

**Pengembangan *Worksheet* Bioteknologi Pengolahan  
Limbah Cair Menggunakan Fitoremediasi dengan  
*Wetland System* untuk Siswa SMA/MA Kelas XII**

**SKRIPSI**

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat sarjana S-1**

**Program studi Pendidikan Biologi**



**diajukan oleh  
Iin Inayatun Nadhifah  
12680018**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UIN SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
2017**



**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor : B-1764/Un.02/D.ST/PP.05.3/05/2017

Skrripsi/Tugas Akhir dengan judul : Pengembangan *Worksheet* Bioteknologi Pengolahan Limbah Cair Menggunakan Fitoremediasi dengan *Wetland System* untuk Siswa SMA/MA Kelas XII

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :  
Nama : Iin Inayatun Nadhifah  
NIM : 12680018  
Telah dimunaqasyahkan pada : 23 Mei 2017  
Nilai Munaqasyah : A  
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

**TIM MUNAQASYAH :**

Ketua Sidang

*Stiyast*

Eka Sulistiyowati, S.Si., MA., M.IWM  
NIP.19810705 200801 2 032

Penguji I

*Muhammad Wisnu*

Muhammad Wisnu, M.Biotech

Penguji II

*Annisa Firanti*

Annisa Firanti, S.Pd. Si., M.Pd.  
NIP. 19871031 201503 2 006

Yogyakarta, 30 Mei 2017  
UIN Sunan Kalijaga  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Bekas



*Dr. Murtono*  
Dr. Murtono, M.Si  
NIP.19691212 200003 1 001



## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Iin Inayatun Nadhifah

NIM : 12680018

Judul Skripsi : Pengembangan *Worksheet* Bioteknologi Pengolahan Limbah Cair Menggunakan Fitoremediasi dengan *Wetland System* untuk Siswa SMA/MA Kelas XII

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Pendidikan Biologi

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 10 Mei 2017

Pembimbing

*Stiyawati*

Eka Sulistyowati, M.A., M.IWM

NIP. 19810705 200801 2 032



## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Iin Inayatun Nadhifah

NIM : 12680018

Judul Skripsi : Pengembangan *Worksheet* Bioteknologi Pengolahan Limbah Cair Menggunakan Fitoremediasi dengan *Wetland System* untuk Siswa SMA/MA Kelas XII

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Pendidikan Biologi

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 10 Mei 2017

Pembimbing

Muhammad Wisnu, M. Biotech

NIP. 19810923 000000 1 301

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Iin Inayatun Nadhifah

NIM : 12680018

Program Studi : Pendidikan Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: **PENGEMBANGAN WORKSHEET BIOTEKNOLOGI PENGOLAHAN LIMBAH CAIR MENGGUNAKAN FITOREMEDIASI DENGAN WETLAND SYSTEM UNTUK SISWA SMA/MA KELAS XII** adalah benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan ilmiah yang lazim.

Yogyakarta, 10 Mei 2017

g menyatakan,



**Iin Inayatun Nadhifah**

**NIM: 12680018**

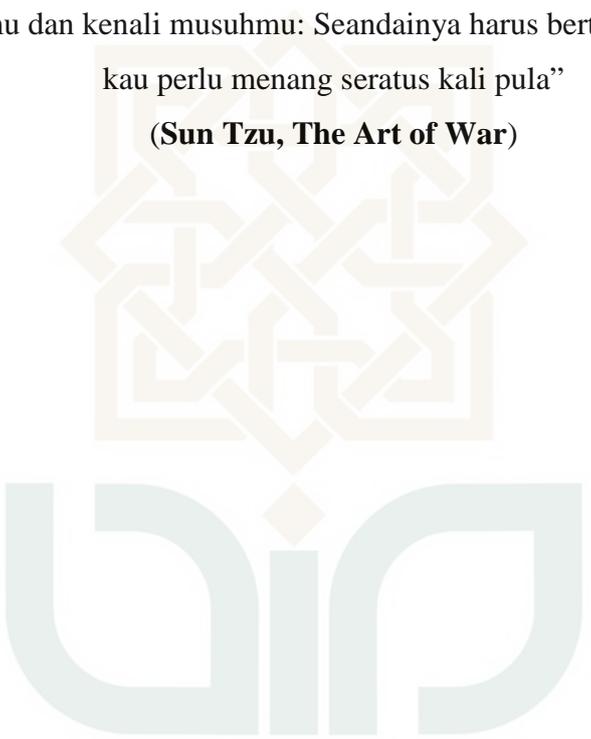
## MOTTO

“Janganlah cita-citamu tertuju kepada selain Allah, karena harapan seseorang tidak akan dapat melampaui Al-Karim (Yang Maha Pemurah)”

**(Kitab Al-Hikam: 36)**

“Kenali dirimu dan kenali musuhmu: Seandainya harus bertempur seratus kali, kau perlu menang seratus kali pula”

**(Sun Tzu, The Art of War)**



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## **PERSEMBAHAN**

Karya ini saya persembahkan untuk almamater tercinta:

Program Studi Pendidikan Biologi

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Pengembangan *Worksheet* Bioteknologi Pengolahan Limbah Cair Menggunakan Fitoremediasi dengan *Wetland System* untuk Siswa SMA/MA Kelas XII”. Shalawat dan salam tetap terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang kita nantikan syafa’atnya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Dr. Murtono, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Widodo, M.Pd selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Eka Sulistyowati, M.A., M.IWM selaku Dosen Pembimbing Akademik.
4. Eka Sulistyowati, M.A., M.IWM dan Muhamad Wisnu, M. Biotech selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
5. Annisa Firanti, M.Pd dan Ardyan Pramudya K, M.Si selaku ahli media dan ahli materi.
6. Keluarga besar penulis: Bapak Rojikin dan Ibu Tati Sumiati sebagai orang tua penulis, Muhammad Fahmi Sahal Itsnaini dan Muhammad Nashrul Falakhi sebagai adik-adik penulis, lik Risdianto dan lik Dedi

Prayitno, serta anggota keluarga yang lain yang selalu mencurahkan kasih sayang, do'a, dukungan dan motivasi kepada penulis.

7. Putri Fajarwati sebagai *partner* penulis yang selalu bersama-sama berjuang dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini.
8. Teman-teman yang membantu pengambilan data: Khoirina Falasifah, Andika Cindy, Yusni Lestari, Ulilhuda, Halim Ilyasin, Hananingtyas, dan Arina Amnana.
9. Vita Indri F, Royanah, Ratri, Putri, Ifa, Iza, Yusni, Ika, Tina, Hana, Ulil, Yuni, Halim, Iqbal, Nurul, Alif, Aji yang menjadi keluarga baru penulis di Yogyakarta.
10. Teman-teman seperjuangan Pendidikan Biologi 2012 yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.
11. Teman-teman Asrama Putri Minhajul Muslim: Dina, Ana, Asma, Farah, Mba Memey, Mba Miftah, Tutus, Pipit, Laila, Umi, Iza, Fida, Elok, Ratih, Ida, dan Nisa yang selalu memberikan dukungan dan motivasi bagi penulis.
12. Keluarga Besar JPPI Minhajul Muslim Yogyakarta.
13. Ibu Sulastri, S.Pd dan Ibu Sukma R, S.Pd selaku guru SMA N 1 Kasihan dan SMA N 1 Depok beserta siswa-siswinya.

Semoga segala kebaikan tersebut menjadi amal sholeh. Amin

Yogyakarta, Mei 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah .....	5
C. Batasan Masalah .....	5
D. Rumusan Masalah .....	6
E. Tujuan Penelitian.....	6
F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	6
G. Manfaat Penelitian.....	7
H. Asumsi dan Keterbatasan Produk.....	8

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

A. Bioteknologi Lingkungan.....	9
B. Fitoremediasi .....	10
C. Limbah cair.....	14
D. Media Pembelajaran <i>Worksheet</i> (Lembar Kerja) .....	23
E. Kerangka Berfikir .....	26

## **BAB III METODE PENELITIAN**

A. Penelitian Fitoremediasi Limbah Cair dengan <i>Wetland System</i> .....	27
B. Penelitian Pengembangan Pengangkatan Hasil Penelitian Fitoremediasi sebagai Sumber Belajar .....	31
C. Produk dan Uji Coba Produk.....	35

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Penelitian Fitoremediasi dengan <i>Wetland System</i> .....	40
B. Penelitian Pengembangan <i>Worksheet</i> Bioteknologi Pengolahan Limbah Cair Menggunakan Fitoremediasi dengan <i>Wetland system</i> .....	53
C. Hasil Penilaian Kualitas <i>Worksheet</i> Bioteknologi Pengolahan Limbah Cair Menggunakan Fitoremediasi dengan <i>Wetland system</i> .....	61

## **BAB V KESIMPULAN**

A. Kesimpulan .....	69
B. Saran .....	70

## **DAFTAR PUSTAKA ..... 71**

## **LAMPIRAN..... 80**

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Skoring berdasarkan skala <i>Likert</i> .....	35
Tabel 2. Kriteria kategori penilaian ideal.....	36
Tabel 3. Skala Persentase Penilaian Kualitas Produk untuk Para Ahli, <i>Peer Reviewer</i> , Guru Biologi, dan Siswa SMA .....	37
Tabel 4. Karakteristik limbah awal sebelum dilakukan <i>treatment</i> .....	39
Tabel 5. Masukan dan tindak lanjut masukan dari ahli dan <i>peer reviewer</i> .....	57
Tabel 6. Masukan dan tindak lanjut masukan dari guru biologi dan siswa SMA... .....	59
Tabel 7. Hasil penilaian kualitas <i>worksheet</i> .....	59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kadar DO <i>treatment</i> fitormediasi limbah cair domestik hari ke-12....	42
Gambar 2. Kadar BOD <i>treatment</i> fitormediasi limbah cair domestik hari ke-12..	45
Gambar 3. Kadar TDS <i>treatment</i> fitormediasi limbah cair domestik hari ke-12..	48
Gambar 4. Kadar suhu <i>treatment</i> fitormediasi limbah cair domestik hari ke-12..	50
Gambar 5. Desain cover <i>worksheet</i> .....	55
Gambar 6. Desain materi <i>worksheet</i> .....	55
Gambar 7. Desain kegiatan dalam <i>worksheet</i> .....	56
Gambar 8. Kelengkapan <i>worksheet</i> .....	57

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Angket penilaian ahli media, ahli materi, <i>peer reviewer</i> , guru biologi, dan siswa terhadap <i>worksheet</i> beserta rubriknya.....	78
Lampiran 2. Data hasil penilaian kualitas <i>worksheet</i> oleh ahli media, ahli materi, <i>peer reviewer</i> , guru biologi, dan siswa .....	
Lampiran 3. Dokumentasi foto penelitian.....	110
Lampiran 4. Curriculum vitae penulis .....	111



**PENGEMBANGAN *WORKSHEET* BIOTEKNOLOGI PENGOLAHAN  
LIMBAH CAIR MENGGUNAKAN FITOREMEDIASI DENGAN  
*WETLAND SYSTEM* UNTUK SISWA SMA/MA KELAS XII**

Iin Inayatun Nadhifah

12680018

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas tanaman eceng gondok, genjer, dan semanggi sebagai fitoremediator dengan *wetland system* dalam pengolahan air limbah domestik, mengembangkan media pembelajaran *worksheet* bioteknologi pengolahan limbah cair untuk siswa SMA/MA kelas XII serta untuk mengetahui kualitas media pembelajaran tersebut agar layak digunakan dalam pembelajaran biologi. Penelitian ini menggunakan metode penelitian fitoremediasi dengan *wetland system* dan penelitian pengembangan R&D dengan model pengembangan ADDIE hanya pada *Analyse, Design, Develop*. Tahap pelaksanaan penelitian fitoremediasi diawali dengan pengukuran parameter air limbah yaitu pH, suhu, DO, BOD, dan TDS. Setelah itu dilakukan aklimatisasi tanaman pada reaktor yang berisi air dan *wetland* selama 1 minggu. Terdapat empat perlakuan (P1, P2, P3, dan P4) yang digunakan, yaitu P1: air limbah + *wetland* (sebagai kontrol), P2: air limbah + *wetland* + 1 eceng gondok, P3: air limbah + *wetland* + 1 genjer, P4: air limbah + *wetland* + 1 semanggi. Terdapat 2 kali pengulangan selama masa retensi 12 hari, 2 variasi pengenceran yaitu 10x dan 100x. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman genjer mampu meningkatkan kadar DO sebesar 50% dan menurunkan kadar BOD sebesar 78%, serta tanaman semanggi mampu menurunkan kadar TDS sebesar 41,4%. Hasil penelitian tersebut dikembangkan dalam bentuk *worksheet* bioteknologi pengolahan limbah cair untuk siswa SMA/MA kelas XII. Data kualitatif hasil validasi *worksheet* berasal dari 1 ahli materi, 1 ahli media, 5 *peer reviewer* dan uji coba berasal dari 2 guru biologi dan 15 siswa kelas XII dari 2 SMA. Hasil penilaian *worksheet* menunjukkan kualitas “baik” menurut ahli media dengan presentase 79,167% dan “sangat baik” menurut ahli materi, *peer reviewer*, guru biologi dan siswa SMA dengan presentase ahli materi 90,556%; *peer reviewer* 86,567%; guru biologi 84,167%; dan siswa SMA 84,165%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *worksheet* layak untuk digunakan dalam pembelajaran.

**Kata Kunci:** Bioteknologi, fitoremediasi, *worksheet*, *wetland system*

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Pembelajaran Biologi SMA pada Kurikulum 2013 dilakukan dengan pendekatan *scientific* yang menuntut pembelajaran dengan metode discovery. Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu guru Biologi SMA N 1 Depok pada tanggal 15 Februari 2016 didapatkan beberapa informasi tentang pembelajaran biologi di SMA tersebut. Pembelajaran biologi yang biasa beliau terapkan adalah dengan metode discovery dan inkuiri. Sedangkan untuk pembelajaran dengan praktikum, menurut beliau peralatan praktikum yang tersedia belum lengkap sehingga ada beberapa materi yang membutuhkan praktikum namun tidak dilakukan praktikum. Materi tersebut diantaranya materi Bioteknologi untuk kelas XII dan materi tentang lingkungan pada kelas X. Menurut beliau materi bioteknologi susah dilakukan praktikum sehingga hanya menggunakan media seperti video maupun film yang ditampilkan menggunakan LCD.

Seperti halnya SMA N 1 Depok, pada wawancara dengan guru Biologi SMA N 1 Kasihan Bantul pada tanggal 9 Februari 2016 didapatkan informasi bahwa untuk pembelajaran materi bioteknologi seringkali hanya membaca buku. Padahal sebagian besar materi bioteknologi membutuhkan praktikum. Buku yang digunakan sebagai bahan ajar hanya buku paket Biologi dari pemerintah. Sedangkan untuk sumber lain siswa bisa mencari sendiri baik melalui internet maupun media lain yang mendukung.

Baik pada Kurikulum 2006 maupun Kurikulum 2013, terdapat Kompetensi Dasar (KD) pada materi Bioteknologi tentang kegiatan praktikum. Pada Kurikulum 2006 isi kompetensi dasarnya adalah menekankan pada peran serta implikasi bioteknologi dalam kehidupan (BSNP, 2006). Sedangkan pada Kurikulum 2013 menekankan pada kemampuan siswa untuk melakukan percobaan tentang prinsip-prinsip Bioteknologi (Kemendikbud, 2013).

Materi Bioteknologi yang dapat dilakukan praktikum salah satunya yaitu materi Bioteknologi Lingkungan. Apalagi dari hasil observasi peneliti, dua sekolah tersebut merupakan sekolah yang berbasis lingkungan. Hal ini terbukti dengan keikutsertaan sekolah tersebut dalam perlombaan yang berkaitan dengan lingkungan yaitu Lomba Sekolah Sehat (LSS) yang pernah diikuti dan dijuarai oleh SMA N 1 Kasihan Bantul dan Lomba *Green School* yang pernah diikuti oleh SMA N 1 Depok. **Selain itu kedua sekolah ini juga** Namun sayangnya, siswa dari dua sekolah tersebut belum pernah melakukan langsung kegiatan praktikum yang berhubungan dengan lingkungan. Salah satu praktikum Bioteknologi Lingkungan yang bisa dilakukan siswa adalah teknik Fitoremediasi. Fitoremediasi adalah penggunaan vegetasi tumbuhan dan asosiasi antara mikroorganisme, enzim, dan air bekas pakai untuk mengekstrak maupun mendegradasi kontaminan dari tanah dan air tanah (Green, *et al.*, 2004).

Berdasarkan penelitian Rahmah (2014), teknik Fitoremediasi menggunakan tanaman enceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.)

*Solms*) efektif mengatasi permasalahan limbah pencemar air yang dihasilkan dari pabrik pembuatan tepung singkong. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Handayani (2013) menyatakan bahwa teknik Fitoremediasi menggunakan tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) juga efektif mengatasi pencemaran air oleh logam tembaga (Cu). Tidak hanya di Indonesia, teknik fitoremediasi ini juga pernah dilakukan di Portugal. Teknik fitoremediasi yang dilakukan tersebut efektif mengatasi tanah yang tercemar logam timah, tembaga, timbal, uranium, dan kromium (Favas, *et al.*, 2014). Efektifitas teknik Fitoremediasi ini sangat bagus apabila diterapkan di sekolah karena dapat meningkatkan keterampilan siswa, kepeduliannya terhadap lingkungan, serta dapat memberikan wawasan kepada siswa untuk mengatasi permasalahan lingkungan (Widowati, 2014). Limbah cair yang bisa digunakan dari sekolah berdasarkan hasil observasi peneliti adalah limbah dari toilet dan tempat cuci tangan. Hal ini dikarenakan pada sekolah-sekolah yang telah disebutkan di atas mewajibkan penggunaan sabun cuci tangan yang tanpa disadari ternyata sabun tersebut merupakan salah satu bahan kimia pencemar air (Harmayani, *et al.*, 2007).

Sebenarnya siswa dapat mengetahui teknik fitoremediasi melalui membaca buku. Koleksi buku perpustakaan baik di SMA N 1 Kasihan maupun SMA N 1 Depok yang mendukung pembelajaran biologi tersedia berbagai macam judul. Namun terkait dengan tema fitoremediasi belum ada. Termasuk juga praktikum lingkungan terkait bioteknologi belum

pernah dilakukan. Dengan demikian diperlukan media pembelajaran yang mendukung praktikum bioteknologi lingkungan tersebut. Media pembelajaran yang bisa diaplikasikan untuk materi tersebut salah satunya berupa *worksheet*. *Worksheet* ini merupakan salah satu bahan ajar yang berupa lembar kerja siswa yang bisa mengembangkan kemampuan siswa dalam menganalisa dan menyelesaikan masalah secara mandiri (Dhoruri, *et al.*, 2009).

Berdasarkan penelitian Arif (2014), *worksheet* dapat meningkatkan minat belajar siswa serta dapat memudahkan siswa dalam memahami konsep. Hal ini dikarenakan penyajian materi dalam bentuk *worksheet* (lembar kerja) dilengkapi dengan kegiatan praktikum, sehingga lebih sistematis dan menarik dibandingkan dengan media pembelajaran lain seperti modul. Sama halnya dengan penelitian Afitasari (2015) mengenai *Worksheet*. Hasil penelitiannya menyatakan bahwa *worksheet* yang telah dikembangkan efektif menjadi panduan siswa dalam melaksanakan praktikum. Hal ini terkait dengan isi *worksheet* yang memperinci materi, alat bahan yang diperlukan untuk praktikum, teknik pengumpulan data, analisis hasil praktikum, serta dapat mengaitkan hasil praktikum yang telah dilakukan dengan konsep-konsep biologi. Selain itu penelitian Nurhidayah, *et al.*, (2014) menyatakan bahwa *student worksheet* (Lembar Kerja Siswa) yang berbasis lingkungan dapat meningkatkan hasil belajar, aktivitas, dan keterampilan proses siswa yang memanfaatkan lingkungan sekitar sebagai sumber belajar. Dengan demikian, pengembangan

*worksheet* sangat diperlukan agar siswa mampu menerapkan teknik Fitoremediasi tanpa harus dibimbing sepenuhnya oleh guru. Dengan adanya *worksheet* yang akan dikembangkan peneliti, diharapkan siswa dapat termotivasi menjaga lingkungan, meningkatkan keterampilan ilmiah, serta mudah memahami konsep bioteknologi lingkungan.

### **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat diidentifikasi beberapa masalah yaitu:

1. Kurangnya keterampilan siswa SMA N 1 Kasihan dan SMA N 1 Depok terhadap masalah pengelolaan lingkungan.
2. Materi bioteknologi sulit dilakukan dengan praktikum.
3. Belum ada media pembelajaran seperti *worksheet* yang bersifat lebih interaktif dan dapat meningkatkan minat belajar siswa.
4. Kegiatan praktikum untuk kelas XII sering tidak terlaksana karena terkendala waktu.

### **C. Batasan Masalah**

Penelitian ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian murni biologi tentang Fitoremediasi limbah cair.
2. Model pengembangan produk terbatas pada model ADD (*Analyze, Design, Develop*) dan hanya sampai tahap uji coba terbatas.

3. Produk *worksheet* yang dikembangkan dibatasi pada sub materi bioteknologi pengolahan limbah cair untuk siswa SMA/MA kelas XII semester 2.

#### **D. Rumusan Masalah**

1. Bagaimanakah efektifitas tanaman eceng gondok, genjer, dan semanggi sebagai fitoremediator dengan *wetland system* dalam pengolahan air limbah domestik?
2. Bagaimanakah pengembangan media pembelajaran *worksheet* bioteknologi pengolahan limbah cair untuk siswa SMA/MA kelas XII?
3. Bagaimanakah kualitas media pembelajaran *worksheet* bioteknologi pengolahan limbah cair untuk siswa SMA/MA kelas XII yang layak digunakan dalam pembelajaran biologi?

#### **E. Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui efektifitas tanaman eceng gondok, genjer, dan semanggi sebagai fitoremediator dengan *wetland system* dalam pengolahan air limbah domestik.
2. Mengembangkan media pembelajaran *worksheet* bioteknologi pengolahan limbah cair untuk siswa SMA/MA kelas XII.
3. Mengetahui kualitas media pembelajaran *worksheet* bioteknologi pengolahan limbah cair untuk siswa SMA/MA kelas XII yang layak digunakan dalam pembelajaran biologi.

#### **F. Spesifikasi Produk yang dikembangkan**

Produk *worksheet* yang diharapkan yaitu sebagai berikut:

1. *Worksheet* berupa media cetak dengan ukuran kertas A4 berbentuk buku.
2. *Worksheet* memuat materi bioteknologi lingkungan pengolahan limbah cair dengan teknik fitoremediasi *wetland system* yang telah disesuaikan dengan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar 2013 mata pelajaran biologi SMA/MA kelas XII semester 2.
3. *Worksheet* dilengkapi kegiatan praktikum pengolahan limbah cair menggunakan teknik fitoremediasi *wetland system* lengkap dengan alat bahan, cara kerja, dan format laporan hasil kegiatan.
4. Terdapat informasi singkat seputar permasalahan lingkungan dan latihan soal evaluasi.

#### **G. Manfaat Penelitian**

##### 1. Bagi Guru

Manfaat penelitian ini bagi guru antara lain dapat mempermudah penyampaian materi bioteknologi lingkungan dan bisa menjadi acuan bagi guru untuk mengajak siswa melakukan praktikum langsung.

##### 2. Bagi Siswa

Diharapkan dapat meningkatkan keterampilan siswa dan antusias mereka dalam pengelolaan lingkungan serta dapat memudahkan siswa dalam menerima pelajaran dari guru.

##### 3. Bagi Sekolah

Diharapkan dapat menjadi media pembelajaran yang dapat meningkatkan kualitas pembelajaran biologi dan mencapai tujuan pembelajaran yang telah direncanakan.

#### 4. Bagi Peneliti

Peneliti dapat memperoleh pengalaman dalam penelitian murni dan pengembangannya sebagai bahan ajar atau media pembelajaran.

### **H. Asumsi dan Keterbatasan Produk**

Asumsi dari penelitian pengembangan ini adalah *worksheet* yang dikembangkan menjadi media pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan dan kepedulian siswa terhadap lingkungan. Selain itu ahli materi, ahli media, dan *peer reviewer* memiliki pemahaman yang sama mengenai standar kualitas *worksheet* yang baik beserta materinya. Sedangkan untuk keterbatasan produk yang dikembangkan yaitu:

1. Materi yang dibahas pada *worksheet* ini hanya materi mengenai bioteknologi pengolahan limbah cair dengan teknik fitoremediasi *wetland system*.
2. Validasi produk dilakukan oleh 1 ahli materi, 1 ahli media, dan 5 *peer reviewer*. Sedangkan penilaian produk dan respon dilakukan oleh 2 guru biologi SMA dan 15 siswa SMA kelas XII.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Tanaman eceng gondok, genjer, dan semanggi efektif sebagai agen fitoremediator dengan *wetland system* dalam pengolahan air limbah domestik. Namun keefektifan ketiga tanaman tersebut berbeda-beda. Tanaman genjer mampu meningkatkan kadar DO sebesar 50% dan menurunkan kadar BOD sebesar 78%. Sedangkan tanaman semanggi lebih efektif dalam menurunkan kadar TDS yaitu sebesar 41,4%.
2. Media pembelajaran *worksheet* bioteknologi pengolahan limbah cair untuk siswa SMA/MA kelas XII berhasil dikembangkan melalui tahapan *analyse* (analisis), *design* (desain), dan *develop* (pengembangan).
3. Kualitas media pembelajaran *worksheet* bioteknologi pengolahan limbah cair untuk siswa SMA/MA kelas XII berdasarkan penilaian dari ahli media, ahli materi, *peer reviewer*, guru biologi, dan siswa SMA memiliki kualitas “sangat baik” dengan presentase rata-rata 84,924%. Dengan demikian, *worksheet* layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran biologi.

## B. Saran

Saran berdasarkan hasil kesimpulan di atas adalah sebagai berikut:

1. *Worksheet* perlu diuji coba langsung untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan *worksheet* serta pengaruhnya terhadap pembelajaran biologi khususnya materi bioteknologi pengolahan limbah.
2. Perlu dilakukan penelitian fitoremediasi dengan *wetland system* lebih lanjut dan penerapannya secara nyata untuk mengurangi tingkat pencemaran air.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afitasari, Yuliani. 2015. *Pengembangan worksheet Berbasis Inkuiri dalam Pembuatan Nata De Leri Melalui Bioteknologi Fermentasi pada Sub Materi Pokok Peranan Bakteri untuk Siswa Kelas X SMA/MA*. Skripsi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Fakultas Sains dan Teknologi 2015
- Agustira, Riyanda., K. S. Lubis dan Jamilah. 2013. Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air dan Debit Sungai pada Kawasan DAS Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka. *Jurnal Online Agroteknologi Volume 1 Nomor 3*. ISSN No. 2337- 6597
- Akbar, Sa'dun. 2013. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Alaert, Sri Sumestri Santika. 1994. *Metoda Penelitian Air*. Surabaya: Penerbit Usaha Nasional
- Anitah, Sri. 2008. *Media Pembelajaran*. Solo: Lembaga Pengembangan Pendidikan (LPP) UNS dan UPT Penerbitan dan Percetakan UNS (UNS Press)
- Annake, Septiana. 2013. *Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Web Materi Sistem Ekskresi Kelas XI IPA SMAN 4 Malang*. Skripsi Universitas Negeri Malang 2013
- Anonim. 2012. *Water Quality Parameters ad Definitions*. [ww2.sabah.gov/Benta/AppEwater](http://ww2.sabah.gov/Benta/AppEwater). Diakses pada tanggal 10 April 2017 pukul 11.37 WIB
- APHA. 1999. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. America: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation
- Aprilliyah., dan Wahjudi Eko. 2015. Pengembangan Media Pembelajaran Modul Interaktif pada Materi Jurnal Khusus Kelas X Akuntansi di SMK Negeri Mojoagung. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Universitas Negeri Suranaya*
- Arif, Muhammad. 2014. *Pengembangan Worksheet Vermicomposting Sebagai Media Pembelajaran Siswa SMA/MA Kelas X Semester II Sub Materi Limbah dan Daur Ulang Limbah*. Skripsi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Fakultas Sains dan Teknologi 2014
- Arikunto, Suharsimi. 2007. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara

- Arrizal, Syafruddin., Fida Rachmadiarti., dan Yuliani. 2013. Identifikasi Rhizobakteri pada Semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) yang Terpapar Logam Berat Timbal (Pb). *Jurnal LenteraBio Vol.2 No.1 januari 2013:165-169*. ISSN: 2252-3979
- Arsyad, Azhar. 2011. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers
- Azis, Hidayat. 2013. Analisis Kualitas Perairan untuk Pemanfaatna Pantai Boe Sebagai Tempat Wisata Pemandian Pada Musim Barat di Desa Mappakalombo Kecamatan Galesong kabupaten Takalar. *Skripsi Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin Makassar*
- Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP). 2006. *Standar Isi untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: BSNP
- Barnum, Susan R. 2005. *Biotechnology*. America: Thomson Learning Academic Resource Center
- Bilfaqih, Yusuf., M. Nur Qomarudin. 2015. *Esensi Penyusunan Materi Pembelajaran Daring*. Yogyakarta: Deepublish
- Boyd, CE. 1982. *Water Quality in Warm Water Fih Fond*. Auburn University Agricultur Experimenta
- Dewi, Ratih Kesuma., Winny Retna Melani., dan Andi Zulfikar. 2013. *Efektivitas dan Efisiensi Fitoremediasi Orthofosfat pada Deterjen menggunakan Kiambang (Pistia stratiotes)*. <http://jurnal.umrah.ac.id/wp-content/uploads/2013/08/Ratih-Kesuma-Dewi.-080210431049.pdf> . Diakses pada tanggal 26 September 2016 pukul 11.36 WIB
- Dhir, Bhupinder. 2013. *Phytoremediation: Role of Aquatic Plants in Environmental Clean-Up*. India: Springer New Delhi
- Dhoruri, Atmini., R. Rosnawati., Ariyadi Wijaya. 2009. *Pengembangan Student Worksheet Berbasis Matematika Realistik untuk Pembelajaran Matematika secara Bilingual di Sekolah Menengah Pertama*. Yogyakarta: FMIPA UNY
- DuPoldt, Carl. 2000. *A Handbook of Constructed Wetland*. Washington DC: The U.S. Government Printing Office
- Doraja, P. H., Maya Shovitri., dan N. D. Kuswytasari. 2012. Biodegradasi Limbah Domestik dengan Menggunakan Inokulum Alami dari Tangki Septik. *Jurnal Sains dan Seni ITS Vol. 1, No. 1, (Sept. 2012)*. ISSN: 2301-928X

- Etim, E. E. 2012. Phytoremediation and Its Mechanisms: A Review. *International Journal of Environment and Bioenergy*, 2012, 2(3): 120-136. ISSN: 2165-8951
- Favas, Paulo J.C., Joao Pratas., Mayank Varun., Rohan D'Souza., and Manoj S. Paul. 2014. *Phytoremediation of Soils Contaminated with Metals and Metalloids at Mining Areas: Potential of Native Flora*. <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0> . Diakses pada tanggal 16 April 2016 pukul 14.00 WIB
- Fardiaz, Srikandi. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius
- Felani, Muhammad., dan Amir Hamzah. 2007. Fitoremediasi Limbah Cair Industri Tapioka dengan Tanaman Enceng Gondok. *Jurnal Buana Sains Vol 7 No 1: 11-20, 2007*
- Fulandari, Selfi Dwi., dan Abd. Qohar. 2015. Pengembangan *Sudent's Worksheet* dengan Pendekatan Kontekstual Pada Materi Peluang untuk Siswa SMP Kelas IX Bilingual. *Jurnal Jurusan Matematika FMIPA UM*
- Green, Cynthia., and Ana Hoffnalge. 2004. *Phytoremediation Field Studies Database for Chlorinated Solvents, Pesticides, Explosives, and Metals*. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency
- HACH Company. 2007. *MPN Dilutions Guidelines, Serial Dilutions Method*. USA: Hach Company/ Hach Lange GmbH, 2007-2015
- Handayani, Ika Furi., Elly Setyowati., Agus Muji Santoso. 2013. Efisiensi Fitoremediasi pada Air Terkontaminasi Cu Menggunakan *Salvinia molesta* Mitchel. *Jurnal Biologi Universitas Nusantara PGRI Kediri*
- Harmayani, Kadek Diana., dan I G. M. Konsukartha. 2007. Pencemaran Air Tanah Akibat Pembuangan Limbah Domestik di Lingkungan Kumuh. *Jurnal Permukiman Natah Vol. 5 No. 2 Agustus 2007: 62-108*
- Haryani, Wina. 2010. Pengembangan *Experimental Worksheet* Pada Materi Peranan Manusia dalam Keseimbangan Ekosistem Kelas X di SMA RSBI. *Skripsi Jurusan Biologi Fakultas MIPA UNNES*
- Hermawati, Ervina., Wiryanto., dan Solichatun. Fitoremedasi Limbah Deterjen Menggunakan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) dan Genjer (*Limnocharis flava*). *Jurnal BioSMART Volume 7, Nomor 2*. ISSN: 1411-321X
- Ikawati, Sari., Andi Zulfikar., dan Diana Azizah. 2009. Efektifitas dan Efisiensi Fitoremediasi pada Deterjen dengan Menggunakan Tanaman Genjer

*(Limnocharis flava)*. *Journal Programme Study Management of Aquatic Resources, Maritime Raja Ali Haji of University*

- Ilyas, Nur Ilman., Winardi Dwi Nugraha., dan Sri Sumiyati. 2013. Penurunan Kadar TDS pada Limbah Tahu dengan Teknologi Biofilm Menggunakan Media Biofilter Kerikil Hasil Letusan Gunung Merapi dalam Bentuk Random. *Jurnal Program Studi Teknik Lingkungan UNDIP*
- Irianto, A. 2003. *Probiotik Akuakultur*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Isnaini, Agus. 2011. Penilaian Kualitas Air dan Kajian Potensi Situ Salam Sebagai Wisata Air di Universitas Indonesia, Depok. *Tesis Program Studi Biologi Program Pascasarjana UI Depok*
- Juhanaini. 2012. *Research and Development, Metode Penelitian dan Pengembangan*.  
[http://file.upi.edu/Direktori/FIP/JUR. PEND. LUAR BIASA/196005051986032-JUHANAINI/Presentase Research and Development.pdf](http://file.upi.edu/Direktori/FIP/JUR. PEND. LUAR BIASA/196005051986032-JUHANAINI/Presentase%20Research%20and%20Development.pdf). Diakses pada tanggal 8 Agustus 2016 pukul 10.51 WIB
- Kamarudzaman, Ain Nihla., Mohd. Abd Hafiz Zakaria., Roslaili Abdul Aziz., and Mohd Faizal Ab Jalil. 2011. Study the Accumulation of Nutrients and Heavy Metals in the Plant Tissues of *Limnocharis flava* Planted in Both Vertical and Horizontal Subsurface Flow Constructed Wetland. *International Conference on Environment and Industrial Innovation IPCBEE vo.12 (2011), IACSIT Press, Singapore*
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2013. *Kompetensi Dasar, Sekolah Menengah Atas (SMA)/ Madrasah Aliyah (MA)*. Badan Penelitian dan Pengembangan
- Khanijo, Ishadeep. 2006. *Nutrient Removal from Wastewater by Wetland System*.  
<http://home.eng.iastate.edu/~tge/ce421-521/ishadeep.pdf> . Diakses pada tanggal 2 Juni 2016 pukul 10.54 WIB
- Laqueno, Fabian Fernandes., Fernando Lopez-Valdes., Procoro Gamero-Melo., Silvia Luna Suarez., Elsa Nadia Aguilera-Gonzales., Arturo I. Mrtinez., Maria del Socorro Garcia-Guillermo., Gildardo Hernandez., Raul Herrera-Mendoza., Manuel Antonio Alvarez-Garza., and Ixchel Rubi Perez-Velazquez. 2013. Heavy Metal Pollution in Drinking Water – A Global Risk for Human Health: A Review. *African Journal of Environmental Science and Technology Vol 7 (7)*. PP. 567-584 July 2013. ISSN: 1996-0786

- Lewa, Robertus Taso., Oom Komala., dan S.Y. Srie Rahayu. 2008. Kualitas air Sungai Ciliwung di Kota Bogor. *Ejournal Program Studi Boilogi Universitas Pakuan*
- Lusela, Yonathan Anung. 2015. Studi Efektifitas *Biosand Filter* Terhadap Peningkatan Kualitas Limbah Cair Rumah Tangga dengan Variasi Luas Permukaan dan Tinggi *Freeboard*. *Jurnal Kementerian Riset Teknologi dan Perguruan Tinggi, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*
- Mahnun, Nunu. 2012. Media Pembelajaran (Kajian terhadap Langkah-langkah Pemilihan Media dan Implementasinya dalam Pembelajaran). *Jurnal Pemikiran Islam; Vol. 37, No. 1 Januari-Juni 2012*
- Mardianto, Wiwien., Isna Apriani., Rita Hayati. 2014. Pengolahan Libah Cair Rumah Makan Menggunakan Sistem Kombinasi ABR dan *Wetland* dengan Sistem Kontinu. *Jurnal Fakultas Teknik dan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungrimoro.,pura, Pontianak*
- Meliala, Eunika Saron., Dwi Suryanto., dan Desrita. 2014. Identifikasi Bakteri Potensial Patogen Sebagai Indikator Pencemaran Air di Muara Sungai Deli. *Jurnal Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Universitas Sumatera Utara*
- Meme, Francis K., Francis O. Arimoro., and Francis O. Nwadukwe. 2014. Analysis of Physical and Chemical Parameters in Surface Waters nearby a Cement Factory in North Central, Nigeria. *JournL Of Environmental Protection, 2014, 5, 826-834*
- Moosavi, Sayyed Gholamreza., and Mohamd Javad Seghatoleslami. 2013. Phytoremediation: A Review. *Journal Advance in Agriculture and Biology 1 (1), 2013: 5-11*© PCSI Publication
- Muliya, Deka. 2012. *Lembar Kerja Siswa*. <http://download/bahan/lks/lembar-kerja-siswa.html.UINSyarifHidayatullahJakarta.html>. Diakses pada tanggal 25 Mei 2017 pukul 10.03 WIB
- Mulyaningsih, Endang. 2013. *Pengembangan Model Pembelajaran*. <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pengabdian/dra-endang-mulyatiningsih-mpd/7cpengembangan-model-pembelajaran.pdf>. Diakses pada tanggal 28 Mei 2016 pukul 20.00 WIB
- Mulyani, Sri. 2006. *Anatomi Tumbuhan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius
- Nurhidayah, Tri., Enni Suwarsi Rahayu., Nana Kariada Tri Martuti. 2014. Pengembangan Lembar Kerja Siswa dengan Pendekatan Inkuiri Terbimbing

- Pada Materi Pengelolaan Lingkungan. *Unnes Journal of Biology Education* 3 (1) (2014). ISSN 2252-6579
- Nurkemalasar, Rika., Mumu Sutisna., Eka Wardhani. 2013. Fitoremediasi Limbah Cair Tapioka dengan menggunakan Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional No.2 Vol. 1*
- Nurlatifah, Indah., Muhammad Thamrin Hidayat., dan Widowati Budijastuti. 2013. Profil Lembar Kerja Siswa Berbasis *Learning Cycle 5-E* Materi Bioteknologi. *Ejournal BioEdu Unesa Vol.2, No.1, Januari 2013*
- Patty, Simon I. 2013. Distribusi Suhu, Salinitas dan Oksigen Terlarut di Perairan Kema, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax Vol.1(3), Mei 2013*. ISSN: 2302-3589
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2013. 2013. *Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum Sekolah Menengah Kejuruan/Madrasah Aliyah Kejuruan*. Jakarta: Kemendikbud
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82. 2001. *Pengelolaan Kualitas Airdan Pengendalian Pencemaran Air*. <http://www.kelair.bppt.go.id/Publikasi/BukuAirLimbahDomestikDKI/LAM P2.pdf> . Diakses pada tanggal 26 Maret 2016 pukul 11.42 WIB
- Peraturan Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7. 2016. *Baku Mutu Air Limbah*. Yogyakarta : Gubernur DIY
- Puspitaningrum, Mawar., Munifatul Izzati., dan Sri Haryanti. 2012. Produksi dan Konsumsi Oksigen Terlarut Oleh Beberapa Tumbuhan Air. *Buletin Anatomi dan Fisiologi, Volume XX, Nomor 1, Maret 2012*
- Prastowo, Andi. 2011. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: DIVA Press
- Rahardjanto, Abdulkadir. 2011. Peranan Bioteknologi dalam Restorasi Lingkungan. *Jurnal Universitas Muhammadiyah Malang Volume 14 Nomor 1 Januari-Juni 2011*
- Rahmah, Hidayatur. 2014. *Fitoremediasi Limbah Cair MOCAF dengan Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (Eichornia crassipes (Mart.) solms)*. Skripsi Universitas Jember Fakultas Teknologi Pertanian 2014
- Rahmatiah. 2015. Pendekatan Saintifik Sebagai solusi dalam Pembelajaran Biologi. *Artikel E-Buletin Sulawesi Selatan Edisi Mei 2015*. ISSN: 2355-3189

- Rakhmawati .S, Nova Ika. 2014. *Pengembangan Media Video Biomonitoring Sebagai Sumber Belajar Mandiri Submateri Pencemaran Air*. Skripsi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Fakultas Sains dan Teknologi 2014
- Ratnani, Rita Dwi., Indah Hartati., dan Laili Kurniasari. 2010. *Pemanfaatan Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) untuk Menurunkan Kandungan COD (Chemical Oxygen Demand), pH, Bau, dan Warna pada Limbah Cair Tahu*. Laporan Penelitian Terapan Universitas Wahid Hasyim Semarang
- Ritmann, Bruce E., and Perry L. McCarty. 2001. *Environmental Biotechnology: Principles and Applications*. New York: McGraw-Hill Companies
- Robert H. Mowenbrock. USDA SCS. 1989. *Midwest Wetland Flora: Field Office Illustrated Guide to Plant Species*. Canada: Midwest National Technical Center, Lincoln. Provide by USDA NRCS Wetland Science Institute (WST)
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Okigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Jurnal Oseana, Volume XX, Nomor 3, 2005:21-26*. ISSN 0216-1877
- Sariadi. 2015. *Pengolahan Limbah Cair Kopi dengan Metode Elektrokoagulasi secara Batch*. <http://jurnal.pnl.ac.id/wp-content/plugins/Flutter/files/flutter/1362366310Jurnalsariadi.pdf> . Diakses pada tanggal 26 Maret 2016 pukul 11.27 WIB
- Scannell, Phyllis Weber., and Laura L. Jacobs. 2001. *Effects of Total Dissolved Solids On Aquatic Organisms*. Alaska: Alaska Department of Fish and Game Restoration
- Setiawan, Budi. 2014. *Sumber Pencemaran Lingkungan*. <http://ilmulingkungan.com/sumber-pencemaran-lingkungan/> . Diakses pada tanggal 23 Maret 2016 pukul 11.57 WIB
- Silalahi, Juliana. 2009. *Analisis Kualitas Air dan Hubungannya dengan Keanekaragaman Vegetasi Akuatik di Perairan Balige Danau Toba*. Tesis Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara Medan 2009
- Sitompul, Debora F., Mumu Sutisna., dan Kancitra Pharmawati. 2013. *Pengolahan Limbah Cair Hotel Aston Braga City Walk dengan Proses Fitoremediasi menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok*. *Jurnal Institut Teknologi Nasional Vol. 1 No. 2*
- Stephanie. 2012. *Water Quality Parameters and Indicators*. Namoi Catchment Management Authority, Water Watch New South Wales

- Sugiarti, Uci. 2012. *Pentingnya Pembinaan Kegiatan Membaca Sebagai Implikasi Pembelajaran Bahasa Indonesia*.  
<http://download.portalgaruda.org/article.php?article=127051&val=3899> .  
Diakses pada tanggal 17 April 2017 pukul 12.53 WIB
- Sugiyanto. 2010. *Pengukuran dan Penilaian Hasil Belajar*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta
- Suhardi. 2012. *Pengembangan Sumber Belajar Biologi*. Yogyakarta: UNY Press
- Suharto. 2011. *Limbah Kimia dalam Pencemaran Udara dan Air*. Yogyakarta: ANDI OFFSET
- Sukmadinata, Nana Syaodih. 2012. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: PT REMAJA POSDAKARYA
- Supradata. 2005. Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias *Cyperus alternifolius*, L. Dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (*SSF-Wetlands*). *Tesis Magister Ilmu Lingkungan*
- Surachman., Yuni Wibowo., dan Suhardi. 2014. Implementasi *Scientific Process* Pada Mata Pelajaran Biologi di MA Kotamadya Yogyakarta. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains Tahun II, No. 2, Desember 2014*
- Taner, Chris C., Vivian C. Kloosterman. 1997. Guidelines for Constructed Wetland Treatment of Farm Dairy Wastewaters in New Zealand. *NIWA Science and Technology Series No. 48*
- Sudjana, Nana., dan Ahmad Rivai. 2007. *Media Pengajaran*. Bandung: Sinar Baru Algensido
- Tegeh, I Made., I Nyoman Jampel., dan Ketutu Pudjawan. 2014. *Model Penelitian Pengembangan*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- U.S. EPA (Environmental Protection Agency). 2000. *Wastewater Technology Fact Sheet, Wetland: Subsurface Flow*. U.S. EPA Washington DC
- Walker, Sharon. 2007. *Biotechnology Demystified*. New York: McGraw-Hill
- Weeds of Australia. 2016. *Limncharis flava*. Australia: Environmental Weeds of Australia for Biosecurity Queensland
- Widowati, Asri. 2008. *Diktat Pendidikan Sains*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta

- Widowati, Hening. 2014. Aplikasi Konsep Fitoteknologi dalam Pembelajaran Biologi pada Sekolah Hijau. *Jurnal Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Metro*
- Widoyoko, S. Eko Putro. 2012. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: PUSTAKA PELAJAR
- Wijayanto, Nurheni., dan Nurunnajah. 2012. Intensitas Cahaya, Suhu, Kelambaban, dan Perakaran Lateral Mahoni (*Swietenia macrophylla* King.) di RPH Babakan Madang, BKPH Bogor, KPH Bogor. *Jurnal Silvikultur Tropika Vol. 03 No.01 April 2012, Hal.8-13*. ISSN: 2086-82
- Wirawan, Wiweka Arif., Ruslan Wirosoedarmo., Liliya Dewi Susanawati. 2014. Pengolahan Limbah Cair Domestik menggunakan Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.) dengan Teknik Tanam Hidroponik Sistem DFT (*Deepflowtechnique*). *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan Universitas Brawijaya Malang*
- Yani, Anda. 2009. Pengaruh Penerapan Prosedur Pengujian Pada Temperatur Ruang Terhadap Nilai Kebutuhan Oksigen Biokimia (KOB). *Tugas Akhir Program Studi D-3 Kimia Analis Universitas Sumatera Utara*
- Zulkarnain, Muhammad Rizqi., Suwito., Tasripan. 2015. Sistem Monitoring Kualitas Air Sungai yang Dilengkapi dengan *Data Logger* dan Komunikasi *Wireless* Sebagai Media Pengawasan Pencemaran Limbah Cair. *Jurnal Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya*

### ANGKET PENILAIAN AHLI MEDIA

Judul Penelitian : Pengembangan *Worksheet* Bioteknologi Pengolahan Limbah Cair Menggunakan Fitoremediasi dengan *Wetland System* untuk Siswa SMA/MA Kelas XII

Peneliti : Iin Inayatun Nadhifah

NIM : 12680018

Program Studi : Pendidikan Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

---

Nama Ahli Media :

---

Tanggal Pengisian :

---

#### A. Petunjuk Pengisian

1. Berilah tanda ( ) pada kolom nilai sesuai penilaian anda terhadap *worksheet* bioteknologi pengolahan limbah cair menggunakan fitoremediasi dengan *wetland system*
2. Keterangan kriteria penilaian:
  - SB** : Sangat Baik (skor 5)
  - B** : Baik (skor 4)
  - C** : Cukup (skor 3)
  - K** : Kurang (skor 2)
  - SK** : Sangat Kurang (skor 1)

B. Apabila ada saran ataupun masukan terkait *worksheet* dapat dituliskan di kolom catatan dan masukan untuk perbaikan media.

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Nilai				
		SB	B	C	K	SK
A. Tampilan secara umum	1. Kesesuaian tampilan cover dengan isi <i>worksheet</i>					
	2. Kejelasan petunjuk penggunaan <i>worksheet</i>					

	3. Tampilan <i>layout</i> setiap halaman					
B. Kualitas gambar dan format teks	4. Kejelasan gambar yang disajikan					
	5. Kefokusian gambar yang disajikan					
	6. Penjelasan keterangan gambar					
	7. Kemenarikan penyajian warna, gambar, dan tata letak gambar					
	8. Kekonsistenan format teks yang digunakan					
	9. Keterbacaan teks yang disajikan					
	C. Pendukung penyajian materi	10. Ketersediaan komponen pendukung penyajian seperti kata pengantar, daftar isi, peta konsep, petunjuk penggunaan <i>worksheet</i> , uji kompetensi, keterampilan proses sains, glosarium, dan daftar pustaka				
D. Kualitas cetakan dan fisik <i>worksheet</i>	11. Kejelasan cetakan <i>worksheet</i>					
	12. Kekuatan penjilidan <i>worksheet</i>					

Masukan atau saran:

Yogyakarta,

Ahli Media

(.....)

**REFERENSI ANGKET :**

Widoyoko, S. Eko Putro. 2012. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: PUSTAKA PELAJAR

Kemendikbud. 2014. *Instrumen B1 Penilaian Buku Pengayaan Pengetahuan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pusat Kurikulum dan Perbukuan

Badan Standar Nasional Pendidikan. 2003. *Standar Penilaian Buku Teks Pelajaran*. <http://www.staf.cs.ui.ac.id> . Diakses pada tanggal 3 Oktober 2016 pukul 09.38 WIB

## RUBRIK PENILAIAN AHLI MEDIA

### A. Tampilan secara umum

#### **Butir 1. Kesesuaian tampilan cover dengan isi *worksheet***

Kriteria : SB : Jika tampilan cover sangat menarik dan sangat sesuai dengan isi *worksheet*

B : Jika tampilan cover menarik dan sesuai dengan isi *worksheet*

C : Jika tampilan cover cukup menarik dan cukup sesuai dengan isi *worksheet*

K : Jika tampilan cover kurang menarik dan kurang sesuai dengan isi *worksheet*

SK: Jika tampilan cover tidak menarik dan tidak sesuai dengan isi *worksheet*

#### **Butir 2. Kejelasan petunjuk penggunaan *worksheet***

Kriteria : SB : Jika petunjuk penggunaan *worksheet* sangat jelas

B : Jika petunjuk penggunaan *worksheet* jelas

C : Jika petunjuk penggunaan *worksheet* cukup jelas

K : Jika petunjuk penggunaan *worksheet* kurang jelas

SK: Jika petunjuk penggunaan *worksheet* tidak jelas

#### **Butir 3. Tampilan *layout* setiap halaman**

Kriteria : SB : Jika tampilan *layout* setiap halaman sangat menarik dan sangat sesuai dengan materi

B : Jika tampilan *layout* setiap halaman menarik dan sesuai dengan materi

C : Jika tampilan *layout* setiap halaman cukup menarik dan cukup sesuai dengan materi

K : Jika tampilan *layout* setiap halaman kurang menarik dan kurang sesuai dengan materi

SK: Jika tampilan *layout* setiap halaman tidak menarik dan tidak sesuai dengan materi

B. Kualitas gambar dan format teks

**Butir 4. Kejelasan gambar yang disajikan**

Kriteria : SB : Jika gambar yang disajikan sangat jelas dan sangat mudah dimengerti

B : Jika gambar yang disajikan jelas dan mudah dimengerti

C : Jika gambar yang disajikan cukup jelas dan cukup mudah dimengerti

K : Jika gambar yang disajikan kurang jelas dan cukup sulit dimengerti

SK: Jika gambar yang disajikan tidak jelas dan sangat sulit dimengerti

**Butir 5. Kefokusan gambar yang disajikan**

Kriteria : SB : Jika gambar yang disajikan sangat fokus

B : Jika gambar yang disajikan fokus

C : Jika gambar yang disajikan cukup fokus

K : Jika gambar yang disajikan kurang fokus

SK: Jika gambar yang disajikan tidak fokus

**Butir 6. Penjelasan keterangan gambar**

Kriteria : SB : Jika keterangan gambar yang dijelaskan sangat mudah dipahami

B : Jika keterangan gambar yang dijelaskan mudah dipahami

C : Jika keterangan gambar yang dijelaskan cukup mudah dipahami

K : Jika keterangan gambar yang dijelaskan cukup sulit dipahami

SK: Jika keterangan gambar yang dijelaskan sangat sulit dipahami

**Butir 7. Kemenarikan penyajian warna, gambar, dan tata letak gambar**

Kriteria : SB : Jika penyajian warna, gambar, dan tata letak gambar sangat serasi dan sangat menarik

B : Jika penyajian warna, gambar, dan tata letak gambar serasi dan menarik

C : Jika penyajian warna, gambar, dan tata letak gambar cukup serasi dan cukup menarik

K : Jika penyajian warna, gambar, dan tata letak gambar kurang serasi dan kurang menarik

SK: Jika penyajian warna, gambar, dan tata letak gambar tidak serasi dan tidak menarik

**Butir 8. Kekonsistenan format teks yang digunakan**

- Kriteria : SB : Jika format seluruh teks yang ditulis sangat konsisten  
 B : Jika format seluruh teks yang ditulis cukup konsisten  
 C : Jika format sebagian besar teks yang ditulis konsisten  
 K : Jika format sebagian kecil teks yang ditulis konsisten  
 SK: Jika format seluruh teks yang ditulis tidak konsisten

**Butir 9. Keterbacaan teks yang disajikan**

- Kriteria : SB : Jika seluruh teks yang ditulis sangat mudah dibaca (dipahami)  
 B : Jika seluruh teks yang ditulis cukup mudah dibaca (dipahami)  
 C : Jika sebagian besar teks yang ditulis mudah dibaca (dipahami)  
 K : Jika sebagian kecil teks yang ditulis mudah dibaca (dipahami)  
 SK: Jika seluruh teks yang ditulis sulit dibaca (dipahami)

**C. Pendukung penyajian materi****Butir 10. Ketersediaan komponen pendukung penyajian seperti kata pengantar, daftar isi, peta konsep, petunjuk penggunaan *worksheet*, uji kompetensi, keterampilan proses sains, glosarium, dan daftar pustaka**

- Kriteria : SB : Jika seluruh komponen pendukung penyajian tersedia dalam *worksheet*  
 B : Jika hampir seluruh komponen pendukung penyajian tersedia dalam *worksheet*  
 C : Jika ada 3 komponen pendukung penyajian yang tidak tersedia dalam *worksheet*  
 K : Jika ada 3-5 komponen pendukung penyajian yang tidak tersedia dalam *worksheet*  
 SK: Jika ada lebih dari 5 komponen pendukung penyajian yang tidak tersedia dalam *worksheet*

**D. Kualitas cetakan dan fisik *worksheet*****Butir 11. Kejelasan cetakan *worksheet***

- Kriteria : SB : Jika cetakan *worksheet* sangat jelas  
 B : Jika cetakan *worksheet* jelas  
 C : Jika cetakan *worksheet* cukup jelas  
 K : Jika cetakan *worksheet* kurang jelas  
 SK: Jika cetakan *worksheet* tidak jelas

**Butir 12. Kekuatan penjilidan *worksheet***

Kriteria : SB : Jika penjilidan *worksheet* sangat kuat

B : Jika penjilidan *worksheet* kuat

C : Jika penjilidan *worksheet* cukup kuat

K : Jika penjilidan *worksheet* kurang kuat

SK: Jika penjilidan *worksheet* tidak kuat



## ANGKET PENILAIAN AHLI MATERI

Judul Penelitian : Pengembangan *Worksheet* Bioteknologi Pengolahan Limbah Cair Menggunakan Fitoremediasi dengan *Wetland System* untuk Siswa SMA/MA Kelas XII

Peneliti : Iin Inayatun Nadhifah

NIM : 12680018

Program Studi : Pendidikan Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Nama Ahli Materi :

Tanggal Pengisian :

### C. Petunjuk Pengisian

3. Berilah tanda ( ) pada kolom Kriteria sesuai penilaian anda terhadap *worksheet* bioteknologi pengolahan limbah cair menggunakan fitoremediasi dengan *wetland system*

4. Keterangan kriteria penilaian:

**SB** : Sangat Baik (skor 5)

**B** : Baik (skor 4)

**C** : Cukup (skor 3)

**K** : Kurang (skor 2)

**SK** : Sangat Kurang (skor 1)

D. Apabila ada saran ataupun masukan terkait *worksheet* dapat dituliskan di kolom catatan dan masukan untuk perbaikan media.

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Kriteria				
		SB	B	C	K	SK
E. Penyajian materi	13. Kesesuaian materi dengan KD dan tujuan pembelajaran					
	14. Kejelasan topik pembelajaran					

	15. Cakupan materi tentang bioteknologi pengolahan limbah cair dengan fitoremediasi					
	16. Kemudahan materi untuk dipahami					
F. Keakuratan materi	17. Materi yang disajikan dalam <i>worksheet</i> sesuai dengan data dan fakta					
	18. Materi yang disajikan dalam <i>worksheet</i> sesuai dengan konsep pengolahan limbah cair menggunakan fitoremediasi dengan <i>wetland system</i>					
	19. Kesesuaian gambar dengan materi yang disajikan					
G. Penggunaan bahasa	20. Kesesuaian kata/kalimat dengan EYD					
	21. Ketepatan struktur kalimat					
	22. Penulisan nama ilmiah/ istilah asing					

Catatan dan Masukan:

Yogyakarta,

Ahli Materi

(.....)

**REFERENSI ANGKET :**

Widoyoko, S. Eko Putro. 2012. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: PUSTAKA PELAJAR

Kemendikbud. 2014. *Instrumen B1 Penilaian Buku Pengayaan Pengetahuan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pusat Kurikulum dan Perbukuan

Badan Standar Nasional Pendidikan. 2003. *Standar Penilaian Buku Teks Pelajaran*. <http://www.staf.cs.ui.ac.id> . Diakses pada tanggal 3 Oktober 2016 pukul 09.38 WIB

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## RUBRIK PENILAIAN AHLI MATERI

### E. Penyajian Materi

#### **Butir 1. Kesesuaian materi dengan KD dan tujuan pembelajaran**

Kriteria: SB : Jika seluruh materi sangat sesuai dengan KD dan tujuan pembelajaran

B : Jika seluruh materi sesuai dengan KD dan tujuan pembelajaran

C : Jika sebagian besar materi sesuai dengan KD dan tujuan pembelajaran

K : Jika sebagian kecil materi sesuai dengan KD dan tujuan pembelajaran

SK: Jika seluruh materi tidak sesuai dengan KD dan tujuan pembelajaran

#### **Butir 2. Kejelasan topik pembelajaran**

Kriteria: SB : Jika seluruh topik pembelajaran sangat jelas dan mudah dimengerti

B : Jika seluruh topik pembelajaran jelas dan mudah dimengerti

C : Jika sebagian besar topik pembelajaran jelas dan mudah dimengerti

K : Jika sebagian kecil topik pembelajaran jelas dan mudah dimengerti

SK : Jika seluruh topik pembelajaran tidak jelas dan tidak mudah dimengerti

#### **Butir 3. Cakupan materi tentang bioteknologi pengolahan limbah cair dengan fitoremediasi**

Kriteria: SB : Jika cakupan materi tentang bioteknologi pengolahan limbah cair dengan fitoremediasi sangat luas

B : Jika cakupan materi tentang bioteknologi pengolahan limbah cair dengan fitoremediasi cukup luas

C : Jika ada sedikit materi tentang bioteknologi pengolahan limbah cair dengan fitoremediasi yang belum dibahas

K : Jika masih banyak materi tentang bioteknologi pengolahan limbah cair dengan fitoremediasi

SK : Jika cakupan materi tentang bioteknologi pengolahan limbah cair dengan fitoremediasi sangat sempit

#### **Butir 4. Kemudahan materi untuk dipahami**

Kriteria: SB : Jika seluruh materi sangat mudah dipahami

B : Jika seluruh topik materi mudah dipahami

C : Jika sebagian besar materi mudah dipahami

K : Jika sebagian kecil materi mudah dipahami

SK : Jika seluruh materi tidak mudah dipahami

F. Keakuratan Materi

**Butir 5. Materi yang disajikan dalam *worksheet* sesuai dengan data dan fakta**

Kriteria: SB : Jika seluruh materi yang disajikan dalam *worksheet* sangat sesuai dengan data dan fakta

B : Jika seluruh materi yang disajikan dalam *worksheet* sesuai dengan data dan fakta

C : Jika sebagian besar materi yang disajikan dalam *worksheet* sesuai dengan data dan fakta

K : Jika sebagian kecil materi yang disajikan dalam *worksheet* sesuai dengan data dan fakta

SK : Jika seluruh materi yang disajikan dalam *worksheet* tidak sesuai dengan data dan fakta

**Butir 6. Materi yang disajikan dalam *worksheet* sesuai dengan konsep pengolahan limbah cair menggunakan fitoremediasi dengan *wetland system***

Kriteria: SB : Jika seluruh materi yang disajikan dalam *worksheet* sangat sesuai dengan konsep pengolahan limbah cair menggunakan fitoremediasi dengan *wetland system*

B : Jika seluruh materi yang disajikan dalam *worksheet* sesuai dengan konsep pengolahan limbah cair menggunakan fitoremediasi dengan *wetland system*

C : Jika sebagian besar materi yang disajikan dalam *worksheet* sesuai dengan konsep pengolahan limbah cair menggunakan fitoremediasi dengan *wetland system*

K : Jika sebagian kecil materi yang disajikan dalam *worksheet* sesuai dengan konsep pengolahan limbah cair menggunakan fitoremediasi dengan *wetland system*

SK : Jika seluruh materi yang disajikan dalam *worksheet* tidak sesuai dengan konsep pengolahan limbah cair menggunakan fitoremediasi dengan *wetland system*

**Butir 7. Kesesuaian gambar dengan materi yang disajikan**

- Kriteria: SB : Jika semua gambar sangat sesuai dengan materi yang disajikan  
 B : Jika semua gambar sesuai dengan materi yang disajikan  
 C : Jika sebagian besar gambar sesuai dengan materi yang disajikan  
 K : Jika sebagian kecil gambar sesuai dengan materi yang disajikan  
 SK: Jika semua gambar tidak sesuai dengan materi yang disajikan

## G. Penggunaan Bahasa

**Butir 8. Kesesuaian kata/kalimat dengan EYD**

- Kriteria: SB : Jika seluruh kata/kalimat sangat sesuai dengan EYD  
 B : Jika seluruh kata/kalimat sesuai dengan EYD  
 C : Jika sebagian besar kata/kalimat sesuai dengan EYD  
 K : Jika sebagian kecil kata/kalimat sesuai dengan EYD  
 SK: Jika seluruh kata/kalimat tidak sesuai dengan EYD

**Butir 9. Ketepatan struktur kalimat**

- Kriteria: SB : Jika struktur seluruh kalimat sangat tepat  
 B : Jika struktur seluruh kalimat tepat  
 C : Jika struktur sebagian besar kalimat tepat  
 K : Jika struktur sebagian kecil kalimat tepat  
 SK: Jika struktur seluruh kalimat tidak tepat

**Butir 10. Penulisan nama ilmiah/ istilah asing**

- Kriteria: SB : Jika penulisan seluruh nama ilmiah/ istilah asing sangat tepat  
 B : Jika penulisan seluruh nama ilmiah/ istilah asing tepat  
 C : Jika penulisan sebagian besar nama ilmiah/ istilah asing tepat  
 K : Jika penulisan sebagian kecil nama ilmiah/ istilah asing tepat  
 SK: Jika penulisan seluruh nama ilmiah/ istilah asing tidak tepat

## ANGKET PENILAIAN GURU BIOLOGI DAN *PEER REVIEWER*

Judul Penelitian : Pengembangan *Worksheet* Bioteknologi Pengolahan Limbah Cair Menggunakan Fitoremediasi dengan *Wetland System* untuk Siswa SMA/MA Kelas XII

Peneliti : Iin Inayatun Nadhifah

NIM : 12680018

Program Studi : Pendidikan Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

---

Nama Guru Biologi :  
atau *peer reviewer*

---

Tanggal Pengisian :

---

### E. Petunjuk Pengisian

5. Berilah tanda ( ) pada kolom nilai sesuai penilaian anda terhadap *worksheet* bioteknologi pengolahan limbah cair menggunakan fitoremediasi dengan *wetland system*
6. Keterangan kriteria penilaian:
  - SB** : Sangat Baik (skor 5)
  - B** : Baik (skor 4)
  - C** : Cukup (skor 3)
  - K** : Kurang (skor 2)
  - SK** : Sangat Kurang (skor 1)

F. Apabila ada saran ataupun masukan terkait *worksheet* dapat dituliskan di kolom catatan dan masukan untuk perbaikan media.

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Nilai				
		SB	B	C	K	SK
H. Penyajian materi	23. Kesesuaian materi dengan KD dan tujuan pembelajaran					
	24. Materi yang disajikan dapat membantu siswa mencapai KD dan tujuan pembelajaran					

	25. Kemudahan materi untuk dipahami					
	26. Kedalaman materi sesuai dengan kemampuan siswa					
	27. Materi yang disajikan mendorong keingintahuan siswa					
I. Kegiatan dalam <i>worksheet</i>	28. Soal evaluasi yang disajikan dapat memperkuat pemahaman siswa					
	29. Kemudahan praktikum untuk dilakukan oleh siswa					
	30. Praktikum dapat merangsang siswa untuk berfikir ilmiah					
J. Penggunaan bahasa	31. Kesesuaian kata/kalimat dengan EYD					
	32. Penggunaan bahasa sesuai dengan perkembangan siswa					
K. Kualitas <i>worksheet</i>	33. Kesesuaian tampilan cover dengan isi <i>worksheet</i>					
	34. Kefokusan gambar yang disajikan					
	35. Penjelasan keterangan gambar					
	36. Kekonsistenan format teks yang digunakan					
	37. Keterbacaan teks yang disajikan					

Masukan atau saran:

Yogyakarta,

Guru Biologi

(.....)

**REFERENSI ANGKET :**

Widoyoko, S. Eko Putro. 2012. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: PUSTAKA PELAJAR

Kemendikbud. 2014. *Instrumen B1 Penilaian Buku Pengayaan Pengetahuan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pusat Kurikulum dan Perbukuan

Badan Standar Nasional Pendidikan. 2003. *Standar Penilaian Buku Teks Pelajaran*. <http://www.staf.cs.ui.ac.id> . Diakses pada tanggal 3 Oktober 2016 pukul 09.38 WIB

## **RUBRIK PENILAIAN GURU BIOLOGI DAN *PEER REVIEWER***

### A. Penyajian materi

#### **Butir 1. Kesesuaian materi dengan KD dan tujuan pembelajaran**

Nilai: SB : Jika seluruh materi sangat sesuai dengan KD dan tujuan pembelajaran

B : Jika seluruh materi sesuai dengan KD dan tujuan pembelajaran

C : Jika sebagian besar materi sesuai dengan KD dan tujuan pembelajaran

K : Jika sebagian kecil materi sesuai dengan KD dan tujuan pembelajaran

SK: Jika seluruh materi tidak sesuai dengan KD dan tujuan pembelajaran

#### **Butir 2. Materi yang disajikan dapat memperluas pengetahuan siswa**

Nilai: SB : Jika seluruh materi yang disajikan sangat dapat memperluas pengetahuan siswa

B : Jika seluruh materi yang disajikan dapat memperluas pengetahuan siswa

C : Jika sebagian besar materi yang disajikan dapat memperluas pengetahuan siswa

K : Jika sebagian kecil materi yang disajikan dapat memperluas pengetahuan siswa

SK: Jika seluruh materi yang disajikan tidak dapat memperluas pengetahuan siswa

#### **Butir 3. Kemudahan materi untuk dipahami**

Nilai: SB : Jika seluruh materi sangat mudah dipahami

B : Jika seluruh topik materi mudah dipahami

C : Jika sebagian besar materi mudah dipahami

K : Jika sebagian kecil materi mudah dipahami

SK : Jika seluruh materi tidak mudah dipahami

#### **Butir 4. Kedalaman materi sesuai dengan kemampuan siswa**

Nilai: SB : Jika kedalaman materi yang disajikan sangat sesuai dengan kemampuan siswa

B : Jika kedalaman materi yang disajikan sesuai dengan kemampuan siswa

C : Jika kedalaman materi yang disajikan cukup sesuai dengan kemampuan siswa

K : Jika kedalaman materi yang disajikan kurang sesuai dengan kemampuan siswa

SK : Jika kedalaman materi yang disajikan tidak sesuai dengan kemampuan siswa

**Butir 5. Materi yang disajikan mendorong keingintahuan siswa**

Nilai: SB :Jika seluruh materi yang disajikan sangat mendorong keingintahuan siswa

B : Jika seluruh materi yang disajikan mendorong keingintahuan siswa

C : Jika sebagian besar materi yang disajikan mendorong keingintahuan siswa

K : Jika sebagian kecil materi yang disajikan mendorong keingintahuan siswa

SK : Jika seluruh materi yang disajikan tidak mendorong keingintahuan siswa

## B. Penyajian soal evaluasi dan praktikum

**Butir 6. Soal evaluasi yang disajikan dapat memperkuat pemahaman siswa**

Nilai: SB : Jika seluruh soal evaluasi yang disajikan sangat dapat memperkuat pemahaman siswa

B : Jika seluruh soal evaluasi yang disajikan dapat memperkuat pemahaman siswa

C : Jika sebagian besar soal evaluasi yang disajikan dapat memperkuat pemahaman siswa

K : Jika sebagian kecil soal evaluasi yang disajikan dapat memperkuat pemahaman siswa

SK: Jika seluruh soal evaluasi yang disajikan tidak dapat memperkuat pemahaman siswa

**Butir 7. Kemudahan praktikum untuk dilakukan oleh siswa**

Nilai: SB : Jika kegiatan praktikum yang disajikan dalam *worksheet* sangat mudah untuk dilakukan siswa

B : Jika kegiatan praktikum yang disajikan dalam *worksheet* mudah untuk dilakukan siswa

C : Jika kegiatan praktikum yang disajikan dalam *worksheet* cukup mudah untuk dilakukan siswa

K : Jika kegiatan praktikum yang disajikan dalam *worksheet* cukup sulit untuk dilakukan siswa

SK: Jika kegiatan praktikum yang disajikan dalam *worksheet* sulit untuk dilakukan siswa

**Butir 8. Praktikum dapat merangsang siswa untuk berfikir ilmiah**

Nilai: SB : Jika kegiatan praktikum yang disajikan dalam *worksheet* sangat merangsang siswa untuk berfikir ilmiah

B : Jika kegiatan praktikum yang disajikan dalam *worksheet* dapat merangsang siswa untuk berfikir ilmiah

C : Jika kegiatan praktikum yang disajikan dalam *worksheet* cukup merangsang siswa untuk berfikir ilmiah

K : Jika kegiatan praktikum yang disajikan dalam *worksheet* kurang merangsang siswa untuk berfikir ilmiah

SK: Jika kegiatan praktikum yang disajikan dalam *worksheet* tidak dapat merangsang siswa untuk berfikir ilmiah

## C. Penggunaan bahasa

**Butir 9. Kesesuaian kata/kalimat dengan EYD**

Nilai: SB : Jika seluruh kata/kalimat sangat sesuai dengan EYD

B : Jika seluruh kata/kalimat sesuai dengan EYD

C : Jika sebagian besar kata/kalimat sesuai dengan EYD

K : Jika sebagian kecil kata/kalimat sesuai dengan EYD

SK: Jika seluruh kata/kalimat tidak sesuai dengan EYD

**Butir 10. Penggunaan bahasa sesuai dengan perkembangan siswa**

Nilai: SB : Jika penggunaan bahasa sangat sesuai dengan perkembangan siswa

B : Jika penggunaan bahasa sesuai dengan perkembangan siswa

C : Jika penggunaan bahasa cukup sesuai dengan perkembangan siswa

K : Jika penggunaan bahasa kurang sesuai dengan perkembangan siswa

SK: Jika penggunaan bahasa tidak sesuai dengan perkembangan siswa

D. Kualitas *worksheet***Butir 11. Kesesuaian tampilan cover dengan isi *worksheet***

Nilai: SB : Jika tampilan cover sangat menarik dan sangat sesuai dengan isi *worksheet*

B : Jika tampilan cover menarik dan sesuai dengan isi *worksheet*

C : Jika tampilan cover cukup menarik dan cukup sesuai dengan isi *worksheet*

K : Jika tampilan cover kurang menarik dan kurang sesuai dengan isi *worksheet*

SK: Jika tampilan cover tidak menarik dan tidak sesuai dengan isi *worksheet*

**Butir 12. Kefokusan gambar yang disajikan**

Nilai: SB : Jika gambar yang disajikan sangat fokus

B : Jika gambar yang disajikan fokus

C : Jika gambar yang disajikan cukup fokus

K : Jika gambar yang disajikan kurang fokus

SK: Jika gambar yang disajikan tidak fokus

**Butir 13. Penjelasan keterangan gambar**

Nilai: SB : Jika keterangan gambar yang dijelaskan sangat mudah dipahami

B : Jika keterangan gambar yang dijelaskan mudah dipahami

C : Jika keterangan gambar yang dijelaskan cukup mudah dipahami

K : Jika keterangan gambar yang dijelaskan cukup sulit dipahami

SK: Jika keterangan gambar yang dijelaskan sangat sulit dipahami

**Butir 14. Kekonsistenan format teks yang digunakan**

Nilai: SB : Jika format seluruh teks yang ditulis sangat konsisten

B : Jika format seluruh teks yang ditulis cukup konsisten

C : Jika format sebagian besar teks yang ditulis konsisten

K : Jika format sebagian kecil teks yang ditulis konsisten

SK: Jika format seluruh teks yang ditulis tidak konsisten

**Butir 15. Keterbacaan teks yang disajikan**

Nilai: SB : Jika seluruh teks yang ditulis sangat mudah dibaca (dipahami)

B : Jika seluruh teks yang ditulis cukup mudah dibaca (dipahami)

C : Jika sebagian besar teks yang ditulis mudah dibaca (dipahami)

K : Jika sebagian kecil teks yang ditulis mudah dibaca (dipahami)

SK: Jika seluruh teks yang ditulis sulit dibaca (dipahami)

## ANGKET RESPON SISWA

Judul Penelitian : Pengembangan *Worksheet* Bioteknologi Pengolahan Limbah Cair Menggunakan Fitoremediasi dengan *Wetland System* untuk Siswa SMA/MA Kelas XII

Peneliti : Iin Inayatun Nadhifah

NIM : 12680018

Program Studi : Pendidikan Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

---

Nama Siswa :

---

Tanggal Pengisian :

---

### G. Petunjuk Pengisian

7. Berilah tanda ( ) pada kolom respon sesuai respon anda terhadap *worksheet* bioteknologi pengolahan limbah cair menggunakan fitoremediasi dengan *wetland system*
8. Keterangan kriteria respon:
- SS** : Sangat Setuju (skor 5)
- S** : Setuju (skor 4)
- KS** : Kurang Setuju (skor 3)
- TS** : Tidak Setuju (skor 2)
- STS** : Sangat Tidak Setuju (skor 1)

H. Apabila ada saran ataupun masukan terkait *worksheet* dapat dituliskan di kolom catatan dan masukan untuk perbaikan media.

Indikator Respon	Butir Respon	Respon				
		SS	S	KS	TS	STS
L. Cakupan materi	38. Saya dapat memahami materi yang disajikan dalam <i>worksheet</i> dengan mudah					
	39. Saya dapat memahami konsep pencemaran air pada materi yang disajikan dalam <i>worksheet</i> dengan mudah					

	40. Saya dapat menambah pemahaman mengenai bioteknologi pengolahan limbah cair melalui materi yang disajikan dalam <i>worksheet</i>					
	41. Saya dapat memahami konsep fitoremediasi dengan sistem <i>wetland</i> pada materi yang disajikan dalam <i>worksheet</i> dengan mudah					
M. Penggunaan bahasa	42. Saya mudah memahami materi dalam <i>worksheet</i> karena disajikan menggunakan bahasa yang efisien dan jelas					
	43. Saya mudah memahami dan mengikuti prosedur praktikum maupun perintah pada lembar kegiatan karena disampaikan menggunakan bahasa yang komunikatif					
	44. Bahasa ilmiah yang ditulis pada gambar tumbuhan sesuai dengan kaidah penulisan istilah					
N. Penyajian soal evaluasi dan praktikum	45. Saya dapat memperkuat pemahaman mengenai materi melalui soal evaluasi yang disajikan dalam <i>worksheet</i>					
	46. Saya dapat memahami dan mempraktekkan kegiatan praktikum yang disajikan					

	dalam <i>worksheet</i> dengan mudah					
	47. Saya dapat meningkatkan keterampilan ilmiah melalui kegiatan praktikum yang disajikan dalam <i>worksheet</i>					
O. Desain <i>worksheet</i>	48. Saya dapat meningkatkan minat baca melalui <i>worksheet</i> ini karena tampilan <i>worksheet</i> baik bagian <i>cover</i> maupun isinya menarik					
	49. Saya dapat dengan mudah menggunakan <i>worksheet</i> karena petunjuk penggunaannya yang jelas					
	50. Gambar yang disajikan jelas					
	51. Saya mudah memahami penjelasan keterangan gambar					
	52. Penyajian warna, gambar, dan tata letak gambar menarik					

Masukan atau saran:

Yogyakarta,

Siswa

(.....)

**REFERENSI ANGKET :**

Widoyoko, S. Eko Putro. 2012. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: PUSTAKA PELAJAR

Kemendikbud. 2014. *Instrumen BI Respon Buku Pengayaan Pengetahuan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pusat Kurikulum dan Perbukuan

Badan Standar Nasional Pendidikan. 2003. *Standar Respon Buku Teks Pelajaran*. <http://www.staf.cs.ui.ac.id> . Diakses pada tanggal 3 Oktober 2016 pukul 09.38 WIB

## RUBRIK RESPON SISWA

### H. Cakupan materi

#### **Butir 1. Saya dapat memahami materi yang disajikan dalam *worksheet* dengan mudah**

Kriteria : SS : Jika seluruh materi yang disajikan dalam *worksheet* sangat mudah dipahami

S : Jika seluruh materi yang disajikan dalam *worksheet* mudah dipahami

KS : Jika ada beberapa materi yang disajikan dalam *worksheet* sulit dipahami

TS : Jika hanya sebagian kecil materi yang disajikan dalam *worksheet* yang mudah dipahami

STS: Jika seluruh materi yang disajikan dalam *worksheet* sangat sulit dipahami

#### **Butir 2. Saya dapat memahami konsep pencemaran air pada materi yang disajikan dalam *worksheet* dengan mudah**

Kriteria : SS : Jika seluruh materi yang disajikan dalam *worksheet* sangat memudahkan saya memahami konsep pencemaran air

S : Jika seluruh materi yang disajikan dalam *worksheet* memudahkan saya memahami konsep pencemaran air

KS : Jika materi yang disajikan dalam *worksheet* cukup memudahkan saya memahami konsep pencemaran air

TS : Jika materi yang disajikan dalam *worksheet* kurang memudahkan saya memahami konsep pencemaran air

STS: Jika materi yang disajikan dalam *worksheet* tidak memudahkan saya memahami konsep pencemaran air

#### **Butir 3. Saya dapat menambah pemahaman mengenai bioteknologi pengolahan limbah cair melalui materi yang disajikan dalam *worksheet***

Kriteria : SS : Jika seluruh materi yang disajikan dalam *worksheet* sangat dapat menambah pemahaman saya mengenai bioteknologi pengolahan limbah cair

S : Jika seluruh materi yang disajikan dalam *worksheet* dapat menambah pemahaman saya mengenai bioteknologi pengolahan limbah cair

KS : Jika materi yang disajikan dalam *worksheet* cukup dapat menambah pemahaman saya mengenai bioteknologi pengolahan limbah cair

TS : Jika materi yang disajikan dalam *worksheet* kurang dapat menambah pemahaman saya mengenai bioteknologi pengolahan limbah cair

STS: Jika materi yang disajikan dalam *worksheet* tidak dapat menambah pemahaman saya mengenai bioteknologi pengolahan limbah cair

**Butir 4. Saya dapat memahami konsep fitoremediasi dengan sistem *wetland* pada materi yang disajikan dalam *worksheet* dengan mudah**

Kriteria : SS : Jika seluruh materi yang disajikan dalam *worksheet* sangat memudahkan saya memahami konsep fitoremediasi dengan sistem *wetland*

S : Jika seluruh materi yang disajikan dalam *worksheet* memudahkan saya memahami konsep fitoremediasi dengan sistem *wetland*

KS : Jika materi yang disajikan dalam *worksheet* cukup memudahkan saya memahami konsep fitoremediasi dengan sistem *wetland*

TS : Jika materi yang disajikan dalam *worksheet* kurang memudahkan saya memahami konsep fitoremediasi dengan sistem *wetland*

STS: Jika materi yang disajikan dalam *worksheet* tidak memudahkan saya memahami konsep fitoremediasi dengan sistem *wetland*

I. Penggunaan bahasa

**Butir 5. Saya mudah memahami materi dalam *worksheet* karena disajikan menggunakan bahasa yang efisien dan jelas**

Kriteria : SS : Jika seluruh materi yang disajikan dalam *worksheet* menggunakan bahasa yang efisien dan jelas sehingga sangat mudah saya pahami

S : Jika seluruh materi yang disajikan dalam *worksheet* menggunakan bahasa yang efisien dan jelas sehingga mudah saya pahami

KS : Jika ada beberapa materi yang disajikan dalam *worksheet* yang tidak menggunakan bahasa yang efisien dan jelas sehingga kurang mudah saya pahami

TS : Jika hanya sebagian kecil materi yang disajikan dalam *worksheet* yang menggunakan bahasa yang efisien dan jelas sehingga cukup sulit saya pahami

STS: Jika seluruh materi yang disajikan dalam *worksheet* tidak menggunakan bahasa yang efisien dan jelas sehingga sulit saya pahami

**Butir 6. Saya mudah memahami dan mengikuti prosedur praktikum maupun perintah pada lembar kegiatan karena disampaikan menggunakan bahasa yang komunikatif**

Kriteria : SS : Jika bahasa yang digunakan dalam lembar kegiatan sangat komunikatif sehingga mudah saya pahami dan ikuti

S : Jika bahasa yang digunakan dalam lembar kegiatan komunikatif sehingga mudah saya pahami dan ikuti

KS : Jika bahasa yang digunakan dalam lembar kegiatan cukup komunikatif sehingga mudah saya pahami dan ikuti

TS : Jika bahasa yang digunakan dalam lembar kegiatan kurang komunikatif sehingga mudah saya pahami dan ikuti

STS: Jika bahasa yang digunakan dalam lembar kegiatan tidak komunikatif sehingga mudah saya pahami dan ikuti

**Butir 7. Bahasa ilmiah yang ditulis pada gambar tumbuhan sesuai dengan kaidah penulisan istilah**

Kriteria : SS : Jika bahasa ilmiah yang ditulis pada gambar tumbuhan sangat sesuai dengan kaidah penulisan istilah

S : Jika bahasa ilmiah yang ditulis pada gambar tumbuhan sesuai dengan kaidah penulisan istilah

KS : Jika bahasa ilmiah yang ditulis pada gambar tumbuhan cukup sesuai dengan kaidah penulisan istilah

TS : Jika bahasa ilmiah yang ditulis pada gambar tumbuhan kurang sesuai dengan kaidah penulisan istilah

STS: Jika bahasa ilmiah yang ditulis pada gambar tumbuhan tidak sesuai dengan kaidah penulisan istilah

J. Penyajian soal evaluasi dan praktikum

**Butir 8. Saya dapat memperkuat pemahaman mengenai materi melalui soal evaluasi yang disajikan dalam *worksheet***

Kriteria: SS : Jika soal evaluasi yang disajikan dalam *worksheet* sangat memperkuat pemahaman saya mengenai materi

S : Jika soal evaluasi yang disajikan dalam *worksheet* dapat memperkuat pemahaman saya mengenai materi

KS : Jika soal evaluasi yang disajikan dalam *worksheet* cukup memperkuat pemahaman saya mengenai materi

TS : Jika soal evaluasi yang disajikan dalam *worksheet* kurang memperkuat pemahaman saya mengenai materi

STS: Jika soal evaluasi yang disajikan dalam *worksheet* tidak dapat memperkuat pemahaman saya mengenai materi

**Butir 9. Saya dapat memahami dan mempraktekkan kegiatan praktikum yang disajikan dalam *worksheet* dengan mudah**

Kriteria : SS : Jika kegiatan praktikum yang disajikan dalam *worksheet* sangat mudah saya pahami dan praktekan

S : Jika kegiatan praktikum yang disajikan dalam *worksheet* mudah saya pahami dan praktekan

KS : Jika kegiatan praktikum yang disajikan dalam *worksheet* cukup mudah saya pahami dan praktekan

TS : Jika kegiatan praktikum yang disajikan dalam *worksheet* cukup sulit saya pahami dan praktekan

STS: Jika kegiatan praktikum yang disajikan dalam *worksheet* sulit saya pahami dan praktekan

**Butir 10. Saya dapat meningkatkan keterampilan ilmiah melalui kegiatan praktikum yang disajikan dalam *worksheet***

Kriteria : SS : Jika kegiatan praktikum yang disajikan dalam *worksheet* sangat dapat meningkatkan keterampilan ilmiah saya

S : Jika kegiatan praktikum yang disajikan dalam *worksheet* dapat meningkatkan keterampilan ilmiah saya

KS : Jika kegiatan praktikum yang disajikan dalam *worksheet* cukup dapat meningkatkan keterampilan ilmiah saya

TS : Jika kegiatan praktikum yang disajikan dalam *worksheet* kurang dapat meningkatkan keterampilan ilmiah saya

STS: Jika Kegiatan praktikum yang disajikan dalam *worksheet* tidak dapat meningkatkan keterampilan ilmiah saya

K. Desain *worksheet*

**Butir 11. Saya dapat meningkatkan minat baca melalui *worksheet* ini karena tampilan *worksheet* baik bagian *cover* maupun isinya menarik**

- Kriteria : SS : Jika tampilan *worksheet* baik bagian *cover* maupun isinya sangat menarik dan dapat meningkatkan minat baca saya
- S : Jika tampilan *worksheet* baik bagian *cover* maupun isinya menarik dan dapat meningkatkan minat baca saya
- KS : Jika tampilan *worksheet* baik bagian *cover* maupun isinya cukup menarik dan cukup meningkatkan minat baca saya
- TS : Jika tampilan *worksheet* baik bagian *cover* maupun isinya kurang menarik dan kurang meningkatkan minat baca saya
- STS: Jika tampilan *worksheet* baik bagian *cover* maupun isinya tidak menarik dan tidak dapat meningkatkan minat baca saya

**Butir 12. Saya dapat dengan mudah menggunakan *worksheet* karena petunjuk penggunaannya yang jelas**

- Kriteria : SS : Jika petunjuk penggunaan *worksheet* sangat jelas dan sangat mempermudah saya menggunakan *worksheet*
- S : Jika petunjuk penggunaan *worksheet* jelas dan mempermudah saya menggunakan *worksheet*
- KS : Jika petunjuk penggunaan *worksheet* cukup jelas dan cukup mempermudah saya menggunakan *worksheet*
- TS : Jika petunjuk penggunaan *worksheet* kurang jelas dan kurang mempermudah saya menggunakan *worksheet*
- STS: Jika petunjuk penggunaan *worksheet* tidak jelas dan tidak mempermudah saya menggunakan *worksheet*

**Butir 13. Gambar yang disajikan jelas**

- Kriteria : SS : Jika gambar yang disajikan sangat jelas
- S : Jika gambar yang disajikan jelas
- KS : Jika gambar yang disajikan cukup jelas
- TS : Jika gambar yang disajikan kurang jelas
- STS: Jika gambar yang disajikan tidak jelas

**Butir 14. Saya mudah memahami penjelasan keterangan gambar**

Kriteria : SS : Jika penjelasan keterangan gambar sangat mudah saya pahami

S : Jika penjelasan keterangan gambar mudah saya pahami

KS : Jika penjelasan keterangan gambar cukup mudah saya pahami

TS : Jika penjelasan keterangan gambar cukup sulit saya pahami

STS: Jika penjelasan keterangan gambar sulit saya pahami

**Butir 15. Penyajian warna, gambar, dan tata letak gambar menarik**

Kriteria : SS : Jika penyajian warna, gambar, dan tata letak gambar sangat menarik

S : Jika penyajian warna, gambar, dan tata letak gambar menarik

KS : Jika penyajian warna, gambar, dan tata letak gambar cukup menarik

TS : Jika penyajian warna, gambar, dan tata letak gambar kurang menarik

STS: Jika penyajian warna, gambar, dan tata letak gambar tidak menarik

Tabel 1. Perhitungan Kualitas *Worksheet* Berdasarkan Penilaian Oleh Ahli Media

Aspek	Jumlah butir	Skor tertinggi ideal	Skor terendah ideal	Mi	Sbi	1,8Sbi	0,6Sbi	Jumlah skor	%	Mi + 1,8 Sbi	Mi + 0,6 Sbi	Mi - 0,6 Sbi	Mi - 1,8 Sbi	Kualitas
1	3	15	3	9	2	3,6	1,2	9	60	12,6	10,2	7,8	5,4	Cukup
2	6	30	6	18	4	7,2	2,4	23	76,67	25,2	20,4	15,6	10,8	Baik
3	1	5	1	3	0,66666667	1,2	0,4	4	80	4,2	3,4	2,6	1,8	Baik
4	2	10	2	6	1,33333333	2,4	0,8	10	100	8,4	6,8	5,2	3,6	Sangat Baik
<b>Rata-rata</b>								<b>11,5</b>	<b>79,167</b>	<b>12,6</b>	<b>10,2</b>	<b>7,8</b>	<b>5,4</b>	<b>Baik</b>

Tabel 2. Perhitungan Kualitas *Worksheet* Berdasarkan Penilaian Oleh Ahli Materi

Aspek	Jumlah butir	Skor tertinggi ideal	Skor terendah ideal	Mi	Sbi	1,8Sbi	0,6Sbi	Jumlah skor	%	Mi + 1,8 Sbi	Mi + 0,6 Sbi	Mi - 0,6 Sbi	Mi - 1,8 Sbi	Kualitas
1	4	20	4	12	2,66666667	4,8	1,6	17	85	16,8	13,6	10,4	7,2	Sangat Baik
2	3	15	3	9	2	3,6	1,2	13	86,67	12,6	10,2	7,8	5,4	Sangat Baik
3	3	15	3	9	2	3,6	1,2	15	100	12,6	10,2	7,8	5,4	Sangat Baik
<b>Rata-rata</b>								<b>15</b>	<b>90,556</b>	<b>14</b>	<b>11,333</b>	<b>8,667</b>	<b>6</b>	<b>Sangat Baik</b>

Tabel 3. Perhitungan Kualitas *Worksheet* Berdasarkan Penilaian Oleh 5 Orang *Peer Reviewer*

Aspek	Jumlah butir	Skor tertinggi ideal	Skor terendah ideal	Mi	Sbi	1,8Sbi	0,6Sbi	Jumlah skor	%	Mi + 1,8 Sbi	Mi + 0,6 Sbi	Mi - 0,6 Sbi	Mi - 1,8 Sbi	Kualitas
1	5	25	5	15	3,33333333	6	2	22	88	21	17	13	9	Sangat Baik
2	3	15	3	9	2	3,6	1,2	13	86,67	12,6	10,2	7,8	5,4	Sangat Baik
3	2	10	2	6	1,33333333	2,4	0,8	8,2	82	8,4	6,8	5,2	3,6	Baik
4	5	25	5	15	3,33333333	6	2	22,4	89,6	21	17	13	9	Sangat Baik
<b>Rata-rata</b>								<b>16,4</b>	<b>86,567</b>	<b>15,75</b>	<b>12,75</b>	<b>9,75</b>	<b>6,75</b>	<b>Sangat Baik</b>

Tabel 4. Perhitungan Kualitas *Worksheet* Berdasarkan Penilaian Oleh Guru Biologi

Aspek	Jumlah butir	Skor tertinggi ideal	Skor terendah ideal	Mi	Sbi	1,8Sbi	0,6Sbi	Jumlah skor	%	Mi + 1,8 Sbi	Mi + 0,6 Sbi	Mi - 0,6 Sbi	Mi - 1,8 Sbi	Kualitas
1	5	25	5	15	3,333333333	6	2	19,5	78	21	17	13	9	Baik
2	3	15	3	9	2	3,6	1,2	13	86,67	12,6	10,2	7,8	5,4	Sangat Baik
3	2	10	2	6	1,333333333	2,4	0,8	8	80	8,4	6,8	5,2	3,6	Baik
4	5	25	5	15	3,333333333	6	2	23	92	21	17	13	9	Sangat Baik
<b>Rata-rata</b>								<b>15,875</b>	<b>84,167</b>	<b>15,75</b>	<b>12,75</b>	<b>9,75</b>	<b>6,75</b>	<b>Sangat Baik</b>

Tabel 5. Perhitungan Kualitas *Worksheet* Berdasarkan Penilaian Oleh Siswa

Aspek	Jumlah butir	Skor tertinggi ideal	Skor terendah ideal	Mi	Sbi	1,8Sbi	0,6Sbi	Jumlah skor	%	Mi + 1,8 Sbi	Mi + 0,6 Sbi	Mi - 0,6 Sbi	Mi - 1,8 Sbi	Kualitas
1	4	20	4	12	2,666666667	4,8	1,6	16,4	82	16,8	13,6	10,4	7,2	Baik
2	3	15	3	9	2	3,6	1,2	12,53	83,55	12,6	10,2	7,8	5,4	Baik
3	3	15	3	9	2	3,6	1,2	12,267	81,78	12,6	10,2	7,8	5,4	Baik
4	5	25	5	15	3,333333333	6	2	22,33	89,33	21	17	13	9	Sangat Baik
<b>Rata-rata</b>								<b>15,88325</b>	<b>84,166</b>	<b>15,75</b>	<b>12,75</b>	<b>9,75</b>	<b>6,75</b>	<b>Sangat Baik</b>

## Dokumentasi Foto Penelitian



Lokasi pengambilan sampel air limbah



Penulis sedang mengambil substrat lumpur di sawah



Titrasi DO di Laboratorium

*Treatment* fitoremediasi yang dilakukan penulis

## CURRICULUM VITAE

### Identitas Diri



Nama : Iin Inayatun Nadhifah  
 Tempat/tanggal lahir : Tegal, 20 Desember  
 1993  
 Jenis kelamin : Perempuan  
 Kewarganegaraan : Indonesia  
 Agama : Islam  
 Alamat : Cintamanik RT/RW  
 02/05- Bumijawa-  
 Tegal- Jawa Tengah  
 Nomor HP : 085742103500  
 Email :  
[inayatunnadhifah@yahoo.com](mailto:inayatunnadhifah@yahoo.com)

### Pendidikan Formal

2000-2006 : SDN Cintamanik 03  
 Cintamanik- Bumijawa- Tegal  
 2006-2009 : SMP Ma'arif NU 02 Bumijawa  
 Cintamanik- Bumijawa- Tegal  
 2009-2012 : MAN Babakan  
 Babakan- Lebaksiu- Tegal  
 2012- Sekarang : UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
 Sleman- Yogyakarta