

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Teori

a) Perubahan Lingkungan dalam Kurikulum 2013

Pendidikan Lingkungan Hidup (PLH) adalah upaya perangkat dunia pendidikan dalam keikutsertaannya pada bidang penjagaan dan pelestarian lingkungan hidup yang ada disekitarnya. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya kerusakan lingkungan sekitar yang diakibatkan kurangnya kepedulian manusia terhadap lingkungan. Rendahnya kepedulian terhadap lingkungan akan berakibat kerugian besar bagi makhluk hidup terutama bagi keberlangsungan makhluk hidup yang akan datang (Kurnia, 2016).

Peran pendidikan dalam mengatasi kerusakan lingkungan sangat diperlukan. Upaya yang dapat dilakukan adalah menerapkan pendidikan lingkungan dalam pembelajaran. Pendidikan lingkungan dapat diintegrasikan dalam mata pelajaran yang diajarkan disekolah. Salah satunya adalah pembelajaran Biologi, pada Kurikulum 2013 pembelajaran biologi merupakan wahana bagi siswa untuk mempelajari diri sendiri dan alam sekitar, serta prospek penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Proses pembelajaran menekankan pada pembelajaran secara langsung untuk mengembangkan kompetensi agar menjelajahi dan memahami alam sekitar secara ilmiah (Kamala, 2015). Biologi merupakan salah satu mata pelajaran yang mempelajari makhluk hidup dan lingkungan tempat makhluk hidup tinggal, sehingga dapat diterapkan pendidikan lingkungan dalam materi

biologi, terlebih lagi dalam pembelajaran Biologi pada kurikulum 2013 terdapat materi ekosistem dan perubahan lingkungan, penyebab dan dampaknya bagi kehidupan serta pemecahan masalah perubahan lingkungan yang terjadi (Annazifa, 2016).

Dalam penulisan ini peneliti berfokus pada bab pencemaran lingkungan sub bab materi pencemaran air yang terdapat dalam kurikulum 2013 yaitu KD 3.11 Menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab, dan dampaknya bagi kehidupan dan KD 4.11 Merumuskan gagasan pemecahan masalah perubahan lingkungan yang terjadi di lingkungan sekitar. SMA N 1 Sewon Bantul merupakan salah satu sekolah adiwiyata yang telah melakukan kegiatan biomonitoring untuk menunjang materi pencemaran lingkungan di sekolah pada sub bab materi pencemaran air. Sekolah ini telah mengikuti kegiatan biomonitoring guna meningkatkan pemahaman siswa terhadap pencemaran lingkungan, akan tetapi kendala yang didapatkan salah satunya adalah ketiadaannya bahan ajar berupa Buku Panduan Praktikum Biomonitoring guna mendukung kegiatan biomonitoring yang dilakukan. Sekolah adiwiyata berupaya mengkaitkan pendidikan lingkungan hidup dalam kurikulum untuk membentuk karakter siswa. Bahkan sejak usia SD, siswa dilatih peduli terhadap lingkungan sekitar melalui sikap dan tindakan nyata mereka. Dengan demikian kerusakan alam yang terjadi dapat diminimalisir (Rezkita, 2018).

Terdapat empat elemen dalam Kurikulum 2013 yang telah dikembangkan saat ini, yaitu standar kompetensi lulusan (SKL), standar isi, standar proses

dan evaluasi (Sudarisman,2015). Dari sisi standar proses, kurikulum 2013 menginginkan agar anak menjadi kreatif. Terkait dengan kreativitas ini, beberapa riset menunjukkan bahwa kreativitas bisa dibentuk melalui proses pendidikan. Keterampilan guru dapat mengembangkan kreativitas siswa, salah satunya adalah penggunaan bahan ajar dalam proses pembelajaran di sekolah. Pengembangan bahan ajar berupa Buku Panduan Praktikum Biomonitoring membuka peluang untuk mengekspan baik dari segi intruksinya (standar isi) dan proses pembelajaran.

Bahan ajar yang digunakan pada Kurikulum 2013 adalah buku siswa. Buku siswa berbasis *scientific* yang meliputi kegiatan mengamati, menanya, mengeksplorasi, mengasosiasi dan mengkomunikasikan. Beberapa keterampilan yang hendaknya dikembangkan dalam bahan ajar yang digunakan siswa yaitu keterampilan proses, kemampuan berinkuiri, kemampuan berpikir dan kemampuan literasi sains (Kamala, 2015). Bahan ajar juga harus menarik dan memotivasi siswa untuk dapat belajar mandiri diluar kelas. Salah satu bahan ajar yang dapat digunakan adalah buku panduan praktikum .

Buku panduan praktikum merupakan buku yang disusun untuk kegiatan praktikum, yang memiliki aturan standar dan disusun oleh para pakar dalam bidangnya yang terdapat maksud dan tujuan intruksional yang dilengkapi dengan sarana-sarana pengajaran yang serasi dan mudah dipahami oleh pemakainya (Sajiwo, 2012). Buku panduan praktikum menyajikan deskripsi spesies secara detail, ilustrasi gambar spesies, serta sistem klasifikasinya

(Aji, 2018). Buku yang baik adalah buku yang dikemas dengan menggunakan bahasa yang mudah dipahami, disajikan menarik dan dilengkapi dengan gambar serta keterangannya (Siregar, 2017). Salah satu buku yang dikemas berdasarkan hasil penelitian adalah buku panduan praktikum. Observasi awal peneliti di SMA N 1 Sewon Bantul dalam kegiatan belajar mengajar pada sub bab materi pencemaran air belum ada bahan ajar yang digunakan untuk mendukung proses pembelajaran pada sub bab materi pencemaran air. Berdasarkan kondisi tersebut peneliti berinisiatif untuk mengembangkan bahan ajar berupa Buku Panduan Praktikum Biomonitoring untuk mendukung kegiatan belajar mengajar pada sub bab materi pencemaran air.

b) Peranan Praktikum dalam Pembelajaran Biologi

Pembelajaran biologi merupakan suatu pembelajaran yang menekankan pada pemberian pengalaman secara langsung yang bisa didapatkan melalui kegiatan praktikum. Pelajaran biologi berupaya untuk membekali siswa dengan berbagai kemampuan tentang cara mengetahui dan cara mengerjakan yang dapat membantu siswa untuk memahami alam sekitar secara mendalam (Sundari, 2012). Biologi bukan hanya kumpulan fakta dan konsep, karena didalam biologi juga terdapat berbagai proses dan nilai yang dapat dikembangkan dan diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari.

Pembelajaran biologi tidak hanya dapat dilakukan di dalam kelas saat proses pembelajaran berlangsung, akan tetapi juga dapat dilakukan di luar kelas yaitu di alam. Kegiatan praktikum yang berlangsung melibatkan

pengalaman nyata dengan menggabungkan aktivitas fisik dan mental sehingga memperoleh konsep pengetahuan secara mandiri. Konsep tersebut dibangun dengan mengkonstruksi pengetahuan awal dengan pengetahuan yang mereka peroleh saat kegiatan pembelajaran berlangsung. Aktivitas yang dilakukan oleh siswa secara nyata dapat meningkatkan ingatan siswa bila dibandingkan dengan mendengarkan atau melihat saja. Sheal menyebutkan dalam kerucut pengalaman belajar 90% kemampuan rata-rata manusia dalam mengingat didapatkan dari apa yang mereka lakukan dan katakan (Fikriyya, 2017).

Kegiatan praktikum memiliki beberapa peranan dalam proses pembelajaran biologi diantaranya adalah: 1) membangkitkan motivasi belajar siswa, 2) mengembangkan keterampilan dasar siswa, 3) praktikum menjadi wahana belajar pendekatan ilmiah, 4) serta dapat menunjang materi pelajaran dari hasil temuan siswa sebagai pembuktian dari teori yang diberikan di kelas (Nurhidayati, 2016).

c) Pencemaran Air

Pencemaran merupakan suatu penyimpangan yang terjadi dari keadaan normalnya. Jadi pencemaran air merupakan keadaan dimana air tersebut mengalami penyimpangan dari keadaan normalnya. Menurut Wardana (1995) dalam Harmayani (2007), keadaan normal air tergantung pada faktor penentu, yaitu kegunaan dari air itu sendiri dan asal sumber air. Berdasarkan UU No 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup dan PP RI No 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian

Pencemaran Air yang dimaksud dengan pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam air akibat kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya (Herlambang, 2006).

Bahan pencemaran yang mencemari perairan dapat dikelompokkan menjadi: bahan pencemar organik; bahan pencemar penyebab terjadinya penyakit; bahan pencemar senyawa anorganik/mineral; bahan pencemar organik yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme; bahan pencemar berupa endapan/sedimen; bahan pencemar berupa kondisi (misalnya panas) (Fransisca, 2011). Banyaknya bahan pencemar dalam perairan dapat memberikan dua pengaruh terhadap organisme perairan, yaitu dapat membunuh spesies tertentu dan sebaliknya dapat mendukung perkembangan spesies lain sehingga terjadi pergeseran jumlah populasi (Odum, 1993). Menurut Sastrawijaya (2009) dalam Puspita (2016) penurunan keanekaragaman spesies dapat juga dianggap sebagai salah satu pencemaran. Kualitas perairan yang berubah sangat mempengaruhi kehidupan biota yang hidup didasar perairan tersebut. Sehingga diperlukannya pemantauan kualitas air sungai melalui proses biomonitoring kualitas air sungai.

d) Pengertian Biomonitoring

Biomonitoring merupakan pemantauan kualitas air secara biologi menggunakan indikator organisme yang hidup di dalam air (Widiyanto,

2016). Organisme yang hidup di dalam perairan dapat menjadi indikator dalam menentukan kesehatan ekosistem perairan. Biomonitoring dapat dilakukan dengan melihat keberadaan dan kelimpahan berbagai indikator biologi. Hewan air yang dapat digunakan sebagai indikator biologi adalah dari jenis hewan air seperti ganggang, bakteri, protozoa, makroinvertebrata dan ikan (Tjokrokusumo, 2006). Kelompok serangga yang umum digunakan dalam kegiatan monitoring adalah kelompok dari ordo Ephemeroptera, Plecoptera dan Tricoptera (EPT) yang memiliki sensitivitas sangat tinggi terhadap bahan pencemar (Fanani, 2013).

Bioindikator adalah spesies dengan toleransi yang sangat terbatas terhadap lingkungan, sehingga adanya organisme atau spesies indikator ini dapat mengasumsikan keadaan suatu lingkungan, serta sebagai tanda bahwa kebutuhan fisik, kimia dan nutrisi dapat terpenuhi di lingkungan tersebut (Puspita, 2016). Beranekaragam hewan bioindikator yang terdapat di lingkungan tergantung kepada fungsinya. Menurut Rahayu *et al.*, (2009) dalam Puspita (2016) kelompok organisme yang umum digunakan dalam monitoring kualitas air diantaranya adalah plankton, periphyton, makrophyton, nekton, dan makroinvertebrata akuatik. Akan tetapi, dari kelima jenis hewan tersebut, yang paling cocok digunakan sebagai indikator biologis dan ekologis adalah hewan makroinvertebrata akuatik.

Makroinvertebrata digunakan sebagai bioindikator dikarenakan hewan ini mudah ditemukan hampir di semua perairan dan tidak mudah bergerak atau berpindah (Widiyanto, 2016). Disamping itu, karena sifat sensitifnya

terhadap pencemaran maka makroinvertebrata perairan dapat digunakan sebagai organisme indikator. Sebuah bioindikator yang ideal memiliki beberapa karakteristik, yaitu: (a) kesederhanaan taksonomi; (b) berdistribusi luas; (c) mobilitas rendah; (d) memiliki karakteristik ekologi yang jelas diketahui; (e) melimpah dan dapat dihitung; (f) dapat dilakukan analisis di laboratorium; (g) sensitivitas tinggi terhadap tekanan lingkungan; (h) memiliki kemampuan untuk dikuantifikasi dan distandardisasi (Purwati, 2015).

Berdasarkan karakteristik tersebut diatas makroinvertebrata air dapat dijadikan bioindikator pencemaran suatu sungai dari hulu sampai hilir (Suartini *et al.*, 2006).

Menurut Fachrul (2007) daya toleransi makroinvertebrata air terhadap pencemaran bahan organik dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:

1. Jenis Intoleran, memiliki kisaran toleransi yang sempit terhadap pencemaran dan tidak tahan terhadap tekanan lingkungan, sehingga hanya hidup dan berkembang di perairan yang belum atau sedikit tercemar,
2. Jenis Toleran, memiliki daya toleran yang luas, sehingga dapat berkembang mencapai kepadatan tertinggi dalam perairan yang tercemar berat,
3. Jenis Fakultatif, dapat bertahan hidup terhadap lingkungan yang agak luas, antara perairan yang belum tercemar sampai dengan tercemar sedang dan masih dapat hidup di perairan yang tercemar berat.

B. Kerangka Berpikir

Kegiatan praktikum merupakan kegiatan bagian dari pengajaran yang bertujuan agar siswa mendapatkan kesempatan untuk menguji dan melaksanakan dalam keadaan nyata apa yang didapat dalam teori (Hamidah, 2014). Berdasarkan hasil wawancara dan observasi di SMA N 1 Sewon Bantul diketahui bahwa siswa kelas X pernah melakukan kegiatan biomonitoring. Kegiatan praktikum biomonitoring dilaksanakan setelah proses pembelajaran di kelas telah selesai pada sub bab materi pencemaran air. Hal ini dilakukan agar siswa lebih paham makna pencemaran itu sendiri dengan melakukan pengamatan langsung ke lapangan. Pelaksanaan kegiatan praktikum belum didukung dengan adanya Buku Panduan Praktikum Biomonitoring dari sekolah sehingga siswa kurang terlibat aktif dalam kegiatan praktikum biomonitoring. Disamping itu juga khusus sungai-sungai di Yogyakarta masih belum adanya Buku Panduan Praktikum Biomonitoring dengan parameter biologi, disamping parameter fisik dan kimia.

Berdasarkan permasalahan diatas, peneliti ingin mengembangkan Buku Panduan Praktikum Biomonitoring yang telah dikemas dari hasil penelitian pengamatan makroinvertebrata di sungai Yogyakarta. Penyusunan Buku Panduan Praktikum Biomonitoring melibatkan dosen pembimbing, pihak *reviewer* yang terdiri dari ahli materi dan ahli media, *peer reviewer* yang terdiri dari mahasiswa yang sedang melakukan penelitian pengembangan, guru biologi SMA N 1 Sewon Bantul, dan siswa kelas XI SMA N 1 Sewon Bantul. Pihak-pihak yang terlibat berperan sebagai penilai, pemberi saran dan masukan serta responden terhadap Buku Panduan Praktikum Biomonitoring yang telah dibuat.

Hasil saran dan masukan dari dosen pembimbing, *reviewer*, *peer reviewer*, guru dan respon siswa selanjutnya digunakan sebagai bahan revisi Buku Panduan Praktikum Biomonitoring. Setelah melalui beberapa tahap revisi, Buku Panduan Praktikum Biomonitoring akan dinilai lagi dan hasil penilaian dari masing-masing *reviewer* akan dianalisis untuk menentukan kualitas Buku Panduan Praktikum Biomonitoring yang dikembangkan.



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Penelitian Biomonitoring dengan Makroinvertebrata

1. Lokasi dan Waktu Penelitian

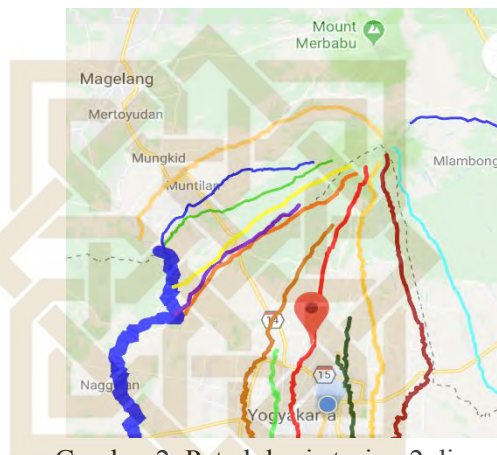
Lokasi penelitian ini berada di Sungai Gajah Wong, Sungai Winongo dan Sungai Code, dengan total pengambilan sebanyak 5 stasiun. Lima stasiun yang dimaksud yaitu:

Stasiun 1 berada di Jembatan Serangan, Kecamatan Wirobrajan, Kota Yogyakarta berada pada $-7.800855, 110.354723$. Sungai ini memiliki kedalaman yang rendah, berarus sedang, serta disepanjang sungai telah banyak pemukiman penduduk sehingga menyebabkan banyaknya sampah dibantaran sungai dan membuat sungai menjadi sangat kotor.



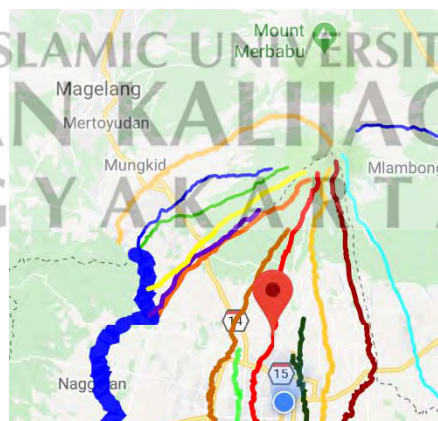
Gambar 1. Peta lokasi stasiun 1 di Jembatan Serangan

Stasiun 2 berada di sungai Boyong yang terletak disebelah hulu dengan panjang sampai 23km berada pada $-7.726116, 110.389267$. Sungai ini memiliki kedalaman yang rendah, berarus sedang serta disepanjang sungai terdapat bebatuan dan banyak pemukiman penduduk serta rumah makan .



Gambar 2. Peta lokasi stasiun 2 di Sungai Boyong

Stasiun 3 berada di daerah Sumberan Sungai Code. Merupakan daerah hulu sungai Code berada pada $-7.733013, 110.386508$. Sungai ini memiliki kedalaman yang rendah, berarus sedang serta terdapat bebatuan.



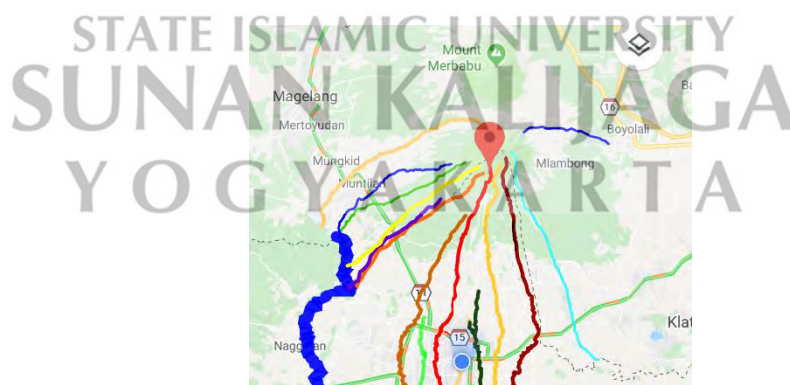
Gambar 3. Peta lokasi stasiun 3 di Jembatan Sumberan

Stasiun 4 berada di daerah Sardonoarjo Sungai Gajah Wong berada pada $-7.705473, 110.400300$. Sungai Gajah Wong memiliki karakteristik khusus jika dilihat dari arah arus sungai dari hulu ke hilir terdapat tebing yang sangat curam dengan perbedaan tinggi yang cukup besar.



Gambar 4. Peta lokasi stasiun 4 di Sardonoarjo

Stasiun 5 berada di desa Hargobinangun Sungai Gajah Wong berada pada $-7.565968, 110.433315$. Daerah ini berada dibagian hulu sungai di kaki Gunung Merapi.



Gambar 5. Peta lokasi stasiun 5 di Hargobinangun

Masing-masing stasiun penelitian dibagi menjadi 5 titik lokasi penelitian yang dicuplik berdasarkan kondisi sungai yang sesuai dengan habitat makroinvertebrata. Penelitian dilakukan pada bulan April 2018 hingga Juli 2018.

2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan saat penelitian yaitu jaring, nampan, cawan, pinset, kertas, alat tulis, label, penggaris, kamera, dan formalin 10%.

3. Prosedur Penelitian Biomonitoring

Teknik pengambilan makroinvertebrata dilakukan dengan cara:

a. Survey

Penelitian diawali dengan melakukan survey tempat untuk titik lokasi sampling. Survey dilakukan dengan memilih lokasi yang memenuhi kriteria untuk dilakukannya pengambilan sampel makroinvertebrata. Lokasi sampling yang sesuai akan dibagi menjadi 2 stasiun di Sungai Gajah Wong, 2 stasiun di Sungai Code, dan 1 stasiun di Sungai Winongo, setiap stasiun diambil 5 titik.

Setiap stasiun diambil dari tepi kanan dan kiri sungai dengan tiga kali ulangan dititik yang berbeda.

b. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan deep net dengan teknik *kicking* selama 3 menit (Rini,2011). Teknik *kicking* merupakan pengambilan spesimen dengan mengaduk bagian dasar sungai menggunakan kaki. Kemudian disempurnakan dengan teknik

jabbing yang dilakukan dengan membersihkan bebatuan yang ada disekitar.

Sampel dalam nampan dipilih dengan kuas kecil kemudian dimasukkan dalam wadah. Hasil sampel dilihat dengan menggunakan mikroskop stereo di laboratorium ekologi UIN Sunan Kalijaga.

c. Pengawetan Sampel

Pengawetan sampel menggunakan formalin 10%.

d. Identifikasi Sampel

Identifikasi sampel menggunakan buku panduan penilaian kesehatan sungai melalui pemeriksaan habitat sungai dan biotilik oleh Daru Setyo Rini, mencocokkan gambar dengan berbagai refrensi dari internet, mencocokkan dengan gambar hasil penelitian sebelumnya dan buku-buku cetak dari perpustakaan.

e. Dokumentasi

Makroinvertebrata yang ditemukan kemudian di dokumentasikan.

Hasil dokumentasi akan dikemas kedalam data pengembangan panduan praktikum biomonitoring. Disamping itu, hasil dokumentasi peneliti akan dilengkapi dengan dokumentasi hasil tangkapan yang dilakukan oleh Komunitas Sungai Water Forum Yogyakarta, penelitian oleh Musannadah (2018) dan penelitian Zulaiha (2018).

B. Penelitian Pengembangan Buku Panduan Praktikum Biomonitoring

1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Uji coba terbatas Buku Panduan Praktikum Biomonitoring dilakukan pada bulan November 2018 - Desember 2018 di SMA N 1 Sewon Bantul kelas XI.

2. Model Pengembangan

Jenis penelitian dengan mengembangkan bahan ajar dalam bentuk Buku Panduan Praktikum Biomonitoring menggunakan model pengembangan *Research and Development* (R&D) dengan menggunakan desain pengembangan ADDIE yang dibatasi sampai ADDE.

3. Prosedur Penelitian Pengembangan Panduan Praktikum Biomonitoring

a. Tahap Analisis (*Analysis*)

Tahap analisis meliputi analisis materi dan kurikulum, analisis kondisi dan karakteristik siswa. Analisis materi bertujuan untuk menentukan isi materi dalam pengembangan Buku Panduan Praktikum Biomonitoring yang akan dirancang. Analisis materi beracuan pada sub materi pencemaran air dan biomonitoring. Sub materi pencemaran air didapatkan dari buku-buku tentang pencemaran air dan pada biomonitoring dilakukan dengan merujuk berbagai sumber seperti jurnal tentang biomonitoring dan skripsi biomonitoring. Analisis kurikulum dilakukan dengan menjabarkan Kompetensi Dasar (KD) menjadi indikator-indikator serta menentukan urutannya.

3.11 Menganalisis data perubahan lingkungan dan dampak dari perubahan-perubahan tersebut bagi kehidupan.

4.11 Merumuskan gagasan pemecahan masalah perubahan lingkungan yang terjadi di lingkungan sekitar.

Berdasarkan KD tersebut dapat dijabarkan menjadi indikator-indikator. Analisis karakteristik siswa dilakukan dengan observasi dan wawancara langsung ke sekolah. Analisis ini dilakukan terkait keaktifan siswa dalam kegiatan praktikum. Tahap ini dilakukan dengan wawancara kepada pihak terkait yaitu guru Biologi kelas X SMA N 1 Sewon Bantul.

b. Tahap Perencanaan (*Design*)

Tahapan perencanaan ini meliputi kegiatan perancangan Buku Panduan Praktikum Biomonitoring yang meliputi :

1) Penyusunan kerangka Buku Panduan Praktikum Biomonitoring

Berdasarkan KI dan KD yang telah diuraikan dan dianalisis, maka disusun kerangka isi materi yang tercakup dalam Buku Panduan Praktikum Biomonitoring beserta urutan penyajiannya. Tahapan ini menentukan garis-garis besar panduan praktikum biomonitoring yang akan disusun.

2) Penentuan sistematika Buku Panduan Praktikum Biomonitoring

Sistematika penulisan panduan praktikum biomonitoring mengacu pada hasil perancangan garis-garis besar panduan pembelajaran.

Tahapan ini meliputi kegiatan urutan penyajian materi dan jenis gambar atau ilustrasi yang akan digunakan.

c. Tahap Pengembangan (*development*)

Tahap ini terdiri dari beberapa jenis kegiatan yang dilakukan yaitu pertama tahap pra-penulisan dimana peneliti mengumpulkan literatur yang sesuai dengan konten materi yang akan dikembangkan dalam Buku Panduan Praktikum Biomonitoring. Kemudian masuk ketahap penyusunan Buku Panduan Praktikum Biomonitoring sesuai dengan kerangka yang telah disusun oleh peneliti. Selanjutnya pada tahap penyuntingan produk awal dilakukan oleh dosen pembimbing untuk memberikan masukan sehingga diperoleh kualitas produk yang baik. Terakhir produk akan direvisi hingga diperoleh produk akhir. Revisi dilakukan atas saran dari 1 ahli materi, 1 ahli media, 5 *peer reviewer*, guru biologi dan siswa.

d. Evaluasi Pengembangan

Buku Panduan Praktikum Biomonitoring dievaluasi setelah melihat hasil penilaian dan masukan dari *reviewer*, *peer reviewer*, guru biologi, dan siswa kelas XI SMA/MA. Masukan tersebut digunakan untuk memperbaiki kualitas Buku Panduan Praktikum Biomonitoring secara bertahap. Buku Panduan Praktikum Biomonitoring yang telah dikembangkan diharapkan dapat digunakan sebagai bahan ajar oleh guru dalam mengelola pembelajaran di sekolah melalui praktikum maupun oleh siswa sebagai pedoman dalam melaksanakan praktikum.

C. Uji Coba Produk

1. Desain uji coba

Uji coba dalam penelitian pengembangan bertujuan untuk penilaian produk. Penilaian dilakukan melalui uji terbatas dengan pengisian angket penilaian kualitas Buku Panduan Praktikum Biomonitoring oleh 1 guru biologi SMA N 1 Sewon Bantul yang menghasilkan data kuantitatif berupa persentase kualitas produk dan 15 siswa SMA N 1 Sewon Bantul kelas XI yang menghasilkan data kuantitatif berupa persentase kualitas produk. Penilaian ini kemudian dianalisis secara kualitatif.

2. Subjek uji coba

Subjek uji coba dalam penelitian pengembangan Buku Panduan Praktikum Biomonitoring yaitu 1 ahli media, 1 ahli materi, 5 *peer reviewer* (mahasiswa jurusan pendidikan biologi yang telah mengambil mata kuliah ilmu lingkungan dengan minimal nilai yang diperoleh A- dan mengambil penelitian pengembangan dengan tema yang sama), siswa kelas XI SMA N 1 Sewon Bantul yang ditentukan oleh guru bidang biologi dan guru biologi kelas X.

3. Jenis data

Data hasil pengembangan produk yaitu penilaian dari *reviewer*, *peer reviewer*, dan guru biologi serta respon siswa SMA/MA.

- 1) Data untuk penilaian kualitas dari *reviewer*, *peer reviewer* dan data untuk respon siswa.

a) Data Kualitatif

Penilaian kualitas dari *reviewer* dan *peer reviewer* menggunakan skala *likert* dengan data kualitatif berupa nilai kategori, yaitu Sangat Baik (SB), Baik (B), Cukup (C), Kurang (K), dan Sangat Kurang (SK). Respon siswa menggunakan skala *Guttman* dengan data kualitatif berupa nilai kategori yaitu Setuju (S) dan Tidak Setuju (TS).

b) Data Kuantitatif

Data kuantitatif berupa skor penilaian yaitu Sangat Baik (SB) = 5, Baik (B) = 4, Cukup (C) = 3, Kurang (K) = 2, Sangat Kurang (SK) = 1, Setuju (S) = 1 dan Tidak Setuju (TS) = 0.

4. Instrumen pengumpulan data

Instrumen penelitian yang digunakan untuk pengumpulan data adalah angket berbentuk *check list* yang digunakan untuk mendapatkan penilaian kualitas produk dari subjek penilai. Angket tersebut merujuk pada penelitian Aji (2018) dan berdasarkan BSNP (Badan Standar Nasional Pendidikan) dalam Asasi (2009) yang disesuaikan dengan penelitian pengembangan yang dilakukan.

Tabel 1. Kisi-kisi Angket Penilaian

Reviewer	Komponen yang dinilai
Ahli Materi	1. Kesesuaian materi dengan kurikulum 2013
	2. Keakuratan materi
	3. Kemutakhiran materi
	4. Kebenaran identifikasi makroinvertebrata
	5. Bahasa/Keterbacaan
	6. Estetika Desain
Ahli Media	1. Teknik Penyajian

	2. Estetika Desain
	3. Kebahasaan
Guru dan <i>Peer Reviewer</i>	1. Kesesuaian materi dengan kurikulum 2013 2. Komponen penyajian Buku Panduan Praktikum Biomonitoring 3. Estetika desain 4. Merangsang keingintahuan 5. Kebahasaan
Siswa	1. Estetika desain 2. Bahasa/keterbacaan

5. Teknik analisis data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif. Teknik ini dipergunakan sesuai dengan karakteristik data yang diperoleh dari proses pengumpulan data. Pada tahap ini yang dilakukan adalah mendeskripsikan semua pendapat, saran dan tanggapan reviewer yang didapat dari lembar angket. Data dari angket merupakan data kualitatif yang dikuantitatifkan menggunakan skala *likert* dan skala *Guttman*.

Tabel 2. Aturan pemberian skor penilaian ahli, *peer reviewer* dan guru biologi (Sudijono, 2014)

Kategori	Skor
Sangat Baik (SB)	5
Baik (B)	4
Cukup (C)	3
Kurang (K)	2
Sangat Kurang (SK)	1

Setelah data terkumpul. Kemudian skor rata-rata setiap aspek kriteria penilaian dinilai dengan rumus (Sugiyono, 2013) :

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan :

$\bar{X}$ = skor rata-rata

$\sum x$ = jumlah skor

n = jumlah penilai

Kemudian mengubah skor rata-rata aspek yang berupa data kuantitatif menjadi data kualitatif sesuai dengan kriteria kategori penilaian tiap aspek dengan ketentuan seperti yang dijabarkan pada tabel berikut ini (Widoyoko, 2011).

Rentang Skor (i) Kuantitatif	Kategori Kualitatif
$X > (Mi + 1,80 SBi)$	Sangat Baik
$(Mi + 0,6 SBi) < X \leq (Mi + 1,80 SBi)$	Baik
$(Mi - 0,60 SBi) < X \leq (Mi + 0,60 SBi)$	Cukup
$(Mi - 1,80 SBi) < X \leq (Mi - 0,60 SBi)$	Kurang
$X \leq Mi - 1,80 SBi$	Sangat Kurang

Keterangan :

Mi : Rata-rata ideal (*Mean*)

$$Mi = \frac{1}{2} \times (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal})$$

SBi : Simpangan baku ideal

$$SBi = \left(\frac{1}{6} \times (\text{skor tertinggi ideal} - \text{skor terendah ideal}) \right)$$

Menentukan nilai keseluruhan yaitu dengan menghitung skor rata-rata seluruh kriteria penilaian, kemudian diubah menjadi kualitatif sesuai dengan kriteria kategori penilaian ideal.

Data yang diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk persentase untuk mempermudah pembacaan, dihitung dengan rumus :

$$\text{Persentase keidealan (P)} = \frac{\text{skor hasil penelitian}}{\text{skor tertinggi ideal}} \times 100\%$$

Hasil penelitian diidentifikasi menggunakan lima kategori yaitu sangat baik, baik, cukup, kurang, dan sangat kurang. Pengidentifikasian yang dilakukan dengan menggunakan ketentuan sebagai berikut: (Arikunto,2007).

Tabel 3. Skala persentase penilain kualitas produk

Interval	Kriteria
81% - 100%	Sangat Baik
61% - 80 %	Baik
41% - 60%	Cukup
21% - 40%	Kurang
0% - 20%	Sangat Kurang

Skor tersebut menunjukan kualitas panduan praktikum biomonitoring yang dibuat. Jika nilai kualitas yang diperoleh minimal baik (B) dan respon siswa minimal setuju (S), maka panduan praktikum biomonitoring dapat digunakan sebagai bahan ajar biologi untuk siswa kelas X SMA/MA.

Analisis data respon siswa menggunakan skala *Guttman*. Skala *Guttman* merupakan skala berdimensi tunggal dimana skala ini menginginkan jawaban secara jelas. Skala *Guttman* memberikan dua pilihan pada siswa yaitu “ya” dan “tidak”. Hasil respon produk oleh siswa dianalisis melalui tahapan sebagai berikut:

Penilaian respon siswa dalam bentuk huruf diubah menjadi skor dengan ketentuan sebagai berikut:

Tabel 4. Aturan pemberian skor respon siswa

Kategori	Skor
Setuju (S)	1
Tidak Setuju (TS)	0

Data yang diperoleh diubah menjadi skor (tabel 4), kemudian dijumlahkan total keseluruhan data. Untuk mencari skor dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum R}{N} \times 100 \%$$

Kerangan :

P = persentase

$\sum R$ = jumlah skor yang didapatkan

N = jumlah skor maksimal

Hasil penelitian diidentifikasi menggunakan lima kategori yaitu sangat baik, baik, cukup, kurang, dan sangat kurang. Pengidentifikasian yang dilakukan dengan menggunakan ketentuan sebagai berikut (Arikunto, 2007).

Tabel 5. Skala persentase penilai kualitas produk

Interval	Kriteria
81% - 100%	Sangat Baik
61% - 80 %	Baik
41% - 60%	Cukup
21% - 40%	Kurang
0% - 20%	Sangat Kurang

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian Makroinvertebrata dengan Biomonitoring

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekayaan dan keanekaragaman makroinvertebrata sebagai paramater biologi pada tingkat famili di lima stasiun yang berbeda yaitu stasiun 1 terletak di Jembatan Serangan, stasiun 2 terletak di Sungai Boyong, stasiun 3 terletak di Jembatan Sumberan, stasiun 4 terletak di Desa Sardonoarjo dan stasiun 5 terletak di Desa Hargobinangun. Data makroinvertebrata disajikan dalam bentuk tabel. Makroinvertebrata yang ada di Sungai Yogyakarta total ada 39 famili, yang terdiri atas 28 famili hasil pengamatan dan 11 famili merupakan informasi dari data sekunder penelitian Musannadah (2018), Zulaiha (2018) dan dokumentasi Komunitas Sungai Water Forum Yogyakarta. Berikut adalah tabel hasil penelitian makroinvertebrata di Sungai Yogyakarta :

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Tabel 6. Identifikasi Makroinvertebrata di lima Stasiun (Jembatan Serangan, Sungai Boyong, Jembatan Sumberan, Sardonoharjo dan Hargobinangun)

Ordo	Stasiun					Feeding Group
	I	II	III	IV	V	
Ephemeroptera	Baetidae	Baetidae	Baetidae	Baetidae	Baetidae	Collector
		Caenidae			Caenidae	Collector
		Leptophlebiidae	Leptophlebiidae	Leptophlebiidae	Leptophlebiidae	Collector
Plecoptera		Perlidae				Predator
Trichoptera	Hydropsychidae	Hydropsychidae			Hydropsychidae	Collector
		Philopotamidae				Predator
		Rhyacophilidae	Rhyacophilidae			Predator
Neotaenioglossa	Thiaridae	Thiaridae	Thiaridae	Thiaridae	Thiaridae	Scraper
	Corixidae			Gerridae	Gerridae	Predator
Hemiptera					Vellidae	Predator
					Nepidae	Predator
Decapoda	Palaemonidae	Palaemonidae	Palaemonidae	Palaemonidae	Palaemonidae	Scraper
	Parathelphusidae	Parathelphusidae	Parathelphusidae	Parathelphusidae	Parathelphusidae	Scraper
	Chironomidae					Scraper
Diptera				Tipulidae	Tipulidae	Shredder
				Buccinidae		Scraper
Bassomatophora	Physidae					Scraper
	Lymnaeidae					Scraper
Odonata				Eupacidae		Predator
Crassiclitella	Lumbricidae	Lumbricidae				Collector
Architaenioglossa		Amphibolidae			Viviparidae	Scraper
Arthychobdellida	Erpobdellidae					Predator
Haplotaxida	Tubificidae					Collector
Tricladida	Dugesidae					Predator

Berdasarkan tabel 6, makroinvertebrata ditemukan berada di stasiun 1 (Serangan) sebanyak 13 famili, stasiun 2 (Boyong) 12 famili, stasiun 3 (Sumberan) sebanyak 5 famili, stasiun 4 (Sardonoharjo) sebanyak 9 famili dan stasiun 5 (Hargobinagun) sebanyak 12 famili.

Hasil penelitian menunjukkan Famili Thiaridae, Baetidae, Parathelphusidae dan Palaemonidae dapat ditemukan disemua stasiun. Hal ini menunjukkan bahwa ke lima stasiun ini merupakan habitat yang cocok untuk Famili-famili tersebut. Banyaknya jumlah famili yang ditemukan pada setiap stasiun menunjukkan komunitas makroinvertebrata tersebut tidak terganggu dengan kualitas lingkungan dan dapat hidup baik dengan kondisi lingkungan yang ada. Famili Thiaridae, Baetidae, Parathelphusidae dan Palaemonidae memiliki toleransi yang baik dengan kondisi perairan yang tercemar ringan hingga berat (Dwitawati, 2015). Baetidae dapat ditemukan diberbagai habitat dan tersebar luas diatas permukaan air. Beberapa Famili Baetidae dapat ditemukan di perairan berarus sedang dan tenang. Secara umum, beberapa spesies dari Famili Baetidae dapat melimpah banyak di sungai yang kotor atau tercemar. Famili ini merupakan bioindikator terhadap pencemaran organik ringan (Puspita, 2016). Berdasarkan penelitian Rotua (2009) dalam Widiyanto (2016), dan penelitian Dwitawati (2015) menyatakan bahwa makroinvertebrata memiliki toleransi yang baik dengan kondisi perairan yang tercemar ringan sampai berat seperti Thiaridae dapat ditemukan pada semua stasiun.

Stasiun 1 terletak di bawah Jembatan Serangan. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 5 kali menggunakan teknik *jabbing*. Keanekaragaman

makroinvertebrata pada stasiun 1 sebagian besar adalah kelompok hewan dengan golongan tahan terhadap pencemaran. Hal ini dibuktikan dengan ditemukannya Famili Baetidae, Hydropsychidae, Physidae, Lymnaeidae, Corixidae, Thiaridae, Dugesidae, Palaemonidae, dan Parathelphusidae. Selain itu juga ditemukan hewan dengan kelompok yang sangat tahan terhadap pencemaran yaitu Erpobdellidae, Tubificidae, Chironomidae dan Lumbricidae. Keberadaan makroinvertebrata dengan golongan sangat tahan terhadap pencemaran dapat menunjukkan kualitas perairan tercemar berat.

Stasiun 2 terletak di sungai Boyong. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 5 kali menggunakan teknik *kicking* dan *jabbing*. Makroinvertebrata yang ditemukan di stasiun 2 sebanyak 15 famili. Keanekaragaman yang ditemukan didominasi oleh ordo Ephemeroptera dan Tricoptera. Famili yang ditemukan pada stasiun 2 adalah kelompok hewan dengan golongan sensitif terhadap pencemaran. Hal ini dapat dibuktikan dengan ditemukannya beberapa famili dari ordo Ephemeroptera, Plecoptera dan Tricoptera, yaitu Famili Leptophlebiidae, Rhyacophilidae, Perlidae, Caenidae dan Philopotamidae. Adanya anggota famili ini menggambarkan kondisi perairan di stasiun 2 tergolong tercemar ringan dan mendukung kehidupan anggota famili tersebut (Puspita, 2016).

Stasiun 3 terletak di bawah jembatan Sumberan hulu sungai Code. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 5 kali menggunakan teknik *jabbing*. Makroinvertebrata yang ditemukan di stasiun 3 sebanyak 5 famili. Famili yang ditemukan adalah kelompok hewan yang sensitif terhadap pencemaran yaitu Famili Leptophlebiidae

dan Rhyacophilidae. Selain itu juga ditemukan hewan dari golongan toleran terhadap pencemaran yaitu dari Famili Thiaridae, Palaemonidae, dan Parathelphusidae. Jumlah famili yang ditemukan di stasiun 3 lebih sedikit bila dibandingkan dengan ke empat stasiun lain, hal ini berkaitan dengan vegetasi riparian yang sedikit, debit air yang semakin berkurang, sungai yang semakin lebar dan dangkal, serta adanya aktivitas pengambilan batu dan pasir. Kondisi ini akan menyebabkan makroinvertebrata yang sensitif atau peka terhadap perubahan lingkungan akan rendah kepadatannya dan bahkan beberapa akan hilang (Leatemia, 2016). Selain itu, stasiun 3 memiliki arus yang cukup tinggi sehingga substrat yang ditemukan juga sedikit. Menurut Siegel (2003) kecepatan arus akan menentukan tipe sedimen suatu perairan. Arus yang kuat mengakibatkan sedimen terdiri dari batu atau kerikil dan pasir, sedangkan arus yang lemah menunjukkan dasar perairan berlumpur atau tanah-organik. Kecepatan arus berpengaruh terhadap distribusi biota yang relatif menetap di perairan. Faktor utama yang menentukan penyebaran makroinvertebrata adalah substrat perairan berupa lumpur, tanah liat, berpasir, kerikil, batu, dan masing-masing menentukan komposisi jenis makroinvertebrata (Odum, 1993).

Stasiun 4 terletak di daerah Sardonoharjo hulu Sungai Gajah Wong. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 5 kali dengan teknik *jabbing*. Keanekaragaman famili yang ditemukan sebanyak 9 famili. Stasiun 4 didominasi oleh Famili Thiaridae yang menempel dibebatuan. Selain itu juga ditemukan Famili Buccinidae, Euphaeidae, Gerridae, Palaemonidae, Tipulidae, Parathelphusidae, Leptophlebiidae dan Baetidae. Stasiun 5 terletak di desa

Hargobinangun sungai Gajah Wong. Daerah ini berada dibagian hulu sungai di kaki Gunung Merapi. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 5 kali dengan lima titik pengamatan dengan teknik *kicking*. Keanekaragaman famili yang ditemukan sebanyak 12 famili. Ordo yang mendominasi pada stasiun 5 adalah ordo Hemiptera yaitu Famili Gerridae, Velidae, dan Nepidae.

Tabel 7. Data Sekunder Makroinvertebrata di Sungai Yogyakarta (Gajah Wong dan Sungai Kuning)

Ordo	Stasiun		Feeding Group	Refrensi
	Gajah Wong	Sungai Kuning		
Ephemeroptera	Heptageniidae		Scraper	Waterforum, 2018
Odonata		Chlorocyphidae	Predator	Zulaiha, 2018
		Calopterydidae	Predator	Zulaiha, 2018
	Coenagrionidae		Predator	Zulaiha, 2018
	Corduliidae		Predator	Musannadah, 2018
	Libellulidae		Predator	Musannadah, 2018
Diptera	Tabanidae		Predator	Zulaiha, 2018
	Simuliidae		Predator	Musannadah, 2018
Basommatophora	Planorbidae		Scraper	Musannadah, 2018
Veneroida	Corbiculidae		Collector	Musannadah, 2018
Mesogastropoda	Ampullaridae		Scraper	Musannadah, 2018

Hasil dokumentasi peneliti dilengkapi dengan hasil tangkapan yang dilakukan oleh Musannadah (2018), Zulaiha (2018) dan Komunitas Sungai Water Forum Yogyakarta. Berdasarkan tabel 7 terdapat 1 famili dari ordo Epemeropthera, 5 famili dari ordo Odonata, 2 famili dari ordo Diptera, 1 famili dari ordo Basommatophora, 1 famili dari ordo Veneroida dan 1 famili dari ordo Mesogastropoda.

B. Hasil Penelitian dan Pengembangan Buku Panduan Praktikum Biomonitoring

Jenis penelitian dengan mengembangkan bahan ajar dalam bentuk panduan praktikum biomonitoring menggunakan model pengembangan *Research and Development* (R&D) dengan menggunakan desain pengembangan ADDIE yang dibatasi sampai ADDE. Tahapan pelaksanaan pengembangan Buku Panduan Praktikum Biomonitoring sebagai berikut:

1. Tahap Analisis (*Analysis*)

a. Analisis materi

Analisis materi bertujuan untuk menentukan isi materi dalam pengembangan Buku Panduan Praktikum Biomonitoring yang akan dirancang. Analisis materi beracuan pada sub materi pencemaran air dan biomonitoring. Sub materi pencemaran air didapatkan dari buku-buku tentang pencemaran air dan pada biomonitoring dilakukan dengan merujuk berbagai sumber seperti jurnal tentang biomonitoring dan skripsi biomonitoring. Materi yang terdapat di dalam Buku Panduan Praktikum Biomonitoring juga memuat informasi yang didapatkan oleh peneliti dilakukan melalui penelitian lapangan secara langsung dan kajian dari berbagai referensi yang relevan dengan materi yang dimuat dalam Buku Panduan Praktikum Biomonitoring.

b. Analisis Kurikulum

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di SMAN 1 Sewon Bantul, diperoleh bahwa kurikulum yang digunakan dalam pembelajaran SMA N 1 Sewon Bantul adalah Kurikulum 2013. Analisis kurikulum dilakukan dengan menjabarkan Kompetensi Dasar (KD) menjadi indikator-indikator serta menentukan urutannya.

3.11 Menganalisis data perubahan lingkungan dan dampak dari perubahan-perubahan tersebut bagi kehidupan.

4.11 Merumuskan gagasan pemecahan masalah perubahan lingkungan yang terjadi di lingkungan sekitar.

Berdasarkan KD tersebut dapat dijabarkan menjadi indikator-indikator.

c. Analisis Karakteristik Siswa

Analisis karakteristik siswa dilakukan dengan observasi dan wawancara langsung ke sekolah. Analisis ini dilakukan terkait keaktifan siswa dalam kegiatan praktikum. Tahap ini dilakukan dengan wawancara kepada pihak yang terkait yaitu guru Biologi kelas X SMA N 1 Sewon. Berdasarkan teori Piaget karakteristik siswa SMA memasuki tahapan perkembangan kognitif tingkat operasional formal dengan rentang usia 12 tahun ke atas. Pada tahap ini memiliki beberapa karakteristik diantaranya adalah mampu menggabungkan apa yang pernah dipelajari dengan apa

yang akan terjadi dimasa depan. Selain itu juga, siswa mampu berfikir secara sistematis dan mampu mengatasi permasalahan yang dihadapi.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru Biologi kelas X SMA N 1 Sewon Bantul, kegiatan biomonitoring sudah pernah dilakukan sebagai materi penunjang pada sub materi pencemaran air. Akan tetapi kendala yang dihadapi adalah tidak tersedianya buku panduan praktikum makroinvertebrata di sungai-sungai Yogyakarta.

2. Tahap Perencanaan (*Design*)

Tahap desain merupakan perancangan bahan ajar yang terdiri dari pembuatan desain mulai dari *background*, gambar, sketsa, penyusunan materi dan pengumpulan data-data penelitian yang akan dijadikan Buku Panduan Praktikum Biomonitoring.

1) Pembuatan desain halaman

Pembuatan desain halaman dibutuhkan software *Corel Draw X7* pada perangkat komputer. Hal yang harus disiapkan dalam langkah ini adalah stok foto hewan makroinvertebrata, foto-foto alat bahan yang digunakan dalam proses biomonitoring, sketsa hewan makroinvertebrata yang didesain sendiri oleh peneliti, materi awal terkait biomonitoring, deskripsi dan klasifikasi makroinvertebrata, dan software *Corel Draw X7*.

2) Menetapkan materi

Materi yang di muat dalam Buku Panduan Praktikum Biomonitoring adalah pencemaran secara umum, biomonitoring, sejarah biomonitoring, alasan penggunaan makroinvertebrata dalam penilaian kualitas perairan, teknik pengambilan makroinvertebrata di sungai, makroinvertebrata di sungai Yogyakarta, alat dan bahan yang digunakan dalam proses biomonitoring, prosedur pengambilan sampel, dan lembar panduan identifikasi.

3) Pengumpulan data-data penelitian

Materi yang disajikan didukung dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti berupa dokumentasi gambar hewan makroinvertebrata masing-masing famili kelompok Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT) maupun Non-EPT. Gambar ini dimuat dalam panduan identifikasi makroinvertebrata.

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan dilakukan untuk menghasilkan produk berupa Buku Panduan Praktikum Biomonitoring. Kemudian dilanjutkan dengan pengembangan instrumen penilaian kualitas produk, validasi produk Buku Panduan Praktikum Biomonitoring dan uji coba terbatas produk. Validasi instrumen penilaian kualitas produk dilakukan oleh salah satu dosen ahli dari prodi Pendidikan Biologi. Validasi produk Buku Panduan Praktikum Biomonitoring dilakukan oleh 1 ahli materi, 1 ahli media, dan 5 *peer reviewer* menggunakan

angket yang telah divalidasi. Selanjutnya dilakukan perbaikan atau revisi dari hasil penilaian berupa saran dan masukan oleh validator untuk menyempurnakan Buku Panduan Praktikum Biomonitoring.

Buku Panduan Praktikum Biomonitoring hasil masukan dari validator kemudian diujikan secara terbatas di SMA N 1 Sewon Bantul. Uji coba produk dilakukan dengan penilaian kualitas Buku Panduan Praktikum Biomonitoring oleh 1 orang guru biologi dan 15 siswa kelas XI SMA N 1 Sewon Bantul. Hasil penilaian dan masukan Buku Panduan Praktikum Biomonitoring dari guru biologi digunakan untuk perbaikan produk Buku Panduan Praktikum Biomonitoring. Setelah dilakukan perbaikan akan dihasilkan produk akhir yaitu Buku Panduan Praktikum Biomonitoring untuk SMA/MA Kelas X.

4. Tahap Evaluasi (*evaluation*)

Tahap evaluasi dilakukan untuk perbaikan produk. Revisi dilakukan berdasarkan hasil penilaian kualitas produk berupa masukan/saran dari, ahli media, ahli materi, *peer reviewer* dan guru biologi. masukan dan saran perbaikan serta hasil tindak lanjut yang dilakukan peneliti dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Masukan dari Ahli Materi

Masukan	Perbaikan
Pengertian ekosistem kalimatnya diperbaiki	Sudah diperbaiki
Masih terdapat kata-kata yang Typo	Sudah diperbaiki
Istilah EPT dijelaskan dahulu	Sudah diperbaiki.
Istilah <i>bioassay</i> dan <i>bioassessment</i> sebaiknya diterapkan definisinya	Sudah diperbaiki. Istilah <i>bioassay</i> dan <i>bioassessment</i> dijelaskan dihalaman glosarium.

Masukan	Perbaikan
Tambahkan keterangan pada gambar yang disajikan	Sudah ditambahkan.
Klasifikasi gastropoda lebih baik berasal dari buku bukan dari internet	Sudah diperbaiki.

Penilaian ahli materi mencakup lima aspek yaitu relevansi materi, keakuratan materi, kemutakhiran materi, bahasa/keterbacaan dan estetika desain. Masukan ahli materi menitikberatkan pada aspek bahasa/keterbacaan. Menurut ahli materi, terdapat beberapa kalimat yang sebaiknya diperbaiki seperti pengertian ekosistem. Disamping itu, masih ada beberapa istilah yang perlu dijelaskan seperti istilah EPT, *bioassay* dan *bioassessment*. Semua masukan dari ahli materi sudah digunakan sebagai bahan perbaikan.

Tabel 9. Masukan dari Ahli Media

Masukan	Perbaikan
Cover buku kurang menarik, warna gelap dan tulisan dibelakang cover sebaiknya dihilangkan,	Sudah diperbaiki
Masih terdapat tiga halaman kosong, lebih baik diisi.	Sudah diperbaiki dengan penataan ulang <i>layout</i>
Masih terdapat gambar yang kurang jelas	Sudah diperbaiki dengan mengganti gambar yang lebih jelas
Spasi pada deskripsi dan klasifikasi tiap famili sebaiknya jangan terlalu mepet	Sudah diperbaiki

Masukan dari ahli media menitikberatkan pada aspek desain dan penyajian Buku Panduan Praktikum Biomonitoring. Menurut ahli media, masih ada beberapa gambar yang kurang jelas sehingga perlu diganti dan diperbaiki. Disamping itu, kesesuaian pemilihan warna pada tampilan halaman cover dapat diganti agar lebih menarik.

Masukan tersebut dijadikan sebagai bahan perbaikan dalam penyusunan Buku Panduan Praktikum Biomonitoring.



Gambar 6. Cover Buku Panduan Praktikum Biomonitoring setelah seminar proposal



Gambar 7. Cover depan Buku Panduan Praktikum Biomonitoring setelah revisi dari ahli media

Gambar 6 menunjukkan cover setelah seminar proposal. Cover tersebut terlihat gelap, bagian belakang cover terdapat tulisan yang sebaiknya dikosongkan saja. Gambar 7 merupakan perbaikan yaitu dengan melakukan desain ulang cover dengan menaikkan *brightness* dan *contras* agar terlihat lebih cerah dan sederhana dengan menghilangkan tulisan dibelakang cover.

Tabel 10. Masukan dari *Peer reviewer*

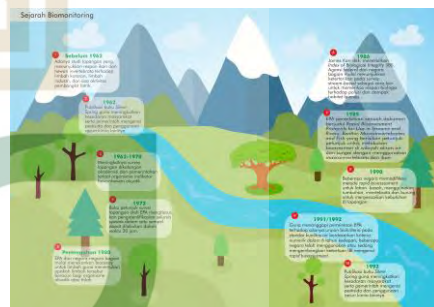
Masukan	Perbaikan
Typo nya diperbaiki	Sudah diperbaiki
Spasi antara deskripsi dengan konten terlalu mepet	Sudah diperbaiki
Penulisan feeding group disamakan	Sudah diperbaiki
Halaman 2 kurang spasi pada "pemahaman materi"	Sudah diperbaiki
Halaman 13 setelah nomor dikasih spasi 1. <i>Metode Stream Invertebrate</i>	Sudah diperbaiki
Halaman 16 judul terpotong, kotak putih dibesarkan lagi agar tidak nabrak tulisan	Sudah diperbaiki
Halaman 24 kasih judul pada gambar	Sudah diperbaiki dengan menambah judul gambar

Masukan	Perbaikan
Halaman 78 gambar terlihat <i>eraser</i> belang putih	Sudah diperbaiki dengan mengganti gambar
Infografis sejarah biomonitoring ditransparansi agar <i>background</i> terlihat	Sudah diperbaiki

Masukan dari *peer reviewer* mencakup aspek bahasa, materi dan penyajian. Masukan dari *peer reviewer* menitikberatkan pada tata tulis materi yang termuat dalam Buku Panduan Praktikum Biomonitoring dan tampilan desain. Masukan paling banyak berupa kurang spasi dan *typo* yang masih terdapat di beberapa kata. Masukan yang ada ditindaklanjuti sesuai dengan yang disampaikan oleh *peer reviewer*.



Gambar 8. Infografis sejarah biomonitoring sebelum diperbaiki



Gambar 9. Infografis sejarah biomonitoring setelah diperbaiki

Gambar 8 menunjukkan infografis sebelum diperbaiki. Kotak berisi teks sebaiknya ditransparansi agar *background* sedikit tampak jelas. Gambar 9 merupakan perbaikan yang dilakukan peneliti berdasarkan masukan yang diberikan oleh *peer reviewer*.

Tabel 11. Masukan dari Guru Biologi

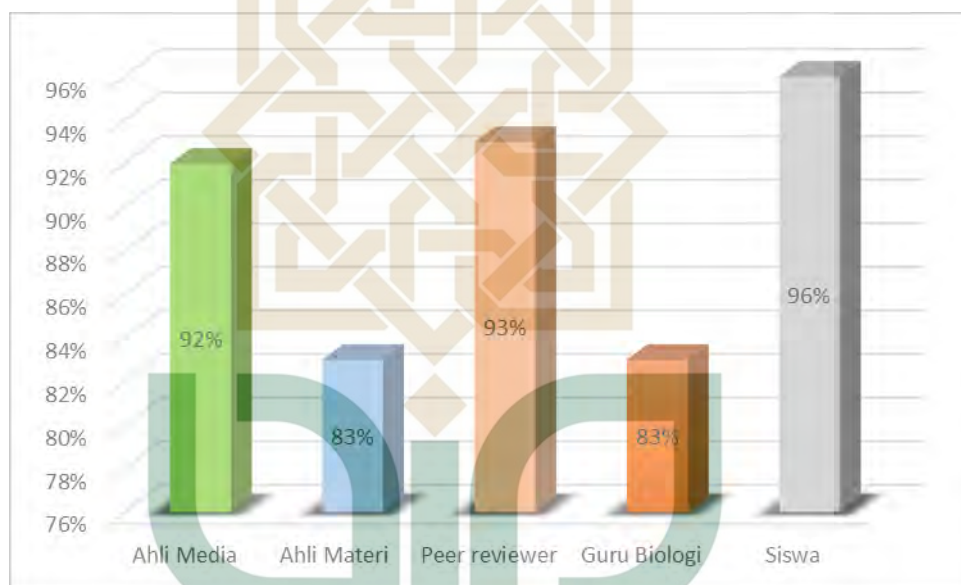
Masukan	Perbaikan
Tambahkan keterangan lampiran 1 pada bagian tabel pemeriksaan kesehatan habitat sungai	Sudah diperbaiki
Untuk siswa mungkin agak sulit memahami penentuan nilai(cara) tercemar atau tidak	Saat pengambilan data dikelas, peneliti sudah menjelaskan tata cara penilaian kualitas perairan menggunakan parameter biologi (makroinvertebrata)

Masukan dari guru biologi menitikberatkan pada aspek penyajian. Menurutnya, untuk siswa agak sulit memahami penentuan nilai (cara) apakah sungai tersebut tercemar atau tidak. Menindaklanjuti masukan dari guru biologi, peneliti melakukan pemaparan langsung kepada siswa di kelas terkait Buku Panduan Praktikum Biomonitoring yang disajikan. Penjelasan dilakukan agar siswa tidak kesulitan dalam menentukan kualitas perairan menggunakan Buku Panduan Praktikum Biomonitoring. Semua masukan yang telah diberikan digunakan sebagai perbaikan produk yang disajikan.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

C. Hasil Penilaian Kualitas Produk

Penilaian kualitas produk diberikan oleh beberapa penilai yaitu 1 ahli materi, 1 ahli media, 5 *peer reviewer*, 1 guru biologi dan respon 15 siswa SMA N 1 Sewon Bantul. Penilaian dilakukan menggunakan angket. Hasil penilaian kualitas Buku Panduan Praktikum Biomonitoring secara keseluruhan dari beberapa validator dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Persentase Keidealan Buku Panduan Praktikum Biomonitoring

Hasil menunjukkan bahwa penilaian kualitas Buku Panduan Praktikum Biomonitoring dikategorikan Sangat Baik (SB). Persentase keidealan tertinggi didapat dari siswa dengan nilai 96%, sedangkan penilaian terendah didapat dari ahli materi dan guru biologi yaitu sebesar 83%. Skor rata-rata secara keseluruhan 89.4%. Menurut Kartika (2014) jika persentase keidealan diperoleh hasil Sangat Baik (SB) atau Baik (B) dengan skor rata-rata minimal 60%-80%, maka produk layak digunakan sebagai bahan ajar. Kualitas produk Buku Panduan Praktikum Biomonitoring dapat dicapai karena memenuhi kriteria penilaian produk bahan

ajar berdasarkan BSNP (2007) yaitu kelayakan isi yang diuraikan dalam beberapa sub komponen (kesesuaian dengan kurikulum yang berlaku, keakuratan materi dan kemutakhiran materi), kebahasaan yaitu kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar, kesesuaian dan keruntutan penyajian materi, dan kegrafikan meliputi (ukuran font/format buku, desain cover, desain layout, kualitas kertas yang digunakan, kualitas percetakan dan kualitas jilidan). Penilaian secara lengkap dapat dilihat pada uraian berikut:

1. Penilaian Ahli Materi

Hasil penilaian oleh ahli materi menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan memiliki kualitas Sangat Baik (SB) dengan rata-rata persentase keidealan 82%. Hasil penilaian ahli materi dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Hasil Penilaian dari Ahli Materi

No.	Aspek	Σ Skor	Σ Skor Maks	Persentase (%)	Kategori
1	Relevansi materi	4	5	80%	Baik
2	Keakuratan Materi	18	20	90%	Sangat Baik
3	Kemutakhiran Materi	12	15	80%	Baik
4	Bahasa/Keterbacaan	15	20	75%	Baik
5	Estetika Desain	13	15	87%	Sangat Baik
	Jumlah	62	75	83%	Sangat Baik

Berdasarkan tabel 12, penilaian terhadap keseluruhan aspek berada pada kategori Sangat Baik (SB) dengan persentase sebesar 83%. Penilaian tertinggi berad pada aspek keakuratan materi dengan persentase sebesar 90%. Menurut ahli materi, keakuratan konsep biomonitoring yang disajikan sudah sesuai dengan materi pencemaran air, fakta dan data yang disajikan dalam Buku Panduan Praktikum Biomonitoring sudah sesuai dengan kenyataan dilapangan,

dan penyajian materi dalam Buku Panduan Praktikum Biomonitoring dapat membantu mengidentifikasi makroinvertebrata ketika dilapangan. Menurut Basuki (2015) salah satu unsur buku teks dinyatakan berkualitas yaitu kelayakan isi. Isi menyangkut materi yang ada dalam buku ajar sehingga sangat wajar apabila unsur kelayakan isi merupakan unsur utama untuk menentukan kualitas buku. Sementara itu, penilaian terendah terdapat pada aspek kebahasaan dengan persentase sebesar 75%. Menurut ahli materi, masih kurangnya penjelasan untuk peristilahan yang sulit atau tidak umum. Peneliti kemudian menambahkan penjelasan untuk peristilahan yang sulit kedalam halaman glosarium. Menurut Siregar (2017), dalam penyusunan materi harus memperhatikan sasaran pembaca misalnya penguasaan bahasa yang digunakan, gaya membaca dan usia pembaca. Glosarium sangat penting bagi pembaca/siswa, karena dapat membantu siswa bila menemukan kata-kata asing, serta memperkaya pengetahuan siswa akan kosa kata (Lasmiatun, 2018).

Menurut (Hanifah, 2014) ada dua komponen yang harus diperhatikan dalam penulisan buku ajar yang berkualitas, yaitu komponen dasar yang meliputi aspek isi/materi, aspek penyajian, aspek bahasa/keterbacaan, aspek grafika dan komponen penyempurna/pendukung yang meliputi buku petunjuk penggunaan buku, pemilihan warna dalam pembuatan desain, glosarium dan indeks.

2. Penilaian Ahli Media

Hasil penilaian oleh ahli media menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan memiliki kualitas Sangat Baik (SB) dengan rata-rata persentase keidealan 92%. Hasil penilaian ahli media dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Hasil Penilaian dari Ahli Media

No.	Aspek	Σ Skor	Σ Skor Maks	Persentase (%)	Kategori
1	Teknik Penyajian	8	10	80%	Baik
2	Estetika Desain	43	45	96%	Sangat Baik
3	Bahasa/Keterbacaan	18	20	90%	Sangat Baik
	Jumlah	69	75	92%	Sangat Baik

Berdasarkan tabel 13, penilaian tertinggi berada pada aspek estetika desain berada dalam kategori Sangat Baik (SB) dengan persentase sebesar 96%. Menurut ahli media, tampilan desain cover, isi, pemilihan warna yang ditampilkan, pemilihan ukuran dan jenis huruf, gambar dan ilustrasi yang disajikan sudah sesuai. Penggunaan warna pada buku teks dapat menarik perhatian siswa untuk belajar dan memberikan penekanan untuk memusatkan perhatian. Hal ini dikarenakan warna akan membuat sajian informasi menjadi lebih hidup (Monica, 2018).

Sementara itu, penilaian terendah terdapat pada aspek teknik penyajian dengan persentase sebesar 80%. Menurut ahli media, masih terdapat tiga halaman kosong dan penataan *layout* terlalu mepet pada Buku Panduan Praktikum Biomonitoring. Peneliti kemudian melakukan penataan ulang *layout* sesuai dengan masukan/saran dari ahli media. Menurut Arsyad (2015) penyesuaian spasi antar baris atau antar paragraf digunakan untuk meningkatkan tampilan dan tingkat keterbacaan. Selain itu, digunakan juga untuk memisahkan baris-baris kalimat dalam teks. Penggunaan jarak spasi yang konsisten akan membuat penulisan teks terlihat rapi.

3. Penilaian *Peer reviewer*

Peer reviewer yang dijadikan sebagai penilai adalah teman sejawat yang memiliki kriteria mengetahui tentang desain atau sedang mengambil penelitian tentang RnD, pernah mengambil mata kuliah Ilmu Lingkungan minimal nilai A/B, dan pernah mengambil mata kuliah pengembangan media sumber belajar biologi. Penilaian dilakukan oleh 5 orang *peer reviewer*. Hasil penilaian dari *peer reviewer* terhadap kualitas Buku Panduan Praktikum Biomonitoring dapat dilihat pada tabel 14.

Tabel 14. Hasil Penilaian *Peer reviewer*

No.	Aspek	Σ Skor	Σ Skor Maks	Persentase (%)	Kategori
1	Relevansi materi	4.4	5	88%	Sangat Baik
2	Komponen Penyajian Materi	14.2	15	95%	Sangat Baik
3	Estetika Desain	18.6	20	93%	Sangat Baik
4	Bahasa/Keterbacaan	18.8	20	94%	Sangat Baik
	Jumlah	56	60	93%	Sangat Baik

Berdasarkan tabel 14, persentase ideal keseluruhan aspek sebesar 93% dengan kategori Sangat Baik (SB). Menurut *peer reviewer* tampilan desain dan gambar/ilustrasi sudah jelas dan sesuai, penggunaan bahasa sederhana, lugas, dan mudah dipahami. Menurut Sudjana (2007) dalam Aji (2018), pemilihan ilustrasi gambar, foto dan grafik serta pengelolaan *layout* buku yang baik dapat mendukung penyajian materi sehingga memudahkan siswa dalam memahami materi yang disajikan.

Hal ini sejalan dengan teori kognitif menurut Brunner disebut juga *free discovery*. Teori menyatakan bahwa proses belajar akan berjalan dengan baik dan kreatif apabila guru memberikan kesempatan kepada siswa dalam menemukan suatu aturan misalnya suatu konsep dan lain sebagainya. Hal itu dapat dilakukan dengan memberikan gambar-gambar konkret agar siswa dapat meningkatkan pemahamannya (Nurhairunnisah, 2017).

4. Penilaian Guru Biologi

Buku Panduan Praktikum Biomonitoring yang sudah direvisi dan dinilai oleh para ahli dan *peer reviewer*, selanjutnya dinilai oleh satu guru biologi SMA N 1 Sewon Bantul. Aspek yang dinilai oleh guru biologi adalah relevansi materi, komponen penyajian materi, estetika desain, merangsang keingintahuan dan bahasa/keterbacaan. Berikut adalah hasil penilaian dari guru biologi.

Tabel 15. Hasil Penilaian Guru Biologi

No.	Aspek	Σ Skor	Σ Skor Maks	Persentase (%)	Kategori
1	Relevansi materi	3	5	60%	Cukup
2	Komponen Penyajian Materi	12	15	80%	Baik
3	Estetika Desain	19	20	95%	Sangat Baik
4	Merangsang Keingintahuan	14	10	100%	Sangat Baik
5	Bahasa/Keterbacaan	10	20	70%	Baik
Jumlah		58	70	83%	Sangat Baik

Berdasarkan tabel 15, persentase ideal keseluruhan aspek sebesar 83% dengan kategori Sangat Baik (SB). Menurut guru biologi di SMA N 1 Sewon Bantul, Buku Panduan Praktikum Biomonitoring bisa membantu contoh kasus lingkungan domestik/lokal dan akan mudah menarik minat siswa karena ada

disekitar kita dan memberikan pengalaman langsung kepada siswa. Menurut Nugroho (2013), pembelajaran lebih bermakna, menyenangkan dan memberikan pengalaman langsung kepada siswa dengan menyajikan sumber-sumber konkrit di lingkungan sekitar. Hal ini diperkuat juga oleh penelitian Poedjiadi (2015) dalam Hapsari (2016) melakukan pembelajaran dengan mengkaji masalah-masalah yang terjadi dalam lingkungan membuat siswa berpikir bahwa belajar disekolah bermanfaat bagi dirinya maupun lingkungannya.

Disamping itu, menurut guru biologi siswa mungkin agak kesulitan memahami penentuan nilai/cara sungai tersebut tercemar atau tidak. Terkait masukan tersebut, saat uji coba ke siswa, peneliti terlebih dahulu menjelaskan secara detail tata cara penggunaan Buku Panduan Praktikum Biomonitoring berlangsung kurang lebih selama 2 jam pelajaran. Dalam penyampaian materi digunakan gambar berwarna yang riil. Hal ini bertujuan agar siswa memperoleh realisme tentang keadaan yang sebenarnya. Selain itu penggunaan gambar juga dapat mempermudah mengingat dan memahami materi. Penggunaan gambar dalam penyampaian materi juga dapat menarik perhatian pembaca (Indrawini, 2017)

5. Respon Siswa

Hasil respon siswa diperoleh dari angket yang diberikan kepada siswa kelas XI di SMA N 1 Sewon Bantul. Hasil respon siswa terhadap kualitas Buku Panduan Praktikum Biomonitoring dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 16. Hasil Respon Siswa

No.	Aspek	Σ Skor	Σ Skor Maks	Persentase (%)	Kategori
1.	Desain/penyajian	6.66	7	95%	Sangat Baik
2.	Bahasa/Keterbacaan	2.93	3	97%	Sangat Baik
	Jumlah	9.59	10	96%	Sangat Baik

Berdasarkan tabel 16, persentase ideal keseluruhan aspek sebesar 96% dengan kategori Sangat Baik (SB). Menurut siswa, Buku Panduan Praktikum Biomonitoring yang disajikan mudah dilakukan, gambar yang disajikan dengan jelas sehingga mudah untuk dipahami oleh siswa, kalimat yang digunakan sederhana dan mudah dipahami dan alat-alat yang digunakan dalam biomonitoring mudah ditemukan. Penyajian gambar dapat memudahkan penyampaian hal-hal yang sukar jika disampaikan dengan kata-kata serta dapat menjadikan stimulus bagi siswa untuk menghubungkannya dengan situasi nyata. Disamping itu penggunaan ejaan dan istilah yang tepat dalam penulisan bahan ajar akan membantu siswa lebih mudah memahami makna bahan ajar tersebut (Hapsari, 2016).

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA