PENGEMBANGAN *HANDOUT* BIOLOGI BERBASIS *ANDROID* PADA MATERI POKOK SISTEM KOORDINASI UNTUK SISWA KELAS XI SMA/MA

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Pendidikan Biologi

Diajukan oleh

ENTRI RUWANDANI

14680002

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2020

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1152/Un.02/DST/PP.00.9/06/2020

Tugas Akhir dengan judul : PENGEMBANGAN HANDOUT BIOLOGI BERBASIS ANDROID PADA MATERI POKOK SISTEM KOORDINASI UNTUK SISWA KELAS XI SMA/MA

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ENTRI RUWANDANI
Nomor Induk Mahasiswa : 14680002
Telah diujikan pada : Kamis, 14 Mei 2020
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang

Dian Noviar, S.Pd., M.Pd.Si.
NIP. 19841117 200912 2 002

Penguji I

Najdi Rifqiyati, S.Si., M.Si
NIP. 19790523 200901 2 008

Penguji II

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

Yogyakarta, 14 Mei 2020
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan

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

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
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 : Entri Ruwandani
NIM : 14680002
Judul Skripsi : Pengembangan *Handout* Biologi Berbasis *Android* Pada Materi Pokok Sistem Koordinasi Untuk Siswa Kelas XI SMA/MA

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 bidang Pendidikan Biologi

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 04 Mei 2020
Pembimbing

Dian Noviar, S.Pd., M.Pd.Si.
NIP. 19841117 200912 2 002

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Entri Ruwandani
NIM	: 14680002
Program Studi	: Pendidikan Biologi
Fakultas	: Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **"Pengembangan *Handout* Biologi Berbasis *Android* Pada Materi Pokok Sistem Koordinasi Untuk Siswa Kelas XI SMA/MA "** adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan ilmiah yang lazim.

Yogyakarta, 10 Mei 2020
Penyusun

Entri Ruwandani
NIM. 14680002

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

فَإِنَّ مَعَ ٱلْعُسْرِ يُسْرًا(٥)

"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan"
(Q.S Ash-Syarh (94): 5)

Perjalanan yang panjanng bukan sauatu hambatan
untuk meraih keberhasilan dan sesuatu yang berharga butuh proses
berdoa dan semangat
(Penulis)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Ku Persembahkan Skripsi ini Untuk:

Mama dan bapak yang tersayang serta kakak dan saudari kembarku

Teman-teman perjuanganku di Pendidikan Biologi

Teman-teman tercinta yang mengenalku

Almamaterku yang tercinta

Jurusan Pendidikan Biologi

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيم

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul "Pengembangan *Handout* Biologi Berbasis *Android* Pada Materi Pokok Sistem Koordinasi Untuk Siswa Kelas XI SMA/MA". Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang mengantarkan manusia dari zaman kebodohan menuju zaman yang ilmiah.

Pada kesempatan ini saya menyampaikan terimakasih kepada :

1. Dr. Murtono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta;
2. Dr. Widodo, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta;
3. Ibu Dian Noviar, S.Pd., M.Pd.Si., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan selalu sabar dalam memberikan bimbingan serta semangat kepada penulis selama penelitian skripsi;
4. Ibu Najda Rifqiyati, S.Si., M.Si dan Ibu Runtut Prih Utami, S.Pd., M.Pd., selaku ahli materi dan ahli media yang berkontribusi memberikan saran perbaikan produk;

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

5. Ibu Diah, selaku Guru Biologi di SMA Negeri 1 Banguntapan yang telah membantu dan memberiakan pengarahan selama penelitian;
6. Bapak Haryanta, S.Sos., M.m., ayah yang selalu mendukung dalam doa dan materi; Ibu Rusmiyati, mama yang selalu mendengarkan keluh kesah dan menjadi penyemangat; saudara-saudara saya Agustyana Fajaryanto, SE; Teguh Rusdiyato, S.Si; saudari kembar Endri Ruwandani, S.Sn; Efi Setiyani dan Evri.
7. Mas M. Taufiq Hidayat, sebagai orang terdekat yang selalu mendoakan, memotivasi, menghibur, membantu dalam menyelesaikan skripsi ini;
8. Sahabat-sahabatku Anindita, Ema, Cicik, Rendi, Ulfa, Fina, Susi dan seluruh teman-teman Pendidikan Biologi 2014 atas semua dukungan, semangat, motivasi dan kebersamaan yang selalu mengiringi;
9. Serta semua pihak yang telah mendukung dan tidak bisa saya tuliskan satu per satu, terimakasih atas semangat dan doanya.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Semoga semua kebaiakan yang diberikan mendapat balasan yang berlipat dari Allah SWT. Penulis sadar mungkin dalam pembuatan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, untuk itu penulis memohon saran yang membangun guna lebih baiknya skripsi ini kedepannya.

Yogyakarta, 03 Mei 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN ..... **i**

HALAMAN PERSETUJUAN ..... **ii**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI ..... **iii**

MOTTO ..... **iv**

HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **v**

KATA PENGANTAR ..... **vi**

DAFTAR ISI ..... **viii**

DAFTAR TABEL ..... **xii**

DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiv**

ABTRAK ..... **xv**

BAB I. PENDAHULUAN **1**

A. Latar Belakang 1

B. Identifikasi Masalah 6

C. Pembatasan Masalah 6

D. Rumusan Masalah 8

E. Tujuan Pengembangan 8

F. Spesifikasi Produk yang diharapkan 9

G. Pentingnya Pengembangan 9

H. Asumsi dan keterbatasan 10

I. Definisi Istilah 11

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA **12**

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

A. Kajian Pustaka 12
1. Hakikat Pembelajaran Biologi 12
2. Bahan Ajar Biologi 14
3. *Handout* Biologi 15
4. *Android* 17
5. Materi Sistem Koordinasi 18
A. Sistem Saraf 18
a. Sel Saraf (Neuron) 19
b. Sunsunan Sistem Saraf 20
c. Mekanisme Penghantaran Implus 25
d. Gerak Refleks 29
B. Sistem Hormon 30
C. Sistem Indra 36
B. Penelitian Relevan 44
C. Kerangka Berpikir 45
BAB III. METODE PENELITIAN 47
A. Model Pengembangan 47
B. Prosedur Pengembangan 47
1. Tahap Analisis (*Analysis)* 47
2. Tahap Perencanaan (*Desaign)*..... 49
3. Tahap Pengembangan *(Development)*..... 49
4. Tahap Evaluasi *(Evaluation)*..... 50
C. Penilaian Produk 50

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

1. Desain Penilaian Produk 50
2. Subjek Uji Coba 51
3. Jenis Data 51
4. Instrumen Pengumpulan Data 51
5. Teknik Analisis Data 52

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 57

A. Pengembangan *Handout* Biologi Berbasis *Android* pada Materi Pokok Sistem Koordinasi untuk Siswa Kelas XI SMA/MA 57
a. Tahap Analisis 57
1) Analisis Kebutuhan 57
2) Analisis Kurikulum 58
3) Analisis Materi 60
4) Analisis Karakteristik Siswa 61
5) Analisis Instruksional 62
b. Tahap Perencanaan 63
1) Perencanaan Kerangka *Handout* Biologi Berbasis *Android* pada Materi Pokok Sistem Koordinasi 64
2) Rancangan Sistematika *Handout* Biologi Berbasis *Android* pada Materi Pokok Sistem Koordinasi 68
3) Rencangan Alat Evaluasi 69
c. Tahap Pengembangan 70
1) Pra Penulisan 70
2) Pembuatan Draf 71

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

3) Penyuntingan 71

d. Tahap Evaluasi 73

B. Kualitas *Handout* Biologi Berbasis *Android* pada Materi Pokok Sistem Koordinasi untuk Siswa Kelas XI SMA /MA 77

C. Respon Siswa 84

BAB V. KESIMPULAN 86

A. Kesimpulan 86

B. Saran 86

DAFTAR PUSTAKA 88

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Aturan Pemberian Skor Untuk Ahli Materi, Ahli Media, *PeerReviewer* dan Guru 53

Tabel 3.2 Aturan Pemberian Skor untuk Siswa 53

Tabel 3.3 Kriteria Kategori Penilaian Ideal 54

Tabel 3.4 Skala Persentase Penilaian Kualitas Produk 56

Tabel 4.1 Indikator Pembelajaran 62

Tabel 4.2 Tujuan Pembelajaran 62

Tabel 4.3 Kerangka *Handout* Biologi Berbasis *Android* pada Materi Pokok Sistem Koordinasi 64

Tabel 4.4 Masukkan dan Saran oleh Dosen Pembimbing 72

Tabel 4.5 Masukkan dan Saran oleh Ahli Media 73

Tabel 4.6 Masukkan dan Saran oleh Ahli Materi 75

Tabel 4.7 Masukkan dan Saran oleh *Peer Reviewer* 76

Tabel 4.8 Hasil Penilaian *handout* Biologi 77

Tabel 4.9 Hasil Penilaian setiap Aspek oleh Ahli Media 78

Tabel 4.10 Hasil Penilaian setiap Aspek oleh Ahli Materi 80

Tabel 4.11 Hasil Penilaian setiap Aspek oleh *Peer Reviewer* 82

Tabel 4.12 Hasil Penilaian setiap Aspek oleh Guru Biologi 83

Tabel 4.13 Hasil Penilaian setiap Aspek oleh 20 Siswa 85

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cakupan 16

Gambat 2.2 Struktur Sel Saraf (Neuron) 18

Gambar 2.3 Struktur Otak 21

Gambar 2.4 Mekanisme Gerak Refleks 30

Gambar 2.5 Struktur Mata 37

Gambar 2.6 Struktur Telinga 39

Gambar 2.7 Struktur Lidah 41

Gambar 2.8 Struktur Kulit 43

Gambar 3.1 Alur Penyusunan *Handout* Biologi Sistem Koordinasi 50

Gambar 4.1 Tampilan Cover *Handout* Biologi Berbasis *Android* pada Materi Pokok Sistem Koordinasi 66

Gambar 4.2 Tampilan *Layout Handout* Biologi Berbasis *Android* pada Materi Pokok Sistem Koordinasi 66

Gambar 4.3 Tampilan Gambar *Handout* Biologi Berbasis *Android* pada Materi Pokok Sistem Koordinasi 67

Gambar 4.4 Tampilan Evaluasi *Handout* Biologi Berbasis *Android* pada Materi Pokok Sistem Koordinasi 68

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kisi-kisi Instrumen Penilaian Kualitas *Handout* Biologi 91

Lampiran 2 Instrumen dan Rubrik Penilaian Kualitas *Handout* Biologi 94

Lampiran 3 Tabulasi Perolehan Skor Kualitas *Handout* Biologi 155

Lampiran 4 Surat Penelitian 158

Lampiran 5 Identitas Diri 160

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PENGEMBANGAN *HANDOUT* BIOLOGI BERBASIS *ANDROID*
PADA MATERI POKOK SISTEM KORDINASI
UNTUK SISWA KELAS XI SMA/MA

Entri Ruwandani
14680002

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan *handout* biologi berbasis *android* pada penggunaan *smarthphone*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan kualitas produk, serta mengetahui respon siswa terhadap produk *handout* biologi berbasis *android* pada materi pokok sistem koordinasi untuk siswa kelas XI SMA/MA. Penelitian pengembangan ini menggunakan model ADDIE yang terbatas pada tahap *Analysis, Design, Development,* dan *Evaluation.* Kualitas produk *handout* biologi berbasis *android* dinilai oleh 1 ahli materi, 1 ahli media, 3 *peer reviewer*, 1 guru biologi, dan 20 siswa SMA kelas XI IPA SMA N 1 Banguntapan. Instrumen pengambilan data menggunakan angket. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara deskriptif, kualitatif dan kuantitatif. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh bahwa produk *handout* biologi berbasis *android* pada materi pokok sistem koordinasi untuk kelas XI SMA/MA secara keseluruhan memiliki kualitas yang Sangat Baik. Adapun kualitas produk *handout* biologi berbasis *android* dengan masing-masing persentase sebesar 95% (ahli media), 85% (ahli materi), 91% (*peer reviewer*), 90% (guru biologi), dan respon siswa kelas XI sebesar 85%. Dengan demikian produk *handout* biologi berbasis *android* pada materi pokok sistem koordinasi layak digunakan sebagai bahan ajar bagi siswa kelas XI SMA/MA.

Kata kunci: *handout* biologi, *android*, sistem koordinasi

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Teknologi berhubungan dengan mendesain alat bantu dan peralatan. Teknologi yang disesuaikan dan dirancang secara khusus bisa memberi kontribusi bagi pengajaran yang efektif dari seluruh siswa dan bisa membantu mereka meraih potensi tertingginya, terlepas dari bawaan siswa (Smaldino, 2012:5). Aspek makna teknologi dibagi menjadi tiga yaitu aplikasi pengetahuan, tujuan praktis dan dinamika perubahan (Yaumi, 2018:25). Teknologi yang berperan dalam pembelajaran membantu siswa untuk aktif belajar dan mempunyai rasa ingin tahu (Sanjaya, 2012:109). Teknologi merupakan salah satu sarana dalam pembelajaran, dan didukung dengan perkembangan teknologi informasi dapat membantu dalam pembelajaran.

Pembelajaran merupakan suatu sistem yang bertujuan untuk membantu proses belajar siswa, yang berisi serangkaian peristiwa yang dirancang, disusun untuk mempengaruhi dan mendukung terjadinya proses belajar siswa yang bersifat internal (Gagne dan Briggs, 1979:3). Pembelajaran dapat dilakukan dengan menggunakan fasilitas yang ada dan tidak harus dilakukan di dalam kelas, namun pembelajaran dapat dilakukan di luar ruang kelas. Pembelajaran yang dilakukan di luar kelas kuat kaitannya dengan aktivitas siswa saat menggunakan teknologi untuk keseharian siswa dalam membantu proses pembelajaran. Teknologi

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

pembelajaran adalah teori dan praktik dalam desain pengembangan, pemanfaatan, pengelolaan serta evaluasi proses dan sumber untuk belajar (Uno, 2011: 16). Menurut Gagne dalam Uno (2011:24) teknologi pembelajaran berhubungan dengan studi dan penciptaan kondisi belajar yang berhasil guna. Sebagian kondisi tersebut berupa kemampuan dan kualitas individu pelajar *(leaner)* menyangkut hal-hal seperti kemampuan pandang (*visual)* dan dengar *(auditory)*, termasuk kemampuan menangkap yang terucap dan tertulis, dan sebagainya.

Menurut AECT (*Association for Educational Communications and Technology)* 1972 dalam Yaumi (2018: 31) teknologi pembelajaran dipandang sebagai bidang yang terlibat dalam fasilitas belajar manusia melalui proses identifikasi sistematis, pengembangan, organisasi, dan pemanfaatan berbagai sumber belajar. Menurut Rozalia (2018) penggunaan bahan ajar dapat membantu siswa sehingga tidak terpaku pada penjelasan guru. Menurut Hasruddin (2009) Pembelajaran yang dilakukan guru biologi dapat menggunakan media seperti film, televisi atau gambar untuk memberikan informasi tentang materi biologi. Penggunaan media dalam pembelajaran biologi saat sekarang ini dapat dilakukan, dengan menggunakan media dan kreatif dalam pemanfaatan teknologi.

Teknologi pembelajaran dianggap dapat dikembangkan dalam bahan ajar biologi yang ada di SMA N 1 Banguntapan, terutama pada materi pokok sistem koordinasi. Hal tersebut selaras dengan hasil observasi dan wawancara yang dilakukan pada tahun ajaran 2017/2018,

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

bahwa proses pembelajaran biologi di sekolah pada materi pokok sistem koordinasi termasuk materi yang sulit untuk dipahami oleh siswa karena ruang lingkup materi sangat luas, banyak struktur, mekanisme kerja dam istilah yang sulit pada materi pokok sistem koordinasi. Proses pembelajaran untuk materi pokok sistem koordinasi telah menggunakan bahan ajar berbentuk *software* seperti *powerpoint* dan video, sedangkan *hardware* seperti LKS (Lembar Kerja Siswa) dan buku paket biologi. Selain bahan ajar yang ada juga dilengkapi dengan alat peraga seperti charta dan torso. Pengunaan *powerpoint* yang berisi teori dan gambar dibuat oleh guru biologi, buku paket biologi hanya dapat digunakan di kelas, kurang membantu pemahaman siswa. Hal tersebut karena siswa membutuhkan media yang dapat menggambarkan, portable dan menampilkan yang menarik untuk materi yang luas.

Materi pokok sistem koordinasi dalam ilmu biologi tidak semua tergolong materi yang dapat dilihat secara langsung karena materi yang terbagi berdasarkan materi sistem saraf, sistem hormon, dan sistem indra dengan demikian siswa kurang memahami materi pokok sistem koordinasi. Materi pokok sistem koordinasi memiliki tingkat kesukaran yang tinggi karena hasil ulangan harian kelas XI IPA di SMA N 1 Banguntapan pada materi pokok sistem koordinasi terdapat 90,52% siswa, dengan rata-rata 58,4 dan masih di bawah Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM), yaitu 76. Selain itu, sumber belajar yang berupa *powerpoint*, buku paket dan LKS yang tersedia belum efektif.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Siswa membutuhkan pemahaman yang lebih dalam materi pokok sistem koordinasi untuk mencapai KKM sehingga membutuhkan bahan ajar yang representatif dan portable yang dapat diulang-ulang setiap akan dibutuhkan. Oleh karena itu untuk memaksimalkan hasil belajar siswa khususnya pada materi pokok sistem koordinasi, maka perlu dikembangkan bahan ajar yang inovatif, portable dan dapat digunakan setiap saat. Adapun bahan ajar inovatif yang ditawarkan peneliti untuk menunjang belajar siswa pada materi pokok sistem koordinasi adalah *handout* biologi berbasis *android*.

Perkembangan teknologi yang begitu pesat, membantu siswa memanfaatkan *smartphone* dalam proses pembelajaran(Putri, 2017). Menurut Oktaviana dan Susilowibowo (2017) Pengembangan *handout* berbasis android sebagai pendukung bahan ajar, yakni pengembangan *handout* yang dibuat dapat menjadi pendukung bahan ajar dalam pembelajaran. *Android* merupakan sistem operasi berbais Linux yang bersifat terbuka *(open source)* dan dirancang untuk perangkat seluler layar sentuh seperti *smartphone* dan komputer tablet (Salbino, 2014: 7). Bahan ajar *handout* biologi berbasis android memanfaatkan *smartphone* yang dimiliki siswa sebagai alat belajar siswa. Penggunaan *smartphone* didukung dengan banyaknya siswa yang menggunakan *smartphone* dalam kehidupan sehari-hari.

Pengembangan bahan ajar dengan *handout* biologi berbasis *android* didukung oleh kondisi kelas XI IPA SMA N 1 Banguntapan yang

diketahui berdasarkan kuesioner, bahwa 100% siswa memiliki *smartphone* dengan bergai sistem operasi, yaitu berbasis *android* 93,81%, Ios 6,18%, dan windows 1,03%, dengan demikian siswa yang memiliki *smartphone android* lebih mendominasi. Berdasarkan hasil kuesioner tersebut siswa yang memiliki *smartphone* lebih memanfaatkan *smartphone*-nya untuk mengunjungi sosial media dan bermain game daripada hal yang mengaitkan dengan materi pembelajaran.

Menurut Oktaviana dan Susilowibowo (2017) *handout* berbasis android sangat layak dan praktis digunakan sebagai bahan ajar siswa. Penggunaan *smartphone* pada siswa yang menjadikan bahan ajar ini menggunakan sistem operasi android sebagai pendukung penyampaian materi sistem koordinasi pada siswa. Menurut Nurhadi dan Muhammad Sobri (2017) aplikasi berbasis android yang dihasilkan dapat menjadi media tambahan pembelajaran mengenai mata pelajaran Biologi selain buku maupun belajar di Sekolah. Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, penulis tertarik untuk meneliti permasalahan tersebut di dalam skripsi yang berjudul : **PENGEMBANGAN *HANDOUT* BIOLOGI BERBASIS *ANDROID* PADA MATERI POKOK SISTEM KOORDINASI UNTUK SISWA KELAS XI SMA/MA.**

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut :

1. Sebanyak 93,81% siswa yang menggunakan *smartphone android* untuk hal-hal yang kurang mendukung dalam pembelajaran seperti game dan media sosial.
2. Bahan ajar berbasis *android* belum dimanfaatkan secara maksimal dalam pembelajaran biologi khususnya pada materi pokok sistem koordinasi.
3. Bahan ajar yang digunakan dalam proses pembelajaran biologi pada materi pokok sistem koordinasi masih terbatas pada media *powerpoint*, video, serta bahan ajar cetak yang berupa LKS dan buku paket yang kurang menarik.
4. Persentase nilai ulangan harian pada materi pokok sistem koordinasi di SMA N 1 Banguntapan masih dibawah KKM, yaitu 90,52% siswa dengan rata-rata 58,4 .

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan identifikasi masalah di atas, maka penelitian ini dibatasi pada :

1. Subjek Penelitian
   a. Uji coba terbatas dilakukan pada kelas XI IPA dan guru biologi di SMA N 1 Banguntapan.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

b. Penilaian produk dilakukan oleh ahli media, ahli materi, *peer reviewer,* guru mata pelajaran biologi.

2. Objek Penelitian

a. Bahan ajar biologi berbentuk *handout* biologi berbasis *android*.

b. Materi biologi yang dikembangkan dalam produk *handout* biologi materi pokok sistem koordinasi kelas XI IPA di SMA N 1 Banguntapan.

c. Evaluasi pembelajaran yang diukur dari C1-C4, terdiri dari pilihan ganda, esay, teka-teki silang dan soal diskusi.

d. Penggunaan kurikulum 2013 yang digunakan berdasarkan standar Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) dalam materi sistem koordinasi, dengan kompetensi dasar sebagai berikut :

3.10 Menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem koordinasi dan mengaitkan-nya dengan proses koordinasi sehingga dapat menjelaskan peran saraf dan hormon, dan alat indera dalam mekanisme koordinasi dan regulasi serta gangguan fungsi yang mungkin terjadi pada sistem koordinasi manusia melalui studi literatur, pengamatan, percobaan, dan simulasi.

4.10 Menyajikan hasil analisis data dari berbagai sumber (studi literatur, pengamatan, percobaan, dan simulasi) pengaruh pola hidup dan kelainan pada struktur dan fungsi organ sistem koordinasi yang menyebabkan gangguan sistem saraf dan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

hormon pada manusia melalui berbagai bentuk media informasi.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengembangan bahan ajar *handout* biologi berbasis Android pada materi pokok sistem koordinasi untuk siswa kelas XI IPA SMA N 1 Banguntapan ?
2. Bagaimanakah kualitas produk *handout* biologi berbasis Android pada materi pokok sistem koordinasi untuk siswa kelas XI IPA SMA N 1 Banguntapan ?
3. Bagaimanakah respon siswa terhadap produk *handout* biologi berbasis Android pada materi pokok sistem koordinasi untuk siswa kelas XI IPA SMA N 1 Banguntapan?

E. Tujuan Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka penelitian dengan bahan ajar *handout* biologi berbasis android ini memiliki tujuan di antaranya :

1. Mengetahui pengembangan bahan ajar *handout* biologi berbasis Android pada materi pokok sistem koordinasi untuk siswa kelas XI IPA SMA N 1 Banguntapan
2. Mengetahui kualitas produk *handout* biologi berbasis Android pada materi pokok sistem koordinasi untuk siswa kelas XI IPA SMA N 1 Banguntapan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

3. Mengetahui respon siswa terhadap produk *handout* biologi berbasis Android pada materi pokok sistem koordinasi untuk siswa kelas XI IPA SMA N 1 Banguntapan

F. Spesifikasi Produk Yang Diharapkan

1. Aplikasi *handout* biologi berbasis android pada materi sistem koordinasi kelas XI IPA SMA/MA.
2. Aplikasi *handout* memuat materi yang berkaitan dengan materi sistem koordinasi.
3. Konten *handout* biologi berbasis android berjalan pada mode *offline*.
4. Konten materi pokok sistem koordinasi dalam teks, gambar, video dan test evaluasi berjalan *offline.*
5. Aplikasi *handout* biologi diinstal pada *smartphone* berbasis android.
6. Buku saku digital dikembangkan dengan aplikasi dibantu dengan CorelDraw X7, untuk mengolah gambar dan Android magazine app maker.

G. Pentingnya Pengembangan

1. Siswa
   a. Penelitian ini dapat menghasilkan *handout* biologi berbasis Android yang dapat membatu siswa memahami materi pokok sistem koordinasi, efektif dan praktis untuk siswa.
   b. Penelitian ini dapat menjadi alternatif bahan ajar yang digunakan untuk pemahaman siswa melalui *handout* biologi.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

c. Memanfaatkan *smartphone* yang dimiliki dalam pembelajaran biologi.

2. Guru
   a. Mendorong guru untuk menciptakan bahan ajar yang menarik dan efektif.
   b. Memudahkan guru dalam menyampaikan proses pembelajaran dengan bahan ajar kapan pun dan di manapun berada.
3. Sekolah
   a. Hasil pengembangan media *Handout* biologi diharapkan mampu meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah.
   b. Memanfaatkan perkembangan teknologi yang tersedia untuk proses pembelajaran yang efektif.
   c. Menyediakan bahan ajar yang praktis di sekolah.

H. Asumsi dan Keterbatasan

1. Asumsi
   a. Media *handout* biologi bisa di-*install* pada semua *smartphone* Android.
   b. Media *handout* biologi dapat mempermudah siswa untuk memahami pada materi sistem koordinasi.
   c. Guru dan siswa yang memiliki *smartphone* Android dapat menggunakan media *handout* biologi sebagai bahan ajar.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

2. Keterbatasan

   a. Bahan ajar *handout* biologi hanya memuat materi pokok sistem koordinasi.

   b. Bahan ajar *handout* biologi tidak dapat di-*instal* selain *smartphone android*.

I. Definisi Istilah

1. Bahan ajar

   Bahan ajar merupakan seperangkat alat pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi. Didesain secara sistematis dan menarik untuk mencapai tujuan yang diharapkan. (Widodo dan Jasmadi, 2008:40)

2. Handout biologi

   Handout biologi merupakan jenis bahan cetak yang dapat memberikan informasi kepada peserta didik (Prastowo, 2015:81).

3. Android

   Android merupakan sistem operasi berbasis Linux yang digunakan untuk telepon seluler (*mobile)*, seperti telepon pintar *(Smartphone)* dan Komputer Tablet (PDA) (Supardi, 2015: 1).

4. Sistem Koordinasi

   Sistem yang mengendalikan dan mengatur kerja alat-alat tubuh yang satu dengan yang lainnya (Melati, 2012: 350).

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Pustaka

1. Hakikat Pembelajaran Biologi

Hakikat diartikan sebagai kebenaran dan kenyataan yang sebenernya. Pembelajaran merupakan serangkaian kegiatan yang melibatkan informasi dan lingkungan yang disusun secara terencana untuk memudahkan siswa dalam belajar. Hakikat pembelajaran dapat dijelaskan sebagai pembelajaran yang terjadi apabila subjek didik secara aktif berinteraksi dengan pendidik dan lingkungan belajar yang diatur oleh pendidik (Suprihatiningrum, 2013:73). Menurut Susanto (2013:18) pembelajaran dapat diartikan sebagai sebuah proses perpaduan dari dua kegiatan yaitu belajar dan mengajar.

Mengajar diartikan sebagai upaya membantu memudahkan kegiatan belajar siswa. Belajar merupakan suatu aktifitas atau suatu proses untuk memperoleh pengetahuan, meningkatkan keterampilan, memperbaiki perilaku, sikap dan megokohkan kepribadian(Suyono, 2011: 9). Menurut suhardi (2012:1) hakikat proses belajar adalah interaksi antara siswa dengan objek yang dipelajarinya sehingga proses pembelajarannya tidak tergantung kepada keberdaan guru sebagai pengelola pembelajaran. Hakikat belajar, sebagai inti proses pengajaran dengan kata lain bahwa dalam proses pengajaran atau interaksi belajar-mengajar yang menjadi persoalan utama ialah proses

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

belajar pada siswa yakni proses berubahnya tingkah laku siswa melalui berbagai pengalaman yang diperolehnya (Sudjana, 2013: 28-29).

Biologi merupakan ilmu tentang kehidupan (Campbell, 2004:1). Biologi merupakan salah satu ilmu pengetahuan yang mempelajari makhluk hidup dan kehidupannya dari berbagai aspek persoalan dan tingkat organisasinya (Sudjoko, 2001:2). Pembelajaran biologi merupakan salah satu kesatuan interaktif antara karakteristik objek didik, teknologi pembelajaran dan biologi yang terstruktur (Rustaman, 2003: 101).

Pembelajaran biologi mempunyai peran dalam keseimbangan antara kebutuhan lahiriah dan rohaniah. Peran biologi dalam pendidikan sebagai bagaimana pemanfaatan lingkungan, apotik dan daur hidup (Tim Pengembang Ilmu Pendidikan FIP-UPI, 2007: 267). Hal tersebut menunjukkan adanya hubungan antara pembelajaran dengan materi yang disajikan dan dapat dipelajari siswa. Beberapa materi biologi terdapat materi langsung dan tidak langsung. Materi pokok sistem koordinasi tergolong materi yang membahas tentang makhluk hidup yang terdiri dari sub materi sistem saraf, alat indra dan sistem hormon. Karakteristik materi sistem koordinasi termasuk dapat dilihat dan tidak dapat dilihat secara langsung, menjadikan materi ini tidak dapat dipraktikkan secara langsung. berkaitan dengan hal tersebut maka membutuhkan bahan ajar yang inovatif, portable, dan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

dapat dimanfaatkan setiap saat seperti *handout* biologi berbasis android.

2. Bahan Ajar Biologi

Bahan ajar merupakan bagian dari sumber belajar. Bahan ajar adalah segala betuk bahan atau materi yang disusun secara sistematis digunakan untuk membantu guru atau instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Pengguanaan bahan ajar membantu siswa untuk memperoleh pengetahuan baru yang biasanya menjadi sumber pengetahuan siswa berasal dari guru, sehingga akan mengurangi ketergantungan kepada guru sebagai satu-satunya sumber pengetahuan (Widodo dan Jasmadi, 2008: 40).

Menurut Widodo dan Jasmadi (2008:42) penyusunan bahan ajar harus sesuai dengan kaidah-kaidah pengembangan bahan ajar, sebagai berikut:

a. Bahan ajar harus disesuaikan dengan siswa yang sedang mengikuti proses belajar mengajar.
b. Bahan ajar diharapkan mampu mengubah tingkah laku siswa.
c. Bahan ajar yang dikembangkan harus sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik diri.
d. Program belajar-mengajar yang akan dilangsungkan.
e. Di dalam bahan ajar telah mencakup tujuan kegiatan pembelajaran yang spesifik.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

f. Bahan ajar harus memuat materi pembelajaran secara rinci, baik untuk kegiatan dan latihan.

g. Terdapat evaluasi sebagai umpan balik dan alat untuk mengukur tingkat keberhasilan siswa.

Proses penyusunan materi pembelajaran dalam penulisan bahan ajar, harus disusun secara sistematis sehingga bahan ajar dapat menambah pengetahuan dan kompetensi sswa secara baik dan efektif. Pengembangan bahan ajar bagi siswa mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang bertujuan untuk menguasai suatu kompetensi. Langkah-langkah dalam penyusunan bahan ajar dengan menentukan standar kompetensi dan rencana kegiatan belajar mengajar, analisis kebutuhan, dan penyusunan draft (Widodo dan Jasmadi, 2008: 43).

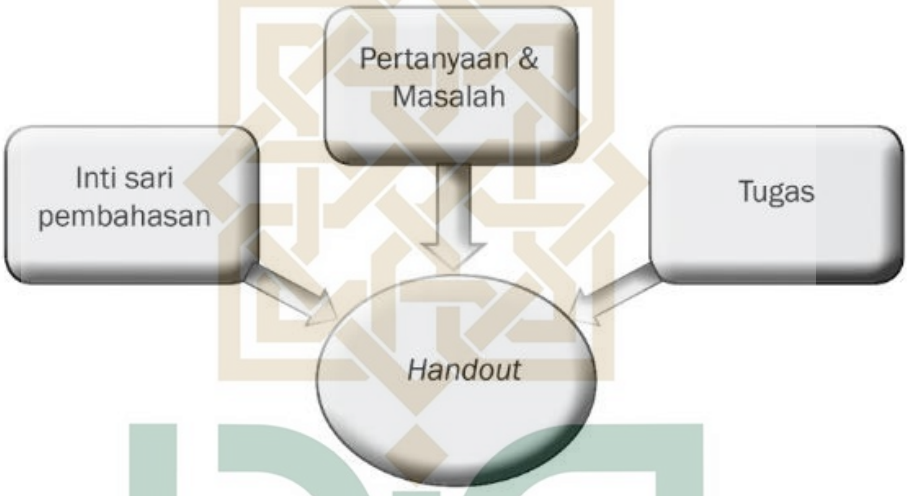
Bahan ajar memiliki jenis bentuk, yaitu buku, modul, LKS, brosur, *handout* biologi, dan foto atau gambar. Guru dapat membuat *handout* biologi berdasarkan sumber referensi dari buku ataupun internet. Penggunaan *handout* biologi dalam pembelajaran sangat populer, karena sebagai bahan rujukan siswa, pengingat pokok-pokok materi yang diajarkan guru, memotivasi siswa agar lebih giat belajar, dan memberi umpan balik yang postif (Kelana dan fandly, 2019:5).

3. *Handout* biologi

Handout merupakan ringkasan bahan pembelajaran cetak yang berisi pemetaan konsep, uraian singkat, ikhrisar, skema, prosedur

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

kerja, atay penerapan rumus-rumus, dan conoh-contoh perhitungan praktis yang didistribusi secara cuma-cuma kepada peserta didik. Menurut *Oxford Distionaries handout* dipahami sebagai informasi cetak yang disiapkan secara gratis untuk menyatakan sesuatu (Yaumi, 2018: 118).



Gambar 2.1. Cakupan *Handout* (Yaumi, 2018: 119)

Berdasarkan Gambar 2.1, bagian inti sari pembahasan yang dimaksud dalam cakupan definisi di atas adalah ringkasan, ide pokok, kata kunci, konsep atau definisi, prinsip, prosedur yang terdapat dalam pembahasan. Pada bagian pertanyaan dan masalah mencakup sejumlah pertanyaan yang bertujuan untuk mengarahkan pembelajaran termasuk semua bentuk pertanyaan untuk mengatur penguasaan konten. Sedangkan pada bagian tugas memiliki tujuan mengembangkan kompetensi dan performa siswa (Yaumi, 2018: 119).

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Penggunaan handout biologi dalam proses pembelajaran mencakup tujuan *yaitu: pertama*, untuk bahan rujukan; *kedua*, untuk pembakar motivasi; *ketiga*, untuk pengingat; *keempat*, memberi umpan balik; dan *kelima*, untuk menilai hasil belajar (Prastowo,2018: 64). *Handout* dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar mandiri. *Handout* memiliki peranan penting dalam meningkatkan pemahaman konsep sebelum belajar dalam kelas, sehingga memiliki bekal pengetahuan yang telah dipelajari melalui *handout* (Wulandari,2016).

4. *Android*

Menurut Satyaputra dan Aritonang dalam (Putri, 2017:89) bahwa Android adalah sebuah sistem operasi untuk *smartphone* dan tablet. Android merupakan sistem operasi berbasis Linux yang bersifat terbuka (open source) dan dirancang untuk perangkat seluler layar sentuh seperti *smartphone* dan komputer tablet. Android dikembangkan oleh Android, Inc., dengan dukungan finansial dari google yang kemudian dibeli pada tahun 2005. Android dirilis secara resmi pada tahun 2007, bersamaan dengan didirikan *Open Handset Alliance* (Salbino, 2014 :7).

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Sistem operasi Android memiliki kelebihan dibanding dengan sistem operasi lainnya menurut , yaitu 1) *open source* sehingga user dapat membuat aplikasi berbasis Android, aplikasi Android bisa dibuat dengan framework yang free juga, 2) *Multitasking* ponsel Android bisa menjalankan berbagai aplikasi, misal browsing dan mendengarkan

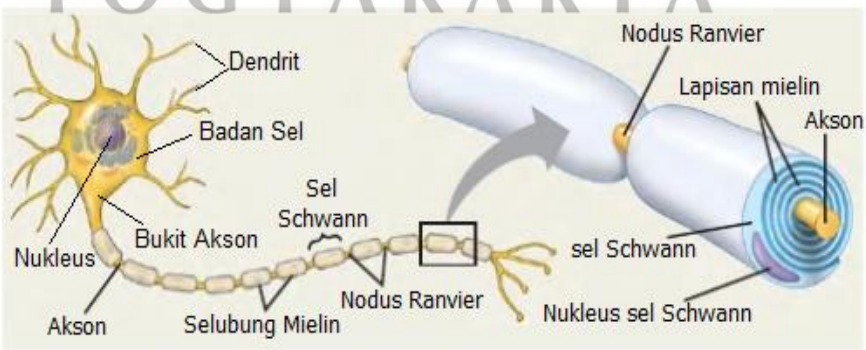
lagu dalam waktu bersamaan, 3) *Notifikasi*, SMS, Twitter, Facebook, Email, semuanya bernotifikasi di layar utama, 4) Sinkronisasi kontak (Froyo), semua kontak di FB (*Facebook*), Yahoo, Google, Twitter akan menjadi kontak di hp secara otomatis jika sinkronisasi diaktifkan sehingga user dapat mengakses status di Twitter, FB, dan keterangan apakah user lain sedang online atau tidak, 5) tidak terpaku satu hp, Android bukan hanya milik Google, dari awal pengembangannya adalah bersama-sama dengan merek hp terkenal (Yudha, 2012: 6).

5. Materi Sistem Koordinasi

A. Sistem Saraf

Sistem saraf adalah keseluruhan susunan saraf yang berperan dalam menerima dan merespon rangsang dari lingkungannya. Sistem saraf diketahui bahwa serabut saraf menghubungkan setiap bagian tubuh dengan susunan saraf. Sel saraf terdiri dari sel-sel saraf (neuron) yang tersusun membentuk sistem saraf pusat dan sistem saraf perifer. Fungsi sistem saraf, yaitu : *Input* Sensoris, Integrasi dan *Output* motoris.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



Gambar 2.2. Struktur Sel Saraf (Neuron) (Campbell, 2004)

a. Sel Saraf (Neuron)

Sel saraf (neuron) merupakan sel tubuh yang berfungsi mencetuskan dan menghantarkan implus listrik. Neuron adalah unit fungsional sistem saraf yang dikhususkan untuk menghantarkan dan mengirimkan sinyal dalam tubuh dari satu lokasi ke lokasi yang lain. Struktur sel saraf (gambar 2.2) seluruh neuron terdiri atas tiga bagian yaitu badan sel, dendrit, dan akson. Badan sel yang relatif besar yang mengandung nukleus dan berbagai ragam organel seluler lainnya (Mader, 2004: 142).

Dendrit biasanya pendek, bercabang banyak, merupakan penonjolan kecil dari badan sel yang menerima rangsangan (Pack, 2001: 113). Akson adalah bagian utama serabut saraf yang disebut sumbu *toraks*, dan di bagian dalam tengah disebut juga benang saraf. Benang saraf terdiri dari zat lemak yang dinamakan *myelin* (Syaifuddin, 2006:). Akson berfungsi sebagai pembawa implus (Irianto, 2012: 330). Akson bisa bercabang, dan masing-masing cabang bisa mencapai ratusan hingga ribuan ujung-ujung khusus yang disebut terminal sinaptik *(synaptic terminal)* yang mengirimkan sinyal ke sel lain dengan melepaskan *messenger* kimiawi yang disebut neurotransmiter (Campbell, 2004 :201).

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

b. Susunan Sistem Saraf

Susunan sistem saraf dalam tubuh manusia terdiri sistem pusat dan sistem tepi.

1) Sistem Saraf Pusat

Sistem saraf pusat secara fisiologi berfungsi sebagai interpretasi, integrasi, koordinasi, dan inisiasi berbagai implus saraf. Sistem saraf pusat terdiri atas otak dan medula spinalis. Sistem saraf pusat dilindungi dengan selaput pembungkus yaitu meninges. Meninges terdiri atas tiga lapisan, yaitu

a. Durameter (lapisan luar), yang padat dan keras, terdiri atas dua lapisan. Lapisan luar yang melapisi tengkorak, dan lapisan dalam yang bersatu dengan lapisan luar.
b. Arakhnoid (lapisan tengah), merupakan selaput halus yang memisahkan piameter dari durameter.
c. Piameter (lapisan dalam), merupakan selaput tipis yang terdapat pada permukaan jaringan otak.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

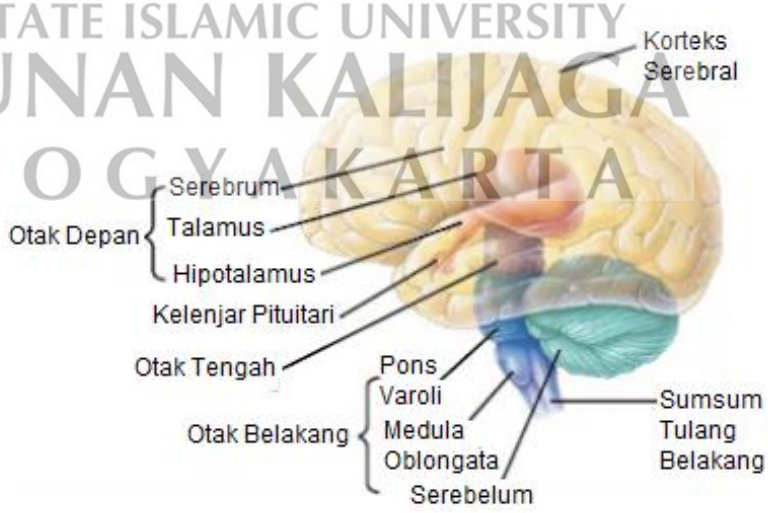
Di antara lapisan-lapisan ini terdapat rongga-rongga, yaitu : Rongga Epidural. Berada di antara tulang tengkorak dan durameter. Rongga yang berisi pembuluh darah dan jaringan lemak yang berfungsi sebagai bantalan. Rongga Subdural berada diantara durameter dan arakhnoid yang berisi cairan serosa. Rongga Sub Arakhnoid terdapat diantara arakhnoid dan piameter, berisi cairan serebrospinalis (Irianto, 2012: 332).

Otak dan *medulla spinalis* memiliki substansi pokok yaitu: substansi kelabu *(substansi grissea)*, berwarna abu-abu dan merupakan kumpulan badan sel, dan substansi putih *(substansi alba)*, berwarna putih dan merupakan kumpulan serabut saraf. Pada sistem saraf pusat, sel-sel pendukung disebut *oligodendrosit* yang menghasilkan selubung mielin (Campbell, 2004: 201).

a) Otak

Otak merupakan jaringan yang paling banyak menggunakan energi yang didukung oleh metabolisme oksidasi glukosa. Otak merupakan pusat yang menerima, mengolah, dan menyimpan informasi. Otak menjadi pusat intelektual, emosi, dan kreativitas (Irianto, 2012:334). Otak dibagi menjadi tiga daerah (gambar2.3): otak depan, otak tengah dan otak belakang.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



Gambar 2.3. Struktur Otak (Campbell, 2004)

(1) Otak Depan *(prosensefalon)*

Serebrum

Serebrum (otak besar) merupakan bagian paling terlihat paling terlihat dibagian otak dan terbesar (Pack, 2001:128). Otak besar terdiri dari dua belahan yang disebut hemisferium serebri. Kedua hemisferium (kanan dan kiri) saling dipisahkan oleh fisura longitudinalis serebri (Irianto, 2012:334). Bagian luar *serebrum* disebut *korteks serebri*, terbuat dari bahan abu-abu, yaitu massa badan sel (Kimball, 2002 :676).

Thalamus

Thalamus merupakan pusat pengatur atau penerima rangsang sensoris, terletak pada bagian tengah otak. Bagian bawahnya merupakan pusat pengatur suhu tubuh, selera makan, keseimbangan cairan tubuh, metabolisme lemak dan karbohidrat, tekanan darah dan tidur (Irianto, 2012:338).

Hipothalamus

Hipothalamus merupakan salah satu wilayah otak yang paling penting untuk pengaturan homeostasis (Campbell, 2004:221). *Hipothalamus* mengontrol sistem saraf otonom dan mengatur emosi, rasa lapar, haus, suh u tubuh, dan jam biologis. Menghasilkan dua hormon (ADH

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

dan oksitosin) dan hormon pelepas (hormon pertumbuhan (GH), prolaktin (PRL), hormon perangsang melanossit (MSH)) yang diproduksi pada kelenjar hipofisis anterior (Pack, 2001:129).

(2) Otak Tengah (Mesensefalon)

Otak tengah pada manusia kecil dan tidak mencolok. Otak tengah berfungsi menyampaikan implus antara otak depan dan otak belakang serta antara otak depan dan mata (Kimball, 2002:675). Otak tengah mengandung pusat untuk penerimaan dan integrasi beberapa jenis informasi sensoris. Nukleus yang menonjol pada otak tengah adalah kolikuli inferior (*inferior colliculli)* dan kolikuli suerior *(superior colliculli)*, yang merupakan sistem auditoris dan sistem visual (Campbell, 2004:220).

(3) Otak Belakang (Rhombensefalon)

Otak belakang mempunyai dua bagian yaitu serebelum (*cerbellum)* dan *medulla oblongata.* Serebelum berkembang dari bagian metensefalon. Fungsi primernya adalah mengkordinasikan pergerakan. Serebelum menerima informasi sensoris mengenai posisi persendian dan panjang otot, juga informasi dari sistem auditoris (pendengaran) dan visual (penglihatan) (Campbell, 2004:221). Otak kecil

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

dibagi menjadi hemisfer serebeli kanan dan kiri yang dipisahkan oleh vosmis (Irianto, 2012:341).

Medulla oblongata (*medulla)* adalah bagian bawah otak batang yang menyatu dengan sumsum tulang belakang pada foramen magnum (Pack, 2001:129). *Medulla oblongata* mempunyai pusat-pusat yang mengatur beberapa fungsi viseral (otonom, homeostatik), yang meliputi pernapasan, jantung dan aktivitas pembuluh darah, penelanan, muntah, dan pencernaan (Campbell, 2004:220).

b) Medulla Spinalis

Medula spinalis *(spinal cord)* meupakan batang saraf punggung atau sumsum tulang belakang (sumsum punggung). Sebuah penampang *medulla spinalis* menunjukkan saluran sentral, materi abu-abu, dan materi putih (Mader, 2001:146). Pada penampang melintang, *medulla spinalis* terdiri atas materi abu-abu disebelah dalam (tengah) yang berbentuk seperti huruf H atau seperti kupu-kupu dan materi putih disebelah luar yang terdiri dari dendrit dan akson bermyelin. *Medulla spinalis* berperan dalam menghantarkan implus ke dan dari otak yaitu menghubungkan *implus sensoris* dari kulit ke otak, dan membawa *implus motoris* dari otak ke otot-otot tubuh dan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

mengontrol beberapa aktivitas refleks (Campbell, 2004: 203).

2) Sistem Saraf Tepi (saraf periferi)

Sistem saraf tepi dibentuk dari serabut saraf sensori dan serabut saraf motor yang menuju ke dan dari sistem saraf pusat dan sisa tubuh. Sistem saraf tepi terdiri dari pasang-pasangan saraf kranial dan saraf spinal. Sebagian besar saraf kranial dan semua saraf spinal mengandung neuron sensoris maupun neuron motoris beberapa saraf kranial hanya memiliki neuron sensoris. Sistem saraf tepi menjadi hirarki komponen yang berbeda fungsi. Devisi sensori sistem saraf tepi tersusun atas neuron sensoris atau neuron aferen yang mengirimkan informasi dari reseptor sensoris ke sistem saraf pusat yang memonitor lingkungan eksternal dan lingkungan internal. Divisi motoris tersusun atas neuron eferen yang mengirimkan sinyal dari sistem saraf pusat ke sel efektor (Campbell, 2004:219).

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

c. Mekanisme Penghantaran *Implus*

Implus (rangsangan) yang diterima oleh *neuron sensori* dihantarkan melalui saraf dan *sinapsis*. Penghantar implus melalui sel saraf terjadi karena adanya potensial aksi dan penghantar bersalto. *Sinapsis* adalah persambungan di mana satu neuron berkomunikasi dengan neuron lain dalam satu jalur neural, atau

dimana sebuah neuron berkomunikasi dengan sebuah sel otot atau sel kelenjar (Campbell, 2004:204).

Penghantar implus dalam sel saraf dapat terjadi dengan potensial aksi dan penghantar bersalto. Potensial aksi adalah perubahan potensial membran sel saraf. Potensial membran disebabkan oleh perbedaan komposisi ionik dari cairan intraseluler dan ekstraseluler. Cairan intraseluler dan cairan ekstraseluler mengandung berbagai jenis zat yang terkandung yang bermuatan listrik, yaitu di dalam sel, kation utama adalah kalium (K^+) , meskipun ada natrium (Na^+). Di luar sel keadaan menjadi terbalik, dengan Na^+ menjadi kation utama dan K^+ mempunyai konsentrasi yang lebih rendah. Di dalam sel, anion adalah protein, asam amino, sulfat, fosfat, dan ion bermuatan negatif lainnya. Permaebilitas selektif membran plasma, yang merupakan rintangan di antara kedua cairan tersebut, mempertahankan perbedaan ionik (Campbell, 2004: 204).

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Beberapa stimulus memicu hiperpolarisasi, suatu peningkatan gradien listrik melintasi membran. Salah satu stimulus menghasilkan hiperpolarisasi dengan membuka saluran kalium, sehingga aliran keluar kalium meningkat, yang menyebabkan potensial membran menjadi lebih negatif (Campbell, 2004:207). kecenderungan ion-ion kalium untuk berdifusi ke luar karena gradien konsentrasi diimbangi oleh tarikan listrik antara ion-ion

bermuatan positif dan bagian dalam yang bermuatan negatif (Kimball, 2002:644).

Sebaliknya, depolarisasi adalah membuka saluran natrium dengan stimulus, yang menyebabkan peningkatan aliran masuk natrium, sehingga potensial membran menjadi kurang negatif. Selama fase depolarisasi, polaritas membran berbalik sebentar, dengan bagian dalam sel menjadi positif di bandingkan dengan bagian luar. Keadaan ini secara cepat diikuti oleh fase repolarisasi yang tajam, dalam waktu yang sama dengan kembalinya potensial membran ke level istirahatnya. Potensial aksi adalah implus saraf. Potensial aksi berjalan sepanjang akson karena mampu merambat dengan sendirinya. Perjalanan implus seperti ini terjadi pada bagian akson yang tidak bermyelin (Campbell, 2004:208).

Akson yang bermyelin menghantarkan implus saraf lebih cepat dari pada yang tidak bermyelin karena potensial aksi pada akson yang bermyalin hanya terjadi pada nodus Renvier (Kimball, 2002:644). Nodus Renvier merupakan celah kecil antara sel-sel Schwann yang berturutan di sepanjang akson. Sel Schwann merupakan sel oligodendrosit atau sel pendukung menyusun myelin. Potensial aksi mengakibatkan stimulus terdepolarisasi, tetapi depolarisasi hanya terjadi pada nodus yang menyebar secara cepat sehingga membuka gerbang saluran ion dari dalam ke luar sel. Oleh karena itu, potensial aksi tidak merambat di sepanjang

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

akson namun melompat dari satu nodus ke nodus lain. Mekanisme ini yang disebut penghantar bersalto (Campbell, 2004:210).

Komunikasi kimiawi antar sel terjadi pada sinapsis. Titik temu antara terminal akson salah satu neuron dengan neuron lain dinamakan sinapsis (Kimball, 2002:645). Sinapsis ditemukan antara neuron, antara reseptor sensoris dan neuron sensoris, antara neuron motoris dan sel otot yang dikontrol, dan antara neuron dengan sel kelenjar. Sel yang menghantarkan sinyal itu disebut sel prasinaptik *(presymaptic cell)*, dan sel yang menerima disebut sel pascasinaptik *(postsynaptic cell)*. Pada sinapsis kimiawi, sebuah celah sempit atau celah sinaptik *(synaptic cleft)*, yang memisahkan sel prasinaptik dari sel pascasinaptik (Campbell, 2004:210-211). Sinapsis terdiri dari dua jenis sinapsis listrik dan sinapsis kimiawi. Sinapsis listrik memungkinkan potensial aksi merambat secara langsung dari satu sel prasinaptik ke sel pascasinaptik. Sel-sel itu dihubungkan oleh persambungan longgar. Sinapsis kimiawi adalah mempelajari strukturnya. Pada sitoplasma ujung akson prasinaptik terdapat banyak kantung yang disebut vasikula sinaptik. Masing-masing vasikula ini mengandung ribuan molekul *neurotransmitter*, yaitu zat yang dibebaskan sebagai *messenger* antara sel ke dalam celah sinaptik (Campbell, 2004: 211).

Neuron mengirimkan neurotransmiter ke dalam sinapsis ketika suatu potensial aksi tiba di terminal sinaptik dan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

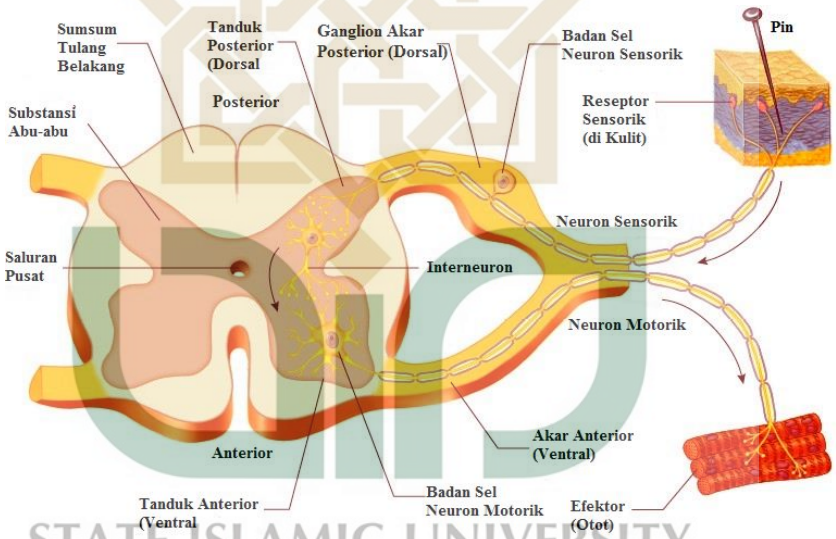
mendepolarisasikan membran prasinaptik. Depolarisasi membran prasinaptik menyebabkan Ca^{2+} masuk secara cepat ke dalam neuron melalui saluran bergerbang voltase. Peningkatan konsentrasi Ca^{2+} sitosolik secara mendadak merangsang vesikula sinaptik menyatu dengan membran prasinaptik dan melepaskan neurotransmiter ke dalam celah sinaptik. Neurotransmiter berdifusi melewati jarak pendek dari membran prasinaptik sampai ke membran pascasinaptik, yaitu membran plasma badan sel atau dendrit pada sisi lain sinapsis (Campbell, 2004:212).

Neurotransmiter yang dilepaskan pada proses sinapsis bermacam-macam. Masing-masing memiliki fungsi yang berbeda-beda dan mengakibatkan respon yang berbeda-beda, antara lain: asetilkolin (neurotransmiter yang melewati sinapsis antara neuron motoris dan serabut otot), glutamate (neurotransmiter pada CNS), glisin dan GABA (neurotransmiter penghambat), depamine (neurontrasmiter yang paling penting digunakan dalam otak untuk mengontrol pergerakan tubuh dan fungsi yang lain), norpinefrin (Neurotransmiter yang melengkapi aksi hormon epinefrin), dan serotonin (neurotransmiter yang terlibat dalam regulasi jam tidur dan terlibat dalam emosional yang beragam) (Raven dkk, 2005: 949).

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

d. Gerak Refleks

Gerak refleks merupakan gerak tanpa disadari, disebabkan oleh rangsang yang kuat (Melati, 2012:145). Mekanisme gerak refleks merupakan suatu gerakan yang terjadi secara tiba-tiba di luar kesadaran kita. Gerak refleks adalah suatu respons otomatis yang sederhana (Campbell, 2004:203). Mekanisme (gambar 2.4) saat terjadinya gerak apabila kulit tertusuk paku sehingga menimbulkan respon.



Gambar 2.4. Mekanisme Gerak Reflek

B. Sistem Hormon

Kelenjar endokrin adalah kelenjar-kelenjar yang tidak mempunyai saluran keluar, sedang hasil sekresinya bermuara dalam darah atau cairan limfe, untuk di bawa ke bagian tubuh yang dituju. Sel-sel kelenjar endokrin berbatasan dengan kapiler darah (Irianto, 2012: 436).

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

1. Kelenjar Hipofisis (pituitari)

Kelenjar pituitari disebut juga sebagai *"master gland"* karena begitu banyak hormon yang dihasilkannya mengatur fungsi endokrin lain. Akan tetapi, pituitari itu sendiri tunduk dan mengikuti perintah hormonal dari hipotalamus (Campbell, 2004:135). Kelenjar pituitari adalah pusat sebagian besar aktivitas peredaran sistem hormon. Kelenjar ini mempengaruhi sebagian besar fungsional tubuh (Prakash, 2007:4,1).

Kelenjar pituitari merupakan kelenjar kecil berdiameter sekitar 1 cm, terhubung ke hipotalamus dengan struktur seperti tangkai. Kelenjar pituitari memiliki dua bagian, yaitu pituitari posterior (neurohypophysis) dan pituitari anterior (adrenohypophysis). Hormon yang dibebaskan oleh pituitari posterior, yaitu oksitosin dan hormon antidiuretik (ADH), dibuat oleh hipotalamus (Mader). Oksitosin mempengaruhi otot uterus dan ADH mempengaruhi ginjal, tidak mempengaruhi kelenjar endokrin lain. Oksitosin menginduksi kontraksi otot uterus selama proses kelahiran bayi dan menyebabkan kelanjar susu mengeluarkan susu selama menyusui anak, ADH mempengaruhi ginjal, yang meningkatkan retensi air sehingga menurunkan volume urin.

Kelenjar pituitari menghasilkan banyak hormon yang berbeda, enpat diantaranya adalah hormon tropik yang merangsang

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

sintesis dan pelepasan hormon dari kelenjar endokrin lainnya. Hormon perangsang tiroid (TSH) mengatur pelepasan hormon tiroid, hormon adrenokortikotropik (ACTH) mengontrol korteks adrenal, hormon perangsang folikel (FSH), hormon luteinisasi (LH) mengatur reproduksi dengan cara mempengaruhi gonad. Hormon lainnya yang dihasilkan oleh pituitari anterior adalah hormon pertumbuhan (GH), prolaktin (PRL), hormon perangsang melanosit (MSH) dan endorfin (Campbell, 2004: 135).

2. Kelenjar Tiroid (kelenjar gondok)

Kelenjar tiroid terdapat di leher, berbentuk seperti perisai. Untuk membuat hormonnya, yaitu tiroksin (T_4) dan triyodotironin (T_3) diperlukan bahan iodium. Dalam setiap molekul tiroksin terdapat empat atom iodium dan dalam setiap molekul triyodotironin terdapat tiga atom iodium (Irianto, 2012: 443). Kelenjar tiroid memainkan peranan penting dalam perkembangan dan pendewasaan. Selain itu, hormon tiroid membantu memelihara tekanan darah normal, denyut jantung, tonus otot, pencernaan, dan fungsi reproduksi. Selain T_3 dan T_4 kelenjar tiroid juga mengandung sel-sel endokrin yang mensekresikan kalsitonin. Hormon ini menurunkan kadar kalsium dalam darah sebagai bagian dari homeotasis kalsium (Campbell, 2004: 140).

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

3. Kelenjar Paratiroid (Kelenjar Anak Gondok)

Kelenjar paratiroid terdapat dua pasang, yaitu terletak di belakang kelenjar tiroid dan di dalam kelenjar tiroid. Hormon paratiroid diperlukan untuk pemanfaatan kalsium dan fosfat. Pelepasan hormon ini dirangsang oleh hormon yang dihasilkan oleh kelenjar adenohipofisis (Irianto, 2012: 443).

Keempat kelenjar paratiroid yang menempel pada permukaan tiroid, berfungsi dalam homeostasis ion kalsium. Keempat kelenjar mensekresi hormon paratiroid (*Parathyoid Hormone*, PTH), yang menaikkan kadar kalsium dalam darah, dan dengan demikian mempunyai pengaruh yang berlawanan dengan hormon kalsitonin yang dihasilkan oleh kelenjar tiroid. Hormon paratiroid meningkatkan Ca^{2+} darah dengan cara merangsang reabsorpsi Ca^{2+} di ginjal dan dengan cara penginduksian sel-sel tulang sejati khusus yang disebut osteoklas untuk merombak matriks bermineral pada tulang sejati dan melepaskan Ca^{2+} ke dalam darah. Kalsitonin mempunyai pengaruh yang berlawanan pada tulang sejati dan ginjal, sehingga menurunkan Ca^{2+} darah (Campbell, 2004:140).

Kekurangan hormon paratiroid dapat menyebabkan penyakit tetani (bukan tetanus), yaitu sering timbul kontraksi otot sampai dalam bentuk kejang-kejang walapun oleh rangsangan yang

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

sangat lemah pada otot. Penderita kekurangan paratiroid, sebaiknya diobati dengan pemberian hormon paratiroid (Irianto, 2012: 444).

4. Kelenjar Pankreas

Kelenjar pankreas melakukan fungsi endokrin maupun fungsi ekssokrin. Jaringan eksokrin yang menghasilkan ion bikarbonat dan enzim-enzim pencernaan tang dibawa ke usus halus melalui duktus pankreas. Tersebar di antara jaringan eksokrin ini adalah pulau-pulau Langerhans merupakan suatu kumpulan sel-sel endokrin yang mensekresikan dua hormon secara langsung ke dalam sistem sirkulasi. Masing-masing pulau mempunyai populasi sel-sel alfa *(alpha cells)*, yang mensekresikan hormon peptida glukagon, dan populasi sel-sel beta *(beta cells)*, yang mensekresikan horomon insulin Insulin dan glukagon adalah hormon yang bekerja secara antagonis dalam mengatur konsentrasi glukosa dalam darah (Campbell, 2004:142).

Hormon insulin berpengaruh pada pertukaran karbohidrat dalam tubuh. Oleh insulin, glukosa yang berlebihan dalam darah diubah menjadi glikogen (gula otot) yang ditimbun dalam hati dan otot (Irianto, 2012: 447). Setelah makan makanan yang kaya akan karbohidrat, kadar ini akan cenderung meningkat. Peningkatan ini memicu pelepasan hormon insulin yang akan mengubah glukosa menjadi glikogen dan lemak di hati. Sedangkan glukogen, berfungsi mengubah glikogen hati menjadi glukosa. Glukagon

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

sangat berperan untuk mencegah insulin dari penurunan kadar gula yang berlebihan (Kimball, 2002: 623).

5. Kelenjar Adrenal (kelenjar anak ginjal)

Kelenjar adrenalin terletak pada ujung atas setiap ginjal, sehingga dinamakan kelenjar suprarenal. Kelenjar suoprarenal ini dapat dibedakan dengan jelas bagian korteks, yang terdapat dekat permukaan dan bagian medula yang terdapat di tengah-tengah kelenjar (Irianto, 2012:444). Masing-masing kelenjar adrenal sebenernya terbuat dari dua kelenjar dengan jenis sel, fungsi, dan asal usul embrionik yang berlainan: korteks adrenal *(adrenal cortex)*, atau bagian luar, dan medula adrenal *(adrenal medulla)*, atau bagian tengah (Campbell, 2004:143).

Korteks adrenal menghasilkan beberapa hormon, antara lain: glukokortikoid (kortisol dan kortikosteron) yang merangsang perubahan lemak dan protein ke metabolit-metabolit intermedier yang akhirnya diubah menjadi glukosa, dan mineralokortikoid (aldosteron) yang merangsang reabsorpsi ion-ion Na^+ dan Cl^- dalam tubulus ginjal sehingga akan mempertahankan tekanan osmotik darah (Nugroho dan Sumardi, 2004: 112). Hormon yang merangsang medula adrenal menghasilkan, yaitu epinefrin (yang juga dikenal sebagai adrenalin) dan norepinefrin (noradrenalin). Kedua hormon tersebut adalah anggota kelas senyawa katekolamin yang disintesis dari asam amino tirosin (Campbell, 2004:144).

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

6. Kelenjar Kelamin

Tubuh memiliki sejumlah kelenjar endokrin lainnya, termasuk kelenjar kelamin (gonad) yang terbagi atas dua jenis, yaitu testis pada pria dan ovarium pada wanita. Pada pria testis terletak di skrotum dan pada wanita ovarium terletak di rongga pelvis. Testis menghasilkan androgen (testoteron), yang merupakan hormon seks pria. sedangkan ovarium menghasilkan estrogen dan progesteron, merupakan hormon seks pada wanita (Mader, 2004:198).

7. Kelenjar timus

Kelenjar timus terletak tepat di bawah sternum, mencapai ukuran terbesar dan paling aktif selama masa kanak-kanak. Limfosit yang berasal dari tulang sumsum dan kemudian melewati timus berubah menjadi limfosit T. Lobulus dari timus dilindungi sel epitel yang mensekresikan hormon yang disebut *thymosins.* Ini membantu hormon dalam diferensiasi limfosit dikemas di dalam lobulus (Mader, 2004:200).

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

C. Sistem Indra

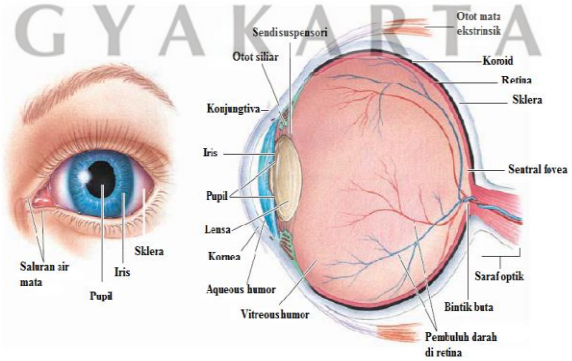
1) Indra Pengelihatan (Mata)

Mata merupakan indera penglihatan. Bagian dari penglihatan adalah bola mata, otot-otot penggerak bola mata, kelopak mata dan kelenjar air mata. Bola mata (Okulus) alat indera penerima rangsangan cahaya yang akan dilihat oleh otak sebagai

penglihatan ini terdapat di dalam bola mata (bulbus okuli) (Irianto, 2012: 389).

Bola mata (gambar 2.5) terdiri atas 3 lapisan, yaitu sklera, koroid dan retina. Sklera merupakan bagian luar bola mata manusia yang terdiri atas lapisan jaringan ikat yang berwarna putih dan kuat. Koroid merupakan lapisan bagian dalam mempunyai pigmen tipis. Pada bagian depan, sklera menjadi kornea transparan, yang melewatkan cahaya ke dalam mata dan bertindak menjadi lensa yang tetap. Bagian anterior koroid membentuk iris berbentuk donat, yang memberikan warna pada mata dan mengubah ukuran, iris mengatur jumlah cahaya yang memasuki pupil, lubang pada pusat iris (Campbell, 2004: 239). Retina merupakan lapisan yang penting karena merupakan lapisan sel-sel penerima rangsang cahaya (sel fotoreseptor) yang akan mengubahnya menjadi implus. Retina atau selaput jala adalah lapisan dinding bola mata yang paling dalam (Irianto, 2012: 390).

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



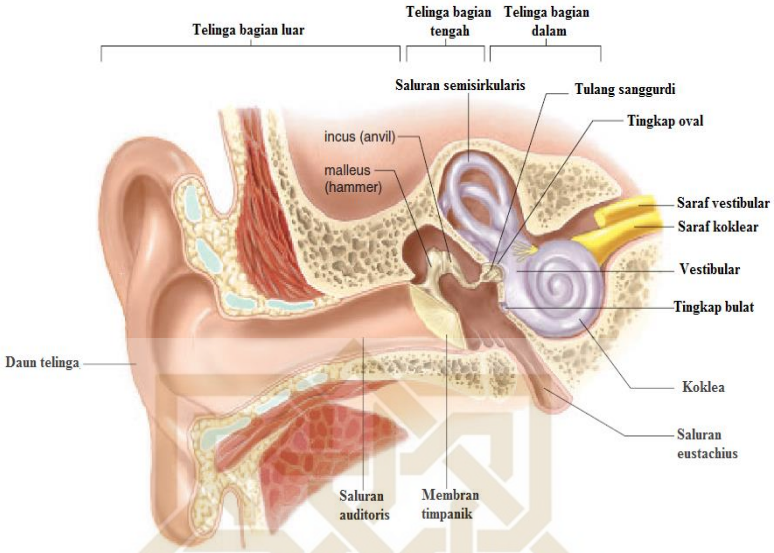
Gambar 2.5. Struktur Mata (Sherwood, 2010)

Retina manusia mengandung sekitar 125 juta sel batang *(rod cell)* dan 6 juta sel kerucut *(cone cell)*. Keduanya adalah fotoreseptor yang dinamai sesuai dengan bentuknya. Sel kerucut dan batang mempunyai fungsi yang berbeda-beda dalam penglihatan. Sel-sel batang tidak dapat membedakan warna dan lebih sensitif terhadap cahaya, dan memungkinkan melihat pada malam hari, namun hanya dalam warna hitam putih. Sel kerucut tidak berfungsi pada penglihatan di malam hari karena diperlukan lebih banyak cahaya untuk merangsang sel tersebut. Sel kerucut dapat membedakan warna pada siang hari (Campbell, 2004:240).

2) Indra Pendengaran (Telinga)

Telinga adalah indra pendengaran dan indra keseimbangan. Saraf yang membantu indra ini adalah saraf kranial kedelapan atau nervus auditorius. Telinga berjumlah sepasang, yaitu telinga kanan dan kiri. Telingan terdiri dari tiga bagian (gambar 2.6), yaitu telinga luar, telinga tengah dan rongga telinga dalam. Organ keseimbangan pada manusia terdapat disepasang telinga pada bagian dalam rongga telinga dalam(Irianto, 2012:416).

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



Gambar 2.6. Struktur Telinga (Mader, 2004)

Telinga luar (Auter Ear) Telinga luar terdiri atas daun telinga, lubang telinga, saluran telinga, kelenjar minyak, dan selaput gendang. Fungsi telinga luar adalah untuk menangkap rangsangan yang berupa suara atau bunyi (Irianto, 2012:416). **Telinga tengah** mempunyai bagian, yaitu vibrasi (getaran) dihantarkan melalui tiga osikel (tulang kecil)- *maleus* (martil), *incus* (landasan), dan *stapes* (sanggurdi)- ke telinga bagian dalam (Campbell, 2004:246). Telinga bagian tengah berhubungan dengan rongga hidung dengan peranatara saluran Eustachius, yang berfungsi untuk mengatur supaya tekanan udara di dalam telinga bagian tengah dan luar sama besarnya (Irianto, 2012:416).

Rongga telinga dalam merupakan bagian yang bertugas menerima rangsangan (reseptor). Di dalamnya terdapat dua macam

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

alat, yaitu alat pendengaran dan alat keseimbangan (Irianto, 2012:216). Telinga bagian dalam terdiri dari suatu labirin saluran di dalam tulang tengkorak (tulang temporal). Saluran ini dilapisi oleh membran dan mengandung cairan yang bergerak sebagai respon terhadap suatu atau pergerakan kepala (Campbell, 2004:246). Alat pendengaran berbentuk seperti siput dan disebut rumah siput atau koklea. Getaran-getaran suara yang sampai ke alat ini diterima alat penerima yaitu alat korti. Dari sini suara diteruskan melalui serabut-serabut saraf ke pusat pendengaran (Irianto, 2012:417). Koklea mempunyai dua ruangan besar, yaitu saluran vestibuler *(vestibular canal)* bagian atas dan saluran timpanik *(tympanic canal)* bagian bawah, yang dipisahkan oleh duktus (saluran) koklea yang lebih kecil (Campbell, 2004:246).

3) Indra Pencium (Hidung)

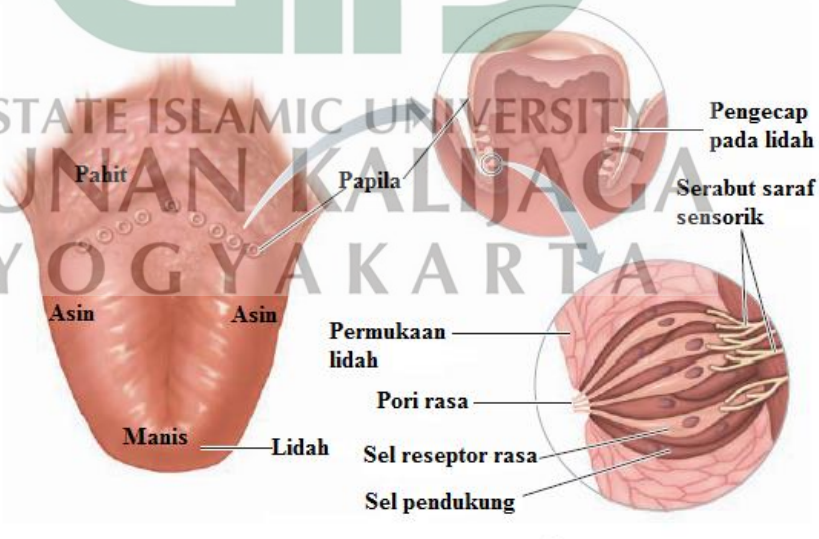
Hidung adalah alat pernapasan yang merupakan tempat pertama yang dilalui udara dari luar (Melati, 2012:160). Indra pencium (hidung) adalah kemoreseptor yang mendeteksi zat kimia yang ada di udara (Campbell, 2004:249). Di dalam rongga hidung terdapat selaput lendir rongga hidung. Pada selaput terdapay sel-sel pembau. Pada sel-sel pembau terdapat ujung-ujung saraf pembau dan saraf kranial (nervus olfaktorius) yang akan bergabung membentuk serabut-serabut saraf pembau untuk berjalin dengan serabut-serabut otak (bulbus olfaktorius). Fungsi hidung adalah

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

sebagai penerima rangsangan bau-bauan. Sel-sel pembau mempunyai rambut-rambut halus yang mempunyai tugas menerima rangsang bau-bauan yang berupa uap (Irianto, 2012:425).

4) Indra Pengecap (Lidah)

Indra pengecap (lidah) adalah pendeteksi zat kimia tertentu yang terdapat dalam suatu larutan (Campbell, 2004:249). Lidah terletak pada dasar mulut, sementara pembuluh-pembuluh darah dan urat saraf masuk dan keluar pada akarnya. Ujung dan pinggir lidah bersentuhan dengan gigi-gigi bagian bawah. Bila lidah digulung ke belakang, maka terlihat permukaan bawahnya yang disebut frenulum linguae, sebuah struktur ligamen halus yang mengkaitkan bagian posterior lidah pada dasar mulut (Irianto, 2012:426).



Gambar 2.7. Struktur Lidah (Sherwood, 2010)

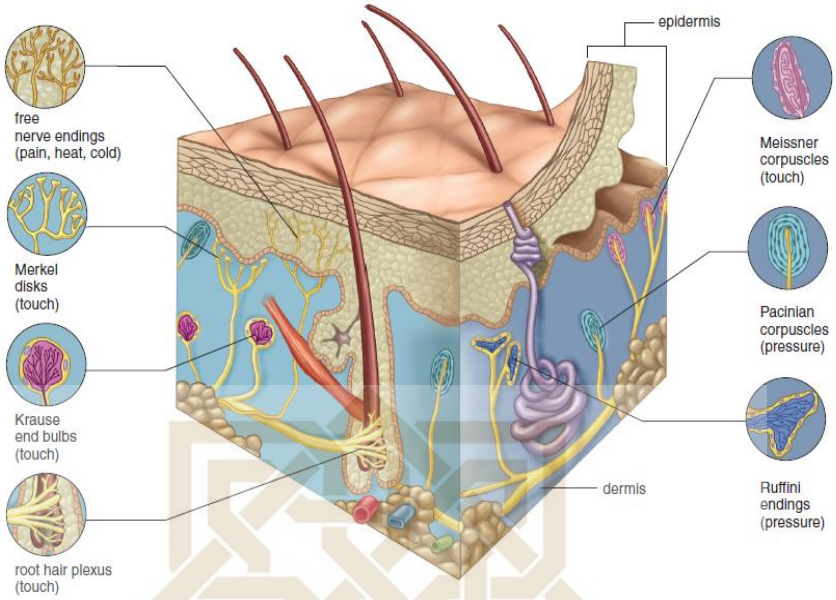
STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Pada lidah pengecap berada di papila, berbentuk benjolan di lidah yang memberikan tekstur kasar. Papila (gambar 2.7) terdiri dari pendukung sel, sel basal, dan sel reseptor rasa yang tersusun dalam bentuk sarung tangan dengan bukaan, atau pori-pori rasa, ke luar yang terletak di bagian atas. Panjang microvili atau rambut pengembus dari masing-masing sel reseptor dalam pengecap rasa melalui pori-pori rasa. Rambut rasa menghasilkan tindakan potensial ketika dirangsang oleh bahan kimia yang larut dalam air liur (Pack, 2001: 158).

5) Indra Peraba dan Perasa (Kulit)

Kulit atau kutis merupakan salah satu yang paling luas permukaannya dan sangat penting bagi tubuh, yang membungkus bagian luar tubuh. Fungsi kulit sebagai pelindung tubuh terhadap bahan-bahan yang berbahaya seperti bahan-bahan kimia, cahaya matahari yang mengandung sinar ultraviolet, melindungi terhadap organisme. Kulit mempunyai susunan serabut-serabut saraf yang tersusun secara halus yang berguna untuk merasakan sentuhan-sentuhan atau sebagai alat perasa dan peraba (Irianto, 2012: 429).

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



Gambar 8. Struktur Kulit (Mader, 2004)

Kulit (gamabar 2.8) terdiri dari dua lapisan: epidermis dan dermis. Epidermis adalah epitel skuamosa bertingkat di sel mana yang menjadi keratin saat naik ke permukaan dimana akan terkelupas. Dermis adalah konektif tebal lapisan jaringan. Dermis mengandung reseptor kutaneous, yang membuat kulit sensitif terhadap sentuhan, tekanan, rasa sakit dan suhu (hangat dan dingin) (Mader, 2004: 164).

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

B. Penelitian Yang Relevan

Jurnal penelitian yang relevan dengan skripsi ini adalah jurnal penelitian yang dilakukan dalam jurnal Pradita Oktaviana dan Joni Sudilowibowo (2017) dengan judul "Pengembangan *handout* Berbasis Android Sebagai Bahan Ajar Untuk Mata Pelajaran Akutansi Keuangan Materi Akutansi Persedian Di Kelas XI Akutansi SMK Negeri 2 Tuban". Dalam jurnal ini peneliti mengembangkan *handout* berbasis android pada

materi Akutandsi Persedian. Berdasakan Penilaian ahli materi, ahli grafis pada aspek kualitas isi dan tujuan mendapat nilai 92% (Sangat layak), aspek kualitas instruksional 96,65% (sangat layak) dan aspek kualitas teknis 92,32% (sangat layak). Berdasarkan respon siswa mendapatkan nilai 95 % (sangat baik), dan bahan ajar dinyatakan sangat baik untuk dipergunakan di dalam pembelajaran.

Jurnal penelitian yang relevan dengan skripsi ini adalah jurnal penelitian yang dilakukan dalam jurnal Tungga Waseso dan Ratna Mutu M (2015) dengan judul "Aplikasi Pembelajaran Fungsi Sistem Saraf Pada Tubuh Manusia Berbasis Android". Dalam jurnal ini hasil dari pengujian dapat dikatakan bahwa program ini dapat berfungsi dengan baik dan benar. Adapun penelitian yang akan dilakukan berbeda dengan penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya. Dalam penelitian ini sisi inovasinya adalah mengembangkan aplikasi pembelajaran berbasis android dengan cakupan materi sistem saraf pada tubuh manusia.

Jurnal penelitian yang relevan dengan skripsi ini adalah jurnal penelitian yang dilakukan dalam jurnal Restu Hardinata, Susanti Muwitaningsih, dan Gufron Amirullah (2018) dengan judul "Pengembangan Mobile Learning Sistem Koordinasi Berbasis Android". Dalam judul ini peneliti mengembangkan aplikasi android pada materi sistem koordinasi layak digunakan sebagai sumber belajar siswa kelas XI SMA

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

C. Kerangka Berpikir

Penggunaan bahan ajar dalam proses pembelajaran bertujuan agar proses pembelajaran dapat berlangsung dengan menarik, lebih bermakna, berkualitas, dan bermanfaat setiap saat. Bahan ajar dapat berbentuk *software* dan *hardware*, seperti video, *powerpoint*, LKS dan buku paket. Pada materi pokok sistem koordinasi bahan ajar tersebut kurang efektif karena ruang lingkup materi yang luas. Sehingga siswa memerlukan penunjang pembelajaran mendukung untuk memahami materi pokok sistem koordinasi. Proses pembelajaran yang kurang efektif menimbulkan tingkat kesukaran yang tinggi dibuktikan dengan hasil ulangan harian kelas XI IPA 90,52% siswa, dengan rata-rata 58,4 tidak mencapai nilai KKM.

Kenyataan tersebut memunculkan bahwa kebutuhan untuk mengembangkan suatu inovasi bahan ajar yang inovatif, portable dan dapat digunakan setiap saat, salah satunya adalah *handout* biologi. *Handout* biologi sebagai bahan ajar yang tidak harus dimanfaatkan di dalam kelas, tetapi dapat dimanfaatkan setiap saat. Kehadiran *handout* biologi tidak dapat menggantikan proses pembelajaran dengan tatap muka di dalam kelas. Kehadiran *handout* biologi diharapkan sebagai pelengkap pembelajaran yang ada serta memberikan kesempatan pada siswa untuk mempelajari kembali materi pokok sistem koordinasi yang kurang dikuasai setiap saat.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Android sebagai salah satu sistem operasi yang berbasis linux yang dapat digunakan untuk telepon seluler, telepon pintar *(smartphone)* dan komputer tablet. Sehingga mendukung sistem kerja bahan ajar *handout* biologi. Pengembang lebih dimudahkan untuk mengakses dan mengembangkan aplikasi dalam *smartphone* dalam sistem operasi *android.*Pengembangan *handout* biologi yang berbasis *android* ini diharapkan dapat menjadi bahan ajar pada materi pokok sistem koordinasi yang lebig efektif. Model penelitian pengembangan yang digunkan dalam penelitian ini adalah ADDIE yang terdiri dari 5 tahap yaitu *(Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation).* Namun dalam penelitian ini sampai tahap pengembangan (*develpment)* karena keterbatasan waktu dan biaya.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan R&D *(Research & Development)*. Penelitian R&D merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keaktifan produk tersebut(Sugiyono, 2015). Penelitian yang dilakukan menggunakan model pengembangan ADDIE, yaitu terdiri atas lima tahap *(Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation)* (Pribadi, 2014: 23). Penelitian ini hanya dilakukan sampai tahap *Development* (pengembangan). Penelitian ini difokuskan pada pengembangan bahan ajat berupa *handout* biologi berbasis *android*.

B. Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu :

1. Tahap Analisis *(Analysis)*

a. Analisis kebutuhan

Analisis kebutuhan siswa dilakukan dengan observsi dan wawancara langsung ke sekolah untuk mengetahui kebutuhan yang akan digunakan sebagai dasar pengembangan *handout* biologi sesuai dengan kebutuhan siswa.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

b. Analisis Kurikulum

Analisis kurikulum dilakukan dengan mengidentifikasi standar ini kurikulum 2013 yang meliputi analisis Kompetensi Inti (KI), analisis Kompetensi Dasar (KD), dan analisis materi pokok sistem koordinasi sebagai dasar pengembangan *handout* biologi yang akan dikembangkan.

c. Analisis materi

Analisis materi yaitu penentuan materi yang sesuai dikembangkan dalam *handout* biologi berbasis *android*. Materi pokok sistem koordinasi adalah yang di muat pada *handout* biologi yang akan dikembangkan. Materi sistem koordinasi terbagi menjadi sub materi yaitu materi sistem saraf, sistem hormon, dan sistem indra.

d. Analisis karakteristik siswa

Analisis karakter siswa bertujuan untuk mengetahui kondisi siswa. Analisis terutama dilakukan dalam hal pemanfaatan teknologi informasi dalam pembelajaran.

e. Analisis instruksional

Analisis yang disebut juga analisis pembelajaran. Analisis ini dilakukan dengan cara menjabarkan kompetensi dasar pada kurikulum menjadi indikator-indikator dan menentukan urutannya.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

2. Tahap Perancangan *(Design)*

Pada tahap ini, dilakukan kegiatan perencanaan penyususnan bahan ajar *handout* biologi berbasis android yang meliputi tahap-tahap berikut ini :

a. Menentukan kerangka bahan ajar *handout* biologi pada materi pokok sistem koordinasi untuk kelas XI IPA SMA/MA.

b. Menentukan sistematika atau penyajian materi

Penyajian yang meliputi urutan konten materi dan kelengkapan (seperti gambar, foto dan video) yang akan disajikan dalam rancangan *handout* biologi.

c. Perancangan alat evaluasi

Perancangan alat evaluasi dilakukan dengan menentukan jenis dan alat evaluasi yang digunakan sebagai alat uji serta membuat kisi-kisi soal yang mengacu pada indikator.

3. Tahap Pengembangan *(Development)*

Tahap mengembangkan desain bahan ajar sesuai dengan rancangan pada tahap sebelumnya. Tahap ini meliputi beberapa kegiatan, yaitu :

a. Membuat *handout* biologi dengan materi pokok sistem koordinasi.

b. Mengkonsultasikan *handout* biologi kepada dosen pembimbing untuk melakukan revisi dan menerima masukkan.

c. Produk media pembelejaran disunting oleh beberapa ahli, yaitu dosen, ahli materi, ahli media, *peer reviewer,* dan guru biologi.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

4. **Tahap Evaluasi**

Tahap ini merupakan tahap akhir dalam menerapkan model ADDIE untuk mengdesain pengembangan yang dibuat yaitu *handout* biologi berbasis android. Tahap ini meliputi :

a. Revisi

Tahap revisi dilakukan berdasarkan hasil penyuntingan sesuai masukan dari penyunting.

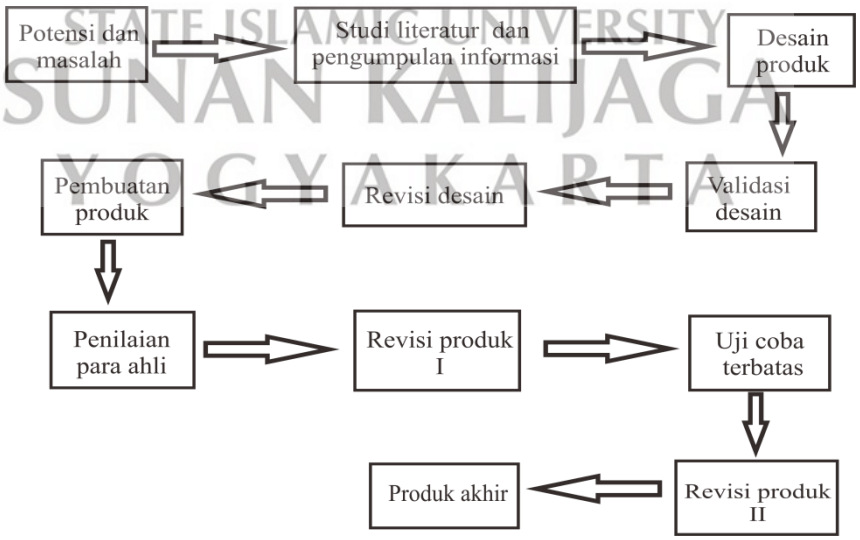
b. Uji terbatas penilaian keterbacaan

Uji terbatas penilaian keterbacaan dilakuakan siswa kelas XI IPA di SMA N 1 Banguntapan untuk memberikan penilaian serta masukan terhadap *handout* biologi yang telah dikembangkan.

C. Penilaian Produk

1. Desain penilaian produk

Penilaian pengembangan ini menggunakan tahap-tahapan sesuai prosedur pengembangan R&D, sebagai berikut :



Gambar 3.1. Alur penyusunan *handout* biologi berbasis android pada materi pokok sistem koordinasi(sugiyono,2015:409)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA

2. Subjek uji coba

Subjek penilaian kualitas produk akhir pada penelitian pengembangan *handout* biologi ini adalah 3 *peer reviewer*, 1 ahli materi, 1 ahli media, 1 guru mata pelajaran biologi kelas XI IPA di SMA N 1 Banguntapan dan 20 siswa kelas XI IPA di SMA N 1 Banguntapan.

3. Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini adalah :

a. Data kualitatif

Data kualitatif berupa nilai kategori, yaitu : SB (Sangat Baik), B (Baik), C (Cukup), K (Kurang), dan SK (Sangat Kurang).

b. Data kuantitatif

Data kuantitatif berupa skor penilaian, yaitu: SB= 5, B=4, C=3, K=2, SK=1.

4. Instrumen pengumpulan data

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini berupa lembar angket. Lembar angket ini digunakan untuk mengetahui penilaian reviewer terhadap media *handout* biologi. Adapun angket berisi sebagai berikut :

a. Ahli media

1)Aspek kualitas tampilan, 2) aspek rekayasa perangkat lunak, 3) Aspek keterlaksanaan.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

b. Ahli materi

1)Aspek kurikulum, 2) Aspek penyajian materi, 3) Aspek kualitas tampilan, 4) Aspek kebahasan, 5) Aspek evaluasi.

c. *Peer reviewer*

1)Aspek kualitas tampilan, 2)Aspek rekayasa perangkat lunak, 3)Aspek kurikulum, 4) Aspek penyajian materi, 5) Aspek keterlaksanaan, 6) Aspek evaluasi, 7) Aspek kebahasan.

d. Guru mata pelajaran biologi

1)Aspek kualitas tampilan, 2)Aspek rekayasa perangkat lunak, 3)Aspek kurikulum, 4) Aspek penyajian materi, 5) Aspek keterlaksanaan, 6) Aspek evaluasi, 7) Aspek kebahasan.

e. Respon siswa

1)Aspek minat tahap media, 2)Aspek materi, 3)Aspek tampilan, 4)Aspek keterlaksanaan.

Instrumen ini diadaptasi dari penelitian Rizki Agung Sambodo (2014) dan Siti Humairoh (2018).

5. Teknik analisis data

Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif. Data kualitatif dan kuantitatif yang diperoleh digunakan sebagai dasar perbaikan media. Langkah analisis data kualitas *handout* biologi berbasis android yang akan dilaksanakan meliputi :

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

a. Hasil penilaian

Hasil penilaian *reviewer* (ahli media, ahli materi), *Peer reviewer*, guru mata pelajaran Biologi dan siswa kelas XI SMA, dilakukan berdasarkan data huruf menjadi skor menggunakan skala likert (Sugiyono, 2012) dan ketentuan yang dapat dilihat dalam Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3.1. Aturan pemberian skor untuk ahli materi, ahli media, Teman sejawat, dan guru

No.	Keterangan	skor
1	Sangat Baik (SB)	5
2	Baik (B)	4
3	Cukup (C)	3
4	Kurang (K)	2
5	Sangat Kurang (SK)	1

Tabel 3.2 Aturan pemberian skor untuk siswa

No.	Keterangan	skor
1	Sangat Setuju (SS)	5
2	Setuju (S)	4
3	Ragu-ragu (R)	3
4	Tidak Setuju (TS)	2
5	Sangat Tidak Setuju (STS)	1

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

b. Data yang terkumpul dihitung skor rata-rata setiap kriteria yang dinilai dengan rumus (Setyosari, 2010).

$$\bar{\chi} = \frac{\Sigma \chi}{N}$$

Keterangan :

$\bar{\chi}$ = Skor rata-rata

N = Jumlah peneliti

$\Sigma\chi$ = Jumlah tiap aspek

c. Mengubah skor rata-rata tiap aspek yang berupa data kuantitatif menjadi kriteria kualitatif sesuai dengan kriteria kategori penilaian tiap aspek dengan ketentuan seperti yang dijabarkan, sebagai berikut (Sukardjo):

Tabel 3.3 Kriteria Kategori Penilaian Ideal

Rentang skor (i) kuantitatif	**Kategori**
$\bar{\chi} > (\mathbf{Mi + 1,80\ SBi})$	Sangat Baik
$(\mathbf{Mi + 0,60\ SBi}) < \bar{\chi} \leq (\mathbf{Mi + 1,8\ SBi})$	Baik
$(\mathbf{Mi - 0,60\ SBi}) < \bar{\chi} \leq (\mathbf{Mi + 0,60\ SBi})$	Cukup
$(\mathbf{Mi + 1,80\ SBi}) < \bar{\chi} \leq (\mathbf{Mi - 0,60\ SBi})$	Kurang
$\bar{\chi} > (\mathbf{Mi + 1,80\ SBi})$	Sangat Kurang

Keterangan :

$\bar{\chi}$ = Skor rata-rata

Mi = Rata-rata Ideal

SBi = Simpangan baku ideal

Harga Mi (Rata-rata ideal) dan Sbi (Simpangan baku ideal) diperoleh dengan rumus (Zainal, 1991:101).

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

$$\text{SBi} = ({}^{1}/_{2}) \times ({}^{1}/_{3}) \times (\text{skor tertinggi ideal} - \text{skor terendah ideal})$$

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Keterangan:

skor tertinggi ideal $=$ Σ butir kriteria $\times$ skor tertinggi

skor terendah ideal $=$ Σ butir soal $\times$ skor terendah

d. Menentukan nilai keseluruhan bahan ajar biologi dengan menghitung skor rata-rata seluruh kriteria penilaian, kemudian menjadi nilai kualitatif sesuai dengan kriteria kategori penilaian ideal.

e. Hasil analisis data yang diperoleh dijadikan dasar untuk mengetahui kualitas produk yang dihasilkan.

Semua data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan rumus distribusi frekuansi relatife, yaitu (Sudjiono, 2010).

$$p : \frac{f}{N}\ x\ 100\%$$

Keterangan :

P = Angka Persentase

f = Frekuensi yang sedang dicari persentasenya

N = Jumlah Frekuensi/banyaknya individu

Hasil perhitungan angka persntase didefinisikan dengan penilaian kualitas produk, sebagai berikut (Arikunto, 2007:113).

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Tabel 3.4 Skala persentase penilaian kualitas produk

No.	Interval	Kriteria
1	81%-100%	Sangat Baik
2	61%-80%	Baik
3	41%-60%	Cukup
4	21%-40%	Kurang
5	0%-20%	Sangat Kurang

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengembangan *handout* biologi berbasis *android* pada materi pokok sistem koordinasi untuk siswa kelas XI SMA/MA

Hasil penelitian pengembangan ini berupa produk bahan ajar. Pengembangan *handout* biologi berbasis *android* pada materi pokok sistem koordinasi untuk siswa kelas XI SMA/MA. Produk yang dihasilkan dikemas dalam bentuk *apk (*android application package*). Penggunaan *handout* biologi disesuaikan dengan kebutuhan siswa, perkembangan mental siswa dan kemajuan teknologi pembelajaran. Penelitian pengembangan ini dikembangkan menggunakan model ADDIE dan diujicobakan secara terbatas pada siswa kelas XI IPA SMA N 1 Banguntapan dengan tahap-tahap yang ditentukan. Tahap-tahap pengembangan *handout* biologi berbasis *android* dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Tahap analisis

Tahap analisis meliputi analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis materi, analisis karakteristik siswa, analisis instruksional. Berikut ini penjelasan setiap analisis:

1) Analisis kebutuhan

Analisis kebutuhan digunakan untuk mengetahui kondisi siswa sehingga produk dapat meningkatkan pemahaman siswa. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru biologi SMA N 1 Banguntapan diperoleh bahwa penyampaian materi pokok sistem koordinasi sulit

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

dipahami oleh siswa, karena ruang lingkup materi yang luas menjadikan pemahaman siswa belum optimal. selain itu, pembelajaran telah didukung dengan buku paket, LKS, *powerpoint*, dan video, namun keterbatasan alokasi waktu pembelajaran menyebabkan kurangnya pemahaman siswa.

Buku paket yang digunakan di SMA N 1 Banguntapan hanya dapat digunakan di dalam kelas dan penggunaan materi terpaku pada *powerpoint*. Hal tersebut menyebabkan pemahaman siswa kurang optimal dibuktikan dengan nilai rata-rata ulangan harian siswa pada materi pokok sistem koordinasi mencapai 90,52% siswa masih dibawah KKM, sebesar 76. *Handout* berbasis *android* dapat dianjurkan sebagai pendukung bahan ajar dalam proses pembelajaran dan membantu siswa memahami materi pokok sistem koordinasi. Berdasarkan penjelasan menunjukkan bahwa siswa memerlukan bahan ajar sehingga dapat digunakan sebagai pendukung proses pembelajaran (Oktaviana, 2017).

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

2) Analisis kurikulum

Analisis kurikulum digunakan untuk mengidentifikasi kurikulum pada materi yang dikembangkan dalam produk *handout* biologi berbasis *android*. *Handout* biologi yang dikembangkan disusun sesuai kurikulum 2013 dengan KI dan KD yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

Kompetensi inti:

3. Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni budaya dan humaniora dengan wawasan kemanusian, kebangsaan, kenegaraan dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajari di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

Kompetensi dasar:

3.10 Menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem koordinasi dan mengaitkannya dengan proses koordinasi sehingga dapat menjelaskan peran saraf dan hormon, dan alat indra dalam mekanisme koordinasi dan regulasi serta gangguan fungsi yang mungkin terjadi pada sistem koordinasi manusia melalui studi literatur, pengamatan, percobaan, dan simulasi.

4.10 Menyajikan hasil analisis data dari berbagi sumber (studi literatur, pengamatan, percobaan, dan simulasi) pengaruh pola

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

hidup dan kelaianan pada struktur dan fungsi organ sistem koordinasi yang menyebabkan gangguan sistem saraf dan hormon pada manusia melalui berbagai bentuk media informasi.

Berdasarkan penjabaran diatas Kompetensi Inti (KI) 3 dan 4, sedangkan Kompetensi Dasar (KD) 3.10 dan 4.10 yang terdapat di kurikulum 2013. Analisis kurikulum ditetapkan sesuai kompetensi yang akan dikembangkan pada materi pokok sistem koordinasi. Menurut Winarni (2018:258) bahwa kurikulum terdapat kompetensi yang ingin dicapai dalam materi. Analisis kurikulum bertujuan untuk menentukan bobot setiap pokok bahasan (Djaali dan Pudji, 2008:13). Kurikulum digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan materi ajar (Tim Pengembangan Ilmu Pendidikan, 2007:496).

3) Analisis materi

Analisis materi digunakan untuk mengindentifikasi materi yang akan dikembangkan dalam *handout* biologi berbasis *android*. Tahap ini menentukan materi yang sesuai dengan kebutuhan siswa dan konsepnya kurang dipahami siswa. Materi yang dikembangkan dalam *handout* biologi yaitu materi pokok sistem koordinasi. Cakupan pada materi pokok sistem koordinasi yang luas, yaitu sistem saraf, sistem hormon, dan sistem indra dengan alokasi waktu dalam proses pembelajaran.

Materi yang disusun secara relevan dan sistematis. Menentukan materi pembelajaran dengan berdasarkan, kesesuaian *(relevansi)*,

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

keajegan *(konsistensi)*, dan kecakupan *(adequacy)*, selain itu perlu diperhatikan urutan/sekuen penyampaian materi. Materi disampaikan dengan sistematika yang lebih rapi akan lebih mudah untuk dipahami oleh siswa (Suprihatiningrum, 2013:303).

4) Analisis karakteristik siswa

Analisis karakteristik siswa adalah tahapan dalam mengidentifikasi keadaan siswa, kemampuan siswa, dan kesanggupan siswa menggunakan bahan ajar. Bahan ajar yang dirancang ditujukan untuk siswa kelas XI IPA SMA/MA dan dapat digunakan siswa dan guru. Perolehan data angket tentang penggunaan *smartphone* oleh siswa sebesar 100% menggunakan *smartphone*. Berdasarkan perolehan data angket penggunaan *smartphone* untuk sistem operasi *android* sebanyak 93,81% siswa, sedangkan pada sistem operasi Ios 6,18% siswa dan windows 1,03% siswa.

Penggunaan *smartphone* menurut Hardinata (2018), bahwa *smartphone* telah menjadi kebutuhan di dalam kehidupan sehari-hari bagi siswa dan *smartphone* dapat dimanfaatkan menjadi bahan ajar yang menarik dan menyenangkan apabila diisi dengan aplikasi serta konten-konten edukasi. Dalam proses belajar mengajar yang sesuai dengan kebutuhan siswa harus dipahami segala masalah yang berkaitan dengan siswa. Perkembangan kognitif merupakan suatu proses dimana kemajuan individu melalui satu rangkaian yang secara

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

kualitatif berbeda dalam berpikir (Tim Pengembang Ilmu Pendidikan, 2007:130).

5) Analisis instruksional

Analisis instruksional adalah tahapan yang menjabarkan Kompetensi Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) ke dalam indikator pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang harus dicapai siswa dapat dilihat, sebagai berikut:

Tabel 4.1 Indikator pembelajaran

No	Sistem saraf	Sistem hormon	Sistem indra
1.	Mendeskripsikan sistem saraf serta struktur dan fungsinya.	Mendeskripsikan sistem hormon pada manusia.	Mendeskripsikan fungsi dari kelima sistem indra.
2	Mendeskripsikan mekanisme penghantar impuls.	Menentukan antara jenis dan fungsi yang terdapat pada sistem hormon	Mengaitkan antara struktur dan proses sistem indra.
3.	membandingkan gerak refleks dan gerak biasa.	Menganalisis kelainan/penyakit sistem hormon	Mampu menganalisis kelainan/penyakit sistem indra.
4.	Mampu menganalisis kelainan/penyakit sistem saraf.		

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Tabel 4.2 Tujuan pembelajaran

No	Sistem saraf	Sistem hormon	Sistem indra
1.	Mampu menjelaskan sistem saraf serta struktur dan fungsi.	Mampu menjelaskan sistem hormon pada manusia.	Mampu menjelaskan fungsi dari kelima sistem indra.
2	Mampu menjelaskan	Mampu menentukan	Mampu

No	Sistem saraf	Sistem hormon	Sistem indra
	mekanisme penghantar impuls.	antara jenis dan fungsi yang terdapat pada sistem hormon.	mengaitkan antara struktur dan proses sistem indra.
3.	Mampu membandingkan gerak refleks dan gerak biasa.	Mampu menganalisis kelainan/penyakit sistem hormon.	Mampu menganalisis kelainan/penyakit sistem indra.
4.	Mampu menganalisis kelainan/penyakit sistem saraf.		

Berdasarkan tabel 4.1 dan 4.2 yang telah disesuaikan dengan kurikulum 2013 pada materi pokok sistem koordinasi dalam proses pembelajaran yang ingin dicapai. Menurut Arifin (2009:24) alur pembelajaran berisi dua hal pokok, yaitu materi dan kompetensi yang ingin dicapai oleh setiap materi, serta memiliki fungsi yang sama dengan peta ide gambaran yang disajikan. Alur pembelajaran mempunyai fungsi yang sama dengan peta ide, sedangkan alur kompetensi akan dicapai oleh mata pelajaran yang telah sesuai.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

b. Tahap perancangan

Tahap perancangan adalah tahap yang bertujuan dalam menyiapkan mencakup pengembangan tujuan, item, dan strategi pembelajaran (Sutarti, 2017:16). Tahap perencaan meliputi beberapa tahap, yaitu:

1) Perencanaan kerangka *Handout* biologi berbasis *android* pada materi pokok sistem koordinasi

Kerangka pengembangan produk *Handout* biologi berbasis *android* memiliki perencanaan yang dibuat secara sistematis. Pengembangan *handout* biologi berbasis *android* dengan menentukan tema yang dikembangkan, memilih kajian teori dan literatur dalam *handout* biologi. Penyusunan kerangka *handout* biologi dengan struktur yang meliputi cover, isi *handout*, desain layout terdapat disetiap halaman. *Handout* sebaiknya disusun dengan urutan yang mudah, judul yang singkat, terdapat daftar isi, struktur kognitifnya jelas, dan tugas pembaca (Prastowo, 2018:63). Kerangka *handout* biologi berbasis *android* terdapat pada tabel 4.3 berikut ini:

Tabel 4.3 Kerangka *handout biologi* biologi berbasis *android* pada materi pokok sistem koordinasi

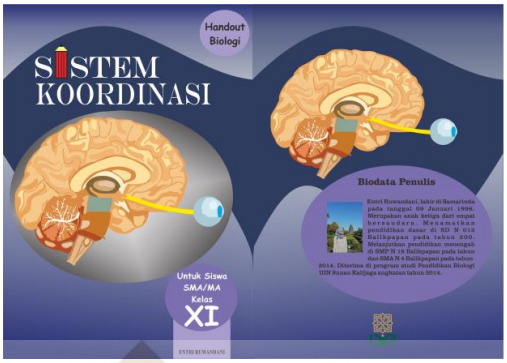
No	Bagian *Handout biologi*	Keterangan
1.	Cover	Bagian depan pada *handout biologi* yang berisi judul materi.
2.	Pendahuluan	Berisi penjelasan singkat tentang Kompetensi Inti, Kompetensi Dasar.
3.	Daftar isi	Berisi daftar susunan halaman pada *handout biologi* berbasis *android.*
4.	Daftar gambar	Bersisi daftar halaman gambar pada *handout* biologi berbasis *android.*
5.	Pengantar materi	Bagian pejelasan ringkasan materi yang akan dibahas pada materi pokok sistem koordinasi.
6.	Tujuan pembelajaran	Berisi tujuan pembelajaran yang akan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA

No	Bagian *Handout biologi*	Keterangan
		dicapai pada materi pokok sistem koordinasi.
7.	Materi	Berisi materi yang mencakup pada materi pokok sistem koordinasi, dengan sub materi sistem saraf, sistem hormon dan sistem indra.
8.	Tugas mandiri dan kelompok	Bagian latihan pendukung dalam melihat pemahaman terhadapat materi pokok sistem koordinasi
8.	Video dan Gambar	Berisi pendukung materi yang menjelaskan dan menjabarkan menggunakan gambar dan video.
9.	Evaluasi	Berisi soal dan kuis untuk mengetahui pengetahuan siswa.
10.	Glosarium	Berisi pengertian dari kata-kata yang termasuk penting pada materi pokok sistem koordinasi
11.	Daftar pustaka	Berisi dafatar dari rujukan materi pada *handout.*
12.	Biodata penulis	Berisi beberapa informasi dari penulis.

Cover terdapat pada bagian depan dan belakang. Tampilan depan cover mewakili gambaran tentang materi pokok sistem koordinasi yang disajikan. Cover bagian belakang menampilkan biodata penulis. Isi cover yang harus diperhatikan adalah tata letak dari judul, pemilihan *font, background* gambar, foto penulis (Hawa, 2011:184). Tampilan gambar cover dapat dilihat pada gambar 4.1 sebagai berikut:

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



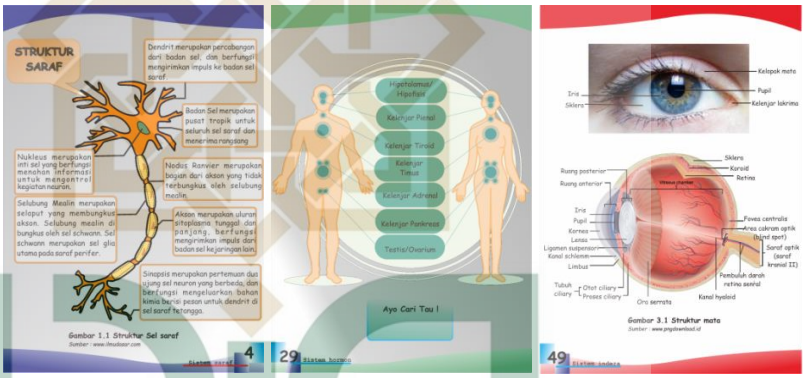
Gambar 4.1 Tampilan cover *handout* biologi berbasis *android* pada materi pokok sistem koordinasi.

Layout pada *handout* biologi di *design* dengan warna berbeda untuk memudahkan siswa dalam membedakan 3 sub materi pokok yaitu Bab 1 sistem saraf, bab 2 sistem hormon, bab 3 sistem indra. *Layout* adalah tata letak elemen-elemen desain terharap suatu bidang dalam media tertentu, untuk mendukung konsep atau pesan yang dibawa (Rustan, 2009:1). Tampilan layout dapat dilihat pada gambar 4.2 sebagai berikut:

Gambar 4.2 Tampilan layout *handout* biologi berbasis *android* pada materi pokok sistem koordinasi.

Gambar yang disajikan dengan ukuran dan kualitas gambar baik, serta mewakili setiap sub bab dan dilengkapi dengan keterangan pada gambarnya. Gambar dan video membantu pemahaman bagi

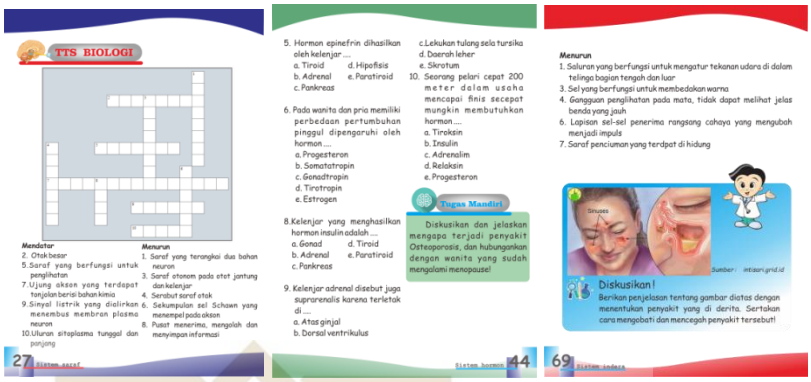
siswa dalam mempelajari materi pokok sistem koordinasi. Gambar berguna untuk membantu memperjelas isi buku (Alwi, 2002:425). Ditambahkan video untuk mendukung penjelasan mekanisme kerja pada setiap materi. Video menampilkan gambar bergearak dan merupakan penggabungan dari teks, visual, audio, dan realita (Yaumi, 2018:12). Tampilan gambar dapat dilihat pada gambar 4.3, sebagai berikut:



Gambar 4.3 Tampilan gambar *handout* biologi berbasis *android* pada materi pokok sistem koordinasi

Evaluasi pada *handout* biologi berisi soal pilihan ganda, essay, dan teka teki silang. Selain evaluasi soal terdapat beberapa tugas berkelompok dan praktik sederhana terkait materi. Evaluasi dibuat sebagai alat ukur kemampuan dalam pemahaman materi. Proses pembelajaran diperlukan untuk mengetahui keefektifan dan efisien semua komponen pembelajaran, serta mengetahui pemahaman siswa terhadap materi (Arifin, 2014:11). Tampilan evaluasi *handout* biologi berbasis *android* dapat dilihat pada gambar 4.4 sebagai beikut:

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



Gambar 4.4 Tampilan evaluasi *handout* biologi berbasis *android* pada materi pokok sistem koordinasi.

2) Rancangan sistematika *handout* biologi berbasis android pada materi pokok sistem koordinasi

Rancangan pengembangan produk *handout* biologi dengan produk awal yang menggambarkan isi materi pokok sistem koordinasi yang akan dibuat. Materi pokok sistem koordinasi yang terdapat pada *handout* biologi berbasis *android* berisi tiga sub bab, terbagi atas sistem saraf, sistem hormon, dan sistem indra. Tahap ini merancang kelengkapan gambar, dan video sebagai pendukung materi pokok sistem koordinasi pada *handout* biologi. Gambar yang disajikan bersumber dari beberapa buku dan web, sedangkan video bersumber dari *youtube* yang telah diperbaiki beberapa konten seperti bahasa dan audio. Menurut Hamdani (2011:250) gambar merupakan media yang bersifat konkret, dapat mengatasi batasan ruang dan waktu, dapat mengatasi keterbatasan pengamatan, dapat memperjelas suatu masalah dan mudah diperoleh serta digunakan.

Penggunaan gambar akan didukung dengan video untuk membantu pemahaman untuk materi pokok sistem koordinasi. Video

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

termasuk dalam kategori bahan ajar atau audiovisual. Bahan ajar ini mengombinasikan dua materi yaitu visual untuk merangsang indra penglihatan siswa dan auditif untuk meransang indra pendengaran (Prastowo,2018:81). Hal ini menunjukkan bahwa kelebihan penggunaan video yaitu sebagai sistem pembelajaran lebih inovatif dan interaktif, dapat membangun antara teks, gambar, audio, musik, animasi gambar, dan menjadi satu kesatuan video (hamdani, 2011:254).

3) Rancangan alat evaluasi

Rancangan evaluasi merupakan tahap penilaian oleh para ahli, *peer reviewer*, guru dan siswa. Penyusunan indikator digunakan sebagai validasi/penilaian yang dibuat dalam butir-butir pertanyan. Indikator penilaian mencakup tampilan fisik, tampilan struktur bahasa dan cakupan materi. Ahli materi dan media mendapatkan instrumen sesuai penilaian yang dibutuhkan. *Peer reviewer* dan guru biologi mendapatkan instrumen penilaian dengan indikator sama, sedangkan instrumen penilaian untuk siswa memiliki indikator yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa alat evaluasi memiliki fungsi untuk menentukan atau menilai penerimaan unutk mencapai standar produksi (Majid, 2011:172).

Alat evaluasi digunakan untuk menyusun rancangan kisi-kisi soal yang mendukung evaluasi pembelajaran yang terdapat pada *handout* biologi. Evaluasi mengacu pada indikator pembelajaran

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

dengan diukur dari C1-C4, terdiri dari pilihan ganda, *essay*, teka-teki silang, dan soal diskusi. Hal ini sesuai dengan penilaian berdasarkan penguasaan maksudnya mengukur penguasaan individu siswa dengan memantau kemajuan, memberikan umpan balik, mengikuti prosedur perbaikan dan mengarahkan pembelajaran untuk meminimalisasi kesenjangan pencapaian hasil belajar menurut Bloom dan Zimmerman & Dibenetto dalam (Yaumi, 2018:115).

c. Tahap pengembangan

Tahap pengembangan merupakan kelanjutan dari tahap *design* dan dikembangkan sesuai dengan kerangka yang telah dibuat. Desain dirancang menggunakan aplikasi *corel draw x7* untuk desain *layout*, gambar, tulisan dan menggunakan aplikasi *magazine app maker 1.3.0* untuk *built handout* biologi menjadi *apk. Tahap ini peneliti mengembangkan kajian referensi dan menyesuaikan penulisan materi pada *layout*, video, serta gambar agar sesuai dengan yang diharapkan. Berikut ini dapat dijelaskan tahapan pengembangan *handout* biologi berbasis *android*, sebagai berikut:

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

1) Pra penulisan

Tahap pra penuliasan adalah tahap pemilihan kajian referensi dengan mengumpulkan literatur dalam *handout* biologi pada materi pokok sistem koordinasi dan sebagai pendukung yang relevan. Data yang diambil dari beberapa literatur berupa teori, terkait dengan isi *handout*, gambar, video, dan teks sebagai sumber yang relevan. Materi

dapat bersumber dari referensi/pustaka dan membantu dalam pengumpulan data yang relevan (Timotius,2017:37). Adapun beberapa referensi yang digunakan dalam penyusunan *handout biologi* biologi berbasis *android*, antara lain:

a) Arifin Mz, Jefri H. 2012. *Nilai Functional IndependenceMeasure Penderita Cedera Servikal Dengan Perawatan Konsevatif. Jurnal Kemas. 8 (1).*
b) Campbell, Neil A and Jane B. Reece. 2004. *Biologi Edisi KelimaJilid 3.* Jakarta: Erlangga.
c) Eviston TJ, et al. 2015 *.Bell's Palsy: Aetiology, Clinical Featuresand Multidisciplinary Care*.Jurnal Neurol Neurosurg Psychiatry: 86
d) Gill KS, Tassone P, Hamilton J, Hjelm N, Luginbuhl A, Cognetti D, et al. 2016.Thyroid Cancer Metabolism: A Review. Thyroid Disorders Ther 5: 200
e) Irianto, Koes. 2012. *Anatomi Dan Fisiologi Untuk Mahasiswa.* Bandung: Alfabeta
f) Kimball, John, w. 2002. *Biologi Edisi Kelima Jilid 3.* Jakarta: Erlangga.
g) Mader, Sylvia S. 2004. *Understanding Human Anatomy and Physiology, Fifth Edition.* New York: McGraw-Hill Companies.

2) Pembuatan draf

Pembuatan isi *handout* biologi telah dirancang sebelumnya menjadi lebih lengkap. Proses pembuatan *handout* biologi berbasis *android* pada materi pokok sistem koordinasi disesuaikan dengan kerangka. *Handout* biologi yang dikerjakan menghasilkan produk awal 80% jadi merupakan produk yang siap untuk disunting.

3) Penyutingan

Produk *handout* biologi berbasis *android* yang telah mencapai keterlaksanaan 80% kemudian melewati tahap penyuntingan yang dilakukan oleh dosen pembimbing. Produk yang dibuat dilakukan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

konsultasi kepada dosen pembimbing untuk mendapatkan saran dan masukkan yang digunakan pada revisi tahap 1.

Tabel 4.4 Saran dan masukkan dari Dosen Pembimbing

No	Saran dan Masukkan	Tindak Lanjut
1.	Penambahan konten video	Konten video telah ditambahkan sehingga dapat dilihat.
2.	Perbaikan dalam penulisan kalimat/kata pada *handout* biologi	Kalimat dan kata telah dilakukan perbaikan pada *handout* biologi.
3.	Penambahan referensi penyakit/gangguan dari pada materi pokok sistem koordinasi.	Referensi telah ditambahkan pada materi pokok sistem koordinasi.
4.	Pemberian warna untuk kata yang penting.	Kata-kata yang penting telah diberikan warna pada setiap kalimat.
5.	Perbaikan gambar yang kurang fokus dan kurang jelas.	Gambar terlah diperbaiki agar lebih fokus dan jelas.
6.	Menambahkan jenis soal seperti teka-teki silang dan soal analysis.	soal telah ditambahkan pada setiap sub bab pada materi pokok sistem koordinasi.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Berdasarkan tabel 4.4, saran dan masukkan diberikan oleh dosen pembimbing penambahan video dalam *handout* biologi telah ditambahkan didalam *handout* biologi. Video ditambahkan dengan konten tentang mekanisme sistem saraf, sistem hormon dan sistem indra pada *handout* biologi. Penambahan video diharapkan membantu pemahaman untuk mempelajari materi pokok sistem koordinasi pada *handout* biologi. Menurut hamdani (2011:254) bahwa video mampu

memvisualisasi materi yang selama ini sulit diterangkan hanya dengan penjelasan atau alat peraga yang konvensional.

d. Tahap evaluasi

Tahap evaluasi *handout* biologi dilakukan adalah revisi tahap II yang dilakukan setelah revisi tahap I. Tahap revisi ini penilaian dan pemberian masukkan diperoleh dari 1 ahli media, 1 ahli materi, 3 *peer reviewer*. Ahli media adalah dosen yang menialai dan memberi saran, masukkan dalam bidang media. Penilaian ahli media dilakukan dengan mengisi lembar instreumen berupa angket dengan *check list*, dan saran, masukkan. Hasil penilaian setiap aspek oleh ahli media dapat dilihat pada tabel 4.5, sebagai berikut:

Tabel 4.5 Saran dan masukkan oleh ahli media

No	Saran dan Masukkan	Tindak Lanjut
1.	Kontras warna pada tulisan sub pada materi judul kurang cerah	Warna pada tulisan sub judul telah diubah menjadi warna yang cerah, sehingga membantu dalam membedakan sub judul pada materi.
2.	Beberapa gambar diperbaiki agar lebih fokus dan lebih jelas melihatnya	Gambar pada *handout* biologi telah diperbaiki menjadi lebih jelas dilihat dan tidak pecah apabila di *zoom in*.
3.	Redaksi kata-kata yang kurang tepat	Kata-kata yang kurang tepat telah diperbaiki
4.	Perbaikan kontras pada warna setiap halaman,	Kontras warna pada setiap halaman telah diperbaiki.
5.	Besar file master *handout* biologi berbasis *android* pada materi pokok sistem koordinasi diperkecil.	Besar file master *handout* biologi telah diperkecil ukuran file nya.
6.	Produk masih memiliki	Perbaikan telah dilakukan dalam proses

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

No	Saran dan Masukkan	Tindak Lanjut
	proses loading yang lama pada saat membuka setiap halaman.	loading saat membuka setiap halaman, tetapi proses loading masih terjadi.

Berdasarkan tabel 4.5, terdapat saran dan masukkan yang diberikan ahli media kepada peneliti. Saran dan masukkan untuk kontras warna yang disarankan oleh ahli media telah dilakukan perbaikan, beberapa gambar lebih diperjelas telah dilakukan perbaiki, redaksi kata-kata yang telah diperbaiki. Desain tampilan telah sesuai dengan hal perlu yang diperhatikan, yaitu pola halaman, huruf yang digunakan, warna, model penempatan ilustrasi. Pemilihan gambar dilakukan dengan baik dan pertimbangan beberapa hal, yaitu pesan dalam gambar, ketajaman dan warna, ukuran gambar, ukuran file akan mempengaruhi kualitas (Sutopo, 2006:34).

Besar file master *handout* biologi telah diperkecil, namun apabila lebih diperkecil file master akan membuat kualitas gambar dan video menjadi tidak baik. Proses loading pada *handout* biologi memiliki proses yang lama saat mengganti setiap halaman dan telah dilakukan perbaikan, namun belum maksimal. Perbaikan yang belum maksimal merupakan keterbatasan peneliti dalam hal loading dan pengaruh kualitas gambar akan menurun apabila kualitas diturunkan. Aplikasi yang sedang dijalankan, penyimpanan dengan ukurn terbatas dapat dilakukan, namun informasi yang disimpan memerlukan ukuran besar (Sutopo, 2006:36).

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Format file yang tidak selalu sama dengan format yang dapat diterima oleh *e-reader* atau alat baca (Tompo, 2017:10).

Ahli materi adalah dosen biologi yang berkompetensi tentang materi pokok sistem koordinasi. Penilaian oleh ahli metari menggunakan lembar instrumen yang relevan berupa angket. Saran dan masukkan yang diberikan ahli materi terdapat pada 5 aspek, yaitu kurikulum, perangkat lunak, kebahasaan, tampilan, evaluasi. Hasil penilaian yang diperoleh dari ahli materi dijabarkan pada tabel 4.6, sebagai berikut:

Tabel 4.6 Saran dan masukkan oleh ahli materi

No	Saran dan Masukkan	Tindak Lanjut
1.	Tulisan pada keterangan gambar "struktur saraf" ditambahkan	Keterangan pada gambar "struktur saraf"
2.	Penambahan kalimat pada paragraf pertama dihalaman 2	Kalimat pada bagian tersebut telah diperbaiki
3.	Penambahan video tentang mekanisme kerja sistem hormon dan mekanisme kerja alat indra	Video telah ditambahkan video tentang mekanisme kerja sistem hormon dan mekanisme kerja alat indra
4.	Perbaikan penyebutan nama kelaianan/penyakit yang terdapat pada materi pokok sistem koordinasi.	Penyebutan nama kelainan/penyakit telah diperbaiki
5.	Perbaikan bagian gambar "struktur saraf"	Gambar "struktur saraf" telah diperbaiki dengan menambahkan beberapa bagian pada gambar

Menurut ahli media perlu menambahkan video dan perbaikan pada bagian gambar serta keterangan gambar pada struktur saraf. Penggunaan gambar/ilustrasi dalam bahan ajar, selan ditentukan oleh tingkat kerumitan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

stimulus berfungsi yang dihubungkan dengan tujuan dan isi ajaran dalam bahan ajar (Siddik, 2018:57). Perbaikan penyebutan nama kelainan/penyakit dan penambahan kalimat pada bagian tertentu untuk memenuhi efektivitas dalam penyusunan materi. Menurut Widodo dan Jasmadi (2008:75) bahwa pada penyusunan bahasa yang mudah dipahami oleh siswa, untuk mencapai bahasa yang digunakan harus efektf, tidak bertele-tele atau langsung menjelaskan materi tersebut.

Peer reviewer merupakan mahasiswa pendidikan biologi yang telah menempuh mata kuliah fisiologi hewan dan melakukan penelitian pengembangan. Hasil penilaian setiap aspek oleh *peer reviewer* dapat dilihat pada tabel 4.7, sebagai berikut:

Tabel 4.7 Saran dan masukkan oleh *peer reviewer*

No	Saran dan Masukkan	Tindak Lanjut
1.	Loading pada saat mengganti halaman di perbaiki	Perbaikan telah dilakukan dalam proses loading saat membuka setiap halaman, tetapi proses loading masih terjadi

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Menurut *peer reviewer*, pada produk *handout* biologi berbasis *android* terdapat kekurangan dalam sistem pengopresian untuk memindahkan halaman satu ke halaman yang lainnya. Loading yang lama, menjadi kekurangan pada produk *handout* biologi berbasis *android*. Kapasitas dan frekuensi prosesor, akan semakin tinggi kinerjanya. Penggunaan komponen RAM dan ROM. Apabila kapasitas keduanya

semakin besar, maka ruang instal aplikasi dan kinerja aplikasi akan semakin besar dan lancar (Kusuma,2011:18).

B. Kualitas *handout* biologi berbasis *android* pada materi pokok sistem koordinasi untuk siswa kelas XI SMA/MA

Handout biologi dilakukan adalah revisi tahap II yang dilakukan setelah revisi tahap I. Tahap revisi ini penilaian dan pemberian masukkan diperoleh dari 1 ahli media, 1 ahli materi, 3 *peer reviewer,* dan 1 guru biologi. Hasil penilaian *Handout* biologi berbasis *android* pada materi pokok sistem koordinasi secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 4.5, sebagai berikut:

Tabel 4.8 Hasil penilaian *handout* biologi berbasis *android* pada materi pokok sistem koordinasi secara keseluruhan

No	Penilai	Skor Tertinggi	Skor Terendah	Skor Rata-rata	Persentase Keidealan (%)	Kualitas
1.	Ahli Media	90	18	84	95	Sangat Baik
2.	Ahli Materi	115	23	99	85	Sangat Baik
3.	Peer Reviewer	175	35	158,3	91	Sangat Baik
4.	Guru Biologi	175	35	158	90	Sangat Baik
Keseluruhan		555	111	499,3	90	Sangat Baik

STATE ISLAMIC UNIVERSITY SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA

Berdasarkan tabel 4.8, dilihat hasil penilaian *handout* biologi oleh ahli media, ahli materi, *peer reviewer*, dan guru biologi. Penilaian tertinggi oleh ahli media dengan persentase 95% termasuk dalam kategori Sangat Baik, sedangkan penilaian terendah oleh ahli materi dengan persentase 85%

termasuk dalam kategori Sangat Baik. Penilaian yang dilakukan oleh para ahli merupakan untuk mengembangkan produk yang diguanakan dalam pembelajaran (Sugiyono, 2013:9).

Berdasarkan hasil yang dapat dilibat pada tabel 4.8 kualitas *handout* biologi berbasis *android* pada materi porkok sistem koordinasi, yaitu Sangat Baik. Hal ini disebabkan karena *handout* biologi berbasis *android* merupakan suatu pendukung dalam membantu siswa memahami materi (Oktaviana, 2017). Penilaian kualitas *handout* biologi berbasis *android* pada materi pokok sistem koordinasi oleh ahli media, ahli materi, *peer reviewer*, guru biologi, serta respon siswa dijabarkan sebagai berikut:

1) Ahli media

Ahli media adalah dosen yang menialai dan memberi saran, masukkan dalam bidang media. Penilaian ahli media dilakukan dengan mengisi lembar instreumen berupa angket dengan *check list*, dan saran, masukkan. Hasil penilaian setiap aspek oleh ahli media dapat dilihat pada tabel 4.9, sebagai berikut:

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Tabel 4.9 Hasil penilaian setiap aspek oleh ahli media

No	Aspek	Skor Tertinggi	Skor Terendah	Jumlah Skor	Skor Rata-rata	Persentase Keidealan (%)	Kualitas
1.	Tampilan	45	9	41	41	91	Sangat Baik
2.	Perangkat Lunak	35	7	33	33	94	Sangat Baik
3.	Keterlaksanaan	10	2	10	10	100	Sangat Baik
Keseluruhan		90	18	84	84	95	Sangat Baik

Berdasarkan hasil pada tabel 4.9, dapat dilihat hasil penilaian keseluruhan penilaian aspek oleh ahli media dengan skor total $\bar{x}$ sebesar 84 dengan katergori Sangat Baik (SB). Hasil persentase keidealan mendapat hasil 95% termasuk dalam kategori Sangat Baik (SB). Penjabaran setiap aspek tampilan mendapat persentase keidealan 91% termasuk dalam kategori Sangat Baik (SB), aspek perangkat lunak dengan persentase keidealan 94% termasuk dalam kategori Sangat Baik (SB), dan aspek keterlaksanaan dengan persentase keidealan 100% termasuk dalam kategori Sangat Baik. Kualitas tampilan, keterlaksanaan dan perangkat lunak pada *handout* biologi berbasis *android* memiliki kategori Sangat Baik. Siswa tertarik dengan penggunaan *handout* biologi berbasis *android* dalam mempelajari materi pokok sistem koordinasi. Kualitas tampilan, keterlaksanaan dan perangkat lunak merupakan 3 aspek untuk menilai kualitas *handout* (BSNP, 2006).

Penilaian berdasarkan kualitas tampilan *handout* biologi dengan desain yang dikerjakan oleh peneliti. Desain memiliki tampilan yang mewakili tema materi pada *handout* biologi. Cover dan *lay out* menjadi salah satu penunjang desain tampilan yang membuat pembaca tertarik untuk mempelajari materi pokok sistem koordinasi pada *handout* biologi. Desain dan *lay out* menjadi unsur yang sangat penting, pada cover harus memperhatikan tata letak dari judul, pemilihan font, *background* gambar,

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

dan *lay out* mencakup pilihan font, ukuran font, paragraf, tata letak kolom info dan gambar pendukung (Hawa, :184-185).

2) Ahli materi

Ahli materi adalah dosen biologi yang berkompetensi tentang materi pokok sistem koordinasi. Penilaian oleh ahli metari menggunakan lembar instrumen yang relevan berupa angket. Saran dan masukkan yang diberikan ahli materi terdapat pada 5 aspek, yaitu kurikulum, perangkat lunak, kebahasaan, tampilan, evaluasi. Hasil penilaian yang diperoleh dari ahli materi dijabarkan pada tabel 4.10, sebagai berikut:

Tabel 4.10 Hasil penilaian setiap aspek oleh ahli materi

No	Aspek	Skor Tertinggi	Skor Terendah	Jumlah Skor	Skor Rata-rata	Persentase Keidealan (%)	Kualitas
1.	Kurikulum	15	3	13	13	87	Sangat Baik
2.	Materi	30	6	27	27	90	Sangat Baik
3.	Kebahasaan	30	6	24	24	80	Baik
4.	Tampilan	30	6	27	27	90	Sangat Baik
5.	Evaluasi	10	2	8	8	80	Baik
Keseluruhan		115	23	99	99	85	Sangat Baik

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Berdasarkan hasil pada tabel 4.10, keseluruhan aspek oleh ahli materi diperoleh $\bar{x}$ sebesar 99 dengan kategori Sangat Baik, sedangkan hasil persentasi keidealan 85% dengan kategori Sangat Baik. Apabila dijabarkan apada aspek kebahasaan memiliki persentasi 80% dengan kategori Baik dan aspek evaluasi memeliki persentasi keidealan 80%

dengan kategori Baik, sedangkan pada aspek kurikulum, perangkat lunak dan tampilan memiliki kategori Sangat Baik.

Penilaian oleh ahli materi meliputi 5 aspek, yaitu aspek kurikulum, materi, kebahasaan, tampilan, dan evaluasi. Aspek materi memperoleh persentase keidealan dengan kategori Sangat Baik. Aspek materi terdapat penialaian yang sesuai materi dengan KI dan KD sebagai pendukung tujuan pembelajaran. Produk *handout* biologi berbasis *android* telah disesuaikan dengan KI dan KD pada kurikulum 2013. Kompetensi inti memiliki tolak ukur keberhasialan proses pembelajaran, yaitu sikap (afektif), keterampilan *(skill)*, dan pengetahuan *(knowledge)* yang menjadi dasar (Mulysa, 2014:4).

Aspek penyajian materi telah sesuai dengan referensi yang dibutuhkan untuk materi pokok sistem koordinasi yang terbagi dalam 3 sub bab, yaitu sistem saraf, sistem hormon, sistem indra. Referensi diambil dari studi literatur yang dikaji sesuai materi dibutuhkan pada materi pokok sistem koordinasi. Kesesuaian, keakuratan, fakta, keluasan materi sistem koordinasi telah sistematis, logis dan jelas. Menurut Nasrudin (2019:17-18) bahwa materi terdiri dari konsep-konsep yang didefinisikan secara jelas, serta materi berhungan dengan fakta sesuai dengan teori ilmiah. Fakta yang berhubungan dengan teori yaitu fakta memprakarsai teori, fakta memformulasikan kembali teori-teori, fakta dapat memperjelas teori yang ada.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

3) *Peer reviewer*

Peer reviewer merupakan mahasiswa pendidikan biologi yang telah menempuh mata kuliah fisiologi hewan dan melakukan penelitian pengembangan. Hasil penilaian setiap aspek oleh *peer reviewer* dapat dilihat pada tabel 4.11, sebagai berikut:

Tabel 4.11 Hasil penilaian setiap aspek oleh *peer reviewer*

NO	Aspek	Skor Tertinggi	Skor Terendah	Jumlah skor	Skor Rata-rata	Persentase Keidealan (%)	Kualitas
1.	Tampilan	45	9	123	41	91	Sangat Baik
2.	Perangkat Lunak	35	7	94	31,33	90	Sangat Baik
3.	Kurikulum	15	3	43	14,33	96	Sangat Baik
4.	Materi	30	6	84	28	93	Sangat Baik
5.	Keterlaksanaan	10	2	26	8,67	87	Sangat Baik
6.	Evaluasi	10	2	28	9,33	93	Sangat Baik
7.	Kebahasaan	30	6	77	25,67	86	Sangat Baik
Keseluruhan		175	35	475	158,33	91	Sangat Baik

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Berdasarkan tabel 4.11, hasil yang diperoleh mendapatkan skor $\bar{x}$ sebesar 158,33 termasuk dalam kategori Sangat Baik, sedangkan keseluruhan aspek menghasilkan persentase keidealan 91% termasuk kategori Sangat Baik. Adapun hasil tertinggi dengan persentase 96% mendapat kategori Sangat Baik (Sangat Baik) pada aspek kurikulum, sedangkan hasil terendah 86% mendapat kategori Sangat Baik.

Aspek perangkat lunak memperoleh presentasi keidealan 90% dengan kategori Sangat Baik, pada aspek perangkat lunak terdapat butir kemudahan penggunaan *handout* biologi berbasis *android*. Penggunaan *handout* biologi yang dapat digunakan dimanapun dan kapanpun, sehingga penggunaan *smartphone* dimanfaatkan sebagai alat bantu untuk siswa dan guru. Menurut Yaumi (2018: 173) berbagai bentuk teknologi dapat diintegerasikan dan diimplementasikan dalam pembelajaran untuk memfasilitasi belajar secara efektif dan efisien.

4) Guru Biologi

Guru biologi merupakan guru yang ada di sekolah dan termasuk guru mata pelajaran biologi. Guru biologi melakukan penilaian setelah memperoleh masukan dari para ahli media, ahli materi dan *peer reviewer* sebagai dasar penyempurnaan *handout biologi* biologi berbasis *android*. Hasil penilaian yang dilakukan oleh guru biologi tertera pada tabel 4.12, sebagai berikut:

Tabel 4.12 Hasil penilaian setiap aspek oleh guru biologi

No	Aspek	Skor tertinggi	Skor terendah	Jumlah skor	Skor Rata-rata	Persentase Keidealan (%)	Kualitas
1.	Tampilan	45	9	43	43	96	Sangat Baik
2.	Perangkat Lunak	35	7	30	30	86	Sangat Baik
3.	Kurikulum	15	3	14	14	93	Sangat Baik
4.	Materi	30	6	27	27	90	Sangat Baik
5.	Keterlaksanaan	10	2	10	10	100	Sangat Baik
6.	Evaluasi	10	2	8	8	80	Baik

STATE ISLAMIC UNIVERSITY SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA

No	Aspek	Skor tertinggi	Skor terendah	Jumlah skor	Skor Rata-rata	Persentase Keidealan (%)	Kualitas
7.	Kebahasaan	30	6	26	26	87	Sangat Baik
Keseluruhan		175	35	158	158	90	Sangat Baik

Berdasarkan hasil diatas diperoleh $\bar{x}$ 158 dengan kategori Sangat Baik, sedangkan persentase keidealan 90% dengan kategori Sangat Baik. Penilaian persentase tertinggi 100% dengan kategori Sangat Baik pada aspek keterlaksanaan, sedangkan persentase terendah 80% dengan kategori Baik pada aspek evaluasi. Produk *handout* biologi berbasis *android* sesuai dengan persentase keterlaksanaan dalam membantu pembelajaran guru untuk materi pokok sistem koordinasi. *Handout* biologi yang dikembangkan diharapkan mampu memberikan hasil pembelajaran yang memiliki berbagai kelebihan dan dapat dimanfaatkan oleh guru dalam proses pembelajaran (Suprobo, 2016:7).

C. Respon Siswa

Evaluasi dilakukan setelah seluruh penilaian yang dilakukan terhadap ahli matei, media, *peer reviewer*, dan guru biologi dilakukan. Tahap evaluasi yang telah dilakukan akan di uji coba keterbacaan secara terbatas oleh 20 siswa kelas XI SMA N 1 Bangunpatan. Hasil penilaian *handout* biologi dapat dilihat pada tabel 4.13, sebagai berikut:

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Tabel 4.13 Hasil penilaian setiap aspek oleh 20 siswa

No	Aspek	Skor tertinggi	Skor terendah	Jumlah skor	Skor Rata-rata	Persentase Keidealan (%)	Kualitas
1.	Minat	20	4	347	17,35	87	Sangat Baik
2.	Materi	50	10	855	42,75	86	Sangat Baik
3.	Tampilan	20	4	333	16,65	83	Sangat Baik
4.	keterlaksanaan	25	5	421	21,05	84	Sangat Baik
keseluruhan		115	23	1956	97,8	85	Sangat Baik

Penilaian yang dilakukan oleh 20 siswa kelas XI SMA N 1 Banguntapan memiliki hasil persentase keidealan 85% dengan kategori Sangat Baik. Respon siswa yang meliputi 4 aspek memiliki hasil tertinggi pada aspek minat dengan persentase keidealan 87% kategori Sangat Baik. Hal ini menunjukkan bahwa respon siswa terhadap *handout* biologi berbasis *android* menarik minat siswa dalam proses pembelajaran.

Cakupan materi pokok sistem koordinasi membantu pembelajaran dan meningkatkan minat siswa sesuai dengan hasil pada aspek minat ditabel 4.13. *Handout* dituliskan dengan rapi, padat, dan singkat namun tetap mencakup materi pembelajaran (Yaumi, 2018:120). Pengembangan *handout* berbsis *android* membantu siswa dalam proses pembelajaran dengan memanfaatkan *smartphone* yang dimiliki siswa. Penggunaan *smartphone* biasanya hanya digunakan untuk memainkan media sosial dan game yang kurang bermanfaat, permasalahan tersebut dapat diperbaiki dengan dibuatnya sebuah aplikasi adukasi yang mendidik (Maulana,2018:2).

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Aspek minat memperoleh persentasi keidealan 87% dengan kategori Sangat Baik. Pada aspek minat terdapat butir soal bahwa *handout* biologi berbasis *android* menarik dan menambah minat siswa pada materi pokok sistem koordinasi. *Handout* biologi yang dapat digunakan secara mandiri dan didalam kelas menambah ketertarikan siswa dalam pembelajaran dikelas dengan penggunaan *smarthphone*. Hal ini berbanding lurus dengan penelitian Oktaviana (2017) bahwa respon siswa pada *handout* berbasis *android* sangat baik dan dapat dianjurkan sebagai pendukung pembelajaran.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB V

KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian pengembangan ini adalah:

1. Pengembangan bahan ajar *handout* biologi berbasis Android pada materi pokok sistem koordinasi dikembangkan menggunakan model pengembangan ADDIE. Pengembangan melalui tahap *analysis, design, development, implementation, and, evaluation.* Pengembangan produk *handout* biologi berbasis *android* hanya diuji cobakan secara terbatas.
2. Kualitas produk *handout* biologi berbasis Android pada materi pokok sistem koordinasi termasuk katerogi Sangat Baik berdasarkan hasil penilaian *reviewer* yang dibuktikan dengan persentase keidealan 90%.
3. Respon siswa Sangat Baik terhadap produk *handout* biologi berbasis *android* dengan persentase keidealan 85%.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, saran yang diberikan adalah sebagai berikut:

1. Produk *handout biologi* biologi berbasis *android* memerlukan perbaikan dalam pemakaian untuk penggunaan *smartphone* yang digunakan untuk pengopresian dengan versi *android* diatas *lollipop.* Selanjutnya loading penggunaan *handout*

biologi masih lambat pada saat berpindah dari halaman satu ke lainnya.

2. Pengembangan *handout biologi* biologi berbasis *android* pada materi pokok sistem koordinasi dapat digunakan dalam pembelajaran dan dapat digunakan diluar pembelajaran secara mandiri.
3. Pengembangan *handout* biologi berbasis *android* pada materi pokok sistem koordinasi memiliki kualitas sangat baik, tetapi perlu adanya uji coba secara luas untuk mengetahui pengaruh dan efektivitas terhadap hasil belajar siswa dalam pembelajaran biologi khususnya materi pokok sistem koordinasi

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR PUSTAKA

Ami, Mucharommah, sartika. Endang Susantini. Dan Raharjo. 2012. *Pengembangan Buku Saku Materi Sistem Ekskresi Manusia di SMA/MA Kelas XI*. Jurnal BioEdu Vol 1 No 2.

Campbell, Neil A and Jane B. Reece. 2004. *Biologi Edisi Kelima Jilid 3.* Jakarta: Erlangga.

Djaali & Pudji Muljono. (2008). Pengukuran Dalam Bidang Pendidikan. Jakarta: PT. Grasindo.

Gagne, Robert M, Leslie J Brigge, dan Walter W Wager. 1979. *Principles Of Instructional Dedign*. Holt. Rinehart and Winston.

Hardinata, Restu, Susanti Murwitaningsih dan Gufron Amirullah. 2018. *Pengembangan Mobile Learning Sistem Koordinasi Berbasis Android.* Jurnal Bioeduscience. Vol 2 no 1.

Hasruddin. 2009. *Peran Multi Media dalam Pembelajaran Biologi.* Jurnal Tabularasa *Pps Unimed*. Vol 6 No 2.

Irianto, Koes. 2012. *Anatomi Dan Fisiologi Untuk Mahasiswa.* Bandung: Alfabeta

kelana jajang bayu , dan D Fandly pratama. 2019. *Bahan Ajar IPA Berbasis Literasi Sains*. Bandung: LEKKAS.

Kimball, John, w. 2002. *Biologi Edisi Kelima Jilid 3.* Jakarta: Erlangga.

Mader, Sylvia S. 2004. *Understanding Human Anatomy and Physiology, Fifth Edition.* New York: McGraw-Hill Companies.

Melati, Ratna Rima. 2012. *Kamus Biologi.* Surakarta: Aksarra Sinergi Media.

Nurhadi1, Muhammad Sobri. 2017. *Pengembangan Media Pembelajaran IPA Berbasis Android Dalam Meningkatan Kwalitas Pembelajaran Siswa SMA*. Jurnal BETRIK. Vol.012. No.03

Oktaviana, Pradita, dan Joni Susilowibowo. 2017. *Pengembangan Handout biologi Berbasis Android Sebagai Pendukung Bahan Ajar Untuk Mata Pelajaran Akutansi Keuangan Materi Akutansi Persedian Di Kelas XI Akutansi SMK Nergeri 2 Tuban.* Jurnal Pendidikan Akutansi. Vol 5 No 3.

Pribadi, Benny A. 2014. *Desain Dan Pengembangan Program Pelatihan Berbasis Kompetensi Implementasi Model ADDIE.* Jakarta: Kencana.

Pack, Phillip E. 2001. *Anatomy and Physiology.* New York: Hungry Minds.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA

Prastowo, Andi. 2015. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.

Prastowo, Andi. 2018. *Sumber Belajar & Pusat Sumber Belajar Teori dan Aplikasinya di Sekolah/Madrasah.* Jakarta: Prenadamedia Group.

Putri, Yeni Farina. 2017. *Pengembangan Aplikasi Buku Saku Berbasis Android Sebagai Media Pembelajaran Hukum Kesehatan Di Akademi Farmasi Surabaya.* Jurnal IT-EDU Vol 2 No 2.

Rusman. Deni Kurniawan. Cepi Riyana. 2012. *Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi: Mengembangkan Profesionalitas guru.* Jakarta: Rajawali.

Rustaman, Nuryani Y. 2003. *Strategi Belajar Mengajar*. Bandung: Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UPI.

Rozilia, Anifah. Kasrina. Irwandi Ansori. 2018. *Pengembangan Handout Biologi Materi Keanekaragaraman Hayati untuk SMA Kelas X*. Jurnal Pendidikan dan Pembelaran Biologi Vol 2 No 2.

Salbino, Sherief. 2014. *Buku Pintar Gadget Android untuk Pemula.* Jakarta: Kunci Komunikasi.

Sanjaya, Wina. 2012. *Media Komunikasi Pembelajara.* Jakarta: Kencana.

Sambodo, Rizky Agung. 2014. Skripsi "*Pengembangan Mobile Learning (m-learning) Berbasis Android Untuk Siswa Kelas XI SMA/MA*

Setyono, Yulian Adi dkk. 2013. *Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berupa Buletin Dalam Bentuk Buku Saku Untuk Pembelajaran Fisika Kelas VIII Materi Gaya Tinjau Dari Minat Baca Siswa.* Jurnal Pendidikan Fisika Vol 1 No 1 hal 118.

Siddik, Mohammad. 2018. *Pengembangan Model Pembelajaran Menulis Deskripsi*. Malang: Tunggal Mandiri Publishing.

Smaldino, Sharon E dkk. 2012. *Instructional Technology & Media For Learning : Teknologi Pembelajaran Dan Media Untuk Belajar.* Edisi Kesembilan. Jakarta: Kencana.

Sudjana, Nana. 2013. *Dasar-Dasar Proses Belajar Mengajar.* Bandung: Sinar Baru Algensindo.

Sudjoko. 2001. *Membantu Siswa Belajar IPA.* Yogyakarta: FMIPA UNY

Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitaif, Kualitatif, dan R&D.* Bandung: Alfabeta

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Suhardi. 2012. *Pengembangan Sumber Belajar Biologi.* Yogyakarta: FMIPA UNY.

Supardi, Yuniar. 2015. *Belajar Cooding Android Bagi Pemula.* Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

Suprihatiningrum, Jamil. 2013. *Strategi Pembelajaran: Teori dan Aplikasi.* Yogyakarta: Ar Ruzz Media.

Susanto, Ahmad. 2013. *Teori Belajar Dan Pembelajaran Di Sekolah Dasar.* Jakarta: Kencana Prenada Media Group.

Susilana, Rudi dan Cepi Riyana. 2009. *Media Pembelajaran.* Bandung: CV Wacana Prima.

Suyono dan Haryanto. 2011. *Belajar dan Pembelajaran: Teori dan Konsep Dasar.* Bandung: Remaja Rosda Karya.

Syaifuddin. 2006. *Anatomi Fisiologi untuk Mahasiswa Keperawatan*. Edisi 3. Jakarta: EGC

Tim Pengembang Ilmu Pendidikan FIP-UPI. 2007. *Ilmu dan Aplikasi Pendidikan (Bagian 4).* Jakarta: PT. Imperial Bhakti Utama.

Tim Pengembang Ilmu Pendidikan FIP-UPI. 2007. *Ilmu dan Aplikasi Pendidikan (Bagian 1).* Jakarta: PT. Imperial Bhakti Utama.

Uno, H. Hamzah B dan Nina Lamatenggo. 2011. *Teknologi Komunikasi Dan Informasi Pembelajaran.* Jakarta: Bumi Aksara

Waseso, Tungga dan Manikam, Ratna Mutu. 2015. *Aplikasi Pembelajaran Fungsi Sistem Saraf Pada Tubuh Manusia Berbasis Android*. Jurnal Ilmiah FIFO. Vol VII No 2.

Widodo, chomsin S dan jasmadi. 2008. *Panduan menyusun bahan ajar berbasis kompetensi*. Jakarta : PT Elex Media komputindo.

Widodo, Apri dan Yusman Wiyatmo. 2017. *Pengembangan Media Pembelajaran Buku Saku Digital Berbasis Android Untuk Meningkatkan Minat Dan Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Kelas XI SMA N 1 Jetis Pada Materi Pokok Keseimbangan Benda Tegar.* Jurnal Pendidikan Fisika Vol 6 No 2.

Yaumi, Muhammad. 2018. *Media Dan Teknologi Pembelajaran*. Jakarta: Prenadamedia Group.

Yudha, Ayu. 2012. *Langkah Praktis Membangun Aplikasi Sederhana Platform Android.* Jakarta: Gramedia.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA