Jaringan pembuluh

Letak jaringan pembuluh yaitu pada jaringan spons. Terdapat dua jenis jaringan pembuluh yaitu xilem dan floem. Sistem jaringan pembuluh tersebar diseluruh daun. Jaringan pembuluh berhubungan dengan mesofi (Mulyani, 2006: 253).

b. Anatomi Akar

Akar merupakan bagian bawah dari sumbu tumbuhan dan biasanya berkembang di bawah permukaan tanah. Histogenesis epidermis akar berbeda dengan batang. Berkas xilem dan floem pada akar tersusun berselanag-seling. Akar tidak memiliki alat tambahan, tetapi akar memiliki tudung akar (Mulyani, 2006: 187).

Kondisi lingkungan sering kali mempengaruhi pertumbuhan akar. Berdasarkan asal usuknya, terdapat dua tipe akar, yaitu akar primer dan akar serabut. Akar primer berkembang dari ujung embrio terbatas, sedangkan akar serabut berkembang dari

jaringan akar dewasa atau dari bagian lain tubuh tumbuhan, seperti batang dan daun (Mulyani, 2006: 187).

Sistem akar sebagian besar Dicotyledone dan Gymnospermae terdiri atas akar tunggang yang membentuk cabang pada sisinya. Bagian dewasa dari akar, yang biasanya mengalami penebalan sekunder, hanya berfungsi sebagai alat pemegang pada tanah dan untuk penyimpanan bahan cadangan. Pengambilan air dan garam dilakukan terutama oleh sistem akar yang masih dalam pertumbuhan primer (Mulyani, 2006: 187).

2. Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.)

a. Klasifikasi tanaman kayu apu



Gambar 2.1 Tanaman kayu apu
(Sumber: Dokumen pribadi)

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Sub Kingdom	: <i>Tracheobionta</i>
Superdivisi	: <i>Spermatophyta</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Liliopsida</i>
Subkelas	: <i>Arecidae</i>
Ordo	: <i>Arales</i>
Famili	: <i>Araceae</i>
Genus	: <i>Pistia</i>
Spesies	: <i>Pistia stratiotes</i> L. (Surjowinoto, 1997: 132)

b. Morfologi tanaman kayu apu

Tanaman kayu apu merupakan tanaman herba. Tanaman kayu apu memiliki tinggi 5-10 cm. Akar menggantung dalam air. Tanaman ini tidak memiliki batang, berdaun tunggal, berbentuk solet seperti bunga mawar. Ujung daunnya membulat, pangkal daun meruncing dan tepi daun melekok dengan panjang 2-10 cm. Daun kayu apu berwarna hijau, pertulangan sejajar, dan monokotil (Ramey (2001) dalam Mamonto 2013).

c. Habitat tanaman kayu apu

Tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) merupakan tumbuhan air yang biasa dijumpai mengapung di perairan tenang atau kolam (Rakhmadani 2016, diakses 10 Desember 2017).

d. Manfaat tanaman kayu apu

Kandungan yang terdapat dalam tanaman kayu apu yaitu pelifenol, flavonoid, dan tanin. Pelifenol memiliki kegunaan utama adalah anti oksidan alami. Sedangkan flavonoid juga sama memiliki kandungan anti oksidan yang sangat baik, dan tenin merupakan salah satu zat anti nutrisi.

Tanaman kayu apu memiliki khasiat sebagai anti rematik, anti radang, flu, demam, batuk rejem, kencing nanah, gatal alergi, disentri, penyakit kulit, dan exsim. Selain mempunyai manfaat untuk pengobatan, tanaman kayu apu juga dapat menjaga kualitas air karena menyerap polutan atau racun (Rakhmadani 2016, diakses 10 Desember 2017).

3. Limbah cair tapioka

Limbah industri pertanian termasuk tapioka, umumnya terdiri dari bahan organik yang mudah terurai oleh mikroorganisme yang jika dibuang di perairan umum akan mengakibatkan turunnya pH dan DO, naiknya BOD5 dan COD, dan timbulnya bau busuk (Partoatmodjo (1984), dalam Johannes 2007).

Limbah cair tapioka merupakan ancaman yang potensial bagi pencemaran lingkungan. Masalah yang timbul antara lain terhambatnya daya penetrasi sinar matahari yang disebabkan oleh tingginya kadar padatan tersuspensi sehingga dapat mengganggu proses fotosintesis. Jika padatan tersuspensi sudah menyelimuti organisme dasar perairan akan memungkinkan matinya organisme tersebut (Koesoebiono (1984) dalam Johannes 2007). Selain itu padatan tersuspensi yang terdiri atas bahan-bahan organik akan mengalami pembusukan dan bahan padatnya akan mengapung akibat adanya dorongan gas yang terbentuk dan dapat menyebabkan bau.

Dampak yang ditimbulkan dari limbah tapioka dapat mengakibatkan terancamnya kepunahan komunitas air di sungai, karena kandungan senyawa racun CN (sianida) yang terdapat dalam limbah cair tapioka sangat tinggi. Dimana tidak terjadinya pengolahan limbah sebelum dibuang ke lingkungan (Sumiyati, 2009).

Sebelum diolah, limbah cair tapioka memiliki beban pencemaran yang sangat tinggi. Kandungan BOD, Ph, COD merupakan parameter yang digunakan dalam menentukan kualitas dari limbah cair. BOD yang

terdapat dalam limbah cair tapioka ada 300- 7500 mg/l, COD sebesar 3100- 20000 mg/l (Nurida, 2009).

4. Sumber Belajar

Belajar adalah wujud perubahan sebuah tingkah laku menuju kedewasaan. Menurut behaviorisme, kognitivisme, dan konstruktivisme, belajar adalah usaha sadar yang dilakukan oleh seseorang secara sistematis, terencana, dan menggunakan cara-cara tertentu untuk mengubah tingkah laku yang bersifat menetap melalui interaksi dengan sumber belajar. Sumber belajar merupakan salah satu komponen yang terdapat dalam kegiatan pembelajaran untuk membantu individu dalam memperoleh pengetahuan, kemampuan, sikap, keyakinan, dan perasaan. Dengan begitu sumber belajar sangat berperan penting dalam proses belajar, tanpa adanya sumber belajar, proses pembelajaran tidak akan berjalan dengan maksimal (Sitepu, 2014: 18).

Sumber belajar memiliki beberapa bentuk yaitu video, buku, kaset audio, program video pembelajaran dan program pembelajaran berbasis komputer, atau paket belajar yang menggabungkan berbagai media (multimedia) (Sitepu, 2014: 19).

Sumber belajar (bahan ajar) harus dikembangkan sesuai dengan konsep penyusunan bahan ajar, yaitu:

- a. Bahan ajar sesuai dengan kondisi peserta didik saat proses pembelajaran.
- b. Bahan ajar yang dibuat mampu mengubah tingkah laku peserta didik.
- c. Bahan ajar sesuai kebutuhan dan karakteristik peserta didik, dan program belajar-mengajar akan dilangsungkan.
- d. Bahan ajar mencakup tujuan spesifik pembelajaran, materi secara rinci baik untuk kegiatan dan latihan.
- e. Memuat evaluasi sebagai alat ukur dan umpan balik dari tingkat keberhasilan peserta didik (Widodo, 2008).

5. Praktikum

Pengertian praktikum dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah pembelajaran yang dilaksanakan untuk menguji materi yang telah diperoleh (Pusat Bahasa Depertemen Pendidikan Nasional, 2003). Praktikum sangat penting untuk pelajaran sains khususnya pelajaran biologi. Dengan adanya praktikum diharapkan peserta didik lebih memahami materi yang telah disampaikan, selain itu juga untuk mengembangkan ketrampilan sainsnya (Nuryani, 2003).

Praktikum memiliki banyak fungsi dan manfaat, berikut adalah fungsi dan manfaat praktikum

- a. Untuk memastikan kebenaran saat belajar

- b. Sarana yang digunakan untuk mengembangkan ketrampilan dalam menggunakan alat oleh peserta didik
- c. Sarana yang dilakukan untuk melakukan percobaan sendiri
- d. Untuk penerapan metode ilmiah (Komarrudin dan Yoke, 2000).

6. Petunjuk Praktikum

Praktikum yang dilakukan di sekolah menengah bertujuan untuk mengembangkan dan meningkatkan ketrampilan, memecahkan masalah dalam berpikir kreatif, meningkatkan pemahaman materi biologi serta menumbuhkan sikap pemahaman dan kepedulian terhadap lingkungan. Petunjuk praktikum dapat diartikan sebagai lembar kegiatan yang digunakan praktikan dan guru dalam melakukan praktikum (Rustaman, 2003).

Isi petunjuk praktikum antara lain sebagai berikut:

a. Pengantar

Pengantar berisi uraian singkat tentang materi yang ada dalam kegiatan praktikum dan informasi khusus yang berkaitan dengan praktikum.

b. Tujuan

Memuat tujuan yang berkaitan dengan permasalahan dalam praktikum tersebut.

c. Alat dan bahan

Berisi alat dan bahan yang diperlukan saat praktikum.

d. Prosedur/ Langkah kerja

Berisi tata cara yang dilakukan saat praktikum berlangsung.

e. Data hasil pengamatan

Berisi tabel-tabel data maupun grafik kosong yang nantinya diisi oleh peserta didik untuk membantu peserta didik dalam mengolah data.

f. Analisis

Berisi tentang pertanyaan atau isian dari perhitungan data. Peserta didik dapat diminta membuat grafik ataupun tabel dan menghubungkannya dengan permasalahan yang ada di rumusan masalah.

g. Kesimpulan

Berisi pertanyaan-pertanyaan yang menjawab permasalahan.

h. Langkah selanjutnya

Berisi telaah pustaka untuk membantu peserta didik dalam memahami materi pembelajaran (Kusrinah, 2016).

B. Kajian Pustaka

Pertama, penelitian yang dilakukan oleh Sri haryanti dkk Universitas Diponegoro yang berjudul "*Respon Fisiologi dan Anatomi Eceng Gondok (Eichhornia sp.) di Berbagai Perairan Tercemar*", di Indonesia tahun 2009. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi respon fisiologis dan anatomis tanaman eceng gondok pada ketiga jenis perairan tercemar dan struktur akar menunjukkan tonjolan seperti calon cabang akar terutama pada limbah obat.

Kedua, penelitian yang dilakukan oleh Nina Tanzerina ddk Universitas Sriwijaya yang berjudul "*Studi Adaptasi Anatomi Organ Vegetatif (Neptunia oleraceae Lour) Hasil Seleksi Lini pada Fitoremediasi Limbah Cair Amoniak*", tahun 2013. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *Neptunia oleraceae* Lour mampu melakukan fitoremediasi dan beradaptasi. Akar *Neptunia oleraceae* Lour hasil seleksi lini mempunyai bentuk xylem yang bulat dan kecil serta jumlahnya sedikit. Adaptasi anatomi pada

batang hasil seleksi lini yaitu mempunyai, jaringan kolenkim sel sklereid yang menyebar dari korteks ke daerah pembuluh, parenkim udara persegi empat, tidak ada spon (jaringan gabus), untuk tangkai daun mempunyai ruang udara besar. Adaptasi anatomi pada daun hasil seleksi lini yaitu epidermis mengandung tanin dan kutikula tebal, sedangkan keberadaan stomata sama dengan kontrol. Kandungan klorofil total daun hasil seleksi lini lebih rendah 33,81 mg/L dibandingkan 51,34 mg/L pada kontrol.

Ketiga, penelitian yang dilakukan oleh Astri Nur Andini (Institut Pertanian Bogor) dengan judul "*Anatomi Jaringan Daun dan Pertumbuhan Tanaman Celosia cristata, Catharanthus roseus, dan Gomphrena globosa pada Lingkungan Tercemar*". Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada *Celosia cristata* terjadi modifikasi anatomi berupa peningkatan indeks dan kerapatan stomata (adaksial dan abaksial) diikuti dengan penambahan luas daun. *Catharanthus roseus* memiliki modifikasi anatomi berupa peningkatan tebal daun diikuti dengan peningkatan bobot basah dan bobot kering akar. Pengaruh pencemaran udara menyebabkan jenis *Gomphrena globosa* memiliki modifikasi anatomi berupa peningkatan indeks dan

kerapatan stomata, trikoma kelenjar sisi adaksial tanpa diikuti perbedaan pertumbuhan relatif tanaman.

Keempat, penelitian yang dilakukan oleh dyah Afiat Mardikaningtyas dkk (Pendidikan Biologi, Pascasarjana, Universitas Negeri Malang) dengan judul "*Efektifitas Tanaman Pistia stratiotes dalam Penyerapan Logam Berat Kadmium (Cd) yang Terkandung dalam Limbah Cair Pengolahan Tepung Agar ditinjau dari Akumulasi logam di Oegan Akar dan Daun*". Hasil penelitian ini menunjukkan bagian anatomi akar dan daun pada medium hidroponik dan limbah memiliki bentuk yang berbeda. Anatomi akar tanaman kayu apu pada medium hidroponik mempunyai susunan sel teratur dan xilemnya mengandung lignin yang lebih tipis sedangkan pada medium limbah xilemnya terlihat lebih jelas dan tebal. Anatomi daun pada medium hidroponik dan limbah juga berbeda, yakni dapat dilihat dari stomata dan trikomanya.

Kelima, penelitian yang dilakukan oleh Hermansyah Mamoto (Program Studi Kesehatan Masyarakat Universitas Negeri Gorontalo) dengan judul "*Uji Kompetensi Kayu Apu (Pistia stratiotes L.) dalam Menurunkan Kadar Sianida (CN) pada Limbah Cair Penambangan Emas*". Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman kayu apu berpotensi menyerap Sianida (CN), penyerapan dan penguapan dalam

proses fitoremediasi dan *phytovolatilization* oleh kayu apu sebanyak 300 gr adalah 100% Sianida yang terakumulasi. Penguapan yang terjadi selama perlakuan yaitu 1,8 mg/1 atau 36%. Semakin banyak jumlah kayu apu maka semakin besar pula potensi akumulasi limbah cair Sianida (CN) oleh kayu apu.

Keenam, penelitian yang dilakukan oleh Adityas Meyhandoko (Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Semarang) dengan judul "*Pengembangan Petunjuk Praktikum Kontekstual dengan Pemanfaatan Kondisi Lingkungan Lokal dalam Pembelajaran Materi Pencemaran di SMA N 2 Rembang*". Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa petunjuk praktikum kontekstual dengan pemanfaatan kondisi lingkungan lokal untuk pembelajaran materi pencemaran lingkungan layak dan efektif digunakan oleh peserta didik kelas sepuluh SMA N 2 Rembang. Hal ini dilihat dari pencapaian keberhasilan pembelajarannya 97,9% yang mana lebih besar dari indikator keberhasilannya yaitu 90%.

Persamaan penelitian yang peneliti lakukan dengan penelitian di atas adalah penelitian ini tentang struktur anatomi tumbuhan akibat limbah dan pengembangan petunjuk praktikum. Meskipun memiliki persamaan

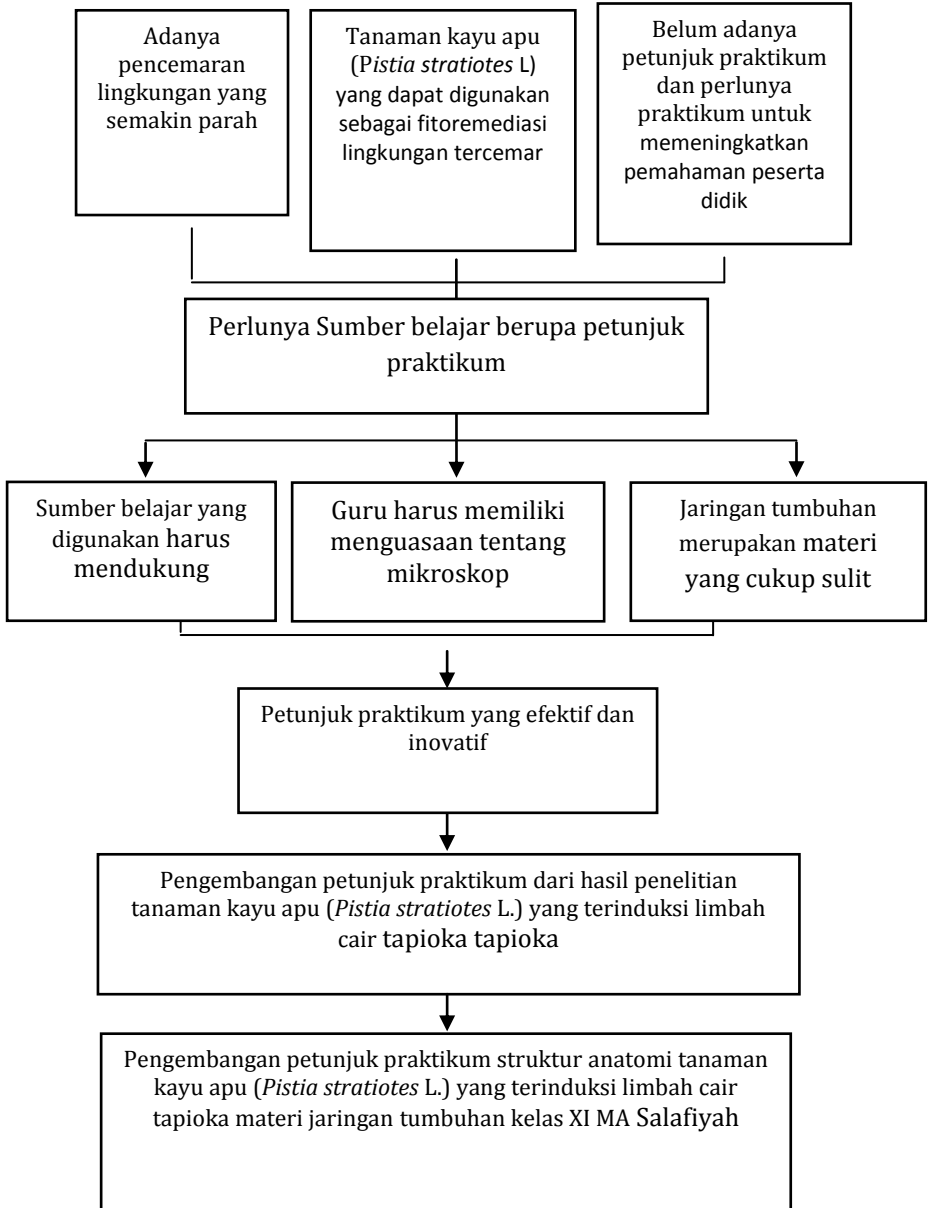
penelitian yang peneliti lakukan, juga terdapat beberapa perbedaan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Limbah yang dipilih. Peneliti memilih limbah cair tapioka di daerah Ngemplak Kidul Margoyoso Pati, karena limbah tersebut telah mencemari lingkungan sekitar.
2. Materi. Peneliti memilih materi jaringan pada tumbuhan MA kelas XI untuk dikembangkan dalam bentuk petunjuk praktikum

C. Kerangka Berfikir

Dengan adanya petunjuk praktikum yang menarik dan bermuatan konten lokal, siswa akan memiliki rasa keingin tahuan yang tinggi terhadap materi tersebut. Petunjuk praktikum harus sesuai dengan KI dan KD serta didesain semenarik mungkin agar peserta didik termotivasi untuk giat dalam belajar dan dapat meningkatkan ketrampilan proses sains.

Dalam penelitian ini, peneliti membuat kerangka berpikir di bawah ini:



Gambar 2.2. Kerangka berpikir penelitian.

D. Hipotesis

1. Hipotesis Alternatif

Buku petunjuk praktikum struktur daun kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) yang terinduksi limbah cair tapioka materi jaringan tumbuhan kelas XI layak digunakan dalam pembelajaran.

2. Hipotesis Nihil

Buku petunjuk praktikum struktur daun kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) yang terinduksi limbah cair tapioka materi jaringan tumbuhan kelas XI tidak layak digunakan dalam pembelajaran.

BAB III

METODE PENELITIAN

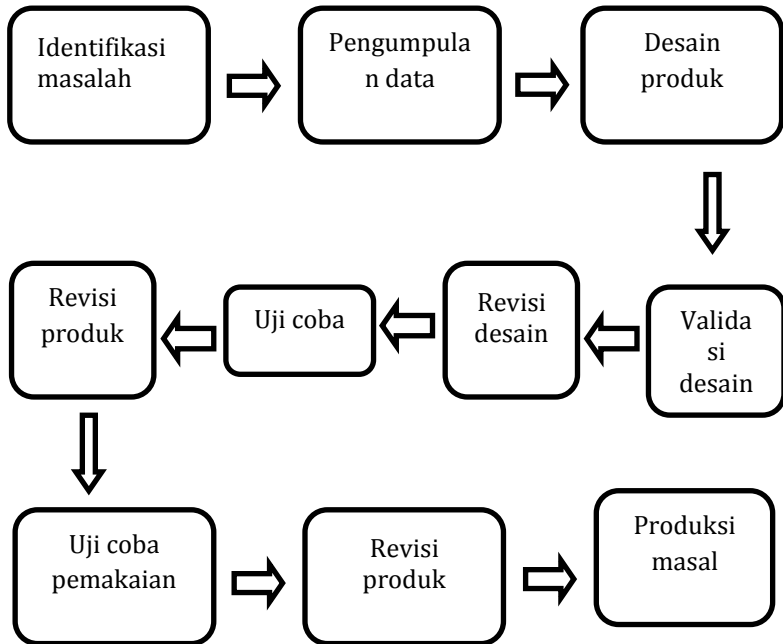
A. Model Pengembangan

Ditinjau dari objeknya, penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian *Research and Development (R&D)*. *R&D* merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk baru, dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono,2012).

Adapun langkah-langkah penelitian yang digunakan oleh peneliti adalah langkah-langkah penelitian dan pengembangan yang dikemukakan oleh Sugiyono meliputi: (1) identifikasi masalah, (2) pengumpulan informasi, (3) desain produk, (4) validasi desain, (5)perbaikan desain, (6)uji coba produk, (7) revisi produk, (8) uji coba pemakaian, (9) revisi produk tahap akhir, (10) produksi massal.

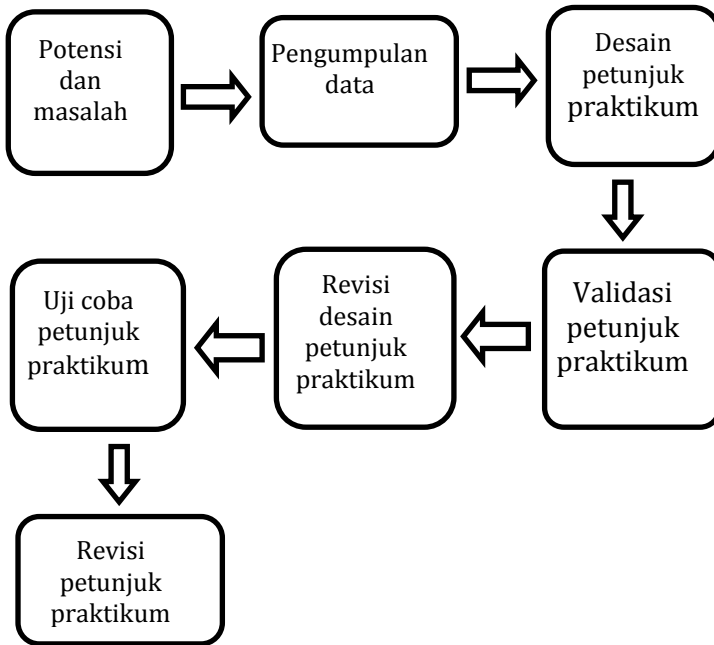
B. Prosedur Pengembangan

Prosedur penelitian yang digunakan mengacu pada Sugiyono (2012) yang tercantum dalam gambar 3.1



Gambar 3.1 Langkah-Langkah Penggunaan Metode *Research and Development (RnD)*

Dalam penelitian yang dilaksanakan, dilakukan modifikasi pada langkah-langkah yang dikemukakan oleh Sugiyono (2012). Modifikasi dilakukan agar tercapai tujuan yang diharapkan. Langkah-langkah penelitian yang direncanakan yaitu:



Gambar 3.2 Langkah-Langkah Pengembangan Petunjuk Praktikum

Peneliti hanya membatasi penelitian ini sampai pada tahap revisi buku petunjuk praktikum, tidak sampai pada uji coba pemakaian dan produksi masal, karena membutuhkan waktu yang cukup lama dan sumber daya yang tidak sedikit untuk melakukannya.

Langkah-langkah rinci pelaksanaan penelitian pengembangan (*Research and Development*) tersebut dijelaskan sebagai berikut.

1. Studi Pendahuluan

Pada tahap ini, peneliti mengidentifikasi potensi dan masalah yang dapat dijadikan sebagai bahan penelitian.

a. Potensi dan masalah

Potensi dan masalah dalam penelitian ditunjukkan dengan data empirik. Data tentang potensi dan masalah bisa berdasarkan laporan penelitian orang lain, dokumentasi laporan dari perorangan atau instansi tertentu yang masih *up to date* (Sugiyono, 2012: 411)

Potensi dan masalah dalam penelitian ini yaitu berkaitan dengan adanya petunjuk praktikum dari penelitian struktur tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair yang dapat digunakan oleh siswa saat melakukan praktikum. Usaha yang dilakukanyaitu dengan wawancara dengan guru mapel IPA.

Sugiyono (2012: 409) potensi merupakan segala sesuatu yang didayagunakan akan memiliki nilai tambah. Potensi yang ada diantaranya sebagai berikut :

- 1) Tanaman kayu apu yang masih banyak dilingkungan sekitar dan perkembangbiakannya yang cepat

- 2) Tanaman kayu apu dapat digunakan sebagai bioindikator lingkungan
- 3) Tersedianya ruang laboratorium
- 4) Alat-alat yang digunakan dalam praktikum lengkap
- 5) Guru membimbing siswa saat praktikum
- 6) Siswa melakukan praktikum
- 7) Prosedur dalam praktikum masih ditulis dipapan tulis

Sugiyono (2012: 410) Masalah merupakan penyimpangan antara yang diharapkan dengan yang terjadi. Masalah yang ada diantaranya sebagai berikut:

- 1) Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah cair tapioka
- 2) Siswa tidak memiliki petunjuk praktikum sendiri
- 3) Tidak adanya petunjuk praktikum yang dapat dipelajari siswa sebelum melakukan praktikum
- 4) Prosedur praktikum masih dalam tulisan tangan dan belum dibukukan

b. Pengumpulan Data

Tahap selanjutnya yaitu mengumpulkan data. Data yang terkumpul dapat digunakan sebagai bahan untuk merencanakan produk dan diharapkan dapat mengatasi masalah tersebut. (sugiyono, 2012: 411)

Data yang terkumpul dari hasil penelitian struktur anatomi tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka dikumpulkan sebagai dasar dalam melakukan pengembangan sebuah produk berupa petunjuk praktikum. Berikut adalah metode yang dilakukan dalam penelitian tersebut:

1) Tempat dan Waktu Penelitian

Rangkaian waktu penelitian ditampilkan pada tabel 3.1.

No	Waktu	Tempat	Kegiatan
1.	11 Desem ber 2017	Lokasi industri tapioka	Pengambilan bahan yakni limbah cair tapioka
2.	18 Desem ber 2017	Laboratorium Biologi UIN Walisongo	Pengamatan morfologi pada perlakuan yang berbeda
3	24 Desem ber 2017	Laboratorium Biologi UIN Walisongo	Pengamatan anatomi dengan menggunakan mikroskop
4	15 Maret 2018	UIN Walisongo Semarang	Analisis Data

2) Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi merupakan wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek/subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang

ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Populasi bukan hanya orang, akan tetapi juga obyek dan benda-benda alam yang lain (Sugiyono, 2012). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh industri rumahan pembuatan tepung tapioka di desa Ngemplak.

Teknik sampling penelitian menggunakan *probability sampling* yaitu teknik pengambilan sampel yang memberikan peluang yang sama bagi setiap unsur (anggota populasi). Teknik sampling yang digunakan yaitu *simple random sampling* dengan teknik penentuan sampel bila pengambilan anggota sampel dari populasi dilakukan secara acak tanpa memperhatikan strata yang ada dalam populasi tersebut (Sugiyono, 2012).

3) Alat dan Bahan

a) Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: toples untuk media perlakuan pada tanaman, mikroskop untuk pengamatan anatomi, silet, kaca benda, kaca penutup, kamera opti lab.

b) Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: tumbuhan *Pistia stratiotes* L., limbah cair tapioka, dan air.

4) Prosedur Penelitian

a) Mengambil limbah cair tapioka dari desa Ngemplak Kidul dan menyiapkan tanaman *Pistia stratiotes* L.

b) Tanaman ditumbuhkan dalam medium limbah tapioka dengan menggunakan perlakuan yang berbeda

c) Terdapat 5 perlakuan yang digunakan antara lain: 5% (50 ml limbah cair tapioka dan 950 ml air), 10% (100 ml limbah cair tapioka dan 900 ml air), 15% (150 ml limbah cair tapioka dan 850 ml air), 20% (200 ml limbah cair tapioka dan 800 ml air), dan pada konsentrasi kontrol (1000 ml air)

d) Dalam penelitian ini dilakukan 3 kali ulangan

e) Tanaman ditumbuhkan selama 7 hari, setiap hari diamati morfologi akar dan daunnya

f) Hari ke 7, tanaman diamati bagian anatomi daun dengan menggunakan mikroskop

- 5) Parameter penelitian
 - a) Morfologi, yaitu akar dan daun
 - b) Anatomi, yaitu struktur anatomi daun yang lebih dikhususkan ke perbedaan trikoma dan stomata antara yang tercemar limbah dengan yang tidak
- 6) Rancangan penelitian tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Rancangan Acak Penelitian (RAL) adalah suatu percobaan yang digunakan homogen atau tidak ada faktor lain yang mempengaruhi respon luar faktor yang diteliti. Faktor pertama adalah dosis-dosis limbah sedang faktor kedua adalah tanaman, 7 X 3 dan masing-masing perlakuan dengan tiga kali ulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan Anova selanjutnya jika ada beda nyata dilanjutkan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

2. Pengembangan Prototipe

Tahap ini merupakan tahap pembuatan petunjuk praktikum struktur tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) yang terinduksi limbah cair tapioka materi jaringan tumbuhan untuk kelas XI SMA/MA. Selanjutnya disusun

instrumen penilaian kelayakan petunjuk praktikum yang mengacu pada indikator yang telah ditentukan.

a. Desain produk

Setelah mengumpulkan data, tahap selanjutnya yaitu mendesain produk. Desain produk ini masih bersifat hipotetik, karena efektivitasnya masih belum terbukti dan baru bisa diketahui setelah melewati pengujian-pengujian. (Sugiyono, 2012: 413)

Pengembangan desain petunjuk praktikum disesuaikan dengan materi dan kriteria petunjuk praktikum yang baik. Petunjuk praktikum yang dikembangkan adalah dengan memanfaatkan kondisi lingkungan sekitar yakni mengidentifikasi struktur anatomi tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka.

Langkah-langkah dalam mendesain petunjuk praktikum ini meliputi:

- 1) Analisis Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar pada materi jaringan tumbuhan
- 2) Merumuskan tujuan yang akan dicapai peserta didik dengan menggunakan petunjuk praktikum
- 3) Pembuatan desain halaman depan (*cover*)
- 4) Pembuatan halaman kata pengantar dan daftar isi
- 5) Penulisan kompetensi inti, kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi

- 6) Penulisan acara-acara dalam praktikum
- 7) Penulisan daftar pustaka
- 8) Pembuatan sampul belakang

b. Validasi desain

Validasi desain merupakan proses kegiatan untuk menilai apakah rancangan produk secara rasional efektif. Dikatakan efektif secara rasional karena validasi disini masih bersifat penilaian berdasarkan pemikiran rasional, belum fakta lapangan. Validasi produk dapat dilakukan dengan cara menghadirkan beberapa pakar atau tenaga ahli yang sudah berpengalaman untuk menilai produk yang baru dirancang tersebut. Setiap pakar diminta untuk menilai desain tersebut, sehingga selanjutnya dapat diketahui kelemahan dan kekuatannya. (sugiyono, 2012: 414)

Petunjuk praktikum divalidasi oleh validator dosen ahli media dan ahli materi dari jurusan pendidikan biologi UIN Walisongo Semarang dan dari guru biologi kelas XI MA Salafiyah Kajen Margoyoso Pati dengan menggunakan acuan uji kelayakan petunjuk praktikum yaitu dalam bentuk angket.

c. Perbaikan desain

Setelah produk awal petunjuk praktikum divalidasi oleh ahli, maka akan diketahui kelemahan/kekurangan dari produk tersebut. Yang mana dari kelemahan/kekurangan tersebut kemudian dilakukan perbaikan desain. Yang bertugas memperbaiki desain adalah peneliti yang mau menghasilkan produk tersebut. (Sugiyono, 2012: 414)

Apabila ahli, dalam hal ini yaitu dosen UIN Walisongo Semarang dan guru Biologi MA Salafiyah Pati sudah memvalidasi, maka selanjutnya akan dilakukan perbaikan desain sebelum produk diuji cobakan dalam kelompok kecil.

3. Uji lapangan

Tahap uji lapangan ini ada dua uji coba produk lapangan terbatas, revisi produk, uji coba produk lapangan lebih luas dan revisi produk.

a. Uji coba lapangan terbatas

Desain produk yang telah divalidasi dan direvisi, selanjutnya akan dilakukan uji coba tahap awal. Produk yang telah dibuat tidak bisa langsung diuji cobakan. Akan tetapi dibuat menjadi barang terlebih dahulu, dan barang tersebut yang diuji cobakan. (Sugiyono, 2012: 414)

Dalam hal ini, prototipe uji coba dilakukan oleh kelas XI IPA MA Salafiyah Pati. Pada uji coba produk, diambil 9 peserta didik secara acak sebagai subjek uji coba terbatas. Teknik pengambilan sampel pada uji lapangan terbatas yaitu dengan cara *simple random sampling*. Sampel dipilih langsung oleh peneliti secara acak dari XI E 3 peserta didik, XI F 3 peserta didik dan XI G 3 peserta didik . kemudian peserta didik diberikan draf petunjuk praktikum untuk di pelajari. Setelah itu peserta didik diminta untuk mengisi angket dan pendapat mengenai kesulitan-kesulitan yang ditemukan saat membaca draf petunjuk praktikum tersebut. Pelaksanaan uji coba produk awal ini dilakukan sebelum praktikum dilaksanakan.

b. Revisi produk

Pada tahap ini dilakukan evaluasi hasil uji coba evaluasi, kemudian dilakukan penyempurnaan untuk memperbaiki kekurangan yang ada. Setelah itu, mempersiapkan petunjuk praktikum hasil revisi untuk diuji coba pemakaian.

c. Uji coba lapangan lebih luas

Setelah pengujian terhadap produk, maka selanjutnya produk tersebut diterapkan dalam

lingkup lembaga pendidikan yang lebih luas. (Sugiyono, 2015: 426)

Untuk uji lapangan yang lebih luas dilakukan dikelas XI G yang berjumlah 27 peserta didik. Pengujian dilakukan dengan cara peserta didik diberi angket tanggapan mengenai petunjuk praktikum tersebut.

d. Revisi produk

Revisi dilakukan kembali apabila dalam pemakaian produk masih terdapat kekurangan atau kelemahan, yang mana kelemahan-kelemahan tadi dapat digunakan untuk menyempurnakan pembuatan produk baru lagi. (Sugiyono, 2015: 426)

C. Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian pengembangan petunjuk praktikum berbasis penelitian struktur anatomi tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) yang terinduksi limbah cair tapioka ini terdiri dari subjek validasi, subjek penilai, dan subjek uji coba. Subjek validasi terdiri atas ahli media dan ahli materi. Subjek penilai petunjuk praktikum yaitu guru biologi kelas XI . Dan subjek uji coba yaitu peserta didik kelas XI IPA MA Salafiyah Pati. Uji coba produk lapangan terbatas yang dilakukan oleh kelompok kecil yaitu 9

peserta didik. Untuk uji lapangan lebih luas dilakukan dikelas XI G dengan jumlah 27 peserta didik.

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data penelitian ini yaitu :

1. Observasi

Observasi adalah suatu proses pengamatan dan pencatatan secara sistematis, logis, objektif, dan rasional mengenai berbagai fenomena, baik dalam situasi yang sebenarnya maupun dalam situasi buatan untuk mencapai tujuan tertentu. (Arifin, 2014: 153)

2. Wawancara

Wawancara merupakan salah satu bentuk alat evaluasi jenis non-tes yang dilakukan melalui percakapan dan tanya jawab, baik secara langsung maupun tidak langsung dengan peserta didik. (Arifin, 2015: 157)

3. Angket

Angket termasuk alat untuk mengumpulkan dan mencatat data atau informasi, pendapat. Angket mempunyai kesamaan dengan wawancara, kecuali dalam implementasinya. Angket dilaksanakan secara tertulis, sedangkan wawancara dilaksanakan secara lisan. (Arifin, 2015: 166)

E. Teknik Analisis Data

Data yang didapatkan dari penelitian ini selanjutnya dianalisis. Teknik analisis pada penelitian ini berupa data angka (numerikal) yang diolah dengan menggunakan statistika. Data jumlah daun dan panjang akar setelah perlakuan diuji menggunakan metode statistika. Metode statistika yang digunakan adalah uji *analysis of varians*(ANOVA) yang kemudian dilakukan uji lanjut beda nyata terkecil (BNT)/*least significant different* (LSD). Perhitungan statistika tersebut dilakukan menggunakan aplikasi SPSS 16.0. Dan data berupa skor yang didapatkan dari penilaian validator dan angket yang dibagikan kepada peserta didik. Ketiga data tersebut kemudian dianalisis. Langkah-langkah analisis data yang dilakukan tahapannya sebagai berikut:

1. Analisis data tanaman kayu apu
 - a. Uji normalitas data

Uji normalitas berfungsi untuk mengetahui apakah sampel yang digunakan dalam penelitian ini berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas yang digunakan adalah uji SPSS dengan taraf signifikansi 0,05%. Jika hasilnya lebih dari 0,05 maka data dikatakan berdistribusi normal. Langkah-langkah uji normalitas adalah sebagai berikut:

- 1) Mengisi data pada *worksheet* SPSS, yang terdiri atas *Data View* dan *Variable View*. *Data View* berisi data yang akan diuji keseragamannya. Sebelum mengisi data *View*, *Variable View* diisi terlebih dahulu. *Variable View* berisi informasi terkait variabel penelitian.
- 2) Memilih menu *Descriptive statistic → explore*
- 3) Memasukkan variabel yang menjadi variabel terikat ke dalam kotak *Dependent List*. Variabel yang menjadi faktor penyebab terjadinya perubahan ke kotak *Factor*.
- 4) Klik *plots → normality*.
- 5) Klik *Continue* lalu OK.

Jika nilai signifikansinya lebih dari 0,05 maka data tersebut dikatakan normal (Yulius, 2010 dalam Andriani, 2016).

b. Uji homogenitas

Uji homogenitas berfungsi menyelidiki apakah kedua sampel mempunyai variansi yang sama atau tidak. Langkah-langkah uji homogenitas adalah sebagai berikut:

- 1) Mengisi data pada *worksheet* SPSS, yang terdiri atas *Data View* dan *Variable View*. *Data View* berisi data yang akan diuji keseragamannya. Sebelum mengisi data *View*, *Variable View* diisi terlebih

dahulu. *Variable View* berisi informasi terkait informasi terkait variabel penelitian.

- 2) Memilih menu *Analyze* → *General Linear Model* → *Univariate*
- 3) Memasukkan variabel yang menjadi variabel terikat ke dalam kotak *Dependent List*. Variabel yang menjadi faktor penyebab terjadinya perubahan ke kotak *Factor*.
- 4) Klik options → *homogeneity of variance test* → *Continue*
- 5) Klik *Post Hoc* dan centang metode *Tukey*
- 6) Klik *Continue* lalu OK.

Jika nilai signifikansinya lebih dari 0,05 maka data tersebut dikatakan homogen (Yulius, 2010 dalam Andriani 2016).

c. Uji ANOVA

Analysis of variance (anova) adalah analisis komparatif lbih dari dua variabel atau lebih dari dua rata-rata. Anova lebih dikenal dengan Uji-F (*Fisher Test*), sedangkan arti varians berasal dari pengertian konsep "*Mean Square*" atau kuadrat Rerata (KR) (Riduwan dan Sunarto, 2014) rumus sistematisnya:

$$KR = \frac{JK}{dK}$$

Dimana:

JK = Jumlah kuadrat (*some of square*)

DK = derajat kebebasan (*degree of freedom*)

Menghitung nilai anova atau F_{hitung} dengan rumus:

$$F_{hitung} = \frac{VA}{VD} = \frac{KRA}{KRD} = \frac{VA}{VD} = \frac{JKA: dKA}{dKD: dKD} = \frac{\text{Varians Antar Group}}{\text{Varians Dalam Group}}$$

Langkah-langkah uji ANOVA menggunakan aplikasi SPSS 16.0 adalah sebagai berikut:

- 1) Mengisi data pada *worksheet* SPSS, yang terdiri atas *Data View* dan *Variable View*. *Data View* berisi data yang akan diuji keseragamannya. Sebelum mengisi data *View*, *Variable View* diisi terlebih dahulu. *Variable View* berisi informasi terkait variabel penelitian.
- 2) Memilih menu *Analyze* → *General Linear Model* → *Univariate*
- 3) Memasukkan variabel yang menjadi variabel terikat ke dalam kotak *Dependent List*. Variabel yang menjadi faktor penyebab terjadinya perubahan ke kotak *Factor*.
- 4) Klik model → klik *custom* → masukkan variabel yang menjadi faktor penyebab terjadinya perubahan ke kotak *Factor* → klik *continue*

Jika F hitung $>$ F tabel maka masing-masing menunjukkan hasil yang signifikan (Sunyono, 2011 dalam Andriani, 2016).

d. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) atau *least significant different* (LSD) merupakan salah satu uji perbandingan berganda yang digunakan setelah analisis ragam menunjukkan pengaruh yang nyata dengan berbagai permasalahan (Tanujaya, 2013). Uji BNT atau LSD digunakan sebagai acuan dalam menentukan apakah rata-rata dua perlakuan atau lebih berbeda secara statistik atau tidak. Untuk menghitung nilai BNT atau LSD, dibutuhkan beberapa data yang berasal dari perhitungan sidik ragam (ANOVA) yang telah dilakukan sebelumnya. Rumus uji BNT menurut Gomez (1983) adalah sebagai berikut:

$$BNT_{\alpha} = (t_{\alpha, df_e}) \cdot \sqrt{\frac{2 (MS_E)}{r}}$$

$$BNT_{0,05} = t_{0,05} \frac{\sqrt{2(SXS)}}{r}$$

Langkah-langkah uji BNT/LSD menggunakan aplikasi SPSS 16.0 adalah sebagai berikut:

- 1) Mengisi data pada *worksheet* SPSS, yang terdiri atas *Data View* dan *Variable View*. *Data View* berisi

data yang akan diuji keseragamannya. Sebelum mengisi data *View*, *Variable View* diisi terlebih dahulu. *Variable View* berisi informasi terkait variabel penelitian.

- 2) Memilih menu *Analyze* → *General Linear Model* → *Univariate*
- 3) Memasukkan variabel yang menjadi variabel terikat ke dalam kotak *Dependent List*. Variabel yang menjadi faktor penyebab terjadinya perubahan ke kotak *Factor*.
- 4) Memilih *Post Hoc* → LSD pada *significance level*, mengisi taraf signifikansi yang ditentukan yaitu 0,05 untuk 5%.
- 5) Klik *Continue* lalu OK.

Output hasil uji dapat diinterpretasikan. Pada *Mean Difference (I-J)*, jika terdapat tanda (*) maka terdapat perbedaan yang signifikan. Namun, jika tidak terdapat tanda (*) menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan (Sunyono, 2011 dalam Andriani, 2016).

2. Analisis data uji kelayakan petunjuk praktikum

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara kualitatif dengan menggunakan instrumen angket yang berupa simbol angka-angka bertingkat. Angka bertingkat seperti 5, 4, 3, 2, 1 itu hanya simbol yang

menunjukkan urutan tingkatan karena datanya berupa data ordinal (Arikunto, 2010).

Data yang digunakan dalam angket merupakan data yang berupa pernyataan yang disimbolkan dengan angka, seperti yang dapat dilihat pada tabel 3.1 (Arikunto, 2010).

Tabel 3.2 Kriteria Penilaian pada Angket

Simbol	Kriteria
5	Sangat Baik
4	Baik
3	Cukup
2	Kurang Baik
1	Sangat Kurang

Data yang telah diperoleh kemudian ditabulasi dan dicari persentasenya dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{skortotal}}{\text{skormaksimal}} \times 100\%$$

Kemudian data analisis di sederhanakan kedalam bentuk yang lebih mudah dibaca dan diinterpretasikan agar diperoleh kesimpulan mengenai kelayakan buku petunjuk praktikum struktur daun kayu apu yang terinduksi limbah cair termasuk kedalam kategori sangat layak, layak, kurang layak, tidak layak, dan sangat tidak layak. Kriteria kelayakan diadaptasi dari Akbar (2013), seperti yang dapat dilihat pada tabel 3.3

Tabel 3.3 Kriteria Kelayakan (Akbar, 2013).

Persentase	Kategori
81-100%	SangatLayak
61-80%	Layak
41-60%	KurangLayak
21-40%	TidakLayak
00-20%	Sangat tidak layak

BAB IV

DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA

A. Deskripsi Prototipe Produk

Penelitian dan pengembangan yang dilakukan peneliti menghasilkan produk berupa buku petunjuk praktikum kelas XI SMA/MA berbasis penelitian struktur tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) yang terinduksi limbah cair tapioka pada materi jaringan tumbuhan. Penelitian dan pengembangan yang dilakukan menggunakan alur pengembangan yang dikembangkan oleh Sugiyono (2012: 409) yang terdiri dari 10 langkah yaitu potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi produk, revisi produk, uji coba produk, revisi produk, uji coba pemakaian, revisi produk dan produksi massal. Akan tetapi, dalam penelitian yang dilaksanakan, dilakukan modifikasi pada langkah-langkah yang dikemukakan oleh Sugiyono (2012). Modifikasi dilakukan agar tercapai tujuan yang diharapkan. Peneliti hanya membatasi penelitian ini sampai pada tahap revisi buku petunjuk praktikum biologi, tidak sampai pada uji coba pemakaian dan produksi massal, karena membutuhkan waktu yang cukup lama dan sumber daya yang tidak sedikit untuk melakukannya.

1. Potensi dan Masalah

Potensi dan masalah dalam penenitian ini yaitu berkaitan dengan adanya petunjuk praktikum dari penelitian struktur tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair yang dapat digunakan oleh siswa saat melakukan praktikum. Berdasarkan wawancara di desa Ngemplak Pati dan wawancara dengan guru mapel Biologi dan peserta didik kelas XI MA Salafiyah Pati, data potensi yang ada yaitu :

- a. Tanaman kayu apu yang masih banyak dilingkungan sekitar dan perkembangbiakannya yang cepat
- b. Tanaman kayu apu dapat digunakan sebagai bioindikator lingkungan
- c. Tersedianya ruang laboratorium
- d. Alat-alat yang digunakan dalam praktikum lengkap
- e. Guru membimbing siswa saat praktikum
- f. Siswa melakukan praktikum
- g. Prosedur dalam praktikum tertulis dipapan tulis

Masalah yang ada diantaranya sebagai berikut:

- a. Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah cair tapioka
- b. Siswa tidak memiliki petunjuk praktikum sendiri
- c. Tidak adanya petunjuk praktikum yang dapat dipelajari siswa sebelum melakukan praktikum

d. Prosedur praktikum masih dalam tulisan tangan dan belum dibukukan

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data melalui wawancara dengan guru mapel Biologi dan penelitian murni tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka.

a. Wawancara dengan guru mapel Biologi

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru mapel Biologi menunjukkan bahwa peserta didik belum memiliki buku petunjuk praktikum yang dapat dibawa pulang untuk dipelajari sebelum melakukan kegiatan praktikum. Selain itu, guru hanya menjelaskan secara lisan garis besar prosedur atau langkah kerja dalam melaksanakan kegiatan praktikum. Sehingga mengakibatkan peserta didik membuat kesalahan saat melakukan praktikum.

b. Penelitian tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka.

1) Data Hasil Pengamatan Morfologi Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.)

Parameter morfologi yang diamati yaitu, jumlah daun, tekstur daun, warna daun, kondisi daun, panjang akar dan kondisi akar

Pada pengamatan morfologi ini terdapat 5 perlakuan yakni konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20% dan kontrol. Pengamatan dilakukan selama 7 hari.

Tabel 4.1 Jumlah daun kayu apu dengan perlakuan limbah cair tapioka

No	Pengulangan	Perlakuan				
		5% (A1)	10% (A2)	15% (A3)	20% (A4)	Kontrol (A5)
1	1	6	6	4	3	6
2	2	6	6	5	5	6
3	3	6	6	5	4	5

Keterangan:

A1 = konsentrasi 5% (50 ml limbah cair tapioka + 950 ml air)

A2 = konsentrasi 10% (100 ml limbah cair tapioka + 900 ml air)

A3 = konsentrasi 15% (150 ml limbah cair tapioka + 850 ml air)

A4 = konsentrasi 20% (200 ml limbah cair tapioka + 800 ml air)

A5 = kontrol = konsentrasi 0% (1000 ml air)

Tabel 4.2 panjang akar kayu apu dengan perlakuan limbah cair tapioka

No	Pengulangan	Perlakuan				
		5% (A1)	10% (A2)	15% (A3)	20% (A4)	Kontrol (A5)
1	1	11,6 cm	6 cm	4 cm	3 cm	12 cm
2	2	18,2 cm	15 cm	10 cm	0	19 cm
3	3	15 cm	10 cm	0	0	14,9 cm

Keterangan:

A1 = konsentrasi 5% (50 ml limbah cair tapioka + 950 ml air)

A2 = konsentrasi 10% (100 ml limbah cair tapioka + 900 ml air)

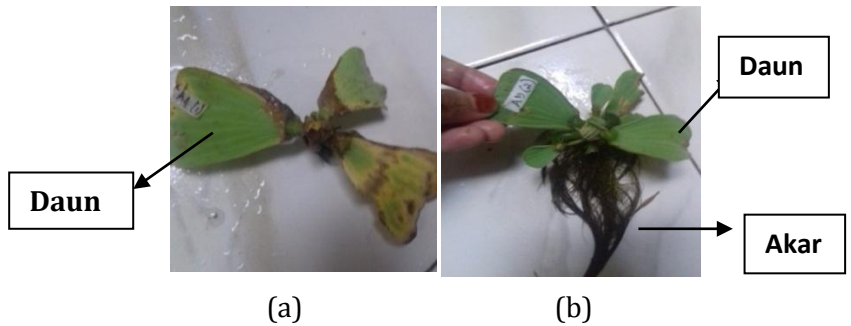
A3 = konsentrasi 15% (150 ml limbah cair tapioka + 850 ml air)

A4 = konsentrasi 20% (200 ml limbah cair tapioka + 800 ml air)

A5 = kontrol = konsentrasi 0% (1000 ml air)

Hasil parameter morfologi yang diamati terdapat perbedaan antara tanaman kayu apu pada perlakuan limbah cair tapioka dengan konsentrasi normal. Perbedaan tersebut nampak nyata pada bagian daun dan akar. Daun pada perlakuan dengan limbah cair nampak menguning, lembek dan layu. Sedangkan daun kayu apu pada konsentrasi normal nampak segar, berwarna hijau dan kaku. Struktur akar pada tanaman yang ditumbuhkan di medium kontrol masih lengkap dengan tekstur yang masih segar dan bulu akar yang masih segar. berbeda dengan tanaman yang ditumbuhkan di medium limbah, mempunyai tekstur akar yang lunak (lembek) dan

rambut akar sebagian besar terputus. Hal ini dikarenakan bagian organ tanaman yang langsung berinteraksi dengan limbah adalah bagian akar. Selengkapnya terdapat dilampiran 25. Lihat gambar 4.1



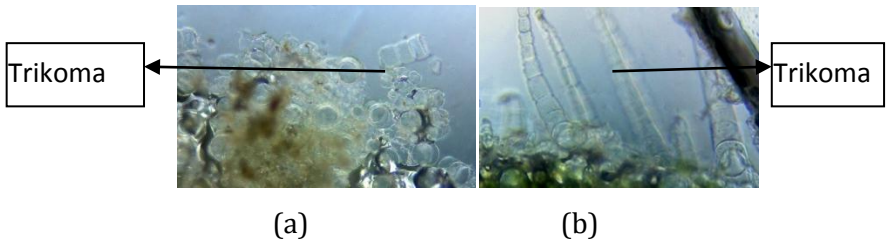
Gambar 4.1 (a) Tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka (daun menguning dan semua akarnya putus). (b) Tanaman kayu apu pada konsentrasi normal (daun berwarna hijau dan akarnya tidak putus). (Sumber: Dokumentasi Peneliti).

2) Data Hasil Pengamatan anatomi Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.)

Parameter anatomi yang diamati pada daun kayu apu yaitu perbedaan bentuk trikoma dan stomata pada daun kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka dengan yang tidak terinduksi limbah cair tapioka.

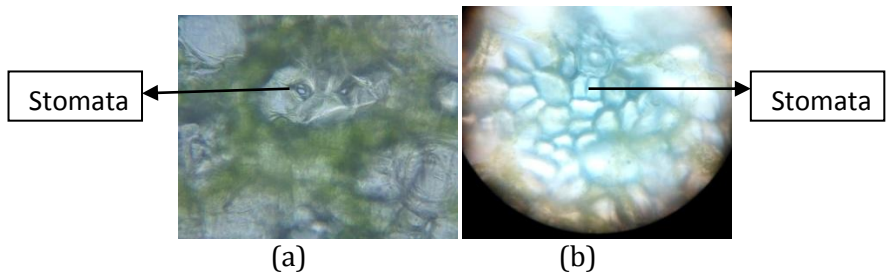
Trikoma pada tanaman kayu apu termasuk ke dalam trikoma nonglanduler dengan beberapa

deret sel. Pada daun kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka terlihat memiliki trikoma yang rusak. Hal ini menunjukkan bahwa tumbuhan mengalami stres akibat limbah. Sedangkan pada konsentrasi normal trikomanya tidak rusak. Lihat gambar 4.2



Gambar 4.2 (a) trikoma pada tanaman kayu apu yang terpapar limbah cair tapioka (trikomanya tampak rusak). (b) trikoma pada tanaman kayu apu pada konsentrasi normal (trikomanya tidak rusak). (Sumber: Dokumentasi Peneliti).

Stomata pada tanaman kayu apu memiliki tipe diasitik dengan sel penutupnya berbentuk ginjal. Daun kayu apu yang terinduksi limbah memiliki stomata tertutup. Sedangkan pada konsentrasi normal stomatanya terbuka. Lihat gambar 4.3



Gambar 4.3 (a) stomata pada tanaman kayu apu pada konsentrasi normal (stomatanya membuka). (b) stomata pada tanaman kayu apu yang terpapar limbah cair tapioka (stomatanya menutup). (Sumber: Dokumentasi Peneliti).

3. Desain Produk

Desain petunjuk praktikum menggunakan ukuran kertas B5. Buku petunjuk praktikum ini berbasis penelitian struktur anatomi tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) yang terinduksi limbah cair tapioka. Buku petunjuk praktikum ini berisi tentang 4 acara praktikum yaitu melihat karakter morfologi tanaman kayu apu, melihat karakter anatomi tanaman kayu apu, melihat karakter morfologi tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka dan melihat karakter anatomi tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka. Buku petunjuk praktikum ini ditulis dengan maksud untuk dapat dipergunakan oleh peserta didik kelas XI SMA/MA sederajat. Desain buku petunjuk praktikum hasil penelitian struktur anatomi tanaman

kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) yang terinduksi limbah cair tapioka adalah sebagai berikut:

a. Bagian Pendahuluan

Pendahuluan meliputi:

1) Desain Cover

Desain sampul dibuat dengan warna dasar hijau. Buku petunjuk diberi judul "**Buku Petunjuk Praktikum Struktur Daun Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.) yang Terinduksi Limbah Cair**" dan ditulis dengan menggunakan jenis huruf (Cambria). judul ditulis dengan warna putih. Cover depan berisi logo UIN, program studi, fakultas, nama penulis, nama dosen pembimbing, judul petunjuk praktikum, contoh gambar tanaman kayu apu dan kelas. Bagian cover belakang dibuat dengan warna hijau dan terdapat logo UIN dan tahun pembuatan. Tampilan kata pengantar dapat dilihat pada gambar 4.4



(a)

(b)

Gambar 4.4 (a) cover belakang dan (b) cover depan buku petunjuk praktikum

2) Halaman Redaksi

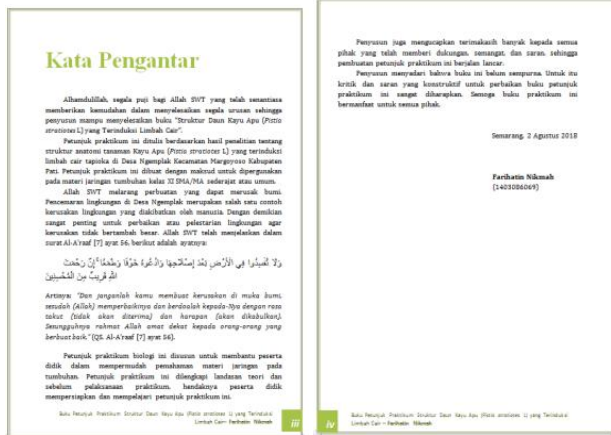
Halaman redaksi berisi judul buku, nama penulis, nama-nama dosen pembimbing skripsi, nama dosen ahli materi, nama dosen ahli media dan nama yang mendesain sampul. Tampilan kata pengantar dapat dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Halaman Redaksi

3) Kata Pengantar

Halaman kata pengantar berisi tentang ucapan syukur telah menyelesaikan pembuatan buku petunjuk praktikum dan sedikit pengantar mengenai isi buku. Tampilan kata pengantar dapat dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Kata Pengantar

4) Daftar isi

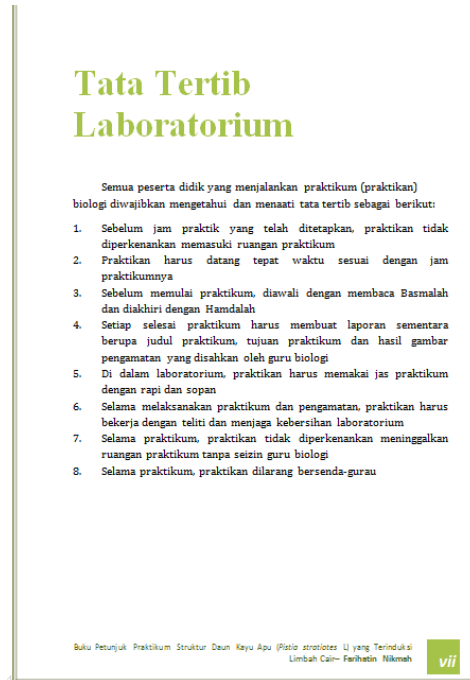
Berisi daftar konten yang disajikan dalam buku petunjuk praktikum beserta nomor halaman. Tampilan daftar isi dapat dilihat pada gambar 4.7



Gambar 4.7 Daftar Isi

5) Tata Tertib Praktikum Biologi dan Petunjuk Pembuatan Laporan

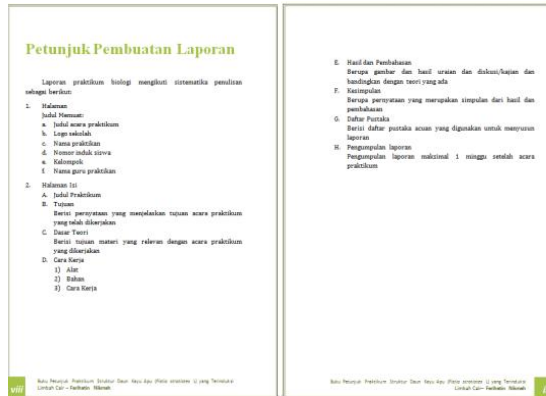
Bagian ini memuat tata tertib pada praktikum biologi yang harus diketahui dan ditaati oleh praktikan (peserta didik). Tampilan tata tertib praktikum biologi dapat dilihat pada gambar 4.8



Gambar 4.8 Tata Tertib Laboratorium

Petunjuk pembuatan laporan berisi tentang sistematika penulisan laporan praktikum.

Tampilan petunjuk pembuatan praktikum dapat dilihat pada gambar 4.9



Gambar 4.9 Petunjuk Pembuatan Laporan

6) Kompetensi Inti, Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Bagian ini berisi tentang Kompetensi Inti, Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi. Tampilannya dapat dilihat pada gambar 4.10

<p style="text-align: center;">Indikator Pencapaian Kompetensi</p> <p>3.1 Mendeskripsikan struktur dan jaringan epidermis berupa stomata dan trikoma pada daun kayu apu.</p> <p>3.2 Membandingkan jaringan pada daun kayu apu yang terpapar limbah cair tawar dan pada konsentrasi normal.</p> <p>4.1 Menyajikan data hasil pengamatan tentang struktur dan kayu apu yang terpapar limbah cair tawar dan pada konsentrasi normal.</p>	<p style="text-align: center;">Kompetensi Inti</p> <p>Pengembangan: Menemukan, menerapkan, dan menguji pengetahuan, ketrampilan, konsep, prosedur, dan sikap yang berkaitan erat dengan teknologi tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan kesehatan dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kepribadian, dan peradaban terhadap fenomena alam dan sosial, serta menerapkan pengetahuan procedural pada bidang ilmu yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.</p> <p>Keterampilan: Membaca, mendengar, dan menyaji dalam rangkai lisan dan tulis dengan memperhatikan penampilan dan gaya dipaparnya di minimal secara mandiri, berdiskusi secara efektif dan kreatif serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.</p> <p style="text-align: center;">Kompetensi Dasar</p> <p>3.1 Menyerikan konsep tentang keterkaitan hubungan antara struktur sel pada jaringan tumbuhan dengan fungsi organ pada tumbuhan berdasarkan hasil pengamatan.</p> <p>4.1 Menyajikan data tentang struktur jaringan pada tumbuhan berdasarkan hasil pengamatan untuk membandingkan pemakanan hubungan antara struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan terhadap lingkungan yang berpengaruh pada tumbuhan.</p>
<p><small>Buku Menyal: Praktikum Struktur Daun Kayu dan Piletan anemone (1) yang Tersebut Lingkup Cair - Farkhadi - Niswan</small></p>	<p><small>Buku Menyal: Praktikum Struktur Daun Kayu dan Piletan anemone (1) yang Tersebut Lingkup Cair - Farkhadi - Niswan</small></p>

Gambar 4.10 KI, KD dan IPK

b. Bagian Isi

Bagian isi memuat acara praktikum1, acara praktikum 2, acara praktikum 3 dan acara praktikum 4. Dalam setiap praktikum berisi judul praktikum, tujuan praktikum, dasar teori, cara kerja dan soal post test. Tampilan isi praktikum dapat dilihat pada gambar 4.11-4.14

<p style="text-align: center;">ACARA 1 MELIHAT KARAKTER MORFOLOGI TANAMAN KAYU APU(Pilea striatocostis L.)</p> <p>A. TUJUAN Pewara didik dapat menjelaskan karakter morfologi daun tanaman kayu apu.</p> <p>B. DASAR TEORI Morfologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang bentuk dan struktur tubuh dari tumbuhan dan fungsi masing masing bagian dalam kehidupan tumbuhan (Gembong, 1988: 2). Daun mempunyai nama ilmiah yakni filium. Biasanya berwarna hijau yang disebabkan oleh klorofil yang mana berfungsi sebagai penangkap cahaya matahari melalui fotosintesis (Dewanti, 2013). Selain sebagai tempat fotosintesis, daun juga memiliki fungsi yakni transpirasi (penguapan air) dan respirasi (pernapasan) (Dugiono, 2009). Daun (filium) adalah organ yang sangat penting bagi tumbuhan karena merupakan aparatur yang berperan dalam berbagai proses fisiologi dan biokimia bagi kelangsungan hidup tumbuhan. Struktur daun dikelompokkan menjadi struktur luar dan struktur dalam (Niswati, 2009).</p> <p>C. CARA KERJA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Alat <ol style="list-style-type: none"> a. Serang tangan b. Pinset c. Alat tulis d. Lup 2. Bahan <ol style="list-style-type: none"> a. Daun tanaman kayu apu (Pilea striatocostis L.) b. Air 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Cara kerja <ol style="list-style-type: none"> a. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan. b. Masukkan air sebanyak 1l ke dalam baksem. c. Amati selama 7 hari. d. Gambarlah tanaman kayu apu teraruh dan beri keterangan. e. Amati juga karakter morfologi daun kayu apu teraruh yang meliputi tekstur daun, warna daun, dan kondisi daun pada konsentrasi normal. 4. SOAL POST TEST <ol style="list-style-type: none"> 1. Bagaimana tekstur daun kayu apu pada konsentrasi normal? 2. Bagaimana kondisi daun kayu apu pada konsentrasi normal? 3. Bagaimana kondisi daun kayu apu pada konsentrasi normal?
<p><small>Buku Menyal: Praktikum Struktur Daun Kayu dan Piletan anemone (1) yang Tersebut Lingkup Cair - Farkhadi - Niswan</small></p>	<p><small>Buku Menyal: Praktikum Struktur Daun Kayu dan Piletan anemone (1) yang Tersebut Lingkup Cair - Farkhadi - Niswan</small></p>

Gambar 4.11 Praktikum Acara 1

Praktikum acara 1 berisi tentang pengamatan karakter morfologi tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes* L.)

ACARA 1
MELIBAT KARAKTER ANATOMI TANAMAN
KAYU APU (*Pistia stratiotes* L.)

A. TUJUAN
Penera dilatih dapat menjelaskan karakter trikoma, stomata pada daun tanaman kayu apu.

B. DASAR TEORI
Anatomi tumbuhan merupakan ilmu yang mempelajari tentang susunan dan bentuk-bentuk bagian dalam organ-organ tumbuh tumbuhan. Daun merupakan organ tumbuhan yang berfungsi untuk fotosintesis, stomata dan trikoma merupakan tipe jaringan, yaitu epidermis, mesofil (jaringan dasar), dan jaringan pembuluh (Tjayan, 2011: 10).



Gambar 1. Jaringan Daun
(Sumber: Campbell, 2008: 328)

Jaringan epidermis merupakan lapisan dari sel yang paling luar, pada permukaan organ-organ tumbuhan primer seperti akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji. Jaringan epidermis berfungsi

3

untuk melindungi bagian dalam tumbuhan sehingga jaringan ini disebut jaringan pelindung (Djarsana dkk, 2010: 94).

Sel-sel internal epidermis sebagian dapat berkembang menjadi alat-alat tambahan lain yang sering disebut derivate epidermis, seperti trikoma, stomata, sel kipas, stomoli, sel eksk. dan sel gabus (Djarsana dkk, 2010: 84).

Epidermis daun dari tumbuhan yang berbeda beraneka dalam hal jumlah lapisan, bentuk struktur, susunan stomata, penampilan, dan susunan trikoma, serta adanya sel khusus. Struktur daun biasanya pipih, jaringan epidermis atas biasanya berhadapan dengan jaringan epidermis bawah. Permukaan atas daun disebut permukaan adaxial dan permukaan bawah disebut abaxial (Mulyana, 2006: 246).




Gambar 2. Stomata
(Sumber: dikumpulkan pribadi)

Stomata berasal dari kata Yunani yaitu *stoma* yang berarti lubang atau poros. Jadi stomata adalah lubang-lubang yang terdapat pada epidermis yang masing-masing dilindungi oleh dua buah sel sel penutup. Sel penutup merupakan sel sel epidermis yang telah mengalami perubahan bentuk dan fungsi (Tjayan, 2011: 137).

4

Pada stomata terdiri dari beberapa bagian, yaitu bagian sel penutup, bagian celah, sel tetangga dan ruang udara dalam.

Trikoma adalah jenis dari trikoma yang berasal dari sel-sel epidermis yang sama terdiri atas sel tunggal dan banyak sel (Djarsana dkk, 2010: 87).



Gambar 3. Trikoma
(Sumber: dikumpulkan pribadi)

Berdasarkan bentuk dan susunannya trikoma memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Trikoma dapat memperbesar fungsi epidermis sebagai jaringan pelindung terutama mencegah penguapan yang berlebihan.
2. Trikoma sebagai alat pengumpul air dan garam-garam tanah.
3. Trikoma sebagai pembantu penyerapan biji serta pangsapan air dan mengkilatkan biji-biji itu tumbuh.
4. Trikoma sebagai pelindung tumbuhan dari pangsapan hama.
5. Trikoma sebagai alat pemeras rangsangan yang datang dari luar.
6. Trikoma sebagai alat sekresi (Tjayan, 2011: 156-157).

5

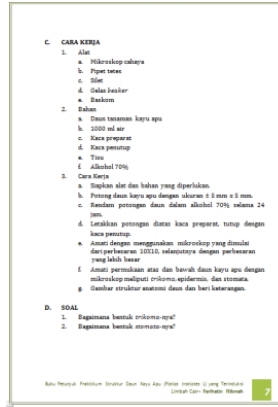
Berdasarkan ada tidaknya fungsi sekresi, trikoma dapat dibedakan menjadi trikoma yang tidak menghasilkan sekresi (trikomanon-glanduler).

1. Trikoma yang tidak menghasilkan sekresi (trikomanon-glanduler)
 - a. Rambut bersel satu atau bersel banyak dan tidak pipih, contohnya pada *Caesalpinia*, *Hibiscus*.
 - b. Rambut tidak dan memipih dan bersel banyak, contohnya pada daun durian.
 - c. Rambut bersekat dan bersel banyak, contohnya pada daun wana.
 - d. Rambut alar yang merupakan penampang sel epidermis dalam lubang yang tegak lurus permukaan akar.
2. Trikoma yang menghasilkan sekresi (trikoma glanduler)

Trikoma glanduler dapat bersel satu, bersel banyak, atau berupa tidak. Pada tumbuhan sering dijumpai berbagai macam trikoma glanduler yaitu:

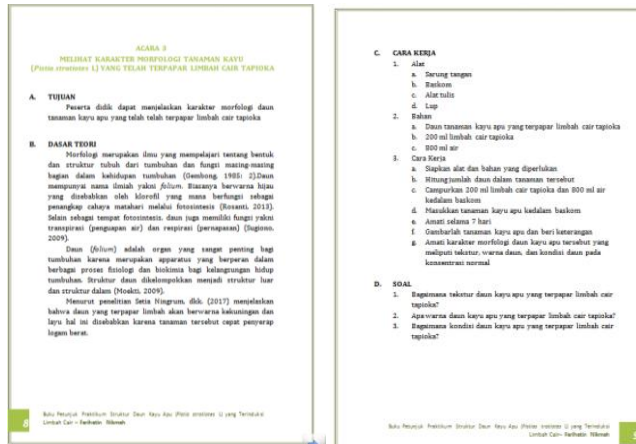
 - a. Trikoma foliaris, terdiri dari sel tunggal dan beberapa sel kelipat dan menghasilkan larutan yang berbau tajam.
 - b. Kelenjar garam, terdiri atas sebuah sel bulat besar dengan tangkai yang pendek.
 - c. Kelenjar madu, berupa rambut bersel satu atau lebih dengan plasma yang kental dan mampu menghasilkan madu ke permukaan sel.
 - d. Rambut gatal, berupa sel tunggal dengan pangkal berbentuk kerucut dan ujung runcing lai sel menyebabkan rasa gatal (Djarsana dkk, 2010: 88-89).

6



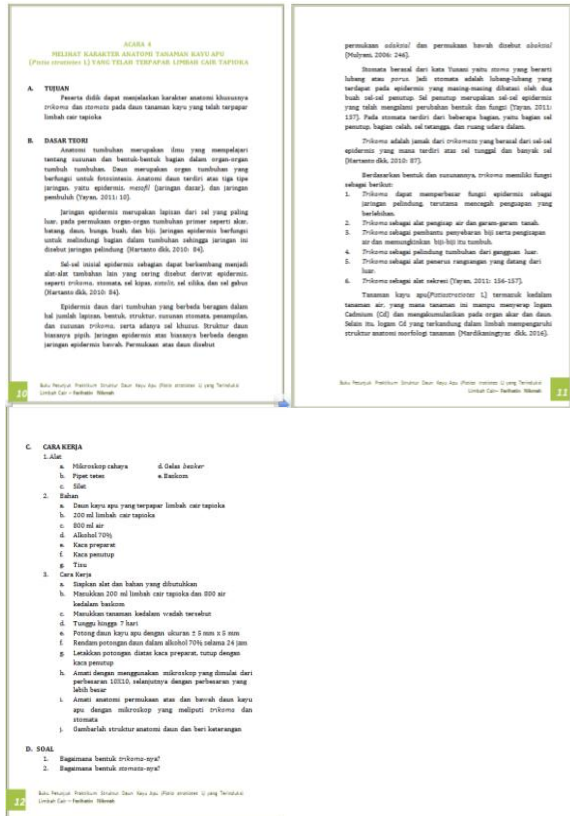
Gambar 4.12 Praktikum Acara 2

Praktikum acara 2 berisi tentang pengamatan anatomi daun kayu apu (*Pistia stratiotes* L.)



Gambar 4.13 Praktikum Acara 3

Praktikum acara 3 berisi tentang pengamatan karakter morfologi tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) yang telah terapar limbah cair tapioka



Gambar 4.13 Praktikum Acara 4

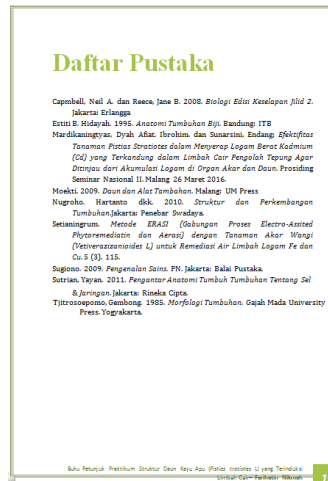
Praktikum acara 4 berisi tentang pengamatan karakter anatomi tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) yang telah terpapar limbah cair tapioka

c. Penutup

Bagian penutup meliputi:

1. Daftar Pustaka

Berisi daftar acuan referensi yang digunakan dalam menyusun buku petunjuk praktikum. Tampilan daftar pustakan dapat dilihat pada gambar 4.15



Gambar 4.15 Daftar Pustaka

2. Biodata Penulis

Berisi tentang biodata dan riwayat pendidikan penulis. Tampilan biodata penulis dapat dilihat pada gambar 4.16



Gambar 4.16 Biodata Penulis

4. Validasi Desain

Validasi desain dilakukan oleh ahli media dan ahli materi. Ahli media merupakan dosen yang fokus pada tampilan media pembelajaran, meliputi sistematika buku petunjuk praktikum, tampilan fontasi huruf, gambar dan warna dalam petunjuk praktikum. Dosen ahli media yaitu bapak Muhammad Izzatul Faqih, M. Pd. Ahli materi merupakan dosen yang memahami biologi terutama materi jaringan tumbuhan. Dosen ahli materi yaitu Ibu Kusrinah, M. Si. Dan guru mapel biologi yaitu bapak Ali Mahmudi.

Data penilaian ini meliputi penilaian aspek materi, tampilan, kebahasaan dan penyajian berupa skor 1-5 yang kemudian dikonversi kedalam kelayakan buku petunjuk praktikum.

Produk yang telah divalidasi diberikan masukan dari validator yang dituliskan pada lembar masukan dan saran validasi. Revisi produk diperlukan untuk menghasilkan buku petunjuk praktikum yang baik. Validasi didasarkan pada kisi-kisi dan instrumen yang telah dibuat. Kisi-kisi ahli media, ahli materi dan guru selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 16-18.

a. Validasi Ahli Media

Validator ahli media dalam penelitian ini adalah dosen Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang ahli pada bidangnya. Penilaian ahli media selengkapnya yang terdapat pada lampiran 20. Data validasi ahli media berupa skor penilaian terhadap petunjuk praktikum berbasis penelitian struktur tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka, selain berupa skor juga memperoleh kritik dan saran untuk memperbaiki dan penyempurnaan pengembangan petunjuk praktikum. Data tanggapan ahli media dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Data Hasil Validasi oleh Ahli Media

Jumlah	Rata-rata %	Kategori
67	95,71 %	Sangat layak

Berdasarkan tanggapan ahli media diketahui bahwa kelayakan media mendapatkan 95,71% sehingga dapat disimpulkan bahwa buku petunjuk praktikum struktur tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka materi jaringan tumbuhan kelas XI SMA/MA sederajat sangat layak dikembangkan dalam pembelajaran. Analisis tanggapan ahli media dapat dilihat pada lampiran 20.

b. Validasi Ahli Materi

Validator ahli materi dalam penelitian ini adalah dosen di jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. Data validasi ahli materi berupa skor penilaian terhadap buku petunjuk praktikum. Selain skor juga memperoleh kritik dan saran untuk perbaikan dan penyempurnaan pengembangan buku petunjuk praktikum. Data tanggapan ahli materi dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Data Hasil Validasi Ahli Materi

Jumlah	Rata-rata %	Kategori
71	88.75 %	Sangat layak

Berdasarkan penilaian petunjuk praktikum oleh ahli materi diketahui bahwa kelayakan materi mendapat rerata 88.75% sehingga mengategorikan

buku petunjuk praktikum struktur tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka dalam kategori sangat layak dikembangkan dalam pembelajaran. Penilaian ahli materi selengkapnya terdapat pada lampiran 21.

c. Validasi Guru Biologi

Validasi oleh guru biologi dalam penelitian ini adalah bapak Ali Mahmudi. Data validasi oleh guru biologi berupa skor penilaian terhadap buku petunjuk praktikum, selain itu juga memperoleh kritik dan saran untuk perbaikan dan penyempurnaan pengembangan buku petunjuk praktikum. Data tanggapan oleh guru biologi dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Data Hasil Validasi oleh Guru Biologi

Jumlah	Rata-rata %	Kategori
55	92%	Sangat layak

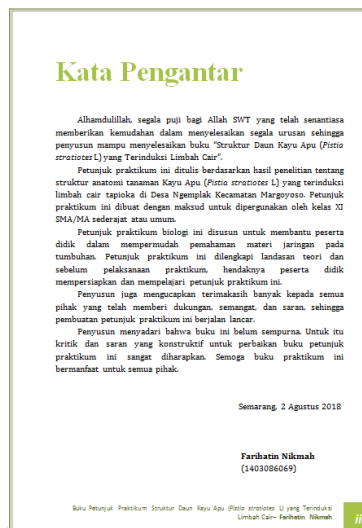
Berdasarkan angket respon yang diberikan kepada guru, diketahui bahwa buku petunjuk praktikum struktur tanaman kayu apu yang terinduksi limbah sangat layak dikembangkan dengan memperoleh rerata 92% Penilaian oleh guru biologi selengkapnya terdapat pada lampiran 22.

5. Revisi Desain

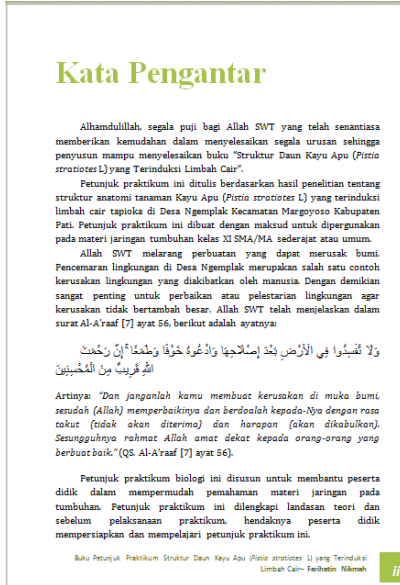
Masukan dari ahli media dan materi yang digunakan untuk menyempurnakan produk sebagai berikut:

- a. Revisi bagian kata pengantar ditampilkan pada gambar 4.17 dan 4.18

Sebelum dilakukan revisi, isi dari kata pengantar tidak terdapat ayat Al-Quran yang berhubungan dengan pencemaran lingkungan. Setelah mendapat saran dari validator maka dilakukan penambahan ayat Al-Qur'an yang berhubungan dengan pencemaran lingkungan, sebagai bentuk integrasi sains dan Al-Qur'an.



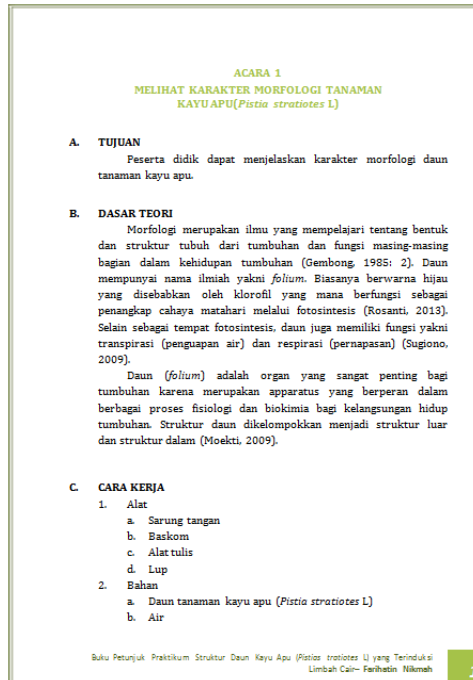
Gambar 4.17 Tampilan kata pengantar sebelum direvisi



Gambar 4.18 Tampilan kata pengantar setelah direvisi

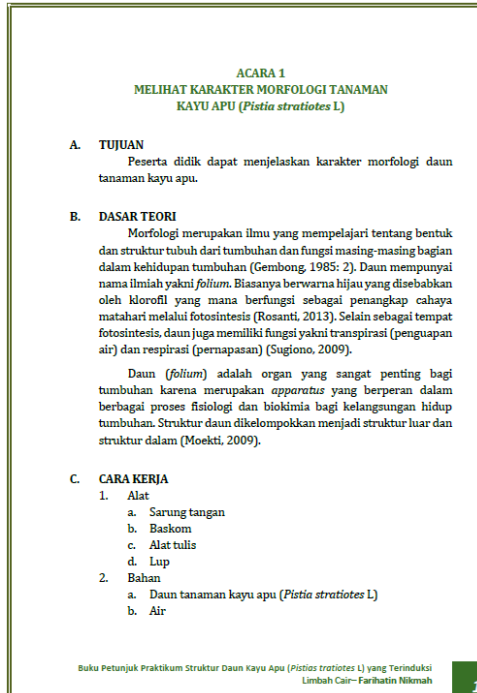
b. Perbaiki warna pada judul acara dan perbaiki gambar

Sebelum dilakukan refisi, warna pada judul tiap acara adalah hijau. Setelah mendapatkan saran dari validator bahwa warna tersebut kurang kontras dengan *background*, maka dilakukan revisi. Berikut ditampilkan pada gambar 4.19 dan 4.20



Sebelum Revisi

Gambar 4.19 Tampilan warna pada tiap acara praktikum



Setelah Revisi

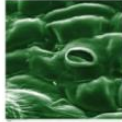
Gambar 4.20 Tampilan warna pada tiap acara praktikum

Sebelum dilakukan revisi, tampilan gambar stomata pada halaman 4 acara praktikum 2 adalah gambar stomata yang diambil dari webside wikipedia. Setelah direvisi, gambar stomata diganti dengan dokumentasi peneliti (pribadi). Berikut ditampilkan pada gambar 4.21

... melindungi bagian dalam tumbuhan sehingga jaringan di luar jaringan pelindung (Hartanto dkk, 2010, hal 84).

Sal-sel initial epidermis sebagian dapat berkembang menjadi alat-alat tumbuhan lain yang sering disebut derivate epidermis, seperti trikoma, stomata, sel kusen, kuticula, sel silika, dan sel gabus (Hartanto dkk, 2010, hal 84).

Epidermis daun dari tumbuhan yang berbeda berlainan dalam hal jumlah lapisan, bentuk, struktur, susunan stomata, penampilan, dan susunan trikoma, serta adanya sel kusen. Struktur daun biasanya pipih. Jaringan epidermis atas biasanya berbeda dengan jaringan epidermis bawah. Permalan atas dan bawah permukaan selulinitis dan permukaan bawah disebut abakini (Mulyana, 2006, hal 246).



Gambar 2. Stomata

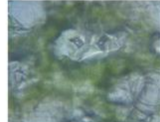
(Sumber: <https://en.wikipedia.org/wiki/stomata>, diakses pada tanggal 23 Oktober 2018, pukul 12:46 WIB)

Stomata berasal dari kata Yunani yaitu *stoma* yang berarti lubang atau poros. Jadi stomata adalah lubang-lubang yang terdapat di epidermis yang masing-masing dibatasi oleh dua buah sel-sel yang sel penutup merupakan sel-sel epidermis yang telah

untuk melindungi bagian dalam tumbuhan sehingga jaringan ini disebut jaringan pelindung (Hartanto dkk, 2010: 84).

Sal-sel initial epidermis sebagian dapat berkembang menjadi alat-alat tumbuhan lain yang sering disebut derivate epidermis, seperti trikoma, stomata, sel kusen, kuticula, sel silika, dan sel gabus (Hartanto dkk, 2010: 84).

Epidermis daun dari tumbuhan yang berbeda berlainan dalam hal jumlah lapisan, bentuk, struktur, susunan stomata, penampilan, dan susunan trikoma, serta adanya sel kusen. Struktur daun biasanya pipih. Jaringan epidermis atas biasanya berbeda dengan jaringan epidermis bawah. Permalan atas dan bawah permukaan selulinitis dan permukaan bawah disebut abakini (Mulyana, 2006: 246).



Gambar 2. Stomata

(Sumber: dikumpulkan pribadi)

Stomata berasal dari kata Yunani yaitu *stoma* yang berarti lubang atau poros. Jadi stomata adalah lubang-lubang yang terdapat pada epidermis yang masing-masing dibatasi oleh dua buah sel-sel penutup. Sel penutup merupakan sel-sel epidermis yang telah mengalami perubahan bentuk dan fungsi (Yoran, 2011: 137).

Buku Petunjuk Praktikum Struktur Daun Keras dan (MOR) tumbuhan li yang Tersebut di Lintak Cui - Febahien, Hidayat.

Sebelum Revisi Setelah Revisi

Gambar 4.21 tampilan gambar stomata

c. Perbaiki ukuran huruf dan sitasi

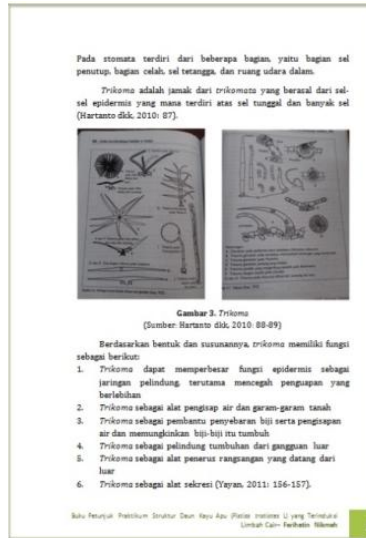
Sebelum dilakukan revisi, tampilan huruf terlalu besar serta masih terdapat kesalahan dalam penulisan sitasi. Setelah dilakukan revisi atas saran dan masukan dari validator, maka ukuran huruf dan sitasi menjadi lebih baik. Berikut ditampilkan pada gambar 4.22



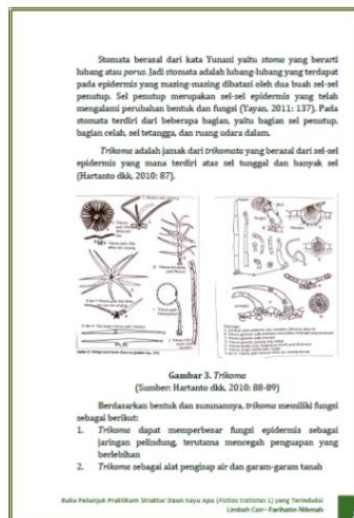
Sebelum Revisi Setelah Revisi
Gambar 4.22 Tampilan ukuran huruf dan sitasi

d. Perbaikan gambar trikoma

Sebelum dilakukan revisi, tampilan gambar trikoma pada halaman 5 acara praktikum 2 adalah gambar trikoma yang diambil dari buku dengan difoto. Setelah direvisi, gambar trikoma diganti dengan sumber dari buku yang di scan. Berikut ditampilkan pada gambar 4.23 dan gambar 4.24



Sebelum Revisi
Gambar 4.23 Tampilan gambar trikoma



Setelah Revisi
Gambar 4.24 Tampilan gambar trikoma

B. Hasil Uji Lapangan

1. Hasil Uji Lapangan Terbatas

Uji lapangan terbatas produk pada penelitian ini dilakukan pada kelompok kecil yaitu 9 peserta didik. Pengujian kelompok kecil dilakukan untuk menilai kualitas buku petunjuk praktikum sebelum diimplementasikan ke pengujian skala besar. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini yaitu *simple random sampling*. Sampel dipilih langsung oleh peneliti secara acak dari kelas XI IPA yakni kelas XI IPA E 3 peserta didik, XI IPA F 3 peserta didik dan XI G 3 peserta didik. Data uji skala kecil berupa skor penilaian peserta didik terhadap buku petunjuk praktikum berbasis penelitian struktur tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka. Data tanggapan peserta didik dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Hasil Tanggapan Peserta Didik Uji Lapangan Terbatas

Analisis Tanggapan Peserta Didik Terhadap Buku Petunjuk Praktikum Struktur Daun Kayu Apu yang Terinduksi Limbah Cair			
No	Nama	Σ skor tanggapan siswa	% tanggapan siswa
1	Ayuk	54	90
2	Diyah Misya	52	87
3	Lutfika	54	90
4	Dewi Arianti	47	78
5	Siti Arofatus	48	80

	Saadah		
6	Siti Kamsia	49	82
7	Choirun Nisaidah	50	83
8	Ria Umiyati	56	93
9	Siti Choiriyah	51	85
Jumlah		461	
%rata-rata		85,37%	
Kategori		Sangat Layak	

Hasil dari uji lapangan terbatas ini menunjukkan bahwa buku petunjuk praktikum struktur daun kayu apu yang terinduksi limbah cair pada materi jaringan tumbuhan kelas XI SMA/MA yang tergolong pada kategori sangat layak dengan pencapaian presentase rata-rata sebesar 85,37%.

Berdasarkan hasil uji lapangan terbatas dapat disimpulkan bahwa buku petunjuk praktikum struktur daun kayu apu yang terinduksi limbah cair pada materi jaringan tumbuhan kelas XI SMA/MA layak dikembangkan dalam pembelajaran.

2. Hasil Uji Lapangan Lebih Luas

Uji lapangan lebih luas dalam penelitian ini dilakukan setelah melakukan uji pada penelitian ini dilakukan setelah melakukan uji lapangan terbatas. Uji lapangan lebih luas ini dilakukan di kelas XI G yang berjumlah 27 peserta didik. Data hasil uji lapangan lebih luas disajikan pada tabel 4.7

Tabel 4.7 Hasil Tanggapan Peserta Didik Uji Lapangan Lebih Luas

Jumlah Peserta Didik	Jumlah	Rata-rata%	kategori
27	1404	87%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil uji lapangan lebih luas dapat disimpulkan bahwa buku petunjuk praktikum struktur daun kayu apu yang terinduksi limbah cair pada materi jaringan tumbuhan kelas XI SMA/MA layak dikembangkan dalam pembelajaran. Analisis tanggapan peserta didik selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 18.

C. Analisis Data

1. Analisis perhitungan statistika tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes* L.)

Pengujian statistika pada data yang diperoleh pada pengamatan mengenai pengaruh rata-rata jumlah daun dan panjang akar pada tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka dan yang tidak terinduksi limbah cair tapioka dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) *One Way Anova*. Rancangan Acak Lengkap (RAL) *One Way Anova* dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan dari masing-masing perlakuan.

Rancangan Acak Lengkap (RAL) *One Way Anova* dapat dilakukan setelah data berdistribusi normal dan homogen sehingga perlu dilakukan uji normalitas data dan uji homogenitas. Uji normalitas dan homogenitas dapat dilihat selengkapnya pada lampiran 33-36. Hasil Rancangan Acak Lengkap (RAL) *One Way Anova* dengan gambaran sebagai berikut:

Tabel 4.8 Hasil Uji ANOVA (Jumlah Daun)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:Jumlah_Daun

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	10.667 ^a	4	2.667	10.000	.002
Intercept	426.667	1	426.667	1.600E3	.000
Perlakuan	10.667	4	2.667	10.000	.002
Error	2.667	10	.267		
Total	440.000	15			
Corrected Total	13.333	14			

a. R Squared = ,800 (Adjusted R Squared = ,720)

Hasil perhitungan statistika menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) *One Way Anova* dapat dilihat pada tabel 4.8 yang menunjukkan bahwa nilai Sig perlakuan adalah 0,02. Yang mana 0,02 adalah lebih kecil dari 0,05, jika nilai Sig lebih kecil dari 0,05 maka terdapat perbedaan yang nyata sedangkan jika lebih

besar dari 0,05 maka tidak terdapat perbedaan yang nyata.

Nilai Sig jumlah daun adalah 0,02, hal ini berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata jumlah daun pada perlakuan kontrol (A5) dengan perlakuan (A1,A2,A3, dan A4). Selanjutnya untuk mengetahui adanya perbedaan antar perlakuan dilakukan uji lanjut menggunakan uji Beda Nyata Terkecil.

Perhitungan beda nyata dilakukan dengan menggunakan aplikasi SPSS 16.0, yaitu menggunakan uji Bonferroni. Hasil perhitungan uji Bonferroni dapat dilihat selengkapnya pada lampiran 38.

Nilai beda nyata pada lampiran dapat diketahui dengan menghitung perbedaan rata-rata (mean difference) antara perlakuan pertama, kedua, ketiga, dan keempat dengan pembandingan (kontrol), apabila hasilnya melebihi nilai BNT 0,05 maka ditunjukkan dengan notasi bintang yang menunjukkan bahwa kedua perlakuan berbeda nyata.

Hasil analisis uji BNT terhadap rata-rata jumlah daun pada lampiran 36 menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (berbeda nyata) antar perlakuan.

Tabel 4.9 uji ANOVA (panjang akar)

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: Panjang_Akar

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	534.123 ^a	4	133.531	9.551	.002
Intercept	1234.881	1	1234.881	88.328	.000
Perlakuan	534.123	4	133.531	9.551	.002
Error	139.807	10	13.981		
Total	1908.810	15			
Corrected Total	673.929	14			

a. R Squared = ,793 (Adjusted R Squared = ,710)

Hasil perhitungan statistika menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) *One Way Anova* dapat dilihat pada tabel 4.9 yaag menunjukkan bahwa nilai Sig perlakuan adalah 0,02. Yang mana 0,02 adalah lebih kecil dari 0,05, jika nilai Sig lebih kecil dari 0,05 maka terdapat perbedaan yang nyata sedangkan jika lebih besar dari 0,05 maka tidak terdapat perbedaan yang nyata.

Nilai Sig jumlah daun sebesar 0,02, hal ini berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata panjang akar pada perlakuan kontrol (A5) dengan perlakuan (A1,A2,A3, dan A4). Selanjutnya untuk mengetahui adanya perbedaan antar perlakuan dilakukan uji lanjut menggunakan uji Beda Nyata Terkecil.

Perhitungan beda nyata dilakukan dengan menggunakan aplikasi SPSS 16.0, yaitu menggunakan uji Bonferroni. Hasil perhitungan uji Bonferroni dapat dilihat selengkapnya pada lampiran 37.

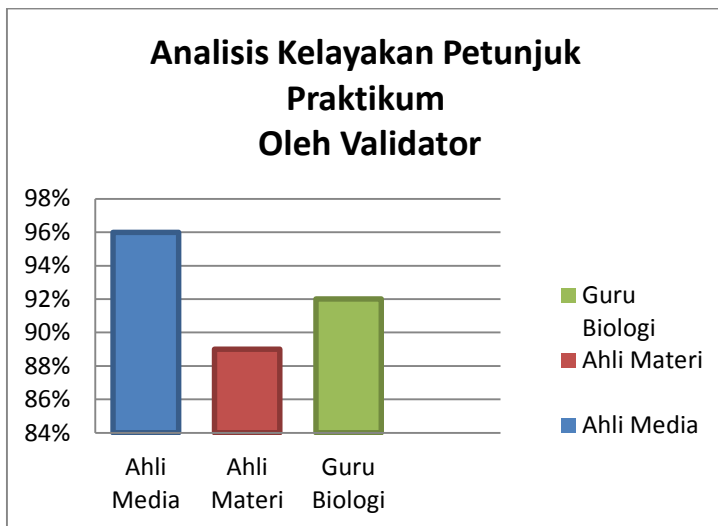
Nilai beda nyata pada lampiran dapat diketahui dengan menghitung perbedaan rata-rata (*mean difference*) antara perlakuan pertama, kedua, ketiga, dan keempat dengan pembanding (kontrol), apabila hasilnya melebihi nilai BNT 0,05 maka ditunjukkan dengan notasi bintang yang menunjukkan bahwa kedua perlakuan berbeda nyata.

Hasil analisis uji BNT terhadap rata-rata panjang akar selama 7 hari pada lampiran 35 menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (berbeda nyata) antar perlakuan

2. Analisis kelayakan buku petunjuk praktikum

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan morfologi dan anatomi tanaman kayu apu kemudian disusun menjadi buku petunjuk praktikum materi jaringan tumbuhan. Buku petunjuk praktikum tersebut divalidasi oleh dosen ahli media, dosen ahli materi, guru dan pengguna (peserta didik) kemudian hasilnya dianalisis berdasarkan data hasil kuesioner atau angket yang diberikan kepada para validator. Penilaian dari media mendapat rerata sebesar 96%, ahli materi

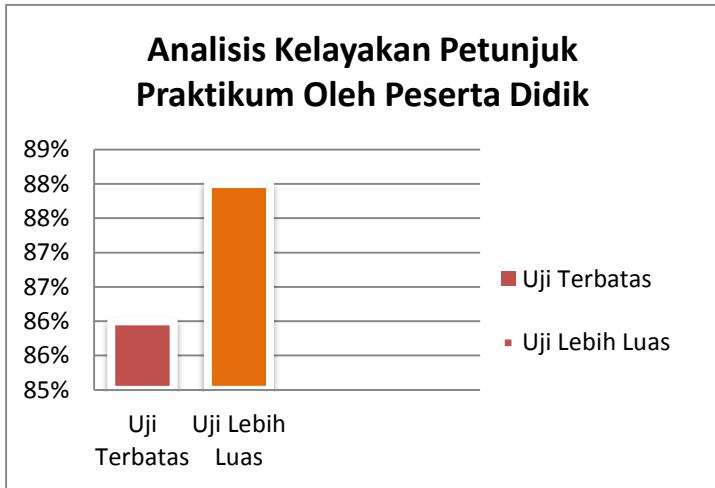
mendapat rerata sebesar 89% dan dari guru biologi mendapat rerata sebesar 92%. Dari ketiga penilai dapat disimpulkan bahwa rata-rata nilai buku petunjuk praktikum struktur daun kayu apu yang terinduksi limbah cair sebesar 92%. Rata-rata presentase kelayakan dari ketiga validator dapat dilihat pada gambar 4.25



Gambar 4.25 Analisis Kelayakan Buku Petunjuk
Praktikum Oleh Validator

Berdasarkan gambar 4.25 analisis kelayakan buku petunjuk praktikum oleh validator dengan rerata 92%, buku petunjuk praktikum dikategorikan sangat layak. Sehingga dapat dikatakan bahwa buku petunjuk praktikum yang dikembangkan layak digunakan.

Uji lapangan dilakukan pada peserta didik. Terdapat dua uji lapangan. Pada uji lapangan terbatas mendapat rerata sebesar 85% dan uji lapangan lebih luas mendapat rerata sebesar 87%. Rata-rata presentase kelayakan dari tanggapan peserta didik dapat dilihat pada gambar 4.26



Gambar 4.26 Analisis Kelayakan Petunjuk Praktikum
Oleh Peserta Didik

Berdasarkan gambar 4.26 analisis kelayakan buku petunjuk praktikum oleh peserta didik dengan rerata 86% tergolong pada kategori sangat layak. Hasil kelayakan buku petunjuk praktikum didapat dari tanggapan peserta didik dengan melakukan uji lapangan terbatas dan uji lapangan lebih luas.

D. Pembahasan

1. Penelitian Tanaman Kayu Apu yang Terinduksi Limbah Cair Tapioka

Limbah cair tapioka merupakan ancaman yang potensial bagi pencemaran lingkungan. Masalah yang timbul antara lain terhambatnya daya penetrasi sinar matahari yang disebabkan oleh tingginya kadar padatan tersuspensi sehingga dapat mengganggu proses fotosintesis. Jika padatan tersuspensi sudah menyelimuti organisme dasar perairan akan memungkinkan matinya organisme tersebut (Koesoebiono (1984) dalam Johannes 2007). Selain itu padatan tersuspensi yang terdiri atas bahan-bahan organik akan mengalami pembusukan dan bahan padatnya akan mengapung akibat adanya dorongan gas yang terbentuk dan dapat menyebabkan bau.

Dampak yang ditimbulkan dari limbah tapioka dapat mengakibatkan terancamnya kepunakan komunitas air di sungai, karena kandungan senyawa racun CN (sianida) yang terdapat dalam limbah cair tapioka sangat tinggi. Dimana tidak terjadinya pengolahan limbah sebelum dibuang ke lingkungan (Sumiyati, 2009 dalam Kemalasari, 2013).

Upaya penyempurnaan pengelolaan limbah yang dapat dikembangkan dengan menggunakan prinsip

fitoremediasi (Juswardiet *al.*, 2010). Fitoremediasi merupakan metode pemulihan yang mengandalkan peran tumbuhan untuk menyerap, mendegradasi, mentransformasi dan memobilisasi bahan pencemar baik logam maupun senyawa organik (Subroto 1996 dalam Ananda, Mumu dan Kacintra, 2013).

Mekanisme penyerapan dan akumulasi limbah cair oleh tanaman secara umum dapat dibagi menjadi tiga proses yaitu sebagai berikut: (1). Penyerapan oleh akar. Agar tanaman dapat menyerap polutan, maka polutan harus dibawa ke dalam larutan di sekitar akar (*rizosfer*) dengan beberapa cara bergantung pada spesies tanaman. Senyawa- senyawa yang larut dalam air biasanya diambil oleh akar bersama air. (2). Translokasi polutan dari akar ke bagian tanaman lain. Setelah polutan menembus endodermis akar, polutan atau senyawa asing lain mengikuti aliran transpirasi ke bagian atas tanaman melalui jaringan pengangkut (xilem dan floem) ke bagian tanaman lainnya. (3). Lokalisasi polutan pada sel dan jaringan. Hal ini bertujuan untuk menjaga agar polutan tidak menghambat metabolisme tanaman. Sebagai upaya untuk mencegah peracunan limbah cair terhadap sel, tanaman mempunyai mekanisme detoksifikasi, misalnya dengan menimbun polutan di dalam organ

tertentu seperti akar (Priyatno dan Prayitno dalam Hardiani, 2009).

a. Morfologi tanaman kayu apu

Pengaruh morfologi tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka terlihat pada jumlah daun, tekstur daun, warna daun, kondisi daun, panjang akar dan kondisi akar. Terlihat perbedaan struktur morfologi antara tanaman pada perlakuan kontrol dengan yang ditumbuhkan pada limbah pada konsentrasi 5%, 10%, 15%, dan 20%. Perbedaan tersebut nampak nyata pada bagian daun dan akar. Selain itu, jumlah daun pada tiap perlakuan juga memiliki rata-rata yang berbeda. Jumlah daun dan panjang akar jika dihitung dengan menggunakan spss menunjukkan beda nyata. Hal ini dapat dilihat pada lampiran 37 dan 38.

Tanaman *Pistia stratiotes* L. yang ditumbuhkan selama 7 hari pada media kontrol memiliki daun yang segar, kaku dan tidak layu. Sedangkan yang ditumbuhkan pada konsentrasi 5% memiliki daun yang kekuningan, lembek, dan layu. Pada konsentrasi 10% ujung daun mengkerut, daunnya lembek dan layu. Konsentrasi 15% memiliki daun yang menguning, lembek dan layu. Konsentrasi 20% memiliki daun yang menguning, lembek dan layu.

Morfologi akar tanaman *Pistia stratiotes* L. juga terdapat perbedaan morfologi. Akar pada tanaman yang ditumbuhkan di medium kontrol masih lengkap dengan tekstur yang masih segar dan bulu akar yang masih segar. berbeda dengan tanaman yang ditumbuhkan di medium limbah. Pada konsentrasi 5% tekstur akar lunak (lembek) ,konsentrasi 10% tekstur akar juga lembek, konsentrasi 15% sebagian akar putus dan pada konsentrasi 20% sebagian besar akarnya terputus. Hal ini dikarenakan bagian organ tanaman yang langsung berinteraksi dengan limbah adalah bagian akar.

Penyerapan logam berat oleh tanaman dilakukan pertama kali oleh akar. Salah satu upaya tanaman dalam mengatasi bahan toksik dari lingkungan adalah dengan cara lokalisasi (intraseluler atau ekstraseluler) yang biasanya terjadi pada akar. Kadar logam berat yang tinggi dalam limbah maka akan merusak dan merubah susunan sel akar (Ashraf, 2010. Dalam Mardikaningtyas, Ibrohim dan Endang S, 2016).

Penelitian Mardikaningtyas, Ibrohim dan Endang (2016) menyatakan bahwa perubahan morfologi dari tanaman fitoremediator disebabkan karena tanaman tersebut telah aktif menyerap logam

berat yang ada dilingkungan dan berusaha untuk beradaptasi agar tetap hidup, namun perlu diingat bahwa salah satu kelemahan fitoremediasi adalah sebaiknya diterapkan pada kondisi dengan tingkat pencemaran rendah dan konsentrasi polutannya tidak terlalu toksik atau rendah. Jika tanaman fitoremediasi ditanam dalam limbah dengan konsentrasi yang tinggi maka tanaman tidak dapat bertahan hidup dalam waktu yang lama dan efektifitasnya dalam menyerap logam juga rendah.

Pengamatan morfologi yang telah dilakukan pada tanaman kayu apu yang terpapar limbah cair tapioka selama 7 hari dapat disimpulkan bahwa tanaman kayu apu mengalami perubahan morfologi pada akar dan daunnya. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman kayu apu dapat digunakan sebagai fitoremediasi. Mekanisme fitoremediasi yang terjadi pada tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) yaitu fitoekstraksi dan rhizofiltrasi. Fitoekstraksi adalah proses tumbuhan menarik kontaminan dari media sehingga berakumulasi disekitar akar tumbuhan dan ditranslokasikan ke organ tumbuhan lain. Mekanisme fitoremediasi yang terjadi pada tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) ini juga yaitu rhizofiltrasi, dimana merupakan proses adsorpsi

atau pengendapan kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar. Tanaman apu-apu menyerap melalui akar, kemudian didistribusikan ke seluruh bagian tanaman (Dwi, Bohari dan Aminuddin, 2016).

Tanaman kayu apu dapat digunakan sebagai fitoremediasi. Fitoremediasi adalah salah satu metode remediasi dengan mengandalkan pada peran tumbuhan untuk menyerap, mendegradasi, mentransformasi, dan mengimobilisasi bahan pencemar logam berat (Hardiani, 2009). Hal ini didukung oleh penelitian (Dwi, Bohari dan Aminuddin, 2016) yang menyatakan bahwa tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) mampu menyerap ion logam berat (Fe, Cd, Cu, dan Pb) dengan baik. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh (Mardikaningtyas, Ibrohim dan Endang, 2016) menyatakan bahwa tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) efektif dalam menyerap logam berat kadmiun (Cd).

Namun, tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka memiliki penyerapan limbahnya yang masih rendah karna dalam waktu 7 hari dengan konsentrasi 5% daunnya sudah menguning dan akarnya juga lembek. Hal ini disebabkan karna

kandungan dari limbah cair tapioka itu sendiri yakni mengandung senyawa asam sianida (HCN).

Dalam Dep Kes RI (kutipan dalam Siboro, 2016) menyebutkan bahwa asam sianida disebut juga Hidrogen sianida (HCN), biasanya terdapat dalam bentuk gas atau larutan dan terdapat pula dalam bentuk garam-garam alkali seperti potasium sianida. Sifat-sifat HCN murni mempunyai sifat tidak berwarna, mudah menguap pada suhu kamar dan mempunyai bau khas. HCN mempunyai berat molekul yang ringan, sukar terionisasi, mudah berdifusi dan lekas diserap melalui paru-paru, saluran cerna dan kulit.

HCN dikenal sebagai racun yang mematikan. Pada manusia, HCN akan menyerang langsung dan menghambat sistem antar ruang sel, yaitu menghambat sistem cytochrom oxidase dalam sel-sel, hal ini menyebabkan zat pembakaran (oksigen) tidak dapat beredar ketiap-tiap jaringan sel-sel dalam tubuh. Dengan sistem keracunan ini maka menimbulkan tekanan dari alat-alat pernafasan yang menyebabkan kegagalan pernafasan, menghentikan pernafasan dan jika tidak tertolong akan menyebabkan kematian. Bila dicerna, HCN sangat cepat terserap oleh alat pencernaan masuk ke dalam

saluran darah. Tergantung jumlahnya HCN dapat menyebabkan sakit hingga kematian (dosis yang mematikan 0,5 - 3,5 mg HCN/kg berat badan) (Winarno (diutip dalam Riwanto, 2016).

b. Anatomi tanaman kayu apu

Tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka memiliki trikoma yang rusak. Trikoma merupakan jaringan derivat epidermis yang berbentuk tonjolan yang panjang dan umumnya dibatasi oleh sekat. Fungsi trikoma adalah untuk mencegah penguapan dan sebagai alat pelindung dari gangguan luar. Sehingga pada saat tanaman ditumbuhkan pada medium limbah, jaringan epidermis memerankan fungsinya untuk mempertahankan kehidupan. Seperti yang dijelaskan oleh (Fatia, 2015, Mardikaningtyas, Ibrohim dan Endang S, 2016) bahwa kemampuan tanaman dalam menyerap logam berat sangat dipengaruhi oleh keadaan permukaan daun tanaman. Tanaman yang memiliki kemampuan dalam menyerap logam berat memiliki permukaan daun yang berbulu atau kasar dan memiliki stomata pada kedua bagian daun (atas dan bawah). Penelitian Mardikaningtyas, Ibrohim dan Endang (2016) menyatakan bahwa tanaman kayu apu

memiliki rambut-rambut halus di permukaan atas dan bawah daun, sehingga tanaman kayu apu memiliki kemampuan beradaptasi dengan lingkungan tercemar dan memiliki kemampuan dalam menyerap logam.

Tanaman kayu apu yang terinduksi limbah memiliki bentuk stomata yang menutup, berbeda dengan tanaman kayu apu pada medium kontrol memiliki stomata terbuka. Padahal, disebagian besar tumbuhan kebanyakan stomata tertutup pada malam hari (Cecie dkk 2013).

Hal ini diperkuat oleh Cecie dkk (2013) yang menyatakan bahwa stomata menutup merupakan bentuk respon terhadap beberapa bahan kimia diudara berpolusi. Penutupan tersebut melindungi tumbuhan dari kerusakan bahan kimia, juga mencegah pengambilan karbon dioksida untuk fotosintesis dan menghambat pertumbuhan.

Selain itu, berbagai jenis cekaman lingkungan dapat menyebabkan stomata menutup pada siang hari. Ketika tumbuhan sedang kehilangan air, sel penjaga bisa kehilangan turgornya. Selain itu, hormon yang disebut asam absisat, yang dihasilkan didalam sel mesofil sebagai tanggapan terhadap

kekurangan air, akan memberikan sinyal pada sel penjaga untuk menutup stomata (Campbell, 2003).

2. Produk Buku Prtunjuk Praktikum

Buku petunjuk praktikum yang dihasilkan dalam penelitian dan pengembangan ini adalah petunjuk praktikum biologi berbasis penelitian struktur tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka pada materi jaringan tumbuhan kelas XI SAM/MA. Buku petunjuk praktikum yang telah dikembangkan disusun menggunakan microsoft Word 2010 dan didesain menggunakan Corel Draw X6.

Buku petunjuk praktikum ini memiliki perbedaan dengan petunjuk praktikum yang biasa digunakan karena tiap acara dalam praktikumnya berbasis penelitian struktur tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka. Buku petunjuk ini berisi 4 acara praktikum yaitu: acara praktikum pertama tentang pengamatan morfologi tanaman kayu apu, acara praktikum kedua tentang pengamatan anatomi daun kayu apu, acara praktikum ketiga tentang pengamatan morfologi tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka dan acara praktikum ke empat tentang pengamatan anatomi daun kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka.

Buku petunjuk praktikum dibuat lebih aplikatif dan memuat kompetensi pembelajaran (kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi). Buku petunjuk praktikum ini bertujuan untuk menjadikan siswa lebih kreatif dan berpikir kritis, ketrampilan olah, serta memudahkan guru dalam melaksanakan proses pengajaran didalam laboratorium. Hal ini diperkuat dengan pendapat Arifah (dalam Mislia, Qurbaniyah dan kahar 2017) yang mengemukakan bahwa siswa lebih kreatif dalam berpikir dan ketrampilan olah karena kegiatan praktikum mencakup 3 kompetensi yaitu pengetahuan(kognitif), sikap(afektif) dan ketrampilan (psikomotorik). Selain itu dengan adanya buku petunjuk praktikum dapat meminimalkan peran guru dan memudahkan guru saat melakukan praktikum. Selain itu, kegiatan-kegiatan dalam petunjuk praktikum ini juga terdapat ketrampilan proses sains. Dalam praktikum yang telah dilaksanakan saat penelitian, beberapa indikator dalam ketrampilan proses sains telah dilakukan. Seperti halnya mengamati (dengan menggunakan berbagai indera), mengukur (mengukur dengan benar), mengkomunikasikan (menggambarkan data dalam bentuk tabel), melakukan percobaan serta menggunakan alat dan bahan. Dapat dilihat pada lampiran 28. Hal ini diperkuat oleh pendapat Muh.

Tanwill dan Liliasari (dalam Guswita 2018) yang mengemukakan tentang indikator-indikator ketrampilan proses sains antara lain yaitu:

Tabel 4.10 Indikator ketrampilan proses sains menurut Muh. Tanwill dan Liliasari (dalam Serli Guswita 2018)

No	Indikator	Sub Indikator
1	Mengobservasi	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan berbagai indera • Mengumpulkan atau menggunakan fakta yang relevan
2	Mengklasifikasi	<ul style="list-style-type: none"> • Mencatat setiap pengamatan secara terpisah • Mencari perbedaan/persamaan • Mengontraskan ciri-ciri • Membandingkan • Mencari dasar pengelompokan
3	Menginterpretasi	<ul style="list-style-type: none"> • Menghubung-hubungkan hasil pengamatan • Menyimpulkan
4	Memprediksi	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan pola-pola hasil pengamatan
5	Mengkomunikasikan	<ul style="list-style-type: none"> • Mendeskripsikan/menggambarkan data empiris hasil percobaan/pengamatan dengan grafik/tabel • Menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis dan jelas • Mendiskusikan hasil kegiatan
6	Mengajukan pertanyaan	<ul style="list-style-type: none"> • Mengajukan pertanyaan yang berlatar belakang hipotesis
7	Mengajukan hipotesis	<ul style="list-style-type: none"> • Menyadari bahwa suatu penjelasan perlu diuji kebenarannya
8	Merencanakan percobaan	<ul style="list-style-type: none"> • Menentukan alat/bahan/sumber yang akan digunakan • Menentukan apa yang diukur, diamati, dan dicatat
9	Menggunakan alat/bahan/sum	<ul style="list-style-type: none"> • Memakai alat/bahan/sumber

No	Indikator	Sub Indikator
	ber	
10	Menerapkan konsep/prinsip	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan konsep yang telah dipelajari dalam situasi baru
11	Melakukan percobaan	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan percobaan sesuai dengan langkah-langkah yang telah direncanakan

E. Prototipe Hasil Pengembangan

Setelah perbaikan dan penyempurnaan buku petunjuk praktikum berdasarkan kritik dan saran dari uji kelayakan serta uji coba skala terbatas dan skala yang lebih luas, tampilan hasil akhir pengembangan secara lengkap dapat dilihat pada gambar berikut:

1. Cover Depan dan Belakang Buku Petunjuk Praktikum

Cover depan berisi logo UIN, program studi, fakultas, nama penulis, nama dosen pembimbing, judul petunjuk praktikum, contoh gambar tanaman kayu apu dan kelas. Bagian cover belakang dibuat dengan warna hijau dan terdapat logo UIN dan tahun pembuatan. Covernya dapat dilihat pada gambar 4. 27



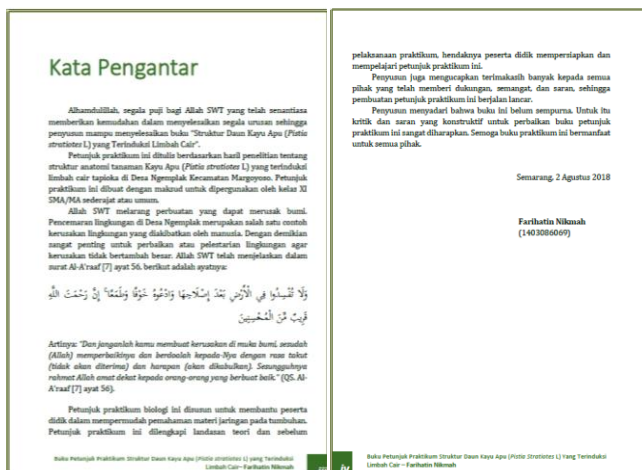
Gambar 4.27 Produk Akhir Cover Depan dan Belakang

2. Produk Akhir Pendahuluan

Pendahuluan buku petunjuk praktikum struktur daun kayu apu yang terinduksi limbah cair berisi halaman redaksi, kata pengantar, daftar isi, tata tertib praktikum biologi, petunjuk pembuatan laporan, kompetensi inti, kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi dapat dilihat pada gambar 4.28 – 4.33.



Gambar 4.28 Produk Akhir Halaman Redaksi



Gambar 4. 29 Produk Akir Kata Pengantar

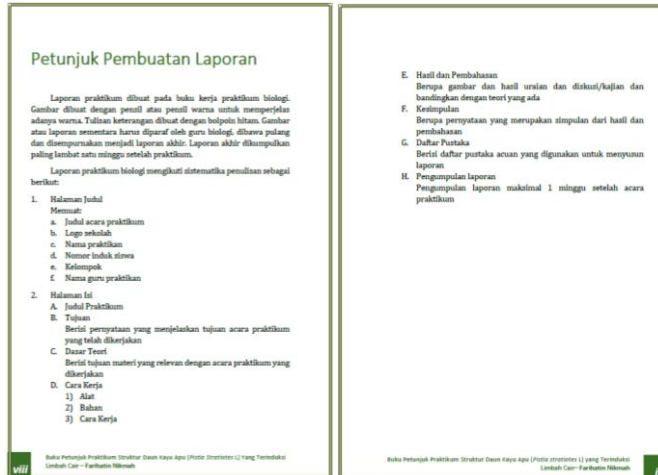
Daftar Isi	
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN REDAKSI	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
TATA TERBIB PRAKTIKUM BIOLOGI	vii
PETUNJUK PEMBUATAN LAPORAN	viii
KOMPETENSI INTI	x
KOMPETENSI DASAR	xi
INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	xi
Acara 1: Melihat karakter morfologi tanaman kayu apu	
A. Tujuan praktikum	1
B. Dasar teori	1
C. Cara kerja	1
D. Soal Post Test	2
Acara 2: Melihat karakter anatomi tanaman kayu apu	
A. Tujuan praktikum	3
B. Dasar Teori	3
C. Cara kerja	7
D. Soal Post Test	7
Acara 3: Melihat karakter morfologi tanaman kayu apu yang telah terpapar limbah cair taploka	
A. Tujuan praktikum	8
B. Dasar teori	8
C. Cara kerja	9
D. Soal Post Test	9
<small>Buku Petunjuk Praktikum Struktur Daun Kayu Apu (Photo stratiotes L) yang Terinduksi Limbah Cair - Farhatin Nikmah</small>	

Acara 4: Melihat karakter anatomi tanaman kayu apu yang telah terpapar limbah cair taploka	
A. Tujuan praktikum	10
B. Dasar teori	10
C. Cara kerja	12
D. Soal Post Test	13
DAFTAR PUSTAKA	
BIBLIOTA PENULIS	
14	
15	
<small>Buku Petunjuk Praktikum Struktur Daun Kayu Apu (Photo stratiotes L) yang Terinduksi Limbah Cair - Farhatin Nikmah</small>	

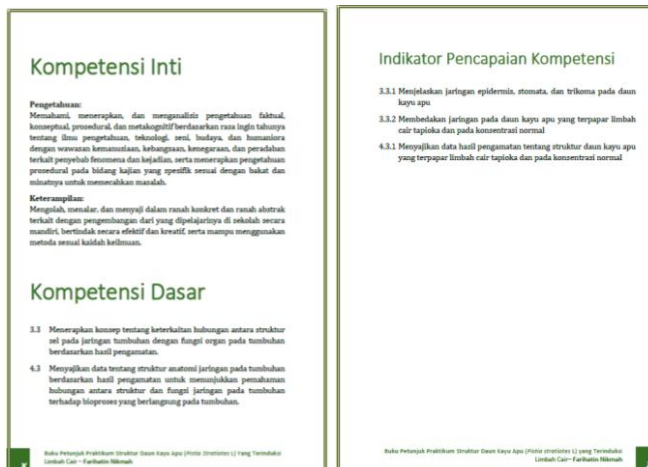
Gambar 4.30 Produk Akhir Daftar Isi

Tata Tertib Laboratorium	
<p>Semua peserta didik yang menjalankan praktikum (praktikan) biologi diwajibkan mengetahui dan menaati tata tertib sebagai berikut:</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Sebelum jam praktik yang telah ditetapkan, praktikan tidak diperkenankan memasuki ruangan praktikum 2. Praktikan harus datang tepat waktu sesuai dengan jam praktikumnya 3. Sebelum memulai praktikum, diawali dengan membaca Basmalah dan diakhiri dengan Hamdalah 4. Setiap selesai praktikum harus membuat laporan sementara berupa judul praktikum, tujuan praktikum dan hasil gambar pengamatan yang disahkan oleh guru biologi 5. Di dalam laboratorium, praktikan harus memakai jas praktikum dengan rapi dan sopan 6. Selama melaksanakan praktikum dan pengamatan, praktikan harus bekerja dengan teliti dan menjaga kebersihan laboratorium 7. Selama praktikum, praktikan tidak diperkenankan meninggalkan ruangan praktikum tanpa izin guru biologi 8. Selama praktikum, praktikan dilarang bersenda-gurau 	
<small>Buku Petunjuk Praktikum Struktur Daun Kayu Apu (Photo stratiotes L) yang Terinduksi Limbah Cair - Farhatin Nikmah</small>	

Gambar 4. 31Produk Akhir Tata Tertib Laboratorium



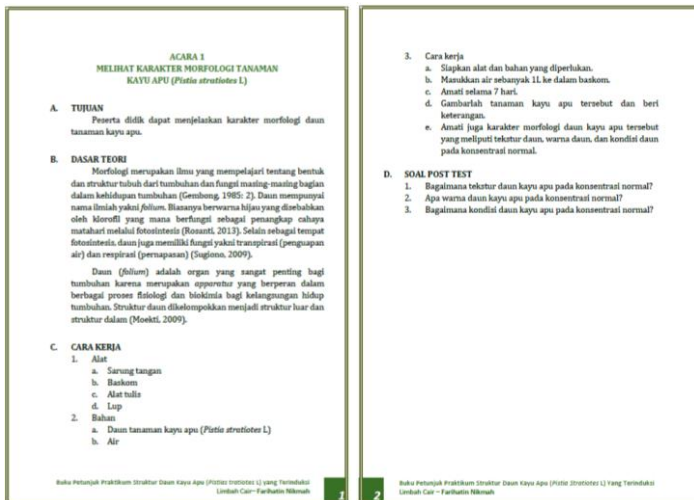
Gambar 4.32 Produk Akhir Petunjuk Pembuatan Laporan



Gambar 4.33 Produk Akhir KI, KD dan IPK

3. Bagian Isi

Bagian isi memuat acara praktikum1, acara praktikum 2, acara praktikum 3 dan acara praktikum 4. Dalam setiap praktikum berisi judul praktikum, tujuan praktikum, dasar teori, cara kerja dan soal post test. Bagian isi dapat dilihat pada gambar 4.34 – 4.37

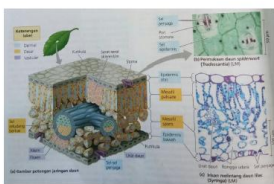


Gambar 4.34 Produk Akhir Praktikum Acara 1

ACARA 2
MELIHAT KARAKTER ANATOMI TANAMAN
KAYU APU (*Platia striatoloba* L.)

A. TUJUAN
Peserta didik dapat menjelaskan karakter *trikoma* dan *stomata* pada daun tanaman kayu apu.

B. DASAR TEORI
Anatomi tumbuhan merupakan ilmu yang mempelajari tentang susunan dan bentuk-bentuk bagian dalam organ-organ tumbuh tumbuhan. Daun merupakan organ tumbuhan yang berfungsi untuk fotosintesis. Anatomi daun terdiri atas tiga tipe jaringan, yaitu epidermis, *mesofil* (jaringan dasar), dan jaringan pembuluh (Yayan, 2011: 10).




Gambar 1. Jaringan Daun
(Sumber: Campbell, 2008: 328)

Buku Petunjuk Praktikum Struktur Daun Kayu Apu (*Platia striatoloba* L.) yang Terinduksi Limbah Cair – Farhatin Nikmah

Jaringan epidermis merupakan lapisan dari sel yang paling luar pada permukaan organ-organ tumbuhan primer seperti akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji. Jaringan epidermis berfungsi untuk melindungi bagian dalam tumbuhan sehingga jaringan ini disebut jaringan pelindung (Hartanto dkk, 2010: 84).

Sel-sel inisial epidermis sebagian dapat berkembang menjadi alat-alat tambahan lain yang sering disebut derivat epidermis, seperti *trikoma*, stomata, sel kipas, *stirofil*, sel silika, dan sel gabus (Hartanto dkk, 2010: 84).

Epidermis daun dari tumbuhan yang berbeda beragam dalam hal jumlah lapisan, bentuk, struktur, susunan stomata, penampilan, dan susunan *trikoma*, serta adanya sel khusus. Struktur daun biasanya pipih. Jaringan epidermis atas biasanya berbeda dengan jaringan epidermis bawah. Permukaan atas daun disebut permukaan adaksial dan permukaan bawah disebut abaksial (Mulyani, 2006: 246).

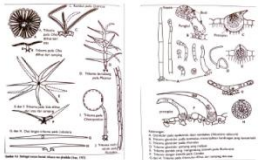


Gambar 2. Stomata
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Buku Petunjuk Praktikum Struktur Daun Kayu Apu (*Platia striatoloba* L.) yang Terinduksi Limbah Cair – Farhatin Nikmah

Stomata berasal dari kata Yunani yaitu *stoma* yang berarti lubang atau porus. Jadi stomata adalah lubang-lubang yang terdapat pada epidermis yang masing-masing dibatasi oleh dua buah sel-sel penutup. Sel penutup merupakan sel-sel epidermis yang telah mengalami perubahan bentuk dan fungsi (Yayan, 2011: 137). Pada stomata terdiri dari beberapa bagian, yaitu bagian sel penutup, bagian celah, sel tetangga, dan ruang udara dalam.

Trikoma adalah jangkak dari *trikomete* yang berasal dari sel-sel epidermis yang mana terdiri atas sel tunggal dan banyak sel (Hartanto dkk, 2010: 87).



Gambar 3. Trikoma
(Sumber: Hartanto dkk, 2010: 88-89)

Berdasarkan bentuk dan susunannya, trikoma memiliki fungsi sebagai berikut:

1. *Trikoma* dapat memperbesar fungsi epidermis sebagai jaringan pelindung, terutama mencegah penguapan yang berlebihan.
2. *Trikoma* sebagai alat penghisap air dan garam-garam tanah.

Buku Petunjuk Praktikum Struktur Daun Kayu Apu (*Platia striatoloba* L.) yang Terinduksi Limbah Cair – Farhatin Nikmah

3. *Trikoma* sebagai pembantu penyebaran biji serta penghisapan air dan memungkinkan biji-biji itu tumbuh
4. *Trikoma* sebagai pelindung tumbuhan dari gangguan luar
5. *Trikoma* sebagai alat penerus rangsangan yang datang dari luar
6. *Trikoma* sebagai alat sekresi (Yayan, 2011: 56-157).

Berdasarkan ada tidaknya fungsi sekresi, trikoma dapat dibedakan menjadi *trikoma* yang tidak menghasilkan sekret dan *trikoma* yang menghasilkan sekret.

1. *Trikoma* yang menghasilkan sekret (*trikomanon-glanduler*):
 - a. Rambut bersel satu atau bersel banyak dan tidak pipih, contohnya pada *Lauroceae, Moraceae*.
 - b. Rambut sitik dan menjipit dan bersel banyak, contohnya pada daun durian.
 - c. Rambut bercabang dan bersel banyak, contohnya pada daun waru.
 - d. Rambut akar yang merupakan pemanjangan sel epidermis dalam bidang yang tegak lurus permukaan akar.
2. *Trikoma* yang menghasilkan sekret (*trikoma glanduler*)

Trikomiglanduler dapat bersel satu, bersel banyak, atau berupa sitik. Pada tumbuhan sering dijumpai berbagai macam *trikoma glanduler*; yaitu:

 - a. *Trikoma hidatoda*, terdiri dari sel tangkai dan beberapa sel kepala dan mengeluarkan larutan yang berisi asam organik.
 - b. Kelenjar garam, terdiri atas sebuah sel kelenjar besar dengan tangkai yang pendek.
 - c. Kelenjar madu, berupa rambut bersel satu atau lebih dengan plasma yang kental dan mampu mengeringkan madu ke permukaan sel.

Buku Petunjuk Praktikum Struktur Daun Kayu Apu (*Platia striatoloba* L.) yang Terinduksi Limbah Cair – Farhatin Nikmah

Rambut gatal, berupa sel tunggal dengan pangkal berbentuk kantong dan ujung runcing. Isi sel menyebabkan rasa gatal (Hartanto dkk, 2010: 88-89).

C. CARA KERJA

- Alat
 - Mikroskop cahaya
 - Pipet tetes
 - Silet
 - Gelas beaker
 - Baskom
- Bahan
 - Daun tanaman kayu apu
 - 1000 air
 - Kaca preparat
 - Kaca penutup
 - Tisu
 - Alkohol 70%
- Cara Kerja
 - Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
 - Potong daun kayu apu dengan ukuran ± 5 mm x 5 mm.
 - Rendam potongan daun dalam alkohol 70% selama 24 jam.
 - Letakkan potongan diatas kaca preparat, tutup dengan kaca penutup.
 - Amati dibawah mikroskop.
 - Amati permukaan atas dan bawah daun kayu apu dengan mikroskop meliputi tritome, epidermis, dan stomata.
 - Gambar struktur anatomi daun dan beri keterangan.

D. SOAL POST TEST

- Bagaimana bentuk tritome-nya?
- Bagaimana bentuk stomata-nya?

Buku Petunjuk Praktikum Struktur Daun Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L) yang Terinduksi Limbah Cair – Farhatin Nilmah

Gambar 4.35 Produk Akhir Praktikum Acara 2

ACARA 3
MELIHAT KARAKTER MORFOLOGI TANAMAN KAYU APU BAGIAN DAUN YANG TELAH TERPAPAR LIMBAH CAIR TAPIOKA

A. TUJUAN

Peserta didik dapat menjelaskan karakter morfologi dan tanaman kayu apu yang telah terpapar limbah cair tapioka.

B. DASAR TEORI

Morfologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang bentuk dan struktur tubuh dari tumbuhan dan fungsi masing-masing bagian dalam kehidupan tumbuhan (Gembong, 1985: 2). Daun mempunyai nama ilmiah yakni *folium*. Biasanya berwarna hijau yang disebabkan oleh klorofil yang mana berfungsi sebagai penangkap cahaya matahari melalui fotosintesis (Rosanti, 2013). Selain sebagai tempat fotosintesis, daun juga memiliki fungsi yakni transpirasi (penguapan air) dan respirasi (pernapasan) (Sugiono, 2009).

Daun (*folium*) adalah organ yang sangat penting bagi tumbuhan karena merupakan apparatus yang berperan dalam berbagai proses fisiologi dan biokimia bagi kelangsungan hidup tumbuhan. Struktur daun dikelompokkan menjadi struktur luar dan struktur dalam (Moekti, 2009).

Menurut penelitian Setia Ningrum, dkk. (2017) menjelaskan bahwa daun yang terpapar limbah akan berwarna kehijauan dan layu hal ini disebabkan karena tanaman tersebut cepat penyerap logam berat.

C. CARA KERJA

- Alat
 - Sarung tangan
 - Baskom
 - Alat tulis
 - Lep
- Bahan
 - Satu tanaman kayu apu
 - 200 ml limbah cair tapioka
 - 800 ml air
- Cara Kerja
 - Siapkan alat dan bahan yang diperlukan
 - Hitung jumlah daun dalam tanaman tersebut
 - Campurkan 200 ml limbah cair tapioka dan 800 ml air kedalam baskom
 - Masukkan tanaman kayu apu kedalam baskom
 - Amati selama 7 hari
 - Gambarlah tanaman kayu apu dan beri keterangan
 - Amati karakter morfologi daun kayu apu tersebut yang meliputi bentuk, struktur, dan warna

D. SOAL POST TEST

- Bagaimana tektur daun kayu apu yang terpapar limbah cair tapioka?
- Apas warna daun kayu apu yang terpapar limbah cair tapioka?
- Bagaimana kondisi daun kayu apu yang terpapar limbah cair tapioka?

Buku Petunjuk Praktikum Struktur Daun Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L) yang Terinduksi Limbah Cair – Farhatin Nilmah

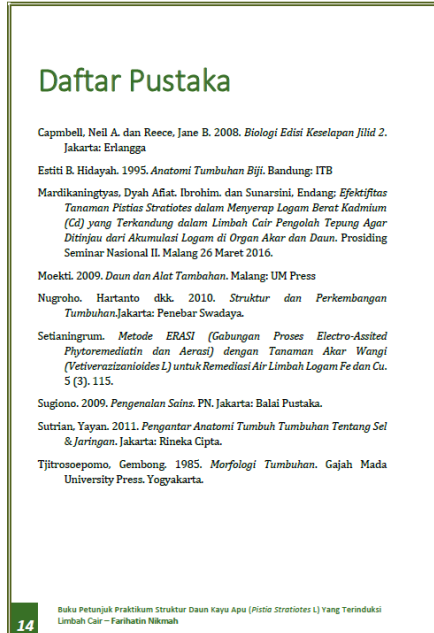
Gambar 4.36 Produk Akhir Praktikum Acara 3

<p style="text-align: center;">ACARA 4 MELIHAT KARAKTER ANATOMI TANAMAN KAYU APU BAGIAN DAUN YANG TELAH TERPAPAR LIMBAH CAIR TAPIOKA</p> <p>A. TUJUAN</p> <p>Peserta didik dapat menjelaskan karakter anatomi khususnya <i>trikoma</i> dan <i>stomata</i> pada daun tanaman kayu yang telah terpapar limbah cair taploka</p> <p>B. DASAR TEORI</p> <p>Anatomi tumbuhan merupakan ilmu yang mempelajari tentang susunan dan bentuk-bentuk bagian dalam organ-organ tumbuh tumbuhan. Daun merupakan organ tumbuhan yang berfungsi untuk fotosintesis. Anatomi daun terdiri atas tiga tipe jaringan, yaitu epidermis, <i>mesofil</i> (jaringan dasar), dan jaringan pembuluh (Yayan, 2011: 10).</p> <p>Jaringan epidermis merupakan lapisan dari sel yang paling luar, pada permukaan organ-organ tumbuhan primer seperti akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji. Jaringan epidermis berfungsi untuk melindungi bagian dalam tumbuhan sehingga jaringan ini disebut jaringan pelindung (Hartanto dkk, 2010: 84).</p> <p>Sel-sel inisial epidermis sebagian dapat berkembang menjadi alat-alat tambahan lain yang sering disebut derivat epidermis, seperti <i>trikoma</i>, <i>stomata</i>, sel kipas, <i>sistole</i> sel silika, dan sel gabus (Hartanto dkk, 2010: 84).</p> <p>Epidermis daun dari tumbuhan yang berbeda beragakan dalam hal jumlah lapisan, bentuk, struktur, susunan <i>stomata</i>, penampilan, dan susunan <i>trikoma</i>, serta adanya sel khusus. Struktur daun biasanya pipih. Jaringan epidermis atas biasanya berbeda dengan jaringan epidermis bawah. Permukaan atas daun disebut</p> <p style="text-align: right;">Buku Petunjuk Praktikum Struktur Daun Kayu Apu (<i>Piptis</i> <i>Stratotes</i> L) yang Terinduksi Limbah Cair – Farhatin Nikmah</p> <p style="text-align: right;">10</p>	<p>permukaan <i>adoksis</i> dan permukaan bawah disebut <i>aboksis</i> (Mulyani, 2006: 246).</p> <p><i>Stomata</i> berasal dari kata Yunani yaitu <i>stoma</i> yang berarti lubang atau poros. Jadi <i>stomata</i> adalah lubang-lubang yang terdapat pada epidermis yang masing-masing dibatasi oleh dua buah sel-sel penutup. Sel penutup merupakan sel-sel epidermis yang telah mengalami perubahan bentuk dan fungsi (Yayan, 2011: 137). Pada <i>stomata</i> terdiri dari beberapa bagian, yaitu bagian sel penutup, bagian celah, sel tetangga, dan ruang udara dalam.</p> <p><i>Stomata</i> berasal dari kata Yunani yaitu <i>stoma</i> yang berarti lubang atau poros. Jadi <i>stomata</i> adalah lubang-lubang yang terdapat pada epidermis yang masing-masing dibatasi oleh dua buah sel-sel penutup. Sel penutup merupakan sel-sel epidermis yang telah mengalami perubahan bentuk dan fungsi (Yayan, 2011: 137). Pada <i>stomata</i> terdiri dari beberapa bagian, yaitu bagian sel penutup, bagian celah, sel tetangga, dan ruang udara dalam.</p> <p><i>Trikoma</i> adalah jangkak dari <i>trichomes</i> yang berasal dari sel-sel epidermis yang masa terditi atas sel tunggal dan banyak sel (Hartanto dkk, 2010: 87).</p> <p>Berdasarkan bentuk dan susunannya, <i>trikoma</i> memiliki fungsi sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Trikoma</i> dapat memperbesar fungsi epidermis sebagai jaringan pelindung, terutama mencegah penguapan yang berlebihan. 2. <i>Trikoma</i> sebagai alat pengisap air dan garam-garam tanah. 3. <i>Trikoma</i> sebagai pembantu penyebaran biji serta pengisapan air dan memungkinkan biji-biji itu tumbuh. 4. <i>Trikoma</i> sebagai pelindung tumbuhan dari gangguan luar. 5. <i>Trikoma</i> sebagai alat penerus rangsangan yang datang dari luar. 6. <i>Trikoma</i> sebagai alat sekresi (Yayan, 2011, 156-157). <p style="text-align: right;">Buku Petunjuk Praktikum Struktur Daun Kayu Apu (<i>Piptis</i> <i>Stratotes</i> L) yang Terinduksi Limbah Cair – Farhatin Nikmah</p> <p style="text-align: right;">11</p>
<p>Tanaman kayu apu (<i>Piptisstratotes</i> L) termasuk kedalam tanaman air, yang mana tanaman ini mampu menyerap logam Cadmium (Cd) dan mengakumulasi pada organ akar dan daun. Selain itu, logam Cd yang terkandung dalam limbah mempengaruhi struktur anatomi morfologi tanaman (Mardikalingtyas dkk, 2016).</p> <p>C. CARA KERJA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Alat <ol style="list-style-type: none"> a. Mikroskop cahaya b. Pipet tetes c. Silet d. Gelas beker e. Baskom 2. Bahan <ol style="list-style-type: none"> a. Daun kayu apu b. 200 ml limbah cair taploka c. 800 ml air d. Alkohol 70% e. Kaca preparat f. Kaca penutup g. Tisu 3. Cara Kerja <ol style="list-style-type: none"> a. Siapkan alat dan bahan yang dibutuhkan b. Masukkan 200 ml limbah cair taploka dan 800 ml kedalam baskom c. Masukkan tanaman kedalam wadah tersebut d. Tunggu hingga 7 hari e. Potong daun kayu apu dengan ukuran 2.5 mm x 5 mm f. Rendam potongan daun dalam alkohol 70% selama 24 jam g. Letakkan potongan diatas kaca preparat, tutup dengan kaca penutup h. Amati dibawah mikroskop <p style="text-align: right;">Buku Petunjuk Praktikum Struktur Daun Kayu Apu (<i>Piptis</i> <i>Stratotes</i> L) yang Terinduksi Limbah Cair – Farhatin Nikmah</p> <p style="text-align: right;">12</p>	<ol style="list-style-type: none"> i. Amati anatomi permukaan atas dan bawah daun kayu apu dengan mikroskop yang meliputi <i>trikoma</i>, epidermis, dan <i>stomata</i> j. Gambarkan struktur anatomi daun dan beri keterangan <p>D. SOAL POST TEST</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bagaimana bentuk <i>trikoma</i>-nya? 2. Bagaimana bentuk <i>stomata</i>-nya? <p style="text-align: right;">Buku Petunjuk Praktikum Struktur Daun Kayu Apu (<i>Piptis</i> <i>Stratotes</i> L) yang Terinduksi Limbah Cair – Farhatin Nikmah</p> <p style="text-align: right;">13</p>

Gambar 4.37 Produk Akhir Praktikum Acara 4

4. Bagian Penutup

Penutup buku petunjuk praktikum berisi daftar pustaka dan biodata penulis. Daftar pustaka dapat dilihat pada gambar 4.38 dan gambar 4.39



Gambar 4.39 Produk Akhir Daftar Pustaka

Biodata Penulis

Farihatin Nikmah yang lahir di Jepara, 10 Februari 1996 adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo. Selain sebagai mahasiswa, penulis juga seorang santriwati di Pondok Pesantren Darul Falah Be Songo.

Farihatin memulai pendidikannya di MI MU Miftahul Ulum Bangsri Jepara, kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertamanya di MTs. Hasyim Asy'ari Bangsri Jepara. Dia melanjutkan ke sekolah lanjut tingkat atas di Madrasah Aliyah Salafiyah Margoyoso Pati. Adapun pendidikan non-formalnya meliputi: Pondok Pesantren Hasyim Asy'ari Bangsri Jepara, Pondok Pesantren Nurul Huda Margoyoso Pati.

Petunjuk praktikum yang berjudul "BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM STRUKTUR DAUN KAYU APU (*Pistia stratiotes* L) YANG TERINDUKSI LIMBAH CAIR" berisi tentang perubahan struktur anatomi daun kayu apu yang terpapar limbah cair taploka dan pada kondisi normal yang merupakan objek penelitian penulis. Petunjuk praktikum ini dapat digunakan untuk SMA/MA kelas XI.



Buku Petunjuk Praktikum Struktur Daun Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L) yang Terinduksi Limbah Cair – Farihatin Nikmah

15

Gambar 4.40 Produk Akhir Biodata Penulis

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil analisis data yang diperoleh dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan antara tanaman kayu apu pada perlakuan limbah cair tapioka dengan konsentrasi normal. Perbedaan tersebut nampak nyata pada bagian daun dan akar. Daun pada perlakuan dengan limbah cair nampak menguning, lembek dan layu. Sedangkan daun kayu apu pada konsentrasi normal nampak segar, berwarna hijau dan kaku. Struktur akar pada tanaman yang ditumbuhkan di medium kontrol masih lengkap dengan tekstur yang masih segar dan bulu akar yang masih segar. berbeda dengan tanaman yang ditumbuhkan di medium limbah, mempunyai tekstur akar yang lunak (lembek) dan rambut akar sebagian besar terputus. Anatomi daun kayu apu juga berbeda yakni pada bagian trikoma dan stomata. Tanaman kayu apu yang terinduksi limbah memiliki trikoma yang rusak dan stomata yang membuka, sedangkan pada konsentrasi normal memiliki trikoma tidak rusak dan stomata menutup.
2. Buku petunjuk praktikum berbasis penelitian struktur tanaman kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka

pada materi jaringan tumbuhan sangat layak digunakan sebagai sumber belajar kelas XI SMA/MA. Hal tersebut dapat diketahui dari nilai hasil uji kelayakan ahli media sebesar 96%, ahli materi sebesar 89%, guru biologi sebesar 92,5% dan tanggapan dari peserta didik sebesar 86% dan jumlah rerata persentase keseluruhan sebesar 91% menunjukkan kategori sangat layak.

B. Saran

Berdasarkan hasil pengembangan buku petunjuk praktikum struktur daun kayu apu yang terinduksi limbah cair tapioka pada materi jaringan tumbuhan, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Bagi Guru

Guru dianjurkan untuk lebih meningkatkan penggunaan berbagai bahan ajar untuk peserta didik dan lebih kreatif dalam membuat model pembelajaran sehingga lebih menarik.

2. Bagi Peserta Didik

Peserta didik diharapkan lebih maksimal pada pembelajaran dalam menggunakan buku petunjuk praktikum yang dikembangkan dan lebih aktif pada saat pembelajaran.

3. Bagi peneliti selanjutnya

Agar peneliti selanjutnya dapat mengembangkan model jenis pembelajaran yang lainnya. Serta agar

peneliti selanjutnya lebih mendalam sampai pada tahap efektivitas, yaitu sampai pada hubungan atau pengaruh buku petunjuk praktikum terhadap hasil belajar atau minat belajar peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Sa'dun. 2013. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Ananda Stefhany, Cut. Mumu Sutisna dan Kancitra Pharmawati. 2013. *Fitoremediasi Phospat dengan menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) pada Limbah Cair Industri Kecil Pencucian Pakaian*. Jurnal Institut Teknologi Nasional. 1 (1): 2
- Andriani, Kennita Fitri. 2016. *Studi Komparasi Hasil Belajar dan Berpikir Kreatif antara Prolem Based Learning dan Discovery Terbimbing pada Materi Sistem Peredaran Darah di SMA Negeri 16 Semarang*. Skripsi. Semarang: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo.
- Arikunto, S. 2013. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Bangun F S, Johannes. 2007. *Penggunaan Media Filtran dalam Upaya Mengurangi Beban Pencemaran Limbah Cair Industri Kecil Tapioka*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Campbell, Neil A. dan Reece, Jane B. 2008. *Biologi Edisi Keselapan Jilid 2*. Jakarta: Erlangga
- Dimiyati dan Mudjiono. 2006. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta
- Djamarah, S.B dan Zain, A. 2006. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Estiti B. Hidayah. 1995. *Anatomi Tumbuhan Biji*. Bandung: ITB
- Guswita, Serli. 2018. *Analisis Keterampilan Proses Sains dan Sikap Ilmiah bagi Siswa Kelas XI pada Mata Pelajaran Biologi di SMA Al-Azhar Bandar Lampung*. Skripsi. Lampung: UIN Raden Intan Lampung

- Hardiani, H. 2009. *Potensi Tanaman Dalam Mengakumulasi Logam Cu pada Media Tanah Terkontaminasi Limbah Padat Industri Kertas*. Bandung : Balai Besar Pulpandan Kertas. Jurnal BS. 44 (1): 27 - 40
- Heryando, 2008. *Pencemaran dan toksikologi loam berat*. Jakarta: Rineka Cipta
- Haryanti, Sri dkk. 2009. *Respon Fisiologi dan Anatomi Eceng Gondok (Eichhornia crassipes (Mart) Solm) di Berbagai Perairan Tercemar*. Jurnal Penelitian Sains Teknologi. 10 (1): 30-40.
- Indah, Lutfiana sari. 2014. *Kemampuan eceng gondok (Eichhornia sp.), kangkung air (Ipomea sp.), dan kayu apu (Pistia sp.) dalam menurunkan bahan organik limbah industri tahu dalam (skala laboratorium*. Diponegoro journal of maquares.
- Juswardi, Effendi P. Sagala dan Lilian Ferdini A. 2010. *Pertumbuhan Neptunia oleraceae Lour pada Limbah Cair Amoniak dari Industri Pupuk UREA sebagai upaya Pengembangan Fitoremediasi*. Jurnal Penelitian Sains. 13 (1).
- Komarrudin dan Yoke. 2000. *Kamus Istilah Karya Tulis Ilmiah*. Jakarta: Bumi Aksara
- Kusrinah. 2016. *Petunjuk Praktikum Fisiologi Tumbuhan*. Semarang: UIN Walisongo
- Majid, Abdul. 2009. *Perencanaan Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Mamoto. Hermansyah. 2013. *Uji Potensi Kayu Apu (Pistia stratiotes L) dalam Limbah Penurunan Kadar Sianida (CN) pada Limbah Cair Penambangan Emas*. Skripsi. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo.
- Mardikaningtyas, Dyah Afiat. Ibrohim. dan Sunarsini, *Endang; Efektifitas Tanaman PistiasStratiotes dalam Menyerap Logam Berat Kadmium (Cd) yang Terkandung dalam*

Limbah Cair Pengolah Tepung Agar Ditinjau dari Akumulasi Logam di Organ Akar dan Daun. Prosiding Seminar Nasional II. Malang 26 Maret 2016.

Meyhandoko, Adityas. 2013. *Pengembangan Petunjuk Praktikum Kontekstual dengan Pemanfaatan Kondisi Lingkungan Lokal dalam Pembelajaran Materi Pencemaran di SMA N 2 Rembang.* Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

Misliya, Qurbaniyah dan Khar. 2017. *Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Berbasis Inkuiri Terbimbing pada Materi Sistem Pencernaan.* Jurnal Bioeducation. 4 (1).

Mulyani, Sri. 2006. *Anatomi Tumbuhan.* Yogyakarta: Kanisius.

Nur Andini, Astri. 2011. *Anatomi Jaringan Daun dan Pertumbuhan Tanaman *Celosia cristata*, *Catharathus roseus*, dan *Gomphrene globosa* pada Lingkungan Udara Tercemar.* Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Nur Kemalasari, Rika. Mumu Sutisna dan Eka Wardhani. 2013. *Fitoremediasi Limbah Cair Tapioka dengan menggunakan Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*).* Jurnal Online Institut Teknologi Nasional. 1 (2).

Nur Rakhmadani. Apris. 2016. Apu-apu Tanaman Apung Kaya Manfaat. <http://biodiversitywarriors.org/manfaat-tanaman-apu-apu.html/> tanggal 10 Desember 2017.

Purawisastra, Suryana dan Heru Yuniati. 2004. *Penurunan Kadar Sianida Singkong Pahit pada Proses Fermentasi Cair Bakteri *Brevibacterium lactofermentum* BL-1M76.* 27 (1): 17-23.

Purwanto N. 2004. *Prinsip-Prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran.* Bandung: Rosdakarya

Pusat Bahasa Departemen Pendidikan Nasional. 2003. *Kamus Besar Bahasa Indonesia.* Jakarta: Balai Pustaka

- Puspita Raras, Dwi. Bohari Yusuf dan Aminuddin. 2015. *Analisis Kandungan Ion Logam Berat (Fe, Cd, Cu dan Pb) pada Tanaman Kayu Apu-Apu (Pistia stratiotes L) dengan menggunakan Variansi Waktu*. Prosiding Seminar Tugas Akhir FMIPA UNIMUL. Samarinda Juni 2015.
- Quraish Shihab, M. 2002. *Tafsir Al-Misbah (Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an)*. Jakarta: Lentera Hati
- Rijal. Muhammad. 2014. *Studi Morfologi Kayu Apu (Pistia stratiotes L) dan Kiambang (Salvinia molesta)*. Jurnal Biologi Science & Education IAIN Ambon
- Robert, R. 2008. *Buku Pintar*. Jakarta: Media Of Indonesia.
- Rustaman, Nuryani Y. dkk. 2003. *Strategi Belajar Mengajar Biologi*. Bandung: Jica, FMIPA Universitas Pendidikan Indonesia
- Sarwono, Jonathan. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta: Graha ilmu
- Siboro. Riwanto. 2016. *Reduksi Kadar Sianida Tepung Ubi Kayu (Manihot esculenta Crantz) melalui Perendaman Ubi Kayu dengan NaHCO₃*. Skripsi. Bengkulu: Universitas Bengkulu.
- Sitepu. 2014. *Pengembangan Sumber Belajar*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Sujana, Arman. 2007. *Kamus Lengkap Biologi*. Jakarta: Mega Aksara
- Sumiyati. 2009. *Kualitas Nata de Cassava Limbah Cair Tapioka dengan Penambahan Gula Pasir dan Lama Fermentasi yang Berbeda*. Skripsi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah.

- Surjowinoto, S.M. 1997. Flora Eksotika Tanaman Hias Berbunga. Yogyakarta: Kanisius
- Sutrian, Yayan. 2011. *Pengantar Anatomi Tumbuh Tumbuhan Tentang Sel & Jaringan*. Jakarta: Rineka Cipta
- Tanzerina, Nina. Juswardi dan Fitrialia Elyza. 2013. *Studi adaptasi anatomi organ vegetatif Neptunia oleraceae Lour hasil seleksi lini pada fitoremediasi limbah cair amoniak*. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung. Lampung 2013.
- Trianto. 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana
- Widodo, Chomsin S. & Jasmadi. 2008. *Panduan Menyusun Bahan Ajar Berbasis Kompetensi*. Jakarta: Kompas Gramedia.
- Yuliansari Putri Fatony. Maria. 2017. *Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Biologi Sma Kleas X dengan Pendekatan Kontekstual Berbasis Inkuiri Terbimbing*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Sanata Darma.

Lampiran 1

Penunjukan Dosen Pembimbing



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jalan Prof. Dr. H. Hamka Kampus II Ngaliyan Semarang 50185
Telepon (024) 76455566, Website: tst.walisongo.ac.id

Nomor : B.2985/U.n.10.8/J.8/PP.00.9/10/2017

23 Oktober 2017

Lamp : -

Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Yth,

1. Baiq Farhatul Wahidah, S.Si., M.Si

2. Dr. Ruswan, M.A.

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di Jurusan Pendidikan Biologi maka Fakultas Sains dan Teknologi menyetujui judul skripsi mahasiswa:

Nama : Farihatin Nikmah

NIM : 1403086069

Judul : Pengembangan Petunjuk Praktikum Struktur Anatomi Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L*) Yang Terinduksi Limbah Cair Tapioka Materi Jaringan Tumbuhan Kelas XI MA Salafiyah

dan menunjuk Bapak/Ibu:

1. Baiq Farhatul Wahidah, S.Si., M.Si sebagai pembimbing materi

2. Dr. Ruswan, M.A sebagai pembimbing metode

Demikian pemberitahuan ini kami sampaikan, atas perkenan dan kerjasama Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Tembusan:
Dekan FST UIN Walisongo sebagai laporan
Mahasiswa yang bersangkutan
Arsip jurusan

Lampiran 2

Surat Ijin Riset di Sekolah



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 75433366 Semarang 50185

Nomor : B.3926/Un.10.8/D1/PP.00.9/11/2018 Semarang, 3 Desember 2018
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Ijin Riset

Kepada Yth.
Kepala MA Salafiyah Pati
di Pati

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Farihatin Nikmah
NIM : 1403086069
Jurusan : Pendidikan Biologi
Judul Penelitian : Pengembangan Petunjuk Praktikum Struktur Anatomi Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes* L) Yang Terinduksi Limbah Cair Tapioka Materi Jaringan Tumbuhan Kelas XI MA Salafiyah.

Pembimbing : 1. Bain Fauzan Wahidah, M.Si
2. Dr. H. Ruswan, M.A

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut di ijinakan melaksanakan Riset pada bulan November- Desember 2018.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Tembusan Yth.
Dekan Faku Itas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai Laporan

Lampiran 3

Surat Pasca Riset di Sekolah



YAYASAN SALAFIYAH KAJEN
MADRASAH ALIYAH SALAFIYAH

TERAKREDITASI A

NPSN : 69725504 NSM : 131233180018

Alamat : Kajen Kec Margoyoso, Kab Pati 59154 Telp/Fax. (0295) 4150750
email salafiyah.kajen@gmail.com

SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Nomor : MA.12.18/TL.00/006/XI/2018


Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala Madrasah Aliyah Salafiyah Kajen, Kec. Margoyoso, Kab. Pati menerangkan bahwa :

Nama : **FARIHATIN NIKMAH**
NIM : 1403086069
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jurusan : Pendidikan Biologi
Asal Mahasiswa : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

Nama tersebut benar-benar telah melaksanakan tugas penelitian di Madrasah Aliyah Salafiyah Kajen dengan sangat baik, sebagai syarat penyusunan dan pembuatan Skripsi yang berjudul :

“Pengembangan Petunjuk Praktikum Struktur Anatomi Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L*) yang Terinduksi Limbah Cair Tapioka Materi Jaringan Tumbuhan Kelas XI MA Salafiyah”

Demikian surat keterangan ini kami buat dengan sebenarnya agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Kajen, 9 Desember 2018

Drs. W. Abdul Kafi, M. Si

Lampiran 4

Surat Ijin Riset di Laboratorium



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185

Nomor : B.4002/Un.10.8/D1/TL.00/12/2017 Semarang, 22 Desember 2017
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset.

Kepada Yth.

Kepala Laboratorium Biologi
Fak. Sains dan Teknologi UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Farihatin Nikmah
NIM : 143086069
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Biologi
Judul Skripsi : "Pengembangan Petunjuk Praktikum Struktur Anatomi Tumbuhan Kayu Apu (Pistiastratiotes) Yang Terinduksi Limbah Cair Topioka Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Materi Jaringan Tumbuhan Kelas XI di SMA Salafiyah."
Pembimbing : 1. Baiq Farhatul Wahidah, S.Si., M.Si.
: 2. Dr. H. Ruswan, MA.

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut di ijinkan melaksanakan Riset selama 2 hari mulai tanggal 28 Desember 2017 sampai selesai.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

a.n. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik
dan Kelembagaan



Dr. Ulanah, M.Pd.

NIP. 19590313 198103 2 007

Tembusan Yth.
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jalan Prof. Dr. Hamka Kampus 2 Ngaliyan Semarang 50185 Telp. 76433366

Lampiran I:

Alat yang dibutuhkan meliputi :

No	Nama Alat yang Dibutuhkan	Jumlah
1	Mikroskop Binokuler	1
2	Kaca objek	5
3	Kaca preparat	5
4	Silet	2
5	Cutter	2
6	Pipet tetes	2
7	Gelas beker 25 ml	1
8	Aquades	1
9	optilab	1

Lampiran 5

Surat Pasca Riset di Laboratorium



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
LABORATORIUM BIOLOGI

Jln. Prof. Dr. HAMBANGKAMPA 2 (Ged. Lab. MIPA Terpadu) Telp. (024) 76433366 Semarang 50185
E-mail: lab.biologi@iainwalisongo.com

SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Mukhlisoh Setyawati, M.Si
NIP : 19761117 200912 2 001
Jabatan : Ketua Jurusan Pendidikan Biologi
Unit Kerja : Fakultas Sains dan Teknologi

Berdasarkan Surat Permohonan Ijin Riset dengan Nomor: B.4002/Un.10.8/D1/TL.00/12/2017, tanggal 22 Desember 2017, menerangkan dengan sesungguhnya bahwa:

Nama : Farihatin Nikmah
NIM : 1403086069
Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Biologi
Perguruan Tinggi : UIN Wali-ongo Semarang

Benar – benar telah melakukan kegiatan riset di Laboratorium Biologi UIN Walisongo Semarang pada tanggal 04 Januari 2017 dalam rangka penyusunan skripsi dengan judul **“Pengembangan Petunjuk Praktikum Struktur Anatomi Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.) Yang Terinduksi Limbah Cair Tapioka Materi Jaringan Tumbuhan Kelas XI MA Salafiyah”**.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 04 Januari 2019
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi,

Siti Mukhlisoh Setyawati, M.Si
NIP. 19761117 200912 2 001

Lampiran 6

Hasil Wawancara dengan Warga Ngemplak

Waktu :15 Juli 2017

Tempat : Rumah pengusaha industri tepung tapioka
desa Ngemplak Kidul

Narasumber : Sofiatun

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Kenapa mayoritas di Desa Ngemplak memilih industri rumahan produksi tepung tapioka?	Membuat tepung tapioka lebih menguntungkan dan Alhamdulillah kebutuhan keluarga bisa tercukupi dan ada lebihnya
2	Ketela jenis apa yang digunakan dalam pembuatan tepung tapioka?	Dalam memproduksi tepung tapioka Kita menggunakan semua jenis ketela, tidak memilih ketela yang enak/ yang pahit
3	Apakah tiap hari memproduksi/ membuat tepung tapioka	Kalau tidak musim hujan tiap hari memproduksi tepung tapioka, tapi kalau musim hujan dan musim kemarau yang sangat panjang rata-rata seminggu 4 kali produksi
4	Bagaimana dengan limbah hasil pembuatan tepung tersebut? Apakah langsung dibuang ke aliran sungai/ diproses terlebih dahulu?	Limbah cair hasil pengolahan tepung langsung dibuang kesungai tanpa proses penyaringan ataupun pengolahan terlebih dahulu
5	Apakah dari desa ada penyuluhan tentang pengolahan limbah?	Dari dulu sampai sekarang belum ada penyuluhan tentang pemanfaatan limbah cair dari tepung tapioka.

Lampiran 7

Hasil Wawancara dengan Guru Biologi

HASIL WAWANCARA

Studi Langsung Kebutuhan Petunjuk Praktikum

Topik : Analisis Kebutuhan Sekolah

Narasumber : *Atik Murtuhah S Pd*

Pekerjaan : Guru Biologi

Tempat : MA Salafiyah

1. Metode apakah yang sering digunakan dalam melaksanakan pembelajaran Biologi disekolah?
 - a. Ceramah
 - b. Demonstrasi
 - c. Simulasi
 - d. Ceramah dan praktikum
2. Apakah disetiap materi melakukan praktikum?
 - a. Selalu/ setiap materi dilakukan praktikum
 - b. Kadang-kadang
 - c. Tidak pernah
 - d. Hanya pada materi tertentu yang sekiranya diperlukan praktikum
3. Apakah peserta didik melakukan kegiatan praktikum dilaboratorium?
 - a. Ya
 - b. Tidak
4. Dalam pembelajaran biologi tentunya terdapat kegiatan praktikum, adakah buku petunjuk praktikum yang digunakan oleh peserta didik?
 - a. Ada
 - b. Tidak ada
5. Apakah peserta didik memiliki buku panduan praktikum sendiri?
 - a. Ya
 - b. Tidak
6. Apakah sebelum melaksanakan praktikum peserta didik mempelajari materi yang berkaitan dengan praktikum?
 - a. Ya
 - b. Tidak

7. Selama praktikum, tentunya ada langkah kerja yang dijadikan pedoman dari mana ibu mengambil pedoman tersebut?
- a. Dari buku paket pegangan guru
 - b. Internet
 - c. Jurnal
 - d. Lks
8. Apakah ibu menginginkan tersedianya buku petunjuk praktikum lain yang digunakan dalam pembelajaran?
- a. Sangat menginginkan
 - b. Tidak
 - c. Tidak sama sekali

Lampiran 8

Hasil Wawancara dengan Peserta Didik

Hasil Wawancara dengan Peserta Didik

Studi Langsung Kebutuhan Petunjuk Praktikum

Topik : Analisis Kebutuhan Sekolah

Narasumber : Desty

Pekerjaan : Siswa kelas XI SMA

Tempat : MA Salafiyah

1. Metode apa yang sering digunakan dalam pembelajaran biologi?
 - a. Ceramah
 - b. Demonstrasi
 - c. Simulasi
 - d. Ceramah dan praktikum
2. Sumber belajar apa yang biasanya digunakan dalam pembelajaran biologi?
 - a. Buku paket
 - b. Lks
 - c. Jurnal
 - d. Internet
3. Apakah materi jaringan tumbuhan merupakan materi yang susah dipahami?
 - a. Sulit
 - b. Lumayan sulit
 - c. Tidak sulit
4. Apakah dalam materi jaringan tumbuhan terdapat praktikum?
 - a. Ya
 - b. Tidak
5. Apakah dalam praktikum menggunakan petunjuk praktikum?
 - a. Ya
 - b. Tidak
6. Apakah siswa memiliki petunjuk praktikum sendiri?
 - a. Ya
 - b. Tidak

Lampiran 9

Validasi Ahli Media

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM
(Dasar standar kriteria berdasarkan BSNP dan disesuaikan dengan penilaian modul
berdasarkan Maria Yuliansari Putri Fatony, 2017)

Judul Buku : Buku Petunjuk Praktikum Struktur daun Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L) yang terinduksi limbah cair

Nama Validator : Muhammad Izatul Faqih, M.Pd.

Pekerjaan : Dosen

Petunjuk

1. lembar validasi diisi oleh ahli
2. mohon berikan tanda cek (✓) pada kolom sesuai dengan pendapat penilai
3. kriteria skor:
 - a. SS (Sangat Setuju) skor 5
 - b. S (Setuju) skor 4
 - c. KS (Kurang Setuju) skor 3
 - d. TS (Tidak Setuju) skor 2
 - e. STS (Sangat Tidak Setuju) skor 1
4. Komentar atau saran mohon diberikan pada tempat yang telah disediakan

No	Indikator	Skor					keterangan
		1	2	3	4	5	
1	Layout cover/sampul depan (tata letak teks dan gambar) jelas					✓	
2	Desain cover menarik					✓	
3	Judul buku jelas					✓	
4	Pemilihan jenis font (jenis huruf dan angka) yang digunakan terbaca dengan baik					✓	
5	Pemilihan ukuran font (ukuran huruf dan angka) terbaca dengan baik					✓	
6	Tampilan gambar (pemilihan gambar) sesuai materi jaringan tumbuhan					✓	
7	Pemilihan warna (keseimbangan warna) proporsional				✓		

8	Ukuran buku sesuai (menggunakan kertas ukuran B5 80 gr)					✓	
9	Buku petunjuk praktikum mudah digunakan					✓	
10	Penempatan halaman buku jelas					✓	
11	Halaman buku mudah dicari					✓	
12	Warna, gambar, huruf (cetak, tebal, miring, garis bawah, dsb) menarik					✓	
13	Bahasa yang digunakan jelas mudah dipahami					✓	
14	Tampilan keseluruhan petunjuk praktikum secara umum jelas dan menarik					✓	

Komentar/Saran :

- Kontras font dan background perlu di perbaiki (lihat lipatan)
- Gambar ganti yg lebih jelas dan HD (High definition)

Semarang, 13-11-2018

Validator



Muhammad Izzatul Faqih

NIP.

Lampiran 10

Validasi Ahli Materi

LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM
(Dasar standar kriteria berdasarkan BSNP dan disesuaikan dengan penilaian modul
berdasarkan Maria Yuliansari Putri Fatony, 2017)

Judul Buku : Buku Petunjuk Praktikum Struktur daun Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L) yang terinduksi limbah cair

Nama Validator : Kusrinah, M.Si

Pekerjaan : Dosen Biologi UIN Walisongo Semarang

Petunjuk

1. Lembar validasi diisi oleh ahli
2. Berikan tanda cek (✓) pada kolom sesuai dengan pendapat penilai
3. Kriteria skor:
 - a. SS (Sangat Sesuai) skor 5
 - b. S (Sesuai) skor 4
 - c. KS (Kurang Sesuai) skor 3
 - d. TS (Tidak Sesuai) skor 2
 - e. STS (Sangat Tidak Sesuai) skor 1

*Sesuai disini maksudnya adalah kesamaan statemen dengan produk (buku petunjuk praktikum)

4. Komentar atau saran mohon diberikan pada tempat yang telah disediakan

No	Indikator	Skor					keterangan
		1	2	3	4	5	
1	Kedalaman materi dalam buku petunjuk praktikum sesuai untuk tingkat MA/SMA					✓	
2	Materi praktikum sesuai dengan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar					✓	
3	Rumusan Indikator sesuai dengan Kompetensi Dasar					✓	
4	Materi tepat digunakan dalam praktikum					✓	
5	Petunjuk praktikum sesuai dengan materi dan Indikator					✓	
6	Kalimat yang digunakan dalam						

	petunjuk praktikum jelas				✓	
7	Kalimat yang digunakan dalam petunjuk praktikum mudah dipahami				✓	
8	Konsep materi yang terdapat dalam petunjuk praktikum mudah dipahami				✓	
9	Penyajian materi runtut dan sistematis				✓	
10	Tidak terdapat kesalahan konsep dalam petunjuk praktikum				✓	
11	Langkah kerja dalam petunjuk praktikum jelas				✓	
12	Materi dalam petunjuk praktikum berdasarkan penelitian struktur daun kayu apu yang terinduksi limbah cair					✓
13	Tugas/evaluasi dalam petunjuk praktikum berdasarkan penelitian struktur daun kayu apu yang terinduksi limbah					✓
14	Gambar dalam petunjuk praktikum jelas				✓	
15	Tugas/evaluasi dalam petunjuk praktikum dapat mengukur pemahaman siswa				✓	
16	Komponen-komponen dalam buku petunjuk praktikum lengkap				✓	

Komentar/Saran :

.....
 sesuai soal post test dengan parameter pengamatan

Semarang, 6 Des 2018

Validator


Kurnianda M.S.

NIP. 19771110 20101 2005

Lampiran 11

Angket dari Guru Biologi

ANGKET PENILAIAN GURU TERHADAP BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM

Uraian standar kriteria berdasarkan BSNP dan disesuaikan dengan penilaian modul berdasarkan Maria Yuliansari Putri Fatony, 2017)

Judul Buku : Buku Petunjuk Praktikum Struktur daun Kayu Apu (*Pistia stratiotes L.*) yang terinduksi limbah cair

Nama : Ali Mahmudi

Pekerjaan : Guru Biologi

Tempat:

1. Lembar angket diisi oleh guru
2. Berikan tanda cek (✓) pada kolom sesuai dengan pendapat penilai
3. Kriteria skor:
 - a. SS (Sangat Setuju) skor 5
 - b. S (Setuju) skor 4
 - c. KS (Kurang Setuju) skor 3
 - d. TS (Tidak Setuju) skor 2
 - e. STS (Sangat Tidak Setuju) skor 1
4. Komentar atau saran mohon diberikan pada tempat yang telah disediakan

No	Indikator	Skor					Keterangan
		1	2	3	4	5	
1	Buku petunjuk praktikum dapat membantu guru dalam menyampaikan materi				✓		
2	Buku petunjuk praktikum mempermudah siswa dalam memahami materi					✓	
3	Materi dalam petunjuk praktikum berdasarkan penelitian struktur daun kayu apu yang terinduksi limbah					✓	
4	Tugas/evaluasi dalam petunjuk praktikum berdasarkan penelitian struktur daun kayu apu yang terinduksi limbah					✓	
5	Tugas/evaluasi dalam petunjuk praktikum mudah dipahami					✓	
6	Langkah kerja dalam petunjuk praktikum jelas				✓		
7	Tampilan gambar (pemilihan gambar) dan keterangan gambar jelas				✓		

8	Tampilan gambar (pemilihan gambar) dan keterangan gambar mudah dipahami				✓	
9	Petunjuk praktikum dapat meningkatkan keaktifan siswa dalam praktikum					✓
10	Buku petunjuk praktikum dapat melatih siswa untuk berpikir kritis, saling menghargai, dan bertanggung jawab					✓
11	Tugas/evaluasi yang digunakan sesuai tingkat SMA/MA				✓	
12	Saya tertarik untuk menggunakan buku petunjuk praktikum dalam kegiatan pembelajaran					✓

Komentar/Saran :

Gambar takoma diperelas juga stomata ambil yang bagus dan sumber yang valid

Lampiran 12

Angket Peserta Didik Skala Besar

ANGKET PENILAIAN SISWA TERHADAP BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM

(Dasar standar kriteria berdasarkan BSNP dan disesuaikan dengan penilaian modul berdasarkan Maria Yuliansari Putri Fatony, 2017)

Nama responden : Siti Choiriyah

Kelas : XI 6

Petunjuk

1. Pilihlah skor sesuai dengan pilihan anda
2. Jawaban anda tidak mempengaruhi penilaian prestasi anda
3. mohon berikan tanda cek (√) pada kolom 1,2,3,4, dan 5 yang ada pada kolom skor sesuai dengan kriteria berikut ini :
 - a. Skor 5 diberikan apabila anda "Sangat Setuju"
 - b. Skor 4 diberikan apabila anda "Setuju"
 - c. Skor 3 diberikan apabila anda "Kurang Setuju"
 - d. Skor 2 diberikan apabila anda "Tidak Setuju"
 - e. Skor 1 diberikan apabila anda "Sangat Tidak Setuju"
4. Komentar atau saran mohon diberikan pada tempat yang telah disediakan

No	Indikator	Skor					keterangan
		1	2	3	4	5	
1	Petunjuk/langkah kerja dalam petunjuk praktikum runtut dan jelas				√		
2	Penulisan kalimat dalam petunjuk praktikum jelas dan tidak membingungkan				√		
3	Bahasa yang digunakan dalam petunjuk praktikum jelas dan tidak membingungkan				√		
4	Ukuran huruf tepat (tidak terlalu kecil dan besar)			√			
5	Bahasa yang digunakan jelas dan mudah dipahami			√			
6	Pertanyaan dalam petunjuk praktikum mudah dipahami			√			
7	Gambar dalam petunjuk praktikum menarik				√		
8	Gambar dan pertanyaan dalam petunjuk praktikum membantu memahami konsep materi				√		
9	Perpaduan warna dalam petunjuk praktikum tepat			√			

10	Materi dalam petunjuk praktikum berdasarkan penelitian struktur daun kayu apu yang terinduksi limbah				✓	
11	Tugas/evaluasi dalam petunjuk praktikum berdasarkan penelitian struktur daun kayu apu yang terinduksi limbah				✓	
12	Tampilan petunjuk praktikum secara umum menarik				✓	

Komentar/Saran :

.....

Lampiran 13

Angket Peserta Didik Skala Kecil

ANGKET PENILAIAN SISWA TERHADAP BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM

(Dasar standar kriteria berdasarkan BSNP dan disesuaikan dengan penilaian modul berdasarkan Maria Yuliansari Putri Fatony, 2017)

Nama responden : Cherita Nisaidah

Kelas : XI IPA 6

Petunjuk

1. Pilihlah skor sesuai dengan pilihan anda
2. Jawaban anda tidak mempengaruhi penilaian prestasi anda
3. mohon berikan tanda cek (✓) pada kolom 1,2,3,4, dan 5 yang ada pada kolom skor sesuai dengan kriteria berikut ini :
 - a. Skor 5 diberikan apabila anda "Sangat Setuju"
 - b. Skor 4 diberikan apabila anda "Setuju"
 - c. Skor 3 diberikan apabila anda "Kurang Setuju"
 - d. Skor 2 diberikan apabila anda "Tidak Setuju"
 - e. Skor 1 diberikan apabila anda "Sangat Tidak Setuju"
4. Komentar atau saran mohon diberikan pada tempat yang telah disediakan

No	Indikator	Skor					keterangan
		1	2	3	4	5	
1	Petunjuk/langkah kerja dalam petunjuk praktikum runtut dan jelas				✓		
2	Penulisan kalimat dalam petunjuk praktikum jelas dan tidak membingungkan					✓	
3	Bahasa yang digunakan dalam petunjuk praktikum jelas dan tidak membingungkan					✓	
4	Ukuran huruf tepat (tidak terlalu kecil dan besar)				✓		
5	Bahasa yang digunakan jelas dan mudah dipahami					✓	
6	Pertanyaan dalam petunjuk praktikum mudah dipahami					✓	
7	Gambar dalam petunjuk praktikum menarik					✓	
8	Gambar dan pertanyaan dalam petunjuk praktikum membantu memahami konsep materi					✓	
9	Perpaduan warna dalam petunjuk praktikum tepat					✓	

10	Materi dalam petunjuk praktikum berdasarkan penelitian struktur daun kayu apu yang terinduksi limbah			✓		
11	Tugas/evaluasi dalam petunjuk praktikum berdasarkan penelitian struktur daun kayu apu yang terinduksi limbah			✓		
12	Tampilan petunjuk praktikum secara umum menarik				✓	

Komentar/Saran :

.....

Lampiran 14

Kisi-kisi Validasi Ahli Media

KISI-KISI PENILAIAN AHLI MEDIA

(Dasar standar kriteria berdasarkan BSNP dan disesuaikan dengan penilaian modul berdasarkan Maria Yuliansari Putri Fatony, 2017)

No	Indikator	No Item
1	Mengetahui apakah layout dan desain cover jelas dan menarik	1,2
2	Mengetahui apakah judul buku jelas	3
3	Mengetahui apakah jenis dan ukuran huruf yang digunakan terbaca dengan baik	4,5
4	Mengetahui apakah tampilan gambar sesuai dengan materi	6
5	Mengetahui apakah keseimbangan warna proporsional	7
6	Mengetahui apakah ukuran buku sesuai (menggunakan kertas ukuran B5 80 gr)	8
7	Mengetahui apakah buku petunjuk praktikum mudah digunakan	9
8	Mengetahui apakah penempatan halaman buku jelas dan mudah dicari	10,11
9	Mengetahui apakah warna, gambar, dan huruf yang digunakan menarik	12
10	Mengetahui apakah bahasa yang digunakan jelas mudah dipahami	13
11	Mengetahui apakah tampilan keseluruhan petunjuk praktikum secara umum jelas dan menarik	14

Lampiran 15

Kisi-kisi Validasi Ahli Materi

KISI-KISI PENILAIAN AHLI MATERI
(Dasar standar kriteria berdasarkan BSNP dan disesuaikan dengan penilaian modul
berdasarkan Maria Yuliansari Putri Fatony, 2017)

No	Indikator	No Item
1	Mengetahui kesesuaian kedalaman materi untuk tingkat SMA/MA	1
2	Mengetahui kesesuaian materi dalam Kompetensi Inti dan Ko,petensi Dasar	2
3	Mengetahui apakah Indikator sesuai dengan kompetensi Dasar	3
4	Mengetahui kesesuaian materi dengan kegiatan praktikum	4
5	Mengetahui apakah petunjuk praktikum sesuai dengan materi dan indikator	5
6	Mengetahui ketepatan kalimat yang digunakan je,as dan mudah dipahami	6,7
7	Mengetahui apakah materi dalam petunjuk praktikum mudah di pahami	8
8	Mengetahui apakah penyajian materi runtut dan sistematis	9
9	Mengetahui apakah terdapat kesalahan konsep dalam petunjuk praktikum	10
10	Mengetahui apakah langkah kerja dalam petunjuk praktikum jelas	11
11	Mengetahui apakah materi dan tugas/evaluasi dalam petunjuk praktikum berdasarkan penelitian struktur daun kayu apu yang terinduksi limbah	12,13
12	Mengetahui apakah gambar dalam petunjuk praktikum jelas	14
13	Mengetahui apakah tugas/evaluasi dalam petunjuk praktikum dapat mengukur pemahaman siswa	15
14	Mengetahui apakah komponen-komponen petunjuk praktikum lengkap	16

Lampiran 16

Kisi-kisi Angket Guru Biologi

KISI-KISI PENILAIAN GURU

(Dasar standar kriteria berdasarkan BSNP dan disesuaikan dengan penilaian modul berdasarkan Maria Yuliansari Putri Fatony, 2017)

No	Indikaor	No Item
1	Mengetahui apakah buku petunjuk praktikum dapat membantu guru dalam menyampaikan materi	1
2	Mengetahui apakah buku petunjuk praktikum mempermudah siswa dalam memahami materi	2
3	Mengetahui apakah tugas/evaluasi dalam petunjuk praktikum berdasarkan penelitian struktur daun kayu apu yang terinduksi limbah	3,4
4	Mengetahui apakah tugas/evaluasi dalam petunjuk praktikum mudah dipahami	5
5	Mengetahui apakah langkah kerja dalam petunjuk praktikum jelas	6
6	Mengetahui apakah gambar dan keterangan dalam petunjuk praktikum jelas dan mudah dipahami	7,8
7	Mengetahui apakah petunjuk praktikum dapat meningkatkan keaktifan siswa dalam praktikum	9
8	Mengetahui apakah buku petunjuk praktikum dapat melatih siswa dalam berpikir kritis, saling menghargai, dan bertanggung jawab	10
9	Mengetahui apakah tugas/evaluasi yang digunakan sesuai untuk tingkat SMA/MA	11
10	Mengetahui apakah guru tertarik untuk menggunakan buku petunjuk praktikum dalam kegiatan pembelajaran	12

Lampiran 17

Kisi-kisi Angket Peserta Didik

KISI-KISI PENILAIAN SISWA

(Dasar standar kriteria berdasarkan BSNP dan disesuaikan dengan penilaian modul berdasarkan Maria Yuliansari Putri Fatony, 2017)

No	Indikator	No Item
1	Mengetahui apakah petunjuk/langkah dalam petunjuk praktikum runtut dan jelas	1
2	Mengetahui apakah penulisan kalimat dalam petunjuk praktikum jelas dan tidak membingungkan	2
3	Mengetahui apakah bahasa yang digunakan dalam petunjuk praktikum jelas dan tidak membingungkan	3
4	Mengetahui apakah ukuran huruf tepat (tidak terlalu kecil dan tidak terlalu besar)	4
5	Mengetahui apakah bahasa yang digunakan jelas mudah dipahami	5
6	Mengetahui apakah pertanyaan dalam petunjuk praktikum mudah dipahami	6
7	Mengetahui apakah gambar dalam petunjuk praktikum menarik	7
8	Mengetahui apakah gambar dan pertanyaan dalam petunjuk praktikum membantu dalam memahami konsep materi	8
9	Mengetahui apakah perpaduan warna dalam petunjuk praktikum tepat	9
10	Mengetahui apakah materi dan tugas/evaluasi dalam petunjuk praktikum berdasarkan penelitian struktur daun kayu apu yang terinduksi limbah	10,11
11	Mengetahui apakah tampilan petunjuk praktikum secara umum menarik	12

Lampiran 18

Hasil Validasi Ahli Media

Hasil Validasi Ahli Media

NO	Nama	Hasil Perhitungan Validasi Ahli Media													
		5Nomer Item Angket													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1.	Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4
	Jumlah	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4
	% Per butir	100	100	100	100	100	100	80	100	100	100	100	80	100	80
	Katagori	95,71% (Sangat Layak)													

Skor rata-rata keseluruhan aspek= $n/N \times 100\% = 67/70 \times 100\% = 95,71\% =$ (Sangat Layak)

Lampiran 19

Hasil Validasi Ahli Materi

Hasil Validasi Ahli Materi

NO	Nama	Hasil Perhitungan Validasi Ahli Materi															
		Nomer Item Angket															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.	Kusrinah, M.Si	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4
	Jumlah	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4
	% Per butir	100	100	100	100	100	80	80	80	80	80	80	100	100	80	80	80
	Katagori	88.75% (Sangat Layak)															

Skor rata-rata keseluruhan aspek = $n/N \times 100\% = 71/80 \times 100\% = 88.75\%$ = (Sangat Layak)

Lampiran 20

Hasil Angket Guru Biologi

NO	Nama	Hasil Angket Guru Biologi											
		Nomer Item Angket											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Ali Mahmudi, S.Pd	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	4	5
	Jumlah	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	4	5
	% Per butir	80	100	100	100	100	80	80	80	100	100	80	100
	Katagori	92% (Sangat Layak)											

Skor rata-rata keseluruhan aspek= $n/N \times 100\% = 55/60 \times 100\% = 92\% =$ (Sangat Layak)

Lampiran 21

Hasil Angket Peserta Didik Skala Besar

Penilaian Skala Besar

Angket Tanggapan Peserta Didik terhadap Kualitas Buku Petunjuk Praktikum

No	Nama	KLS	Kriteria Penilaian												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Alisa Ienes	XI G													
	Tsuroyya	IPA	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4	52
2	Al Mira	XI G													
	Fidela	IPA	5	4	5	5	5	4	3	5	5	4	5	4	54
3	Azizatul	XI G													
	Iyalina	IPA	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	4	4	55
4	Birrotul	XI G													
	Munfaridah	IPA	4	4	5	4	4	4	3	4	5	4	4	5	50
5	Choirun	XI G													
	Nisaidah	IPA	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	49
6	Fadhela														
	Janea	XI G													
7	Arshanty	IPA	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	5	51
	Hanik Siti	XI G													
8	Rochmana	IPA	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	4	56
	Hilma Huril	XI G													
9	Aini	IPA	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	58
		XI G													
10	Ina Aulia	IPA	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	50
	Isna	XI G													
11	Lailannaza	IPA	5	4	4	5	4	4	4	5	5	5	4	5	54
	Khofifah														
12	Indah	XI G													
	Cahyani	IPA	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	50

12	Khoirul	XI G	4	5	5	5	4	5	4	4	5	4	5	4	54
	Anawiyah	IPA													
13	Layli Noor	XI G	4	5	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	52
	Azizah	IPA													
14	Monica	XI G	4	4	3	4	4	5	3	4	5	4	5	3	48
	Distiana	IPA													
15	Damayanti	XI G	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	57
	Naila Isyatir	IPA													
16	R	XI G	4	4	4	5	4	4	3	4	5	4	4	5	50
	Nanda	IPA													
17	Miatus	XI G	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	58
	Surroya	IPA													
18	Nisa Aliffina	XI G	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	51
	Syaba	IPA													
19	Noviya Ayu	XI G	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	56
	Shafitri	IPA													
20	Nur Laila	XI G	4	5	5	4	4	4	4	4	5	3	3	5	50
	Dzurriyatun	IPA													
21	Kamila	XI G	4	5	5	4	4	4	4	4	5	3	3	5	50
	Ria Umiyati	IPA													
22	Ririn Alfiyana	XI G	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	49
	Riska	IPA													
23	Rahmawati	XI G	4	4	4	4	5	4	3	5	4	4	4	5	50
	Rizka Nuruz	IPA													
24	Zahro	XI G	5	4	4	4	3	4	3	4	4	4	5	3	47
	Siti Choiriyah	IPA													
25	Siti Nuraida	XI G	5	5	5	4	4	4	5	5	4	5	4	4	54
	Fatimah	IPA													

26	Titis Indah Sari	XI G IPA	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	45
27	Zuliatin Fitria	XI G IPA	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	51
			88,15	86,67	88,89	89,63	86,67	85,93	79,26	85,19	89,63	87,41	85,93	86,67	1404	

Rumus : Skor rata-rata = $\frac{n}{N} \times 100\% = \frac{1404}{1620} \times 100\% = 87\% = (\text{Sangat Layak})$

Lampiran 22

Hasil Angket Peserta Didik Skala Kecil

Hasil Angket Peserta Didik Skala Kecil

No	Nama	KLS	Penilaian Skala Kecil												Total
			Angket Tanggapan Peserta Didik terhadap Kualitas Buku Petunjuk Praktikum												
			Kriteria Penilaian												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
1		XI E	4	5	5	3	5	5	4	5	3	5	5	5	54
2		XI E	5	5	5	4	3	5	4	4	5	5	3	4	52
3		XI E	5	4	5	3	5	5	5	5	4	5	4	4	54
4		XI F	5	4	4	4	3	4	3	4	4	4	5	3	47
5		XI F	4	4	4	4	4	4	5	4	3	4	4	4	48
6		XI F	5	5	3	4	4	4	5	3	4	5	4	3	49
	Choirun														
7	Nisaidah	XI G	4	5	5	4	4	4	4	4	5	3	3	5	50
8	Ria Umiyati	XI G	5	5	5	4	5	5	4	5	3	5	5	5	56
9	Siti Choiriyah	XI G	5	4	4	5	3	4	4	5	5	5	4	3	51
			93,33	91,11	88,89	77,78	80,00	88,89	84,44	86,67	80,00	91,11	82,22	80,00	461

Rumus : Skor rata-rata = $n/N \times 100\% = 461/540 \times 100\% = 85.37\% = (\text{Sangat Layak})$

Lampiran 23

**Hasil Pengamatan Morfologi Tanaman Kayu apu
Pengulangan 1**

No	Waktu	konsentrasi				
		5%	10%	15%	20%	kontrol
1	Hari ke-1	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: hijau, segar, dna kaku Akar: segar	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar
2	Hari ke-2	Daun: hijau ,segar, dan kaku Akar: segar	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: daun menguning g, layu, dan lembek Akar: akar lembek	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar
3	Hari ke-3	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: segar, hijau, dan kaku Akar: lembek dan gampang putus	Daun: daun mneguning g, layu, dan lembek Akar: lembek dan gampang putus	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar
4	Hari ke-4	Daun: ada yang kuning, layu dan lembek Akar:	Daun: menguning g, layu, dan lembek Akar:	Daun: menguning g, layu, dan lembek Akar:	Daun: menguning g, layu, dan lembek Akar:	Daun: segar Akar: segar

		lembek	lembek	gampang putus	gampang putus	
5	Hari ke-5	Daun: daun ada yang menguning, layu, dan lembek Akar: lembek	Daun: ujung daun mengkerut, layu, dan lembek Akar: lembek	Daun: menguning, layu, dan lembek Akar: gampang putus	Daun: menguning, layu, dan lembek Akar: putus semua	Daun: segar Akar: segar
6	Hari ke-6	Daun: menguning, layu, dan lembek Akar: lembek	Daun: ujung daun mengkerut, layu, dan lembek Akar: lembek dan gampang putus	Daun: menguning, layu, dan lembek Akar: lembek dan gampang putus	Daun: menguning, layu, dan lembek Akar: putus semua	Daun: segar Akar: segar
7	Hari ke-7	Daun: menguning, lembek, dan layu Akar: lembek	Daun: ujung daun mengkerut, lembek, dan layu Akar: lembek	Daun: daun menguning, lembek, dan layu Akar: lembek	Daun: menguning, lembek, dan layu Akar: lembek	Daun: segar, hijau, dan kaku Akar: segar

Pengulangan 2

No	Waktu	konsentrasi				
		5%	10%	15%	20%	kontrol
1	Hari ke-1	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar
2	Hari ke-2	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: daun menguning, layu, dan lembek Akar: akar lembek	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar
3	Hari ke-3	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: segar, hijau, dan kaku Akar: lembek	Daun: daun menguning, layu, dan lembek Akar: lembek	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar
4	Hari ke-4	Daun: ada yang kuning, layu dan lembek Akar:	Daun: menguning, layu, dan lembek Akar: lembek	Daun: menguning, layu, dan lembek Akar: lembek dan gampang	Daun: menguning, layu, dan lembek Akar: lembek dan gampang	Daun: segar Akar: segar

		lembe k		putus	putus	
5	Hari ke-5	Daun: daun ada yang meng uning, layu, dan lembe k Akar: lembe k	Daun: ujung daun mengker ut, layu, dan lembek Akar: lembek	Daun: menguni ng, layu, dan lembek Akar: lembek dan gampang putus	Daun: menguni ng, layu, dan lembek Akar: plembek dan gampang putus	Daun: segar Akar: segar
6	Hari ke-6	Daun: meng uning, layu, dan lembe k Akar: lembe k	Daun: ujung daun mengker ut, layu, dan lembek Akar: lembek	Daun: menguni ng, layu, dan lembek Akar: lembek dan gampang putus	Daun: menguni ng, layu, dan lembek Akar: lembek dan gampang putus	Daun: segar Akar: segar
7	Hari ke-7	Daun: meng uning, lembe k, dan layu Akar: lembe k	Daun: ujung daun mengker ut, lembek, dan layu Akar: lembek	Daun: daun mneguni ng, lembek, dan layu Akar: lembek dan gampang putus	Daun: menguni ng, lembek, dan layu Akar: lembek dan gampang putus	Daun: segar, hijau, dan kaku Akar: segar

Pengulangan 3

No	Waktu	konsentrasi				
		5%	10%	15%	20%	kontrol
1	Hari ke-1	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar
2	Hari ke-2	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: daun menguning, layu, dan lembek Akar: akar lembek	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar
3	Hari ke-3	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar	Daun: segar, hijau, dan kaku Akar: ;embek dan gampang putus	Daun: daun mneguning, layu, dan lembek Akar: lembek dan gampang putus	Daun: hijau, segar, dan kaku Akar: segar
4	Hari ke-4	Daun: ada yang kuning, layu dan lembek Akar: lembek	Daun: menguning, layu, dan lembek Akar: lembek	Daun: menguning, layu, dan lembek Akar: gampang putus	Daun: menguning, layu, dan lembek Akar: gampang putus	Daun: segar Akar: segar
5	Hari ke-5	Daun: daun ada yang menguning, layu, dan	Daun: ujung daun mengkeru	Daun: menguning, layu, dan	Daun: menguning, layu, dan	Daun: segar Akar: segar

		lembek Akar: lembek	t, layu, dan lembek Akar: lembek dan gampang putus	lembek Akar: lembek dan gampang putus	lembek Akar: putus semua	
6	Hari ke-6	Daun: daun ada yang menguning, layu, dan lembek Akar: lembek	Daun: ujung daun mengkeru t, layu, dan lembek Akar: lembek dan gampang putus	Daun: menguning, layu, dan lembek Akar: lembek dan gampang putus	Daun: menguning, layu, dan lembek Akar: putus semua	Daun: segar Akar: segar
7	Hari ke-7	Daun: daun ada yang menguning, layu, dan lembek Akar: lembek	Daun: ujung daun mengkeru t, layu, dan lembek Akar: lembek dan gampang putus	Daun: menguning, layu, dan lembek Akar: putus semua	Daun: menguning, layu, dan lembek Akar: putus semua	Daun: segar Akar: segar

Lampiran 24

Dafta Nama Responden UjiCobaTerbatas

No	Nama	KLS
1	Ayuk	XI E IPA
2	Diyah Misya	XI E IPA
3	Lutfika	XI E IPA
4	Dewi Arianti	XI F IPA
5	Siti Arofatus Saadah	XI F IPA
6	Siti Kamsia	XI F IPA
7	Choirun Nisaidah	XI G IPA
8	Ria Umiyati	XI G IPA
9	Siti Choiriyah	XI G IPA

Lampiran 25

Daftar Nama Responden Uji Lapangan Lebih Luas

No	Nama	KLS
1	Alisa Ienes Tsuroyya	XI G IPA
2	Al Mira Fidela	XI G IPA
3	Azizatul Iyalina	XI G IPA
4	Birrotul Munfaridah	XI G IPA
5	Choirun Nisaidah	XI G IPA
6	Fadhela Janea Arshanty	XI G IPA
7	Hanik Siti Rochmana	XI G IPA
8	Hilma Huril Aini	XI G IPA
9	Ina Aulia	XI G IPA
10	Isna Lailannaza	XI G IPA
11	Khofifah Indah Cahyani	XI G IPA
12	Khoirul Anawiyah	XI G IPA
13	Layli Noor Azizah	XI G IPA
14	Monica Distiana Damayanti	XI G IPA
15	Naila Isyatir R	XI G IPA
16	Nanda Miatus Surroya	XI G IPA
17	Nisa Aliffina Syaba	XI G IPA
18	Noviya Ayu Shafitri	XI G IPA
19	Nur Laila Dzurriyatun Kamila	XI G IPA
20	Ria Umiyati	XI G IPA
21	Ririn Alfiyana	XI G IPA
22	Riska Rahmawati	XI G IPA
23	Rizka Nuruz Zahro	XI G IPA
24	Siti Choiriyah	XI G IPA
25	Siti Nuraida Fatimah	XI G IPA
26	Titis Indah Sari	XI G IPA
27	Zuliatin Fitria	XI G IPA

Lampiran 26

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

Sekolah	MA SALAFIYAH PATI
Mata pelajaran	BIOLOGI
Kelas/Semester	XI / GASAL
Materi Pokok	Jaringan dan Organ pada Tumbuhan
Alokasi Waktu	2 x 45 menit (1 x pertemuan)

A. Tujuan Pembelajaran:

Siswa mampu menganalisis keterkaitan antara struktur sel pada jaringan tumbuhan dengan fungsi organ pada tumbuhan dan menyajikan data hasil pengamatan organ pada tumbuhan, melalui kegiatan pengamatan tentang jaringan pada organtumbuhan menggunakan *Pendekatan Discovery Learning* dengan *Model Pembelajaran Word Square*

B. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian

KD 1. Sikap Spiritual:

Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KD 2. Sikap Sosial

Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsive, dan pro aktif sebagai bagian dari solusi atas berbagai masalah dalam berinteraksi

secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

Kompetensi Dasar	Indikator Kompetensi Pencapaian
KD3-Pengetahuan 3.3 Menganalisis keterkaitan antara struktur sel pada jaringan tumbuhan dengan fungsi organ pada tumbuhan.	3.3.1 Menejelaskan jaringan meristem (Embrional) pada tumbuhan 3.3.2 Menjelaskan jaringan dewasa (permanen) pada tumbuhan 3.3.3 Mencontohkan pembagian organ generatif dan vegetatif pada tumbuhan 3.3.4 Membedakan tumbuhan monokotil dan dikotil berdasarkan anatominta
KD 4- Ketrampilan 4.3 Menyajikan data hasil pengamatan struktur jaringan dan organ pada tumbuhan	4.3.1 Menyajikan data hasil praktikum dalam bentuk laporan praktikum tentang struktur jaringan pada daun kayu apu

C. Materi Pembelajaran

1. Materi Konsep

a. *Jaringan pada Tumbuhan :*

- 1) Jaringan Meristem (Jaringan Embrional);
 - a) Meristem Primer
 - b) Meristem Sekunder
 - c) Meristem Apikal

- d) Meristem Aksilar
- e) Meristem Lateral
- 2) Jaringan Permanen (Jaringan Dewasa);
 - a) Jaringan Pelindung (Jaringan Epidermis)
 - b) Jaringan Dasar (Jaringan Parenkim)
 - c) Jaringan Penyokong (Jaringan Penguat);
 - 1. Kolenkim
 - 2. Sklerenkim
 - d) Jaringan Pengangkut (Jaringan Vaskuler);
 - 1. Xilem
 - 2. Floem
 - e) Jaringan Periderm
- b. *Organ pada Tumbuhan :*
 - 1. Akar
 - 2. Batang
 - 3. Daun
 - 4. Bunga
 - 5. Buah
 - 6. Biji

3. Materi Prosedur

- Praktikum pengamatan jaringan pada organ tumbuhan

D. Model/metode Pembelajaran

1. **Pendekatan**
Discovery Learning
2. **Metode**
Praktikum, diskusi

E. Media Pembelajaran/Alat/Bahan

1. Alat
 - Kertas karton, alat tulis
2. Bahan
 - Tanaman kayu apu
3. Media
 - Buku petunjuk praktikum

F. Sumber Belajar

1. Buku Paket Biologi SMA/MA kelas XI / 11 (ex : Irnaningtyas.2014.Biologi untuk SMA / MA Kelas XI Kelompok Peminatan MIPA.Jakarta : Penerbit Erlangga.)
2. Literatur tentang Biologi dan sesuai materi
3. Buku Biologi kelas XI lain yang relevan

G. Kegiatan Pembelajaran

Langkah Pembelajaran	Sintaks Model Pembelajaran	Deskripsi	Alokasi Waktu
Kegiatan pendahuluan	Orientasi	1. Guru mengawali pembelajaran dengan mengucapkan salam kepada siswa kemudian	10 menit

		<p>mengajak berdoa</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Guru menanyakan kabar siswa dan mengecek kehadiran siswa 3. Guru membangun apresiasi siswa dengan menanyakan: <ol style="list-style-type: none"> a. Makhluk hidup tersusun dari? b. Kumpulan dari sel disebut? 4. Guru menyampaikan kompetensi dasar 5. Guru menjelaskan tujuan pembelajaran 	
Kegiatan Inti	Stimulation (Stimulasi)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa diminta untuk mengamati gambar tentang jenis-jenis jaringan pada tumbuhan 2. Guru memberika stimulus kepada siswa dengan pertanyaan: <ol style="list-style-type: none"> a. Apa yang kalian dapat dari gambar tersebut? b. Ada berapa jenis jaringan tumbuhan c. Siapa yang menciptakan? 	70 menit
	Problem Statemen (Pertanyaan /identifikasi masalah)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dari pengamatan gambar, guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengidentifikasi konsep/permasalahan yang berkaitan dengan jaringan tumbuhan 2. Guru menyampaikan informasi tentang 	

		<p>kegiatan yang akan dilakukan</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Guru menyampaikan materi tentang jaringan tumbuhan secara singkat 4. Guru membagi kelompok menjadi 4-5 Orang 5. Guru memberikan panduan praktikum pada masing-masing kelompok 6. Siswa diminta untuk mengerjakan praktikum acara 1 terkait dengan pengamatan karakter morfologi tanaman kayu apu (<i>Pistia stratiotes</i> L) sesuai dengan panduan petunjuk praktikum yang telah diberikan 	
	(Data collection) pengumpulan data	Peserta didik melakukan pengamatan karakter morfologi tanaman kayu apu (<i>Pistia stratiotes</i> L)	
	Data Processing (Pengolahan Data)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik berdiskusi dengan kelompoknya tentang hasil pengamatan morfologi yang dilakukan 2. Data hasil pengamatan dibuktikan dengan literature dengan cara mempresentasikan hasil pengamatan 	
	Verification (pembuktian)	Peserta didik dibantu dengan guru menyimpulkan hasil dari pengamatannya.	
	Generalizati	Salah seorang peserta	

	on (menarik kesimpulan)	didik diminta untuk menyimpulkan hasil dari pembelajaran yang telah dilakukan	
penutup		<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menambahkan kesimpulan dari materi pembelajaran yang diajarkan 2. <i>Guru menampilkan ayat al quran yang berkaitan tentang jamur yakni QS. As-Syu'araa':7</i> <i>Artinya: "Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?"</i> 3. Guru menyampaikan materi yang akan dipelajari pada pertemuan selanjutnya 4. Guru menyuruh salah seorang peserta didik untuk memimpin doa 5. Guru mengucapkan salam. 	10 menit

Lampiran 27

Laporan sementara Hasil praktikum

No. _____

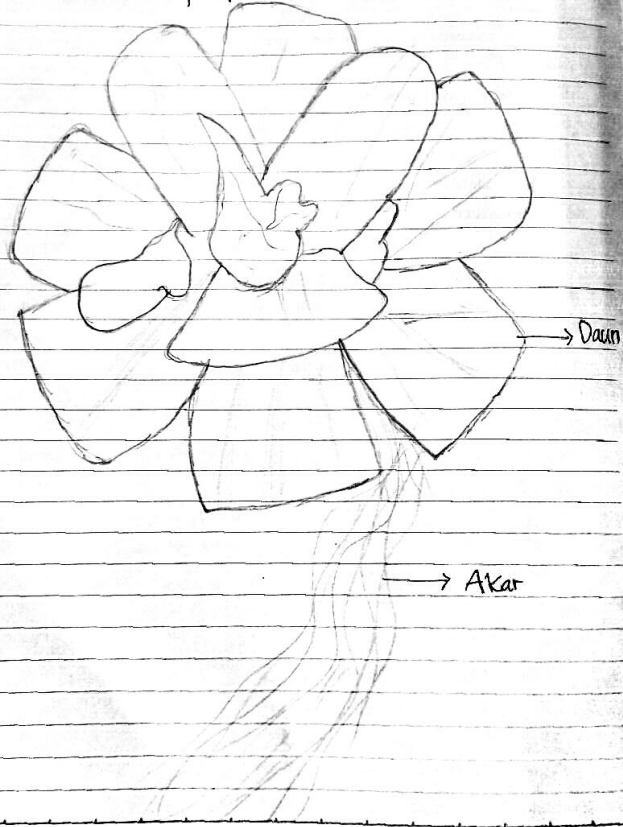
Date: _____

- Nama kelompok :
1. Birotul Munfaridah
 2. Fadhela Janea Arshanty
 3. Nanda Miatas Tsurroy
 4. Nur Laila Dzurriyatun Kamila
 5. Siti Chairiyah

Tabel pengamatan :

No	Karakter morfologi yang diamati	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5	Hari ke-6	Hari ke-7
1.	Tekstur daun	Kaku						
2.	Warna daun	Hijau						
3.	Kondisi daun	Segar						
4.	Jumlah daun	9						
5.	Panjang akar	11 cm						

Gambar tanaman kayu api



Lampiran 28

Data Pengusaha Industri Tepung Tapioka

PEMERINTAH KABUPATEN PATI
KECAMATAN MARGOYO SO
DESA NGEMLAK KIDUL

DAFTAR PERUSAHAAN DESA NGEMLAK KIDUL TAHUN 2011

NO	NAMA	KAPASITAS	ALAMAT	KETERANGAN
1	WAJI	1	RIT	RT 01 RW I
2	H. SUKONO	1	RIT	RT 01 RW I
3	KARSI	2	RIT	RT 01 RW I
4	PURWANTO	2	RIT	RT 01 RW I
5	DARMADI	1	RIT	RT 01 RW I
6	MAD SAHUD	1	RIT	RT 02 RW I
7	JAMADI	3	RIT	RT 02 RW I
8	SUNDONO	1	RIT	RT 03 RW I
9	SUNARDI	2	RIT	RT 03 RW I
10	EKO SAPUTRO	2	RIT	RT 03 RW I
11	AH. SUDIYONO	1	RIT	RT 03 RW I
12	H. ISHAQ	1	RIT	RT 03 RW I
13	SUTAR	1	RIT	RT 03 RW I
14	HJ. SRI HARTI	1	RIT	RT 03 RW I
15	NIRMANTO	1	RIT	RT 03 RW I
16	SUJAJI	1	RIT	RT 03 RW I
17	KUNARDI	2	RIT	RT 03 RW I
18	ROJI	1	RIT	RT 03 RW I
19	JIMAN	1	RIT	RT 03 RW I
20	SUKO	2	RIT	RT 03 RW I
21	NAR TOMO	1	RIT	RT 03 RW I
22	NGADI	2	RIT	RT 04 RW I
23	SUJINAH	2	RIT	RT 04 RW I
24	SUBUR	1	RIT	RT 04 RW I
25	SUMARDI	1	RIT	RT 04 RW I
26	DWI SAPUTRO	1	RIT	RT 04 RW I
27	SUWARDI	1	RIT	RT 04 RW I
28	SUYADI	1	RIT	RT 04 RW I
29	H. JAMADI	2	RIT	RT 04 RW I
30	MARKINI	2	RIT	RT 04 RW I
31	PASRAH	1	RIT	RT 04 RW I
32	PANJI RAHARJO	1	RIT	RT 04 RW I
33	TRI RAHMANTO	4	RIT	RT 04 RW I
34	SUPARDI	1	RIT	RT 04 RW I
35	DAVID AMALA	1	RIT	RT 04 RW I
36	H. SUKJAN	1	RIT	RT 04 RW I
37	SAMSURI	1	RIT	RT 04 RW I
38	NGARPANI	2	RIT	RT 04 RW I
39	H. JAMARI	2	RIT	RT 04 RW I
40	H. JAMARI	2	RIT	RT 04 RW I
41	H. JAMARI	1	RIT	RT 04 RW I
42	H. DARMADI	2	RIT	RT 04 RW I
43	KUNARJI	1	RIT	RT 04 RW I
44	SUTIYONO	1	RIT	RT 04 RW I
45	H. SUGENG	1	RIT	RT 04 RW I
46	SUGIYARTO	2	RIT	RT 04 RW I
47	HARNO	1	RIT	RT 04 RW I
48	CAHYO KRISTIYANTO	2	RIT	RT 04 RW I
49	H. PADIN	3	RIT	RT 05 RW I
50	H. PADIN	3	RIT	RT 05 RW I
51	H. PADIN	1	RIT	RT 05 RW I
52	H. PADIN	1	RIT	RT 05 RW I
53	KLIWON	1	RIT	RT 05 RW I
54	H. PARNO	1	RIT	RT 05 RW I
55	KAMJAWI	1	RIT	RT 05 RW I
56	NGATNO	1	RIT	RT 05 RW I
57	SANTOSO	1	RIT	RT 05 RW I
58	JUNET	1	RIT	RT 05 RW I
59	KARSI	1	RIT	RT 05 RW I
60	MATSARI	2	RIT	RT 05 RW I
61	PONCO SUSILO	2	RIT	RT 05 RW I
62	RUSTAM	1	RIT	RT 05 RW I
63	MOHADI	1	RIT	RT 05 RW I

64	PARDI KODOK	1	RIT	RT 05 RW I	
65	SUKARNO	1	RIT	RT 05 RW I	
66	NGADI	1	RIT	RT 05 RW I	
67	RUKANI	1	RIT	RT 05 RW I	
68	SUMARI	1	RIT	RT 05 RW I	
69	SUBROTO	1	RIT	RT 05 RW I	
70	SUKIR	1	RIT	RT 05 RW I	
71	BADRI	1	RIT	RT 05 RW I	
72	SUPARDI	1	RIT	RT 05 RW I	
73	PARDONO	1	RIT	RT 05 RW I	31
74	SUYADI	1	RIT	RT 01 RW II	
75	H. KARDI	1	RIT	RT 01 RW II	
76	SRIPAH	1	RIT	RT 01 RW II	
77	BUYAMIN	1	RIT	RT 01 RW II	
78	SUDONO	1	RIT	RT 01 RW II	
79	H. SHOLEH	2	RIT	RT 01 RW II	8
80	Hj. SUBEKTI	1	RIT	RT 01 RW II	1
81	SUJATI	1	RIT	RT 02 RW II	
82	SUGIYONO LANGGENG	1	RIT	RT 03 RW II	
83	DARDI	1	RIT	RT 04 RW II	2
84	H. ALI FATAH	2	RIT	RT 04 RW II	
85	KAMIT	2	RIT	RT 04 RW II	
86	ARIF	2	RIT	RT 04 RW II	
87	RIYOSO	3	RIT	RT 04 RW II	
88	SARMIN	2	RIT	RT 04 RW II	
89	KARWITO	2	RIT	RT 04 RW II	13
90	AGUS SUTRISNO	1	RIT	RT 05 RW II	
91	AGUS HARIYANTO	4	RIT	RT 05 RW II	
92	ARIS KRISTIANTO	1	RIT	RT 05 RW II	
93	SUROSO	1	RIT	RT 05 RW II	
94	SUTOYO	1	RIT	RT 05 RW II	
95	SUKARJO	1	RIT	RT 05 RW II	
96	SONO	1	RIT	RT 05 RW II	
97	PANURI	1	RIT	RT 05 RW II	
98	SURADI	1	RIT	RT 05 RW II	
99	MU'AT	1	RIT	RT 05 RW II	
100	TIYO	1	RIT	RT 05 RW II	
101	KUNARSO	1	RIT	RT 05 RW II	
102	NUR KUMEDI	1	RIT	RT 05 RW II	
103	SUNDOYO	1	RIT	RT 05 RW II	
104	RUSTAMAJI	1	RIT	RT 05 RW II	
105	SURI	1	RIT	RT 05 RW II	
106	AHMAD MINTARSO	1	RIT	RT 05 RW II	
107	NGADI	1	RIT	RT 05 RW II	
108	AHMADI	1	RIT	RT 05 RW II	
109	SUTARNO	1	RIT	RT 05 RW II	
110	SUPAR	1	RIT	RT 05 RW II	
111	KUNARTO	1	RIT	RT 05 RW II	
112	SISWANTO	2	RIT	RT 05 RW II	
113	SUKARWI	1	RIT	RT 05 RW II	
114	BUDI HARIYANTO	1	RIT	RT 05 RW II	29
115	TIKNO TARMAJI	1	RIT	RT 01 RW III	
116	NGARJONO	1	RIT	RT 01 RW III	
117	H. SHOLEH	2	RIT	RT 01 RW III	
118	SELAMET	1	RIT	RT 01 RW III	
119	BAMBANG SUBUR	1	RIT	RT 01 RW III	CILIKAN
120	MASRAP	1	RIT	RT 01 RW III	8
121	JANDA SUDIR	1	RIT	RT 02 RW III	
122	JAIS	3	RIT	RT 02 RW III	
123	HERI PRAPTADI	3	RIT	RT 02 RW III	
124	HERI PRAPTADI	3	RIT	RT 02 RW III	
125	BADELAN	2	RIT	RT 02 RW III	
126	BADELAN	2	RIT	RT 02 RW III	
127	H. SANDALI	2	RIT	RT 02 RW III	
128	TOHARI		RIT	RT 02 RW III	
129	ABDUL HALIM	1	RIT	RT 02 RW III	
130	ABDUL MUJIB	1	RIT	RT 02 RW III	
131	ABDUL MUJIB	1	RIT	RT 02 RW III	
132	BAYU	2	RIT	RT 02 RW III	
133	HARSOYO	1	RIT	RT 02 RW III	

134	NUR	1	RIT	RT 02 RW III	
135	H. KARNAWI	1	RIT	RT 02 RW III	
136	H. SUNARTO	1	RIT	RT 02 RW III	
137	MARDI	1	RIT	RT 02 RW III	
138	APIK	1	RIT	RT 02 RW III	
139	SUROSO	5	RIT	RT 02 RW III	
140	SUROSO	5	RIT	RT 02 RW III	
141	H. SHOLEH	3	RIT	RT 02 RW III	
142	DAHRI	1	RIT	RT 02 RW III	
143	H. SUYONO	2	RIT	RT 02 RW III	
144	SUPRIHADI	1	RIT	RT 02 RW III	
145	H. MAS'UDI	3	RIT	RT 02 RW III	
146	JOKO	3	RIT	RT 02 RW III	
147	H. SAIDI	1	RIT	RT 02 RW III	
148	SUPRIYONO	1	RIT	RT 02 RW III	
149	SAYOGO	2	RIT	RT 02 RW III	
150	SAMADI	1	RIT	RT 02 RW III	
151	TARKIYEK	1	RIT	RT 02 RW III	
152	SUTRISNO	1	RIT	RT 02 RW III	
153	SOLIKUN	1	RIT	RT 02 RW III	
154	MUT	1	RIT	RT 02 RW III	
155	SUPRIYADI	1	RIT	RT 02 RW III	
156	SUMARDI	1	RIT	RT 02 RW III	
157	ANTOK	3	RIT	RT 02 RW III	
158	MUHAMADUN	1	RIT	RT 02 RW III	
159	WINARSO	1	RIT	RT 02 RW III	
160	WINARTO	1	RIT	RT 02 RW III	
161	NGARJI	1	RIT	RT 02 RW III	
162	KARNADI	1	RIT	RT 02 RW III	
163	SUKAWI	1	RIT	RT 02 RW III	
164	ARI (H. SHOLEH)	1	RIT	RT 02 RW III	68
165	SYAIROZI	1	RIT	RT 03 RW III	
166	SUKARDI	1	RIT	RT 03 RW III	
167	RUMISIH	1	RIT	RT 03 RW III	
168	ZUBAIDI	1	RIT	RT 03 RW III	
169	THOHA	1	RIT	RT 03 RW III	
170	MAHMUDI	1	RIT	RT 03 RW III	
171	ROFI'I	1	RIT	RT 03 RW III	
172	NGADI	1	RIT	RT 03 RW III	
173	WARDOYO	1	RIT	RT 03 RW III	
174	JUDI	1	RIT	RT 03 RW III	
175	KASIYANTO	1	RIT	RT 03 RW III	
176	PARWI	1	RIT	RT 03 RW III	
177	TOYO	1	RIT	RT 03 RW III	
178	IMRON	1	RIT	RT 03 RW III	
179	H. DARMO	1	RIT	RT 03 RW III	
180	RIYANTO	1	RIT	RT 03 RW III	
181	MUALIM	1	RIT	RT 03 RW III	
182	TAWI	1	RIT	RT 03 RW III	
183	BUDI SETYO	1	RIT	RT 03 RW III	
184	ABDUL ROHMAN	1	RIT	RT 03 RW III	
185	PARDI	1	RIT	RT 03 RW III	
186	HADI TINI	1	RIT	RT 03 RW III	
187	PONO	1	RIT	RT 03 RW III	
188	NARDI	1	RIT	RT 03 RW III	24
189	HARUN MASWAN	1	RIT	RT 04 RW III	
190	SUYONO MIYATI	1	RIT	RT 04 RW III	
191	ANDIKA SUSMOYO	1	RIT	RT 04 RW III	
192	H. SUKMADI	1	RIT	RT 04 RW III	
193	H. PARJO	1	RIT	RT 04 RW III	
194	NYAMO	1	RIT	RT 04 RW III	
195	KARTINA NASURI	1	RIT	RT 04 RW III	
196	KARSANI	1	RIT	RT 04 RW III	8
197	HARIYOSO	1	RIT	RT 05 RW III	Tidak Aktif
198	IPANGKATO		RIT	RT 05 RW III	Tidak Aktif
199	MASHURI		RIT	RT 05 RW III	2
200	JAZERI	1	RIT	RT 01 RW IV	
201	SUTARJI	1	RIT	RT 01 RW IV	
202	SUTRISNO	2	RIT	RT 01 RW IV	Tidak Aktif
203	Hj. SRI SUCININGSIH		RIT	RT 01 RW IV	

204	SUPRIYANTO	1	RIT	RT 01 RW IV	4
205	A. KASIYANTO	1	RIT	RT 02 RW IV	
206	SUKAHAR	2		RT 02 RW IV	3
207	H. SUWABDI	1	RIT	RT 03 RW IV	
208	H. ALI SUPAWI	1		RT 03 RW IV	2
209	H. SUNARDI	2	RIT	RT 04 RW IV	
210	DARNAWI	1	RIT	RT 04 RW IV	3
211	H. HARSONO	1	RIT	RT 06 RW IV	1
212	JUDI	1	RIT	RT 07 RW IV	
213	SUYITNO	1	RIT	RT 07 RW IV	
214	PANURI	1	RIT	RT 07 RW IV	
215	H. HARSONO	2	RIT	RT 07 RW IV	
216	SUPRIYONO	1	RIT	RT 07 RW IV	6

Kepala Desa Ngemplak Kidul

KONOWO S.Pd

Lampiran 29

Data Panjang akar pada Tanaman kayu apu

Ulangan	Hari	5%	10%	15%	20%	Kontrol
A (Pengulangan 1)	1	11,5	11	10	14	17
	2	11,5	11	10	14	17
	3	11,5	11	8,5	12	17,3
	4	11,5	11	8,2	10	17,5
	5	11,5	9	7,8	6	17,5
	6	11,6	6	7	4	17,6
	7	11,6	6	4	3	17,6
	Rata-rata	11,5	9,3	7,9	9	17,4
B (Pengulangan 2)	1	18	7	23	18	8
	2	18	7	23	18	8
	3	18	7	23	18	8
	4	18	7	23	18	8,5
	5	18,5	7	20	16	8,5
	6	18,5	7	17	13	8,5
	7	18,5	7,5	14	10	8,5
	Rata-rata	18,2	7,1	20,4	15,9	8,3
C (Pengulangan 3)	1	7	15	16,5	12	14,5
	2	7	15	16,5	12	15
	3	7	15	16,5	8	15
	4	7	15	7	7	15
	5	7	15	7	0	15
	6	7	10	3	0	15
	7	7	10	0	0	15
	Rata-rata	7	13,6	9,5	5,6	14,9

Data rata-rata panjang akar selama 7 hari

No	Pengulangan	5%	10%	15%	20%	Kontrol
1	1	11.5	6	4	3	17.4
2	2	18.2	7.1	20.4	15.9	8.3
3	3	7	13.6	5.9	5.6	14.9

Lampiran 30

Data Jumlah Daun pada Tanaman kayu apu

Ulangan	Hari	5%	10%	15%	20&	Kontrol
A (Pengulangan 1)	1	6	6	6	6	6
	2	6	6	6	6	6
	3	6	6	6	6	6
	4	6	6	6	6	6
	5	6	6	6	6	6
	6	6	6	6	6	6
	7	6	6	4	3	6
B (Pengulangan 2)	1	6	6	6	6	6
	2	6	6	6	6	6
	3	6	6	6	6	6
	4	6	6	6	6	6
	5	6	6	6	6	6
	6	6	6	6	6	6
	7	6	6	5	5	6
C (Pengulangan 3)	1	6	6	6	5	5
	2	6	6	6	5	5
	3	6	6	6	5	5
	4	6	6	6	5	5
	5	6	6	6	5	5
	6	6	6	6	5	5
	7	6	6	5	4	5

Lampiran 31

Hasil Uji Normalitas Panjang Akar Tanaman kayu apu

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Panjang akar	.196	15	.126	.917	15	.171

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 32

Hasil Uji Homogeitas Panjang akar Tanaman kayu apu

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Panjang_akar

F	df1	df2	Sig.
1.132	4	10	.395

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Perlakuan

Lampiran 33

Hasil Uji Normalitas Jumlah Daun Tanaman kayu apu

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Jumlah_Daun	.167	15	.200*	.889	15	.064

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Lampiran 34

Hasil Uji Homogeitas Jumlah Daun Tanaman kayu apu

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable:Jumlah_Daun

F	df1	df2	Sig.
.777	4	10	.565

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Perlakuan

Lampiran 35

**Hasil Uji ANOVA dan Uji BNT pada Panjang Akar
Tanaman kayu apu**

Uji ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Panjang_Akar

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	534.123 ^a	4	133.531	9.551	.002
Intercept	1234.881	1	1234.881	88.328	.000
Perlakuan	534.123	4	133.531	9.551	.002
Error	139.807	10	13.981		
Total	1908.810	15			
Corrected Total	673.929	14			

a. R Squared = ,793 (Adjusted R Squared = ,710)

Uji BNT

Multiple Comparisons

Panjang_Akar
LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
5%	10%	4.7000	3.05294	.155	-2.1024	11.5024
	15%	10.3667*	3.05294	.007	3.5643	17.1690
	20%	15.0333*	3.05294	.001	8.2310	21.8357
	kontrol	-.3000	3.05294	.924	-7.1024	6.5024
10%	5%	-4.7000	3.05294	.155	-11.5024	2.1024
	15%	5.6667	3.05294	.093	-1.1357	12.4690
	20%	10.3333*	3.05294	.007	3.5310	17.1357
	kontrol	-5.0000	3.05294	.133	-11.8024	1.8024
15%	5%	-10.3667*	3.05294	.007	-17.1690	-3.5643
	10%	-5.6667	3.05294	.093	-12.4690	1.1357
	20%	4.6667	3.05294	.157	-2.1357	11.4690
	kontrol	-10.6667*	3.05294	.006	-17.4690	-3.8643
20%	5%	-15.0333*	3.05294	.001	-21.8357	-8.2310
	10%	-10.3333*	3.05294	.007	-17.1357	-3.5310
	15%	-4.6667	3.05294	.157	-11.4690	2.1357
	kontrol	-15.3333*	3.05294	.001	-22.1357	-8.5310
kontrol	5%	.3000	3.05294	.924	-6.5024	7.1024
	10%	5.0000	3.05294	.133	-1.8024	11.8024
	15%	10.6667*	3.05294	.006	3.8643	17.4690
	20%	15.3333*	3.05294	.001	8.5310	22.1357

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) =
13,981.

*. The mean difference is significant at the
,05 level.

Lampiran 36

**Hasil Uji ANOVA dan Uji BNT pada Jumlah Daun
Tanaman kayu apu**

Uji ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:Jumlah_Daun

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	10.667 ^a	4	2.667	10.000	.002
Intercept	426.667	1	426.667	1.600E3	.000
Perlakuan	10.667	4	2.667	10.000	.002
Error	2.667	10	.267		
Total	440.000	15			
Corrected Total	13.333	14			

a. R Squared = ,800 (Adjusted R Squared = ,720)

Uji BTN

Multiple Comparisons

Jumlah_Daun
LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
5%	10%	.0000	.42164	1.000	-.9395	.9395
	15%	1.3333*	.42164	.010	.3939	2.2728
	20%	2.0000*	.42164	.001	1.0605	2.9395
	kontrol	.0000	.42164	1.000	-.9395	.9395
10%	5%	.0000	.42164	1.000	-.9395	.9395
	15%	1.3333*	.42164	.010	.3939	2.2728
	20%	2.0000*	.42164	.001	1.0605	2.9395
	kontrol	.0000	.42164	1.000	-.9395	.9395
15%	5%	-1.3333*	.42164	.010	-2.2728	-.3939
	10%	-1.3333*	.42164	.010	-2.2728	-.3939
	20%	.6667	.42164	.145	-.2728	1.6061
	kontrol	-1.3333*	.42164	.010	-2.2728	-.3939
20%	5%	-2.0000*	.42164	.001	-2.9395	-1.0605
	10%	-2.0000*	.42164	.001	-2.9395	-1.0605
	15%	-.6667	.42164	.145	-1.6061	.2728
	kontrol	-2.0000*	.42164	.001	-2.9395	-1.0605
kontrol	5%	.0000	.42164	1.000	-.9395	.9395
	10%	.0000	.42164	1.000	-.9395	.9395
	15%	1.3333*	.42164	.010	.3939	2.2728
	20%	2.0000*	.42164	.001	1.0605	2.9395

Based on observed means.






The error term is Mean Square(Error) = ,267.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Lampiran 37

Dokumentasi





Alat-alat




	
Gelas Beaker	Mikroskop
	
Gelas Ukur	
	
Pipet tetes, silet, cawan petri	Optilab

Bahan-bahan





	
<p>Limbah cair tapioka</p>	<p>Tanaman kayu apu</p>

Pengamatan Morfologi Tanaman Kayu apu
Perlakuan 5%

 A photograph of a young water hyacinth plant specimen held in a hand. The plant has three large, rounded, green leaves and a small, emerging flower bud. A small white label with the handwritten text "A1(2)" is attached to the top leaf. The background is a light-colored tiled floor.	 A photograph of a young water hyacinth plant specimen lying on a white surface. The plant has three large, rounded, green leaves and a small, emerging flower bud. A small white label with the handwritten text "A1(2)" is attached to the left leaf. The roots are visible at the base.
Hari ke-1	Hari ke-2
 A photograph of a young water hyacinth plant specimen held in a hand. The plant has three large, rounded, green leaves and a small, emerging flower bud. The leaves show some yellowish-brown spots, indicating the start of a disease. A small white label with the handwritten text "A1(2)" is attached to the top leaf. The background is a light-colored tiled floor.	 A photograph of a young water hyacinth plant specimen held in a hand. The plant has three large, rounded, green leaves and a small, emerging flower bud. The leaves show significant yellowish-brown spots, indicating the progression of a disease. A small white label with the handwritten text "A1(2)" is attached to the top leaf. The background is a light-colored tiled floor.
Hari ke-3	Hari ke-4

	
<p>Hari ke-5</p>	<p>Hari ke-6</p>
	
<p>Hari ke-7</p>	

Perlakuan 10%

 A photograph of a plant specimen labeled 'A2 (a)' held by a person's hand. The plant has large, green, rounded leaves and a small, light-colored flower bud at the center. The root system is visible at the base.	 A photograph of the plant specimen 'A2 (a)' showing its root system and stem. The leaves are green and spread out. The plant is placed on a white surface.
<p>Hari ke-1</p>	<p>Hari ke-2</p>
 A photograph of the plant specimen 'A2 (a)' showing its root system and stem. The leaves are green and spread out. The plant is placed on a white surface.	 A photograph of the plant specimen 'A2 (a)' showing its root system and stem. The leaves are green and spread out. The plant is placed on a white surface.
<p>Hari ke-3</p>	<p>Hari ke-4</p>



Hari ke-5










Hari ke-6







Hari ke-7

Perlakuan 15%

 A photograph of a plant specimen held by a hand. The plant has three large, bright green, oval-shaped leaves. A small white label with the handwritten text 'A0 (1)' is attached to one of the leaves. The root system is dark and fibrous, extending downwards.	 A photograph of a plant specimen lying on a white surface. It has three large green leaves and a dense, dark root system. A small white label with the handwritten text 'A0 (2)' is attached to one of the leaves.
<p>Hari ke-1</p>	<p>Hari ke-2</p>
 A photograph of a plant specimen held by a hand. A yellow measuring tape is visible on the left side of the frame for scale. The plant has three large green leaves and a dark root system. A small white label with the handwritten text 'A0 (3)' is attached to one of the leaves.	 A photograph of a plant specimen held by a hand. The plant has three large green leaves and a dark root system. A small white label with the handwritten text 'A0 (4)' is attached to one of the leaves.
<p>Hari ke-3</p>	<p>Hari ke-4</p>

	
<p>Hari ke-5</p>	<p>Hari ke-6</p>
	
<p>Hari ke-7</p>	

Perlakuan 20%

 A photograph of a plant specimen on Day 1. It has a dark, fibrous root system and a cluster of three large, green, heart-shaped leaves. The plant is placed on a white surface.	 A photograph of a plant specimen on Day 2. The leaves are more spread out. A small white label with the handwritten text "A1(2)" is attached to the top leaf. The root system is visible.
<p>Hari ke-1</p>	<p>Hari ke-2</p>
 A photograph of a plant specimen on Day 3. A hand is holding one of the green leaves, showing its underside. The plant's root system and other leaves are visible.	 A photograph of a plant specimen on Day 4. A hand is holding a leaf that shows significant brown necrotic damage. The rest of the plant, including the roots and other leaves, is visible.
<p>Hari ke-3</p>	<p>Hari ke-4</p>







Hari ke-5

Hari ke-6



Hari ke-7

Kontrol

	
<p>Hari ke-1</p>	<p>Hari ke-2</p>
	
<p>Hari ke-3</p>	<p>Hari ke-4</p>



Hari ke-5

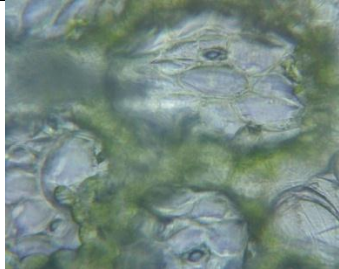


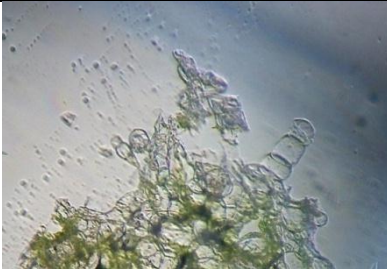
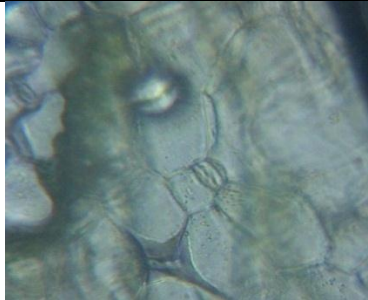



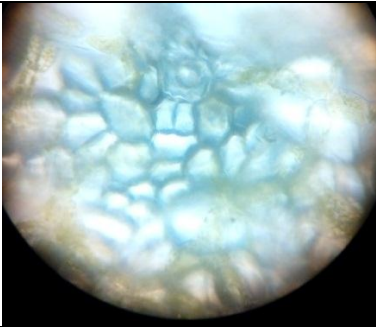
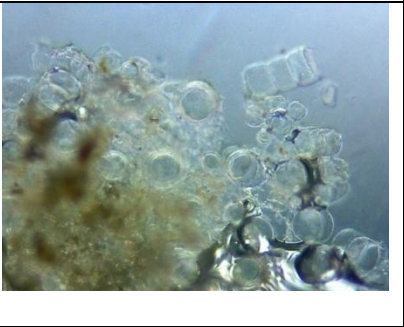

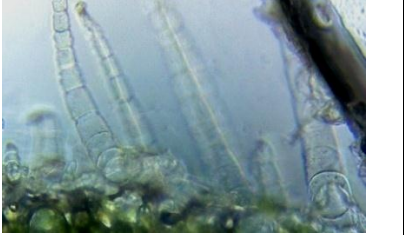
Hari ke-6



Hari ke-7

Anatomi Tanaman Kayu Apu

	
<p>Gambar stomata Perbesaran : 10X10 Perlakuan 5%</p>	<p>Gambar trikoma Perbesaran : 10X10 Perlakuan 5%</p>
	
<p>Gambar stomata Perbesaran : 10X10 Perlakuan 10%</p>	<p>Gambar trikoma Perbesaran : 10X10 Perlakuan 10%</p>
	

<p>Gambar stomata Perbesaran : 10X10 Perlakuan 15%</p>	<p>Gambar trikoma Perbesaran : 10X10 Perlakuan 15%</p>
	
<p>Gambar stomata Perbesaran : 10X10 Perlakuan 20%</p>	<p>Gambar trikoma Perbesaran : 10X10 Perlakuan 20%</p>
	
<p>Gambar stomata Perbesaran : 10X10 Perlakuan kontrol</p>	<p>Gambar trikoma Perbesaran : 10X10 Perlakuan kontrol</p>

Tempat pengolahan tepung tapioka





Penelitian di sekolah



Kegiatan pendahuluan



Kegiatan praktikum



Foto bersama