

**LAPORAN PENELITIAN RINTISAN**

**PENGEMBANGAN *SMARTPHONE MICROSCOPE* SEBAGAI ALTERNATIF ALAT  
PERAGA BAGI MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI PADA MATA KULIAH  
MANAJEMEN TEKNIK LABORATORIUM**



**Disusun Oleh:**

Dian Noviar, M.Pd.Si.  
NIP. 198411172009122002

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT**

**UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA**

**2016**

## DAFTAR ISI

COVER .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
ABSTRAK .....	iii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	4
B. Identifikasi Masalah .....	6
C. Pembatasan Masalah .....	7
D. Rumusan Masalah .....	7
E. Tujuan Penelitian .....	7
F. Manfaat Penelitian .....	8
G. Spesifikasi Produk yang diharapkan .....	8
H. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan .....	8
I. Definisi Istilah .....	8
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
A. Kajian Teori .....	10
B. Penelitian yang Relevan .....	26
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
A. Desain Penelitian .....	29
B. Prosedur Pengembangan.....	30
C. Instrumen Penelitian .....	31
D. Teknik Analisis Data .....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>36</b>
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>52</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>

**PENGEMBANGAN *SMARTPHONE MICROSCOPE* SEBAGAI ALTERNATIF ALAT PERAGA BAGI MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI PADA MATA KULIAH MANAJEMEN TEKNIK LABORATORIUM**

**Dian Noviar<sup>1)</sup>**

**Pendidikan Biologi Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan  
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta**

**Email: [diansigit2009@gmail.com](mailto:diansigit2009@gmail.com)**

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan menghasilkan *smartphone microscope* sebagai alternatif alat peraga bagi mahasiswa calon guru biologi pada mata kuliah manajemen teknik laboratorium. Dan mengetahui kualitas *smartphone microscope* sebagai alternatif alat peraga bagi mahasiswa calon guru biologi pada mata kuliah manajemen teknik laboratorium. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan *Research and Development* dengan menggunakan model ADDIE. Teknik pengumpulan data menggunakan angket dan observasi. Kualitas *smartphone microscope* dinilai 2 orang ahli media, 1 orang ahli instrumentasi, 6 orang *peer reviewer*, 1 orang dosen biologi. Uji coba terbatas dilakukan pada mahasiswa program studi pendidikan biologi. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas produk alat peraga *smartphone microscope* yang dikembangkan dengan model ADDIE termasuk kategori sangat baik berdasarkan hasil penilaian seluruh *reviewer* dan *peer reviewer* memiliki kualitas Sangat Baik dengan persentase sebesar 84,87%. Demikian pula hasil respon mahasiswa menunjukkan *Smartphone Microscope* memiliki kualitas Sangat Baik (82,8%). Berdasarkan hasil analisis data tersebut menunjukkan bahwa alat peraga *Smartphone Microscope* layak digunakan sebagai media belajar bagi peserta didik.

**Kata Kunci : Alat Peraga *Smartphone Microscope*, Peserta Didik**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) memberikan kesempatan yang luas bagi siswa untuk mengembangkan kompetensi yang dimilikinya sehingga dapat menjawab tantangan abad 21. Hal tersebut memberikan makna yang dalam bagi para calon guru agar siswa berusaha mencari tahu dan belajar dengan lebih efektif. Sehingga para calon guru tersebut juga dituntut untuk mampu memaksimalkan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi guna membantu mewujudkan tujuan pembelajaran. Salah satu perkembangan iptek yang saat ini semakin gencar adalah keberadaan *smartphone*, yaitu ponsel cerdas yang mampu mengkombinasikan berbagai macam fitur. Fitur-fitur yang terdapat di dalam *smartphone* sangatlah beragam, mulai dari games, navigasi, wifi, kamera, pemutar musik, video dan lain-lain. Hampir semua lapisan masyarakat, mulai dari anak-anak, remaja dan orang dewasa sudah mulai menggunakan *smartphone*, baik yang menggunakan sistem operasi *android* maupun *windows mobile*. Berdasarkan pemaparan yang disampaikan oleh Martin Niens, digital spesialis dari Arcrade, Indonesia berada pada urutan kelima sebagai negara dengan pengguna *smartphone* terbanyak di dunia. Hampir 80% penduduk di wilayah perkotaan Indonesia sudah memanfaatkan *smartphone* (dikutip dari [www.republika.co.id](http://www.republika.co.id)). Namun nyatanya, *smartphone* belum bisa dimanfaatkan secara maksimal oleh penggunanya.

Dalam survey yang dilakukan oleh Nielsen, salah satu lembaga survey global, aplikasi yang sering digunakan pada *smartphone* di Indonesia yaitu *Facebook*, *BBM* (*Blackberry Messenger*), *WA* (*WhatsApp*), *Line* dan *WeChat*, yang merupakan aplikasi-aplikasi untuk sosial media (dikutip dari [www.dailysocial.id](http://www.dailysocial.id)). Keberadaan *smartphone* memang kebanyakan hanya digunakan sebagai media sosial saja, padahal banyak fitur di dalamnya yang memiliki potensi untuk dijadikan sebagai salah satu media pembelajaran maupun alat peraga alternatif yang bisa digunakan dalam proses pembelajaran. Selama ini masih banyak permasalahan yang dihadapi oleh pendidik dalam perkuliahan pada level perguruan tinggi.

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi mahasiswa pendidikan biologi UIN Sunan Kalijaga tahun 2016 dalam perkuliahan khususnya mata kuliah manajemen teknik laboratorium (manteklab) merupakan salah satu mata kuliah yang bisa memanfaatkan

*smartphone* untuk dijadikan sebagai alat peraga alternatif dalam proses pembelajaran biologi. Pada dasarnya, manteklab adalah mata kuliah yang sangat diperlukan bagi calon-calon guru biologi karena di dalamnya mempelajari bagaimana cara menjadikan laboratorium, yang notabene merupakan tempat untuk melakukan praktikum dan kegiatan penelitian lain, agar mampu dimanfaatkan secara maksimal. Di dalam laboratorium juga terdapat berbagai macam alat yang dapat menunjang proses pembelajaran sains, salah satunya mikroskop.

Keberadaan mikroskop sangatlah penting dalam kegiatan sains, terutama biologi, karena berfungsi untuk mengamati objek-objek yang berukuran kecil (mikroskopis) dan melatih keterampilan proses sains. Namun masalah yang saat ini dihadapi oleh calon-calon guru biologi adalah penggunaan mikroskop. Kebanyakan calon guru biologi masih belum bisa menggunakan mikroskop secara baik dan benar sesuai dengan prosedurnya, sehingga mereka tidak mendapatkan hasil objek yang diamati secara maksimal dan justru menyebabkan mikroskop tersebut cepat rusak. Beberapa kendala dalam penggunaan mikroskop antara lain berukuran berat sehingga tidak efisien untuk berpindah-pindah tempat serta tersusun atas komponen-komponen mekanik dan optik yang beragam sehingga sering membingungkan penggunaannya. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dibuat suatu inovasi alat peraga baru sebagai alternatif dari mikroskop konvensional yang lebih efektif dan efisien yaitu *smartphone microscope*. *Smartphone microscope* merupakan alternatif dari mikroskop konvensional yang memanfaatkan kecanggihan *smartphone* dalam penggunaannya. Fitur *smartphone* yang digunakan di sini adalah kamera. Kamera tersebut berfungsi untuk menampilkan gambar dari objek mikroskopis yang diletakkan di atas sebuah susunan lensa sederhana bertenaga baterai. Gambar yang dihasilkan pada layar kamera *smartphone* tersebut bisa diperbesar sesuai dengan kebutuhan, seperti pada saat memperbesar ukuran foto. Menurut Tigh dan Chinn, et al (2016), kamera yang terdapat pada *smartphone* memiliki resolusi yang tinggi dapat diaplikasikan untuk beberapa jenis aplikasi medis termasuk dalam penggunaan lensa yang menyediakan teleskopik, makroskopik, dan data dermatoskopik tetapi kejelasan dan karakteristik tampilan sebagai penanda untuk digunakan dalam dermatopatologi yang tidak dapat dideskripsikan. Maka, secara khusus perbedaan tampilan yang dapat mendiagnosis untuk mikroskop *smartphone* dibandingkan dengan mikroskop cahaya tradisional pada specimen dermatopatologi. Mikroskop *smartphone* sederhana disusun oleh lensa bulat yang berukuran 3 mm yang digunakan untuk mengevaluasi 1021 kasus dermatopatologi yang tidak terlihat tampilannya. Dengan begitu, pengguna tidak perlu mengganti perbesaran lensa seperti pada mikroskop konvensional untuk memperbesar ukuran objek pengamatan.

Beberapa peneliti telah mengembangkan *smartphone microscope* sederhana dengan menggunakan lensa yang dipasang pada kamera (Tigh, Chinn, & Rapini, 2016). Cara penggunaannya adalah *smartphone microscope* di pegang dengan tangan lalu di dekatkan pada objek yang diamati. Namun, *smartphone microscope* model ini kurang stabil dan berpotensi mengkaburkan gambar objek yang diamati. Gambar yang diamati juga kurang terang dikarenakan tidak dilengkapi sumber cahaya secara khusus. Oleh karena itu perlu dikembangkan desain *smartphone microscope* sederhana yang lebih stabil saat dioperasikan. *Smartphone microscope* tidak terlalu berat dan tetap bisa digunakan untuk bekerja di berbagai tempat dan mudah untuk dipindahkan.

Berdasarkan penjelasan di atas, peneliti tertarik untuk mengembangkan penelitian yang berjudul “Pengembangan *Smartphone microscope* Sebagai Alternatif Alat Peraga bagi Mahasiswa Calon Guru Biologi pada Mata Kuliah Manajemen Teknik laboratorium”. Penelitian ini sangat diperlukan untuk memfasilitasi para calon guru biologi agar mampu menggunakan alat peraga alternatif *smartphone microscope* dalam proses pembelajaran biologi. Dengan menggunakan *smartphone microscope*, diharapkan mampu memudahkan para calon guru biologi dalam mengamati objek-objek mikroskopis secara lebih efektif dan efisien.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan pada latar belakang masalah di atas, maka dapat diidentifikasi beberapa kemungkinan permasalahan sebagai berikut:

1. *Microscope* konvensional memiliki ukuran yang besar dan berat sehingga kurang praktis untuk dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain, terutama di lapangan.
2. *Microscope* konvensional sangat rawan kerusakan jika di gunakan tidak sesuai prosedurnya
3. Jumlah pengguna *smartphone* banyak, namun belum digunakan secara optimal
4. *Smartphone microscope* dapat digunakan sebagai solusi untuk mengatasi fleksibilitas dan portabilitas *microscope* konvensional dan mengoptimalkan penggunaan *smartphone* namun, desain *microscop smartphone* yang ada belum stabil untuk digunakan.
5. Mahasiswa calon guru biologi banyak yang belum mahir menggunakan mikroskop secara baik dan benar.

### C. Pembatasan Masalah

Untuk menghindari munculnya permasalahan yang lebih luas, sehingga perlu dikemukakan pembatasan masalah dalam penelitian ini. Adapun pembatasan masalahnya sebagai berikut:

1. *Smartphone microscope* dikembangkan sebagai komplement *microscope* konvensional.
2. *Smartphone microscope* dirancang agar mudah digunakan di dalam dan diluar kelas kelas.
3. Penilaian kualitas *microscop samartphone* ditinjau dari keterkaitan dengan bahan ajar, ketahanan alat, keakuratan alat, efisiensi penggunaan alat, kinerja alat, keamanan alat bagi peserta didik, estetika, kotak penyimpanan.
4. Penelitian pengembang ini dibatasi sampai pada tahap (*Development*).

### D. Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah pengembangan *smartphone microscope* sebagai alternatif alat peraga bagi mahasiswa calon guru biologi pada mata kuliah manajemen teknik laboratorium?
2. Bagaimanakah kualitas *smartphone microscope* sebagai alternatif alat peraga bagi mahasiswa calon guru biolog pada mata kuliah manajemen teknik laboratorium?

### E. Tujuan Penelitian

1. Menghasilkan *smartphone microscope* sebagai alternatif alat peraga bagi mahasiswa calon guru biologi pada mata kuliah manajemen teknik laboratorium.
2. Mengetahui kualitas *smartphone microscope* sebagai alternatif alat peraga bagi mahasiswa calon guru biolog pada mata kuliah manajemen teknik laboratorium.

### F. Spesifikasi Produk Yang Diharapkan

Produk pengembangan dalam penelitian ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Produk yang dihasilkan berupa *smartphone microscope* yang bisa digunakan di dalam maupun di luar ruangan.
2. Material utama yang digunakan sebagai rangka alat adalah akrilik yang memiliki ketahanan tinggi dengan bobot yang ringan.
3. *Smartphone microscope* dibuat model menyerupai meja untuk meletakkan *smartphone* di atasnya.

4. *Smartphone* yang digunakan memiliki kamera minimal 2 mega pixel dengan lensa auto fokus.
5. *Smartphone microscope* dapat memperbesar objek dengan perbesaran hingga 100X.
6. *Smartphone microscope* dilengkapi dengan sumber cahaya dari lampu LED dan baterai Li -Ion dengan kapasitas 700 mAh.

### **G. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan**

1. Asumsi dari penelitian ini adalah mahasiswa dapat menggunakan *smartphone microscope* untuk mengamati objek.
2. Keterbatasan pengembangan *smartphone microscope* adalah perbesaran lensa yang hanya mencapai 100x dan perbesaran digital yang bergantung pada spesifikasi *smartphone* yang digunakan.

### **H. Manfaat Penelitian**

1. Bagi peneliti memberi pengalaman langsung mengembangkan *smartphone microscope* yang memiliki kualitas yang tinggi
2. Bagi peneliti lain, memberikan wawasan dan pengalaman dalam pengembangan pembelajaran biologi dan hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan rujukan untuk penelitian selanjutnya.
3. Bagi mahasiswa calon guru, sebagai alternatif media yang praktis dan inovatif dalam pengembangan pembelajaran biologi yang interaktif.
4. Bagi guru mata pelajaran Sains pada umumnya dan Biologi pada khususnya memberi peluang untuk mengaplikasikan model pembelajaran baru yang lebih kreatif dan inovatif.
5. Bagi siswa dapat melatih berbagai kemampuan terutama kemampuan proses sains.

### **I. Definisi Istilah**

Untuk memperjelas maksud dan tujuan serta ruang lingkup penelitian maka perlu dilakukan pembatasan terhadap istilah pada penelitian ini. Adapun batasannya sebagai berikut:

1. *Smartphone* merupakan telepon pintar yang memiliki kemampuan seperti komputer. *Smartphone* diklasifikasikan sebagai *high end mobile phone* yang dilengkapi dengan kemampuan *mobile computing*.



2. Mikroskop merupakan alat bantu yang digunakan untuk mengamati obyek yang berukuran sangat kecil (mikroskopis). Mikroskop memungkinkan perbesaran dalam kisaran luas seratus kali sampai ratusan ribu kali. ( Michael J, 1986 ).
3. *Smartphone microscope* adalah alat yang digunakan untuk merubah kamrea *smartphone* menjadi digital *microscope* dengan perbesaran hingga ratusan kali (Yoshiro, 2016).

## **BAB II**

### **KAJIAN TEORI**

#### **A. Landasan Pustaka**

##### **1. Mahasiswa Calon Guru Biologi**

Menurut Cece dan Tabrani (1991), guru merupakan faktor yang sangat dominan dan paling penting dalam pendidikan formal pada umumnya karena bagi siswa guru sering dijadikan tokoh teladan, bahkan menjadi tokoh identifikasi guru. Oleh sebab itu, guru seyogyanya memiliki perilaku dan kemampuan yang memadai untuk mengembangkan siswanya secara utuh. Hoban (2002), mengungkapkan bahwa:

*Teacher learning involves attending workshops to gain additional knowledge and skills to increase that mastery. Consequently, teacher learning is perceived to be an additive process based on the accumulation of new knowledge or strategies to an existing repertoire. The view assumes that ideas presented in a workshop are transferable, as formal knowledge generated from research in one context is expected to work just as well in others.*

Maksudnya, pembelajaran guru termasuk menghadiri seminar untuk menambah pengetahuan dan meningkatkan kemampuan penguasaan. Akibatnya, pembelajaran guru dipersepsikan menjadi proses tambahan yang didasarkan pada akumulasi pengetahuan baru menetapkan suatu strategi. Asumsi ini muncul karena ide-ide yang dipresentasikan dalam seminar dapat ditransfer, secara formal pengetahuan digenerasikan dari penelitian dalam satu konteks yang diharapkan kerjanya dapat lebih baik dari yang lain. Untuk melaksanakan tugasnya secara baik sesuai dengan profesi yang dimilikinya, guru perlu menguasai berbagai hal sebagai kompetensi yang dimilikinya. Demikian juga, guru dalam proses belajar-mengajar harus memiliki kemampuan tersendiri guna mencapai harapan yang dicita-citakan dalam melaksanakan pendidikan pada umumnya dan proses belajar-mengajar pada khususnya. Untuk memiliki kemampuan tersebut guru perlu membina diri secara baik karena fungsi guru itu sendiri adalah membina dan mengembangkan kemampuan siswa secara profesional di dalam proses belajar-

mengajar. Demikian juga halnya Mc Nergney dan Carrier (1981), menyatakan bahwa:

*The purpose of teacher education should be to encourage the growth of teachers as person and as professionals. Teachers who are growing are becoming more open, more humane, more skillful, more complex, more complete pedagogues and human beings. They are fulfilling their own unique potentials or doing for themselves what other expect them to do for students. But often teacher educators fail to recognize that teachers, like students, have different needs and abilities.*

Maksudnya, tujuan pendidikan guru haruslah mendorong perkembangan guru sebagai seorang yang professional. Para guru yang sedang berkembang menjadikan lebih terbuka, lebih memanusaiakan, lebih berkemampuan, lebih kompleks, lebih lengkap pendidikan. Mereka mencapai potensi unik atau melakukan untuk mereka sendiri apakah lainnya mengharapkan mereka juga melakukan untuk para siswa. Tetapi guru pendidik tentunya mengakui bahwa guru-guru, siswa, memiliki perbedaan kebutuhan dan kemampuan.

Dalam membina kemampuan para siswa sudah barang tentu guru harus memiliki kemampuan tersendiri. Adapun kemampuan yang harus dimiliki guru meliputi kemampuan mengawasi, membina, dan mengembangkan kemampuan siswa, baik personal, profesional, maupun sosial. Menurut Jones (2008), lima prinsip profesionalisme guru sains dalam mengajar sains diantaranya:

- a. *Deals with the importance of helping all students grow and learn. Specifically as science teacher is make sure that every student has the opportunity and encouragement to learn.*
- b. *States that teachers will take "personal responsibility for their professional growth". This means that teachers will actively seek out opportunities to learn more about science content and the pedagogy of teaching science such as following wonderful conferences and workshops that are offered to science teachers.*
- c. *The importance of being leaders in the profession as science teacher for reached goal learning. Science teachers become much more effective when they collaborate with each other, sharing successes and problem and seeking solutions together.*
- d. *Principle is not unique to science teachers but rather speaks to the entire profession of teaching. Importance of upholding personal and professional ethics. It is vital that all teachers remember that teaching is about the learning and the physical and the psychological health of their students. The goals for teaching are centered in the students.*

- e. *Principle takes a different turn. It discussed the types of support needed for professional teachers of science because indeed for science teachers to develop type of professionalism that equates with excellence in the classroom, many support systems need to be in place.*

Maksudnya, pentingnya guru dalam membantu menumbuhkan belajar siswa, guru harus bertanggung jawab terhadap perkembangan profesionalitasnya dalam mengajar sains, adanya komunikasi yang baik dengan guru sains lainnya demi keberhasilan pembelajaran sains, pentingnya menguatkan diri dan etika profesionalitas karena mengajar berkaitan erat dengan pembelajaran dan keberhasilan mengajar terletak pada siswanya, perlunya dukungan sistem yang kuat untuk perkembangan profesionalitas guru sains.

Menurut Nana Sudjana yang dikutip Cece dan Tabrani (1991), asumsi yang mendasari perangkat kompetensi guru yaitu: hakekat pendidikan, ada lima hal yang menjadi dasar dalam hakekat pendidikan, yakni: a) Pendidikan merupakan proses interaksi manusiawi yang ditandai keseimbangan antara kedaulatan subjek didik dengan kewibawaan pendidik, b) Pendidikan merupakan usaha penyediaan subjek didik menghadapi lingkungan hidup yang mengalami perubahan yang semakin cepat, c) Pendidikan meningkatkan kualitas kehidupan pribadi dan masyarakat, d) Pendidikan berlangsung seumur hidup, e) Pendidikan merupakan niat dalam menerapkan prinsip-prinsip ilmu pengetahuan dan teknologi bagi pembentukan manusia seutuhnya.

Hakekat guru, hal ini bertolak dari tujuh hal, yakni: a) Guru merupakan agen pembaharuan, b) Guru berperan sebagai pemimpin dan pendukung nilai-nilai masyarakat, c) Guru sebagai fasilitator memungkinkan terciptanya kondisi yang baik bagi subjek didik untuk belajar, d) Guru bertanggung jawab atas tercapainya hasil belajar subjek didik, e) Guru dituntut untuk menjadi contoh dalam pengelolaan proses belajar-mengajar bagi calon guru yang menjadi subjek didiknya, f) Guru bertanggung jawab secara profesional untuk terus-menerus meningkatkan kemampuannya, g) Guru menjunjung tinggi kode etik profesional.

## **2. Media Pembelajaran**

Guru merupakan salah satu faktor yang memegang peranan penting dalam kesuksesan proses pembelajaran. Guru yang profesional sangat dituntut untuk

mampu memaksimalkan berbagai macam sumber daya yang ada, baik di sekolah maupun di lingkungan sekitar, sebagai media pembelajaran guna mewujudkan tujuan pembelajaran. Kata media berasal dari bahasa Latin yaitu *medius* yang memiliki arti perantara atau pengantar. Media merupakan sumber belajar, selain itu media juga bisa berasal dari segala bentuk komponen *hardware* maupun *software* serta saluran yang digunakan untuk menyampaikan pesan atau informasi sehingga dapat merangsang siswa untuk belajar. Sementara menurut Djaramah (2002), media dalam konteks pendidikan diartikan sebagai alat bantu yang dapat digunakan sebagai penyalur pesan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Sedangkan pembelajaran, dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), didefinisikan sebagai proses, cara dan perbuatan yang menjadikan seseorang belajar. Pembelajaran merupakan proses kegiatan belajar yang menuntut adanya interaksi dan aktivitas antara siswa dan guru. Sehingga media pembelajaran merupakan segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan (bahan pembelajaran), sehingga dapat merangsang perhatian, minat, pikiran, dan perasaan siswa dalam kegiatan belajar untuk mencapai tujuan belajar.

Media pembelajaran bertujuan untuk mempermudah proses pembelajaran, meningkatkan efisiensi pembelajaran, menjaga relevansi dengan tujuan belajar dan membantu konsentrasi pembelajar. Sehingga, media pembelajaran yang baik harus memenuhi beberapa syarat antara lain memberikan motivasi kepada siswa, mampu merangsang siswa untuk mengingat apa yang sudah dipelajari, meningkatkan keaktifan siswa dalam proses pembelajaran dan mendorong siswa untuk melakukan praktek-praktek yang benar. Kemp dan Dayton (dalam Depdiknas, 2003) mengkategorikan beberapa manfaat media dalam pembelajaran, yaitu:

- a. Menyeragamkan penyampaian materi pelajaran
- b. Menjadikan proses pembelajaran lebih jelas dan menarik
- c. Menjadikan proses pembelajaran lebih interaktif
- d. Meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga
- e. Meningkatkan kualitas hasil belajar siswa

- f. Memungkinkan proses pembelajaran bisa berlangsung di mana saja dan kapan saja
- g. Mampu menumbuhkan sifat positif siswa terhadap materi dan proses pembelajaran
- h. Mampu mengubah peran guru menjadi lebih positif dan produktif

Oleh karena itu, pemanfaatan media dalam proses pembelajaran sangatlah penting. Dengan adanya media, maka proses pembelajaran akan menjadi lebih efektif dan efisien, sehingga dapat membantu siswa dalam memahami materi yang disampaikan guru secara lebih bermakna dan mendalam.

Salah satu acuan sebagai landasan teori penggunaan media pembelajaran dalam proses belajar mengajar adalah *Dale's cone experience* (kerucut pengalaman Dale) (Dale, 1969) dalam Arsyad (2009). Gambaran mengenai kerucut pengalaman Dale pada gambar 1 sebagai berikut:



**Gambar 1.** Kerucut Pengalaman Dale (Arsyad, 2009)

Berdasarkan kerucut pengalaman Dale pada (Gambar 2.1) tersebut merupakan elaborasi dari konsep tiga tingkatan Brunner yaitu hasil belajar seseorang diperoleh dimulai dari pengalaman secara langsung kemudian melalui

benda tiruan dan sampai pada lambang kata. Semakin ke atas puncak kerucut semakin abstrak pula pesan yang disampaikan. Pengalaman langsung akan memberikan kesan paling utuh dan paling bermakna karena melibatkan banyak indra yaitu penglihatan, pendengaran, penciuman, indra peraba, dan lainnya, sehingga hal tersebut dikenal dengan *learning by doing* atau belajar melalui pengalaman dalam pembelajaran misalnya melakukan percobaan di laboratorium (Arsyad, 2009).

Hasil belajar dari pengalaman langsung dapat mengubah dan memperluas jangkauan abstraksi seseorang, sebaliknya interpretasi lambang kata digunakan untuk membantu seseorang dalam memahami pengalaman yang dilakukan secara langsung. Selain teori kerucut pengalaman dale terdapat pula teori empiris berdasarkan penelitian sebelumnya tentang pemanfaatan alat peraga dalam pembelajaran yaitu :

1. Permadani (2012) dengan judul “Pengembangan Electric Torso Pada Pembelajaran Sistem Peredaran Darah untuk SMP”, pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa Electric Torso efektif digunakan dalam pembelajaran karena 82,8% dan 85,7% dari jumlah siswa pada kelas eksperimen I dan II mendapat nilai  $\geq$  KKM dan mencapai ketuntasan klasikal  $\geq$  75%.
2. Nomleni & Merukh (2014) dengan judul Pengaruh Penggunaan Alat Peraga dari Bahan Bekas tentang Sistem Peredaran Darah pada Manusia Terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa Kelas XI SMA Negeri 7 Kota Kupang Tahun Ajaran 2014/2015 menunjukkan bahwa Pada kelas yang diajarkan dengan bantuan alat peraga tentang sistem peredaran darah (kelas eksperimen XI MIA 3) jumlah siswa yang mencapai KKM  $\geq$  70 mencapai 31 orang siswa atau 100%.

### **3. Alat Peraga**

Salah satu media pembelajaran yang dapat digunakan oleh guru adalah alat peraga. Alat peraga merupakan alat bantu yang digunakan untuk memperagakan atau membantu dalam kegiatan pembelajaran sehingga lebih memperjelas konsep, fakta, prinsip maupun prosedur tertentu agar tampak lebih nyata. Alat peraga di

sini adalah alat bantu dalam kegiatan pembelajaran baik di dalam kelas maupun di luar kelas. Menurut Azhar Arsyad (1997), alat peraga memiliki dua pengertian yaitu pengertian fisik dan non fisik. Dalam pengertian fisik, alat peraga disebut juga dengan *hardware* (perangkat keras), yaitu benda yang dapat dilihat, didengar atau diraba menggunakan panca indera. Sedangkan dalam pengertian non fisik, alat peraga dikenal dengan nama *software* (perangkat lunak), yaitu kandungan pesan yang terkandung dalam *hardware* atau isi materi yang disampaikan kepada siswa.

#### **a. Aspek-aspek Kelayakan Alat Peraga**

Kriteria dari alat peraga yang baik adalah a) dapat menjelaskan konsep secara tepat, b) menarik, c) tahan lama, d) multi fungsi (dapat digunakan untuk menjelaskan berbagai konsep), e) ukuran yang proporsional, f) murah dan mudah dibuat dan g) mudah dioperasikan atau digunakan. Selain kriteria yang telah disebutkan diatas, Direktorat Pembinaan Sekolah menengah Atas (2011) menjabarkan aspek-aspek kelayakan alat peraga untuk pendidikan yang antara lain:

##### 1) Keterkaitan dengan bahan ajar

Alat peraga IPA tersebut berfungsi untuk membantu siswa dalam memahami suatu konsep sehingga alat tersebut harus mampu menampilkan objek dan fenomena yang sesuai dengan materi yang dipelajari. Kriteria kelayakan alat pada aspek keterkaitan dengan bahan ajar yaitu alat tersebut:

- a) Mampu menjelaskan konsep yang ada dalam kurikulum
- b) Memang diperlukan untuk menjelaskan konsep
- c) Mampu menampilkan objek dan fenomena dengan jelas.

##### 2) Nilai pendidikan

Alat peraga IPA memenuhi kriteria aspek nilai pendidikan jika:

- a) Alat tersebut sesuai dengan perkembangan intelektual peserta didik, artinya jika alat peraga praktik tersebut digunakan oleh siswa SMP maka disesuaikan dengan pemahaman atau kemampuan siswa SMP.
- b) Sikap ilmiah : sikap ilmiah siswa dapat tumbuh ketika menggunakan alat peraga praktik tersebut, misalnya menumbuhkan sikap jujur saat



melakukan percobaan, menumbuhkan rasa ingin tahu, dan teliti ketika melakukan pengukuran dengan alat tersebut.

- c) Sikap sosial : sikap sosial pada siswa dapat dilatihkan ketika menggunakan alat tersebut misalnya dapat membangun kerja sama dalam kelompok saat praktikum.

### 3) Ketahanan alat

Suatu alat peraga harus merupakan alat yang memiliki ketahanan.

Ketahanan alat tersebut meliputi:

- a) Ketahanan terhadap cuaca

alat tersebut tahan terhadap suhu di udara misalnya tidak mudah meleleh saat suhu tinggi, tahan terhadap cahaya matahari alat tersebut tidak mudah berubah saat terkena cahaya matahari , tahan terhadap kelembaban dan air.

- b) Memiliki alat pelindung dari kerusakan

Agar alat tersebut tahan lama dan tidak mudah mengalami kerusakan maka alat tersebut sebaiknya memiliki alat pelindung misalnya kotak kit, plastik, pembungkus, almari, dll.

- c) Kemudahan perawatan

Alat tersebut mudah untuk dirawat misalnya mudah ketika dibersihkan dan tidak memerlukan keterampilan khusus dalam perawatannya.

### 4) Efisiensi penggunaan alat

Efisiensi penggunaan alat diperlukan demi kelancaran dan keberhasilan dalam pembelajaran. Alat tersebut dapat menghemat waktu praktikum dan menunjang keberhasilan siswa dalam memperoleh data dari praktikum. Kriteria efisiensi penggunaan alat yaitu:

- a) Kemudahan dirangkai

Alat tersebut mudah dirangkai siswa sehingga tidak membutuhkan waktu yang lama dan keterampilan khusus ketika digunakan.

- b) Kemudahan digunakan

Alat tersebut mudah digunakan saat praktikum sehingga siswa dapat memperoleh data dengan tepat.

5) Keamanan bagi siswa

Ketika praktikum biasanya menggunakan alat yang berbahaya misalnya alat tersebut tajam, atau mudah terbakar dan mengandung bahan kimia, maka alat tersebut harus:

a) Memiliki alat pengaman

Alat yang berbahaya sebaiknya dilengkapi dengan pengaman misalnya alat yang tajam dilengkapi dengan sarung pelindung, alat yang mudah terbakar juga dibuat sedemikian rupa agar tidak mudah terbakar.

b) Konstruksi alat aman bagi siswa

Konstruksi dari alat tersebut tidak berbahaya dan tidak menimbulkan kecelakaan pada siswa.

6) Estetika

Alat yang tampak baik dan indah akan membuat siswa lebih senang dan tertarik untuk belajar, sehingga menumbuhkan motivasi siswa untuk memahami suatu konsep dengan menggunakan alat tersebut. Estetika alat terdiri dari:

a) Warna

Warna yang digunakan adalah warna yang cerah dan sesuai sehingga tampak menarik bagi siswa.

b) Bentuk

Alat tersebut memiliki bentuk yang pas, tidak berbahaya dan sesuai dengan konsep yang dipelajari.

**b. Tujuan Penggunaan Alat Peraga**

Sedangkan tujuan utama dari alat peraga dalam kegiatan pembelajaran menurut Surya (1992) adalah:

- 1) Sebagai alat bantu dalam pendidikan
- 2) Untuk menimbulkan perhatian terhadap materi pelajaran
- 3) Untuk mengingatkan suatu pesan atau informasi
- 4) Untuk menanamkan tingkah laku atau kebiasaan yang baru
- 5) Untuk mengubah sikap dan persepsi siswa
- 6) Untuk mengubah pengetahuan, pendapat dan konsep-konsep siswa.

### c. Manfaat Penggunaan Alat Peraga

Menurut Direktorat Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas (2011) penggunaan alat peraga dalam kegiatan pembelajaran memiliki beberapa manfaat yang antara lain :

- 1) Alat Peraga Praktik dapat digunakan untuk menjelaskan konsep, sehingga siswa lebih mudah memahami penjelasan guru.
- 2) Lebih memantapkan siswa dalam menguasai materi yang ada hubungannya dengan bahan yang dipelajari.
- 3) Mengembangkan keterampilan siswa seperti keterampilan menggunakan alat.
- 4) Sebagai upaya untuk melengkapi peralatan yang dibutuhkan dalam pembelajaran. Guru dapat memanfaatkan berbagai sumber daya yang ada di sekitar sekolah dan tempat tinggal siswa untuk mengembangkan alat peraga praktik IPA sederhana.
- 5) Dapat dijadikan sebagai alternatif peralatan laboratorium. Apabila peralatan di Laboratorium tidak ada atau kurang lengkap maka dapat membuat sendiri Alat Peraga Praktik IPA dari bahan sederhana yang memiliki fungsi yang sama dengan alat yang sudah ada.
- 6) Dapat meningkatkan kreativitas guru dan siswa. Guru dan siswa harus berpikir kreatif dalam membuat Alat Peraga Praktik sederhana.
- 7) Sebagai upaya dalam meragamkan sumber belajar siswa.
- 8) Dapat membangun pengetahuan, keterampilan, serta sikap siswa yang sesuai dengan kompetensi yang disarankan dalam kurikulum.

Berbagai macam alat peraga memiliki kemampuan penyampaian pesan yang berbeda-beda. Semakin efektif dan efisien alat peraga tersebut dalam menyampaikan pesan atau materi, maka semakin baik pula alat tersebut untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Salah satu cara yang bisa digunakan untuk menciptakan alat peraga yang efektif dan efisien adalah dengan memanfaatkan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, seperti *smartphone*. *Smartphone* yang memiliki banyak fitur tersebut bisa digunakan untuk mengkombinasikan

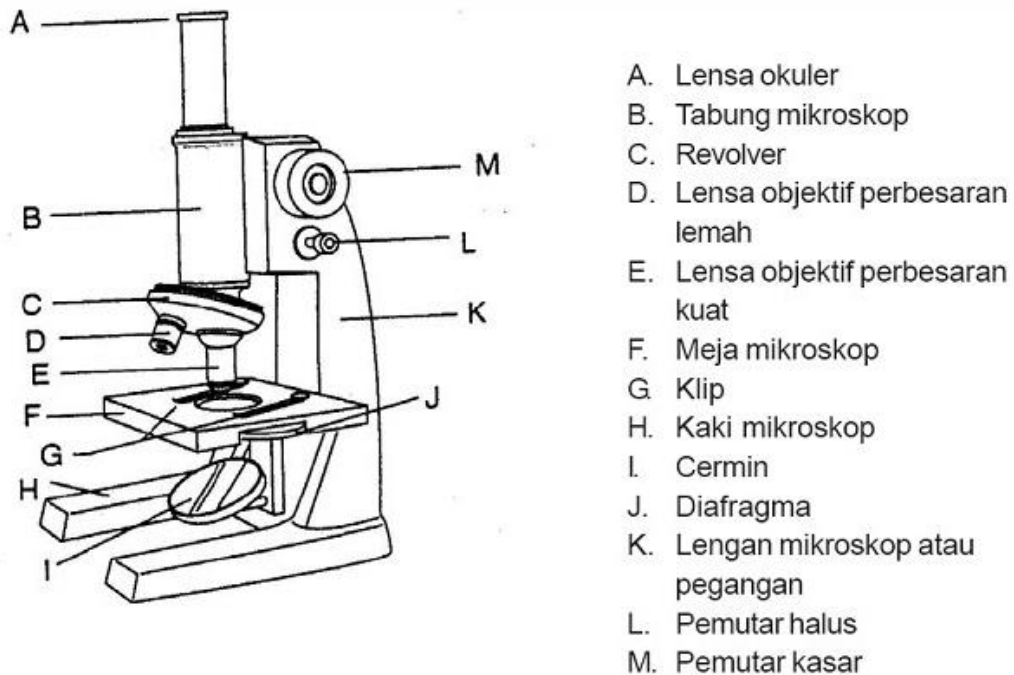
berbagai komponen materi yang ada menjadi suatu alat peraga yang dapat membantu siswa dalam proses pembelajaran.

#### **4. *Microscope***

*Mikroskop* berasal dari bahasa Yunani yaitu *micro* = kecil dan *scopein* = melihat. Secara istilah *microscope* adalah sebuah alat untuk melihat objek yang terlalu kecil untuk dilihat secara kasat mata. Objek tidak kasat mata antara lain bakteri, kapang, khamir, sel hewan, sel tumbuhan dll. Karena mikroskop merupakan alat bantu yang sangat penting sehingga mikroskop dapat ditemukan hampir diseluruh laboratorium.

*Mikroskop* pertama kali ditemukan oleh Zacharias Jansen pada tahun 1590. Seiring dengan kemajuan ilmu teknologi, pada tahun 1665 seorang ilmuwan dari Inggris bernama Robert Hooke merancang mikroskop majemuk dengan kemampuan perbesaran benda hingga 30 kali. Melalui mikroskop buatannya sendiri, Robert Hooke dapat menemukan sel pada kayu gabus yang diamatinya. Saat ini mikroskop cahaya dapat melakukan perbesaran hingga 1000 kali.

Bagian-bagian mikroskop terdiri dari lensa Objektif, lensa okuler, meja objek, tabung mikroskop, pemutar lensa mikroskop, makrometer, mikrometer, diafragma, dan kaki mikroskop. Bagian-bagian mikroskop secara lebih rinci disajikan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Bagian-bagian microscop. (www.ekologi.com)

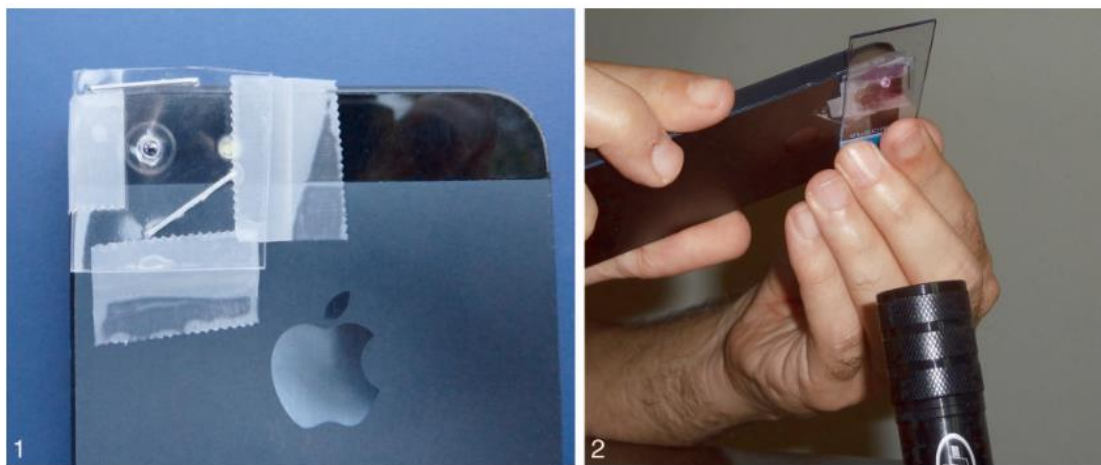
Mikroskop bekerja dengan cara melewatkan cahaya pada objek yang diamati. Berkas sinar di biaskan oleh lensa objektif sehingga terbentuk bayangan objek yang lebih besar. Bayangan kemudian diproyeksikan ke mata pengamat melalui lensa okuler. Di sisi bawah slide objek ditempatkan diafragma yang berfungsi untuk mengatur berkas sinar yang masuk. Bekas sinar diarahkan menggunakan cermin. Namun pada mikroskop cahaya moderen, kaca pengatur cahaya diganti dengan lampu elektrik.

### 5. *Smartphone microscope*

Salah satu alat peraga alternatif yang bisa digunakan untuk mengamati objek berukuran mikro adalah *smartphone microscope*. *Smartphone microscope* terdiri dari dua kata yaitu *microscop* yang berarti melihat benda kecil dan *smartphone* yang merupakan generasi *telephone* genggam yang memiliki kemampuan komputasi yang tinggi. Secara istilah *smartphone microscope* berarti alat untuk mengamati benda-benda berukuran kecil (micro) dengan memanfaatkan *smartphone microscope* memanfaatkan kecanggihan kamera *smartphone* yang dipadukan dengan lensa external. Menurut Kim, et al. (2014) lensa yang adalah

lensa cembung dengan panjang fokus 3 mm. Perbesaran yang dihasilkan dengan *smartphone microscope* mencapai 325x (Yoshiro, 2016). Dengan perbesaran ini objek berukuran mikro seperti sel hewan, sel tumbuhan, dan beberapa jenis bakteri bisa diamati.

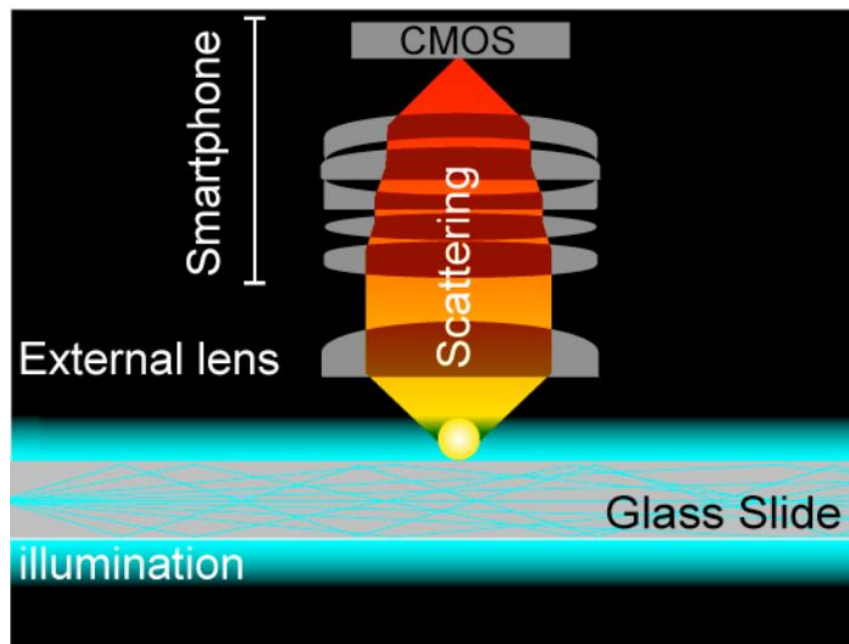
*Smartphone microscope* sederhana dibuat dengan melekatkan lensa *sapphire ball* ( $f = 3$  mm) pada kamera *smartphone* menggunakan double tipe. *Smartphone microscope* diletakkan di depan objek benda dengan jarak kurang lebih 3-5 mm. Kamera yang berada di sisi depan lensa *smartphone microscope* bekerja sebagai *scanner* permukaan spesimen (Tigh and Chinn, et al 2016). 3 mm *sapphire ball* lensa bekerja sebagai lensa objektif. yang berfungsi membelokan berkas cahaya yang masuk ke kamera. BANYANGAN gambar yang masuk ke kamera diperbesar beberapa puluh kali sehingga dihasilkan gambar objek dengan perbesaran tinggi. Rancangan *smartphone microscope* rancangan Tigh and Chinn, et al (2016) disajikan pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Rancangan *smartphone microscope* (Tigh and Chinn, et al, 2016)

Perbesaran gambar pada *microscop smartpphone* dipengaruhi oleh beberapa faktor yang diantaranya adalah 1) panjang fokus lensa objektif, 2) resolusi sensor kamera, dan 3) ukuran layar *microscop smartpphone*. Panjang fokus lensa objektif berbanding terbalik dengan kekuatan magnifikasi yang dihasilkan. Semakin kecil fokus lensa objektif maka akan menghasilkan tingkat perbesaran yang lebih tinggi. Perbesaran yang dihasilkan dengan lensa objektif bersifat tetap. Oleh karena itu untuk memperoleh perbesaran yang lebih tinggi maka lensa objektif

harus diganti dengan panjang fokus yang lebih pendek. Faktor ke dua adalah kerapatan sensor kamera pada *smartpphone*. Kerapatan sensor kamera dinyatakan dalam satuan ukuran *pixel*. Kerapatan kamera yang saat ini banyak digunakan pada kamera *smartphone* adalah 2 mega *pixel*, 3 mega *pxel*, 5 mega *pixel*, 8 mega *pixel*, 12 mega *pixel* dan 16 mega *pixel*. Semakin rapat sensor kamera pada *smartphone* menunjukkan hasil gambar yang lebih tajam dan detail. Ukuran sensor kamera juga mempengaruhi perbesaran digital yang dihasilkan. Semakin rapat ukuran sensor kamera akan menghasilkan gambar yang tidak pecah saat diperbesar (*zoom*). Faktor ketiga yang mempengaruhi tingkat perbesaran *microscop smartphone* adalah ukuran layar *smartphone*. Gambar yang ditangkap oleh kamera *smartphone* akan secara langsung ditampilkan pada layar *smartphone*. Kombinasi antara kerapatan sensor kamera *smartphone* dengan ukuran layar *smartphone* menghasilkan tampilan perbesaran yang bersifat relatif pada layar *smartphone*.



Gambar 4. Ilustrasi jalan sinar pada *microscop smartphone* (Kim, Diaz, Hong, Lee, & Lee, 2014)

Kelebihan *smartphone microscope* jika dibandingkan dengan *microscop konvensional* adalah membutuhkan biaya peralatan yang murah, tahan lama (Yoshiro, 2016). *Smartphone microscope* memiliki ukuran dan bentuknya yang

lebih kecil dan proporsional sehingga memiliki fungsi *removable* (mudah dipindahkan) serta bisa digunakan di mana saja, memudahkan penggunaannya dalam melakukan pengamatan karena tidak terdiri dari berbagai macam komponen mekanik dan optik yang biasanya membingungkan penggunaannya, gambar hasil objek bisa diperbesar sesuai dengan kebutuhan, hampir semua siswa dan guru memiliki *smartphone*. sehingga memungkinkan mereka untuk melakukan pengamatan secara langsung serta dapat menjadi alat peraga alternatif jika di sekolah tidak terdapat fasilitas *microscop*. Sehingga, mahasiswa calon guru bisa melakukan pengamatan objek-objek mikroskopis dengan lebih mudah.

*Smartphone microscope* dapat menampilkan objek hasil pengamatan langsung pada layar *smartphone* sehingga pengguna tidak perlu melihat objek melalui lensa okuler seperti pada *microscope* konvensional. Tampilan pada *smartphone microscope* dapat direkam dalam format gambar maupaun video yang memungkinkan untuk dicetak maupun disimpan dalam format digital (Yoshiro, 2016). *Microscop smartphone* memudahkan proses pengambilan gambar digital dan memindahkan ke perangkat digital lain. Selain itu, hasil jepretan gambar mudah diinterpretasikan, di hitung, dan dianalisis oleh peneliti. Data gambar yang diambil sekaligus bisa diarsipkan dan di audit. Gampang digunakan di lapangan dan juga memungkinkan untuk dilakukan multiple sampling dalam waktu yang singkat (Saworbi, et al. 2016)

*Smartphone microscope* telah mulai diadopsi oleh beberapa peneliti dan organisasi sebagai alat bantu penelitian melengkapai *microscope* konvensional. Pusat studi sains Iowa dan *Arizona Science Center* menggunakan *smartphone microscope* untuk membelajarkan dan mengedukasi tentang *microscopy*. Komunitas HiveBio di Washington DC merupakan salah satu komunitas yang aktif mengadakan workshop untuk menciptakan laboratorium sederhana yang murah dan mudah di akses. Salah satu alat yang dikembangkan adalah *smartphone microscope*. Radical Mycology merupakan organisasi lain yang aktif mengedukasi perorangan maupun komunitas pedesaan agar memiliki kemampuan untuk membudidaya jamur. Untuk mengidentifikasi spora dan berbagai karakteristik fungi digunakan *smartphone microscope*.



## 6. Manajemen Teknik Laboratorium

*Smartphone microscope* merupakan salah satu penemuan yang bisa berguna dalam mata kuliah manajemen teknik laboratorium (manteklab) karena dapat digunakan sebagai alternatif dari mikroskop konvensional. Manteklab merupakan mata kuliah yang membahas tentang pengelolaan tata ruang, alat, infrastruktur, administrasi laboratorium, sumber daya manusia, pendanaan, inventarisasi dan keamanan, pengamanan laboratorium serta peraturan dan jenis pekerjaan. Dalam hal ini, yang lebih ditekankan adalah pembahasan mengenai alat-alat laboratorium, yang merupakan komponen penting dalam kegiatan pembelajaran sains, termasuk biologi. Dan salah satu alat laboratorium yang keberadaannya sangat penting dalam kajian biologi adalah mikroskop.

Mikroskop adalah sebuah alat yang terdiri atas sistem lensa dan berfungsi untuk mengamati objek-objek berukuran kecil (mikroskopis). Pada dasarnya, mikroskop tersusun atas berbagai komponen mekanik dan lensa. Komponen optik atau sistem lensa yang terdapat dalam mikroskop adalah kondensor, lensa obyektif dan lensa okuler. Kondensor berfungsi untuk mengumpulkan berkas sinar dari sumber cahaya yang kemudian diteruskan menuju objek. Cahaya yang melewati objek tersebut kemudian ditangkap oleh lensa obyektif dan lensa okuler sehingga menjadi bayangan objek yang telah diperbesar. Perbesaran total yang diperoleh merupakan hasil kali dari perbesaran lensa obyektif dan lensa okuler.

Ada dua jenis mikroskop berdasarkan pada kenampakan objek yang diamati, yaitu mikroskop dua dimensi (mikroskop cahaya) dan mikroskop tiga dimensi (mikroskop stereo). Sedangkan berdasarkan sumber cahayanya, mikroskop dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu mikroskop cahaya dan mikroskop elektron.

### a. Mikroskop cahaya

Jenis mikroskop ini memiliki perbesaran maksimal hingga 1000 kali. Mikroskop cahaya memiliki kaki yang berat dan kokoh yang bertujuan agar mikroskop bisa berdiri dengan stabil dan terdiri dari tiga sistem lensa, yaitu lensa obyektif, lensa okuler dan kondensor. Lensa obyektif dan lensa okuler terletak pada kedua ujung tabung mikroskop. Lensa okuler bisa berbentuk

tunggal (*monokuler*) atau ganda (*binokuler*). pada mikroskop konvensional, sumber cahaya hanya berasal dari cahaya matahari yang dipantulkan dengan satu cermin datar ataupun cekung yang terdapat di bawah kondensor. Sedangkan pada mikroskop modern, sumber cahaya berasal dari lampu yang merupakan pengganti cahaya matahari.

b. Mikroskop stereo

Jenis mikroskop ini hanya bisa digunakan untuk mengamati objek benda yang relatif berukuran besar. Perbesarannya berkisar antara 7 sampai 30 kali. Namun kelebihan dari mikroskop stereo ini adalah mampu menampilkan hasil objek pengamatan dalam bentuk tiga dimensi. Secara umum, komponen utama dari mikroskop stereo dan mikroskop cahaya hampir sama, perbedaannya hanya terletak pada (1) ruang ketajaman lensa pada mikroskop stereo lebih tinggi jika dibandingkan dengan mikroskop cahaya, (2) sumber cahaya berasal dari atas sehingga objek yang tebal bisa teramati.

c. Mikroskop elektron

Mikroskop elektron merupakan jenis mikroskop yang memiliki perbesaran hingga 100 ribu kali dengan menggunakan elektron sebagai pengganti cahaya. Mikroskop ini terdiri dari dua tipe, yaitu mikroskop elektron scanning (SEM) dan mikroskop elektron transmisi (TEM). SEM digunakan untuk mengkaji secara detail mengenai arsitektur permukaan sel atau jasad renik yang lain secara tiga dimensi. Sementara TEM digunakan untuk melakukan pengamatan terhadap struktur detail dari internal sel.

## **B. Penelitian Yang Relevan**

Penelitian yang dilakukan relevan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti lain yang diantaranya adalah :

1. Sri Hartati & Agus Harjoko, dkk. (2011), berjudul *The Digital Microscope and Its Image Processing Utility* berisi pemaparan tentang pengembangan mikroskop digital resolusi tinggi dari mikroskop analog, termasuk perangkat lunak pemroses citra digitalnya. Perangkat lunak yang dikembangkan

memungkinkan pemakai mikroskop digital merekam, menyimpan dan memproses citra digital dari obyek yang sedang diamati. Mikroskop digital ini dibuat dengan material yang mudah didapat di Indonesia. Perangkat lunak pengolah citra digital yang dikembangkan mampu menangkap citra, menyimpan citra, mengubah kecerahan citra, memperbaiki kontras citra, mengekualisasi- histogramkan citra, merubah skala (scaling) citra dan memotong (cropping) citra. Mikroskop digital yang diusulkan mempunyai kemampuan memperbesar obyek sampai dengan 1600x dengan resolusi citra yang dapat divariasikan dari 320x240 sampai 2592x1944 piksel. Mikroskop yang dibuat diuji dengan dengan berbagai preparat obyek dengan berbagai pembesaran, dan pemrosesan citra digital dilakukan pada citra obyek tersebut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mikroskop digital dengan sistem pengolah citranya mampu dipakai untuk mengamati preparat dan melakukan operasi citra preparat sesuai dengan keperluan pengguna. Mikroskop digital ini telah dapat menggantikan pengamatan langsung secara manual yang memerlukan ketajaman mata yang tinggi yang dilakukan pada mikroskop biasa.

2. Gomes, C. & Moreira, R. G. et al. (2009). berjudul *Confirmation of E. coli Internalization in Lettuce Leaves*. Jurnal ini memaparkan tentang mekanisme mendeteksi koloni bakteri patogen tanaman pada struktur daun letus menggunakan gambar dari *Scanning Electron Microscopy (SEM)*.
3. Oktri Mohammad Firdaus (2013), berjudul *Efektivitas Penggunaan SmartPhone dalam Mendukung Kegiatan Bisnis Pengusaha Muda di Kota Bandung Menggunakan Technology Acceptance Model (TAM)*. Jurnal ini berisi pemaparan tentang sebagian besar pengusaha muda di kota Bandung sudah merasakan betul manfaat dari smartphone dalam mendukung aktivitas bisnisnya, dan hal yang paling penting dengan adalah bahwa smartphone juga memiliki desain yang sangat user friendly sehingga memudahkan para penggunanya. Akan tetapi, masalah yang masih tetap muncul adalah koneksi internet yang masih belum merata untuk semua *service provider* di Indonesia.

4. Dian Noviar dan Rizky Agung Sambodo, (2014) berjudul *Pengembangan Media Pembelajaran Mobile Learning (m-learning) Berbasis Android untuk Siswa Kelas XI SMA/MA*. Berdasarkan jurnal tersebut, ternyata media pembelajaran *m-learning* berbasis android dapat membantu siswa untuk memahami materi biologi dengan baik.
5. Rohmi Julia Purbasari, M. Shohibul Kahfi, dkk. (2015) berjudul *Pengembangan Aplikasi Android Sebagai Media Pembelajaran Matematika pada Materi Dimensi Tiga untuk Siswa Kelas X*. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa aplikasi android mampu menyajikan suatu pembelajaran matematika yang menarik dan mudah dipahami siswa, sehingga pemahaman siswa terhadap materi tiga dimensi pun mengalami peningkatan.
6. Siti Fatimah dan Yusuf Mufti berjudul *Pengembangan Media Pembelajaran IPA-Fisika Smartphone Berbasis Android Sebagai Penguat Karakteristik Sains Siswa*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan media *smartphone* berbasis android dapat menyajikan pembelajaran fisika yang lebih bermakna, sehingga siswa mampu memahami materi yang disampaikan dengan baik.

Keenam penelitian di atas relevan dengan penelitian ini, sama-sama mengembangkan media pembelajaran yang dapat digunakan dalam penelitian, pembelajaran, dan aplikasi teknologi. Namun, penelitian ini cenderung menggunakan *smartphone microscope* sebagai alternatif alat peraga bagi mahasiswa calon guru biologi pada mata kuliah manajemen teknik laboratorium. Hasil dari penelitian ini juga diharapkan mampu membantu calon guru untuk menciptakan alat peraga alternatif serta mampu memanfaatkan berbagai sarana yang ada di sekolah untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*) dengan model ADDIE. Metode penelitian *Research and Development* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2011). Produk yang dihasilkan adalah berupa *smartphone microscope* sebagai alternatif alat peraga bagi mahasiswa calon guru biologi.

Menurut Sugiyono (2011), langkah-langkah penelitian dan pengembangan adalah potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, uji coba produk, revisi produk, uji coba pemakaian, revisi produk, dan produksi masal. Dengan demikian, akan dihasilkan produk *smartphone microscope* sebagai alternatif alat peraga bagi mahasiswa calon guru biologi.

#### **B. Prosedur Penelitian**

Prosedur dalam penelitian ini menerapkan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Adapun langkah-langkah penyusunan prosedur ADDIE (Dewi Padmo, dkk., 2004), sebagai berikut:

1. Tahap analisis (*Analysis*) meliputi: analisis kompetensi, analisis materi, analisis karakteristik siswa, dan analisis intruksional.
2. Tahap perencanaan (*Design*) meliputi: penyusunan kerangka struktur (*outline*), penentuan sistematika, dan perancangan alat evaluasi.
3. Tahap pengembangan dan produksi (*Development and Production*) meliputi: pra penulisan, penulisan draf, penyuntingan, dan revisi.
4. Tahap implementasi (*Implementation*) dilakukan dengan ujicoba untuk memperoleh masukan dari pihak-pihak yang berkepentingan seperti guru dan siswa.

5. Tahap evaluasi (*Evaluation*) dilakukan untuk mengetahui keefektifan dalam mencapai tujuan atau kompetensi yang telah ditentukan.

### **C. Setting Penelitian**

#### 1. Waktu Penelitian

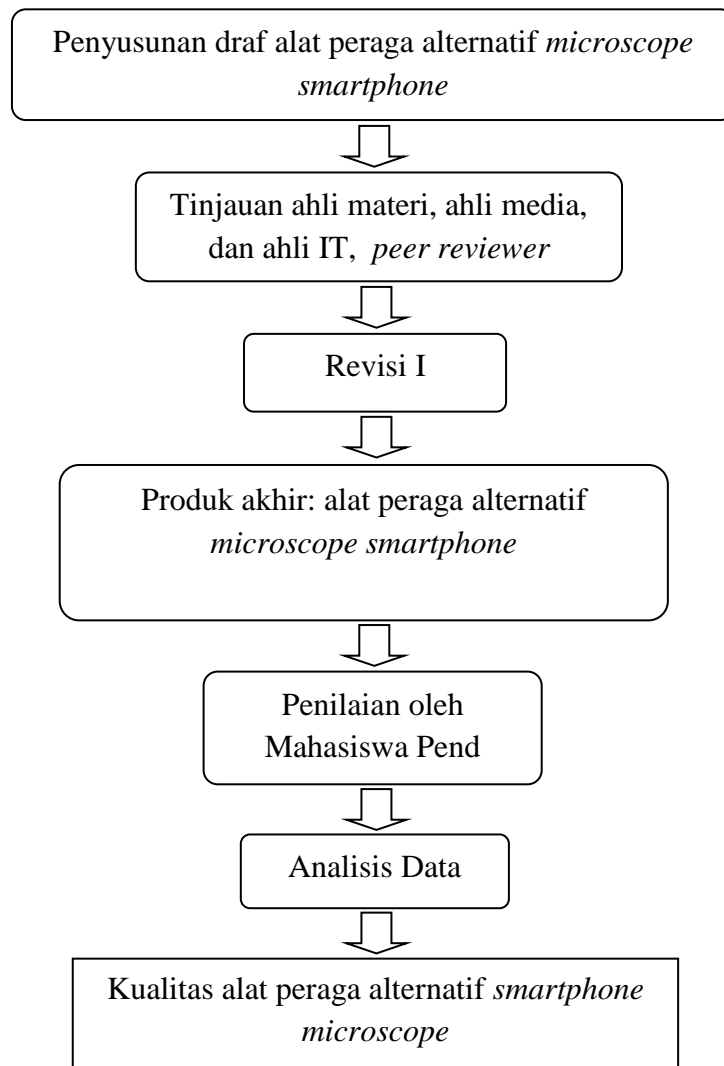
Proses pembuatan dan penilaian *smartphone microscope* dilaksanakan pada Tahun Ajaran 2015/2016. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari – Agustus 2016

#### 2. Tempat Penelitian

Pelaksanaan penilaian alat peraga alternatif *smartphone microscope* dilakukan di Program Studi Pendidikan Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

### **D. Desain Penilaian Produk**

Desain penilaian produk dalam pengembangan ini menggunakan desain deskriptif dengan tahapan sebagai berikut:



**Gambar 5. Desain Penilaian Produk *smartphone microscope***

### **E. Instrumen Penelitian**

#### **1. Instrumen uji kualitas produk**

Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data kualitas produk adalah lembar angket berbentuk *check list* yang digunakan untuk mendapatkan penilaian dari *reviewer* yang meliputi *peer reviewer* dan guru. Aspek kriteria penilaian alat peraga alternatif *smartphone microscope* yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: aspek keakuratan materi, aspek kurikulum, aspek kegiatan atau percobaan, aspek evaluasi belajar, aspek keterlaksanaan, aspek kualitas tampilan.

#### **2. Instrumen uji coba produk secara terbatas**

Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data uji coba produk berupa lembar angket (kisi-kisi instrumen terlampir pada lampiran).

Lembar angket ini digunakan untuk mendapatkan penilaian dari mahasiswa calon guru biologi terhadap kemudahan pemahaman terhadap pelajaran, kemandirian belajar, keaktifan dalam belajar, minat terhadap alat peraga alternatif *smartphone microscope*, desain penyajian, dan penggunaan alat peraga alternatif *smartphone microscope*.

## F. Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian pengembangan bahan ajar ini adalah:

1. Data uji kualitas produk
  - a. Data berupa saran atau masukan dari *reviewer* untuk penyempurnaan alat peraga alternatif *smartphone microscope*
  - b. Data tentang kualitas peraga alternatif *smartphone microscope* menurut penilaian *reviewer*. Penilaian tersebut meliputi 8 aspek dengan 29 kriteria penilaian. Hasil penilaian *reviewer* berupa data kualitatif diubah menjadi data kuantitatif dengan skala yang telah ditentukan. Adapun data kuantitatif berupa skor penilaian, yaitu: Sangat Baik = 5, Baik = 4, Cukup = 3, Kurang = 2, dan Sangat Kurang = 1. Sedangkan data kualitatif berupa nilai kategori, yaitu: SB (Sangat Baik), B (Baik), C (Cukup), K (Kurang), dan SK (Sangat Kurang).
  - c. Data uji coba terbatas

Data yang digunakan dalam uji coba terbatas ini adalah data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif merupakan data yang menilai efektivitas peraga alternatif *smartphone microscope* berdasarkan penilaian siswa pada 6 aspek dengan 18 kriteria penilaian. Hasil penilaian siswa berupa data kualitatif diubah menjadi data kuantitatif sesuai ketentuan yang telah ditentukan. Adapun data kuantitatif berupa skor penilaian, yaitu: Sangat Setuju = 4, Setuju = 3, Kurang Setuju = 2, dan Tidak Setuju = 1. Sedangkan data kualitatif berupa nilai kategori, yaitu: SS (Sangat Setuju), S (Setuju), KS (Kurang Setuju), dan TS (Tidak Setuju).



## G. Teknik Analisis Data

### a. Teknik analisis data uji kualitas produk

Teknik analisis data uji kualitas produk bertujuan untuk mengetahui kualitas peraga alternatif *smartphone microscope* berdasarkan tanggapan dari kelompok *reviewer* terdiri dari teman sejawat (*peer-reviewer*) terdiri dari 3 orang dan guru terdiri dari 2 orang. Analisis data ini dilakukan untuk melihat nilai masing-masing aspek atau deskriptor pada angket. Data yang terkumpul dianalisis dengan cara menghitung rerata skor yang diperoleh. Analisis skor yang digunakan yaitu analisis deskriptif dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Data yang diperoleh dari *reviewer*, *peer reviewer*, guru dan siswa berupa data kualitatif diubah menjadi kuantitatif dengan ketentuan sesuai dengan Tabel 1 di bawah ini:

**Tabel 1. Pedoman Pemberian Skor**

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

- 2) Setelah data terkumpul, skor setiap aspek dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:  
 $\bar{X}$  = skor rata-rata tiap aspek  
 $n$  = jumlah penilai  
 $\sum X$  = jumlah skor

(Sumber: Nana Sudjana, 2010)

- 3) Mengubah skor rata-rata yang berupa data kuantitatif dari setiap aspek menjadi nilai kualitatif sesuai dengan kriteria kategori penilaian ideal, ketentuannya seperti yang dijabarkan pada Tabel 2 berikut:

**Tabel 2. Kriteria Kategori Penilaian Ideal**

No.	Rentang Skor (i)	Kategori
1.	$\bar{X} = M_i + 1,8 SB_i$	Sangat Baik
2.	$M_i + 0,06 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 1,8 SB_i$	Baik

3.	$M_i - 0,06 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 0,06 SB_i$	Cukup
4.	$M_i - 1,80 SB_i < \bar{X} \leq M_i - 0,60 SB_i$	Kurang
5.	$\bar{X} \leq M_i - 1,80 SB_i$	Sangat Kurang

Keterangan:

$M_i$  = rata-rata ideal, dapat dicari dengan menggunakan rumus:

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

$SB_i$  = Simpangan baku ideal, dapat dicari dengan rumus:

$$M_i = \left(\frac{1}{2}\right) \times (\text{skor tertinggi ideal} - \text{skor terendah ideal})$$

Skor tertinggi ideal =  $\sum$  butir kriteria X skor tertinggi

Skor terendah ideal =  $\sum$  butir kriteria X skor terendah

(Sumber: Sukardjo dan lis Permana Sari, 2008)

- 4) Hasil pengubahan skor tersebut, menunjukkan kualitas dari peraga alternatif *smartphone microscope* yang disusun.
- 5) Semua data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif & kualitatif dengan rumus distribusi frekuensi relatif yaitu:

$$\text{Persentase} = \frac{f}{N} \times 100\%$$

P = Angka persentase

f = Frekuensi yang sedang dicari persentasenya

N = Jumlah frekuensi

- 6) Hasil perhitungan angka persentase diidentifikasi dengan ketentuan penilaian kualitas produk seperti pada Tabel 5 di bawah ini :

**Tabel 3. 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

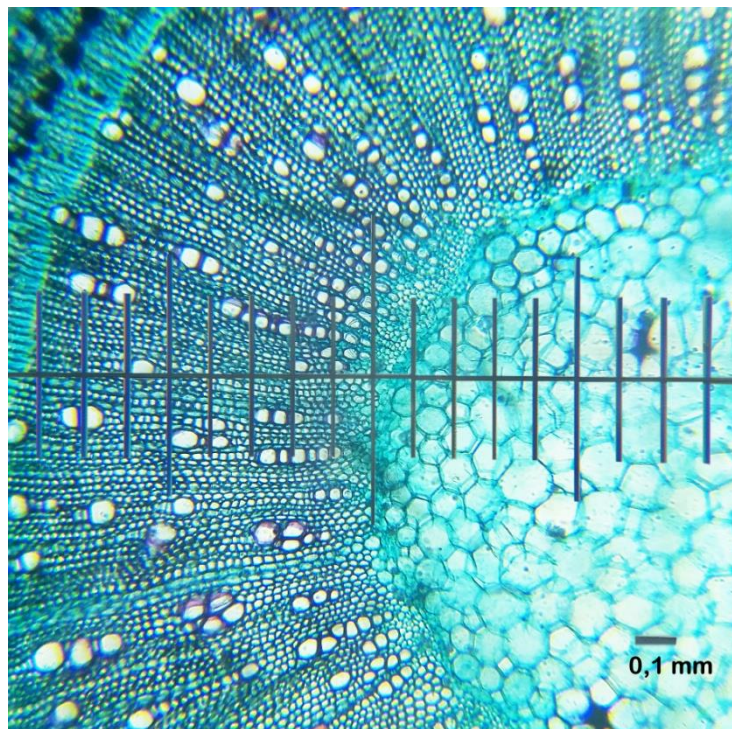
b. Teknis analisis data uji coba terbatas

Teknik analisis data ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas peraga alternatif *smartphone microscope*. Hal ini dapat diperoleh dari penilaian reviewer, peer reviewer, respon guru dan siswa. Penilaian siswa terhadap peraga alternatif *smartphone microscope* dianalisis dengan analisis deskriptif.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Penelitian

Produk yang dihasilkan berupa alat peraga *smartphone microscope*. Alat peraga ini berfungsi untuk merubah kamera pada *smartphone* agar bisa digunakan untuk melihat objek mikroskopis. Berdasar kalibrasi dengan mikrometer standar di ketahui bahwa perbesaran optik *smartphone microscope* mencapai 100x, dan perbesaran digital mencapai 400x pada uji coba dengan *handphone* Samsung Galaxy G530 (kamera 8 Mega Pixel). Adapun tampilan hasil foto pengamatan preparat sel ditampilkan pada gambar 4.1 berikut :



**Gambar 6. Hasil foto *smartphone microscope* untuk preparat awetan tumbuhan**

Prosedur pengembangan *microskop smartphone* menggunakan model ADDIE yang terdiri dari tahap *Analysis* (Analisis), *Design* (perencanaan), *Development* (pengembangan), *Implementation* (implementasi), dan *Evaluation*

(evaluasi). Prosedur pengembangan *Ensiklopedi Mobile* yang dilakukan sebagai berikut:

### **1. Tahap *Analysis* (Analisis)**

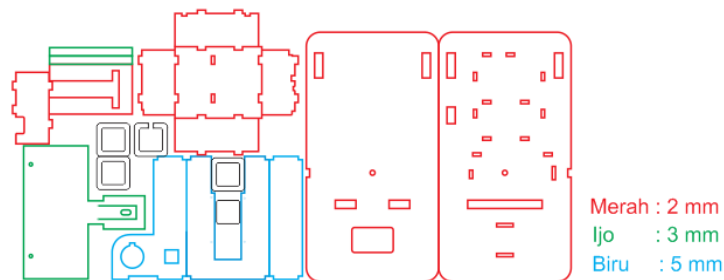
Tahap analisis terdapat beberapa tahapan diantaranya adalah tahap analisis kebutuhan mahasiswa, analisis kurikulum, analisis materi, dan analisis instruksional. Tahap analisis kebutuhan didasarkan urgensi yang dihadapi mahasiswa calon guru yang mengambil mata kuliah manteklab. Mata kuliah manteklab sangat diperlukan bagi calon guru biologi karena di dalamnya mempelajari teknik-teknik tentang laboratorium lengkap dengan manajemennya sebagai dasar untuk pelaksanaan praktikum dan kegiatan penelitian lain di Laboratorium, dalam hal ini adalah praktikum Biologi. Analisis tentang kompetensi mahasiswa pada mata kuliah manteklab adalah mampu memahami prinsip-prinsip manajemen dan teknik laboratorium dengan baik. Dalam laboratorium terdapat berbagai macam alat yang penting untuk dapat menunjang proses pembelajaran sains, salah satunya mikroskop. Mahasiswa calon guru dapat menerangkan hal-hal yang terkait dengan mikroskop dengan baik.

Mahasiswa calon guru biologi belum sepenuhnya mampu mengoperasikan mikroskop dengan baik dan benar. Alternatif yang ditawarkan adalah mikroskop dapat dikolaborasikan dengan *smartphone*, sebagai inovasi untuk media pembelajaran untuk mahasiswa calon guru biologi. Materi yang diajarkan dalam pembelajaran menggunakan mikroskop adalah pengamatan benda-benda dan makhluk hidup berukuran mikroskopis. Sesuai dengan analisis karakteristik dan materi pada mata kuliah manteklab, dengan menggunakan *smartphone microscope*, diharapkan mampu memudahkan para calon guru biologi dalam mengamati objek-objek mikroskopis secara lebih efektif dan efisien. Tahap analisis kurikulum, salah satu kompetensi yang harus dikuasai adalah mahasiswa mampu memahami prinsip-prinsip manajemen dan teknik laboratorium dengan baik, serta mahasiswa dapat menjelaskan hal-hal yang terkait dengan mikroskop dengan baik. Adapun materi tentang mikroskop yang menjadi bagian dari mata kuliah manajemen teknik laboratorium adalah mahasiswa mampu menjabarkan

bagian-bagian mikroskop dan fungsinya, memberikan contoh jenis-jenis mikroskop dan perkembangan teknologi mikroskop terkini.

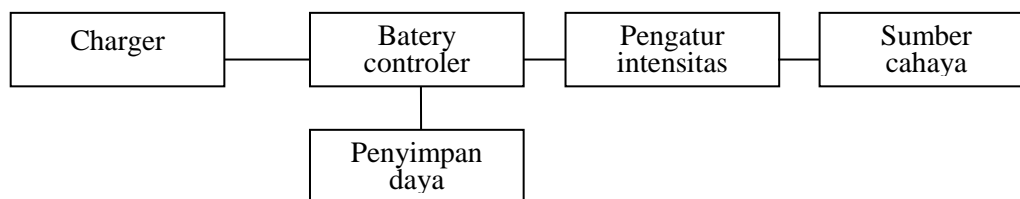
## 2. Tahap *Design* (Perancangan)

Pada tahap ini dilakukan perancangan *prototype smartphone microscope* yang meliputi perancangan desain kerangka *smartphone microscop*, perancangan skema rangkaian elektrik, dan perancangan mekanik. Perancangan kerangka *smartphone microscope* dilakukan dengan menggunakan *software* desain 2D yaitu Corel Draw X5. Rancangan desain produk meliputi bentuk bagian alas, penyangga, kotak rangkaian elektrik, meja benda, papan tempat meletakkan *smartphone*, dan kotak penyimpanan. Rancangan desain dibuat dengan perbandingan skala 1:1 supaya tidak terdapat perbedaan ukuran antara desain produk pada *software* dengan *prototype* produk jadi. Outpun desain produk dicetak pada media akrilik dan di potong dengan menggunakan teknologi laser. Hal ini dilakukan untuk menjamin presisitas antara desain produk dengan produk yang telah jadi.



**Gambar 7. Desain produk *smartphone microscope***

Perancangan sekema elektrik dilakukan untuk menentukan komponen-komponen elektrik yang diperlukan dalam pembuatan *smartphone elektrik*. Secara umum komponen elektrik yang diperlukan meliputi blok charger, blok battery controler, penyimpan daya, pengatur intensitas cahaya, dan sumber cahaya. Perancangan mekanik meliputi perancangan gear box pengatur ketinggian meja benda. Hasil akhir pada tahap ini dihasilkan *prototype smartphone microscope* yang siap dilanjutkan pada tahap *develop*.



**Gambar 8. Blok skema elektrik *smartphone microscope***

### **3. Tahap *Develop* (Pengembangan)**

Pada tahap *develop* dilakukan serangkaian penilaian *prototype smartphone microscope* oleh *reviewer* dan *peer reviewer*. *Reviewer* dan *peer reviewer* juga memberi saran dan masukan untuk perbaikan *prototype* produk *smartphone microscop*. *Reviewer* dan *peer reviewer* terdiri dari 2 orang ahli media, 1 orang ahli instrumentasi, 6 orang *peer reviewer*, 1 orang dosen biologi. *Reviewer* merupakan orang yang memiliki kompetensi di bidangnya. *Peer reviewer* dipilih dari teman sejawat yang memenuhi kualifikasi yang ditetapkan oleh peneliti sehingga *reviewer* dan *perreviewer* layak untuk menilai kualitas produk *smartphone microscope*. Hal ini dilakukan karena produk *smartphone microscope* harus memiliki kualitas yang baik dan bisa dipertanggungjawabkan dari segi Keterkaitan dengan bahan ajar, ketahanan alat, keakuratan alat, efisiensi penggunaan alat, kinerja alat, keamanan alat bagi peserta didik, estetika, ketahanan kotak penyimpanan. Hasil penilaian seluruh *reviewer* dan *peer reviewer* sebagai berikut :

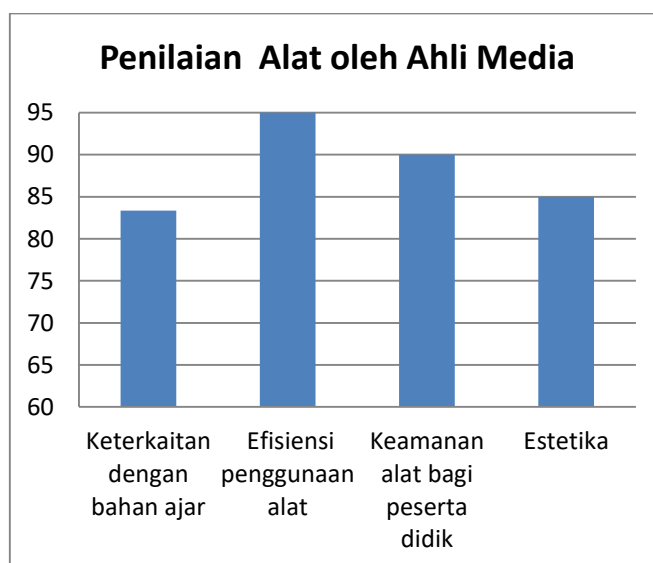
#### **a. Ahli Media**

Ahli media menilai kualitas *smartphone microscope* dilihat dari aspek keterkaitan dengan bahan ajar, efisiensi penggunaan alat, keamanan alat bagi peserta didik, dan estetika. Hasil penilaian kualitas *smartphone microscope* oleh ahli media disajikan pada Tabel 4 di bawah ini.

**Tabel 4. Kualitas *smartphone microscope* oleh ahli media**

No	Aspek	Indikator / Kriteria	Skor rata-rata	Persentase Ideal	Kualitas
1	Keterkaitan dengan bahan ajar	1, 2, 3	12,5	83,33%	SB
2	Efisiensi penggunaan alat	11, 12, 13, 14	19	95%	SB
3	Keamanan alat bagi peserta didik	20, 21, 22	13,5	90%	SB
4	Estetika	23, 24	8,5	85%	SB
Total		12	53,5		
Persentase Ideal				89,17%	SB

Berdasarkan Tabel 4 di atas diketahui bahwa hasil penilaian dari ahli media masuk dalam kategori sangat baik. Hasil ini didasarkan pada perolehan skor X (53,5) yang terletak pada rentang  $X > 50,40$ . Demikian juga dengan persentase penilaian ideal di peroleh skor 89,17% yang masuk pada kategori Sangat Baik. Grafik perbandingan penilaian ahli media pada setiap aspek disajikan pada Gambar 4.1 dibawah ini.



**Gambar 9. Grafik kualitas *smartphone microscope* oleh ahli media**

Dilihat dari gambar 9 diketahui aspek efisiensi penggunaan alat memperoleh persentase ideal tertinggi yaitu mencapai 95 %. Efisiensi penggunaan alat merupakan aspek yang mengukur tingkat kemudahan penggunaan *smartphone microscope* saat digunakan untuk mengamati objek berukuran mikro. Persentase



ideal 95% mengindikasikan *smartphone microscope* mudah dipersiapkan, mudah digunakan, mudah dipindahkan dari satu tempat ketempat lain dan bisa digunakan pada berbagai lokasi (di kelas maupun lapangan). Sementara skor terendah diperoleh pada aspek keterkaitan dengan bahan ajar yang memperoleh persentase ideal sebesar 83,33%. Meskipun aspek keterkaitan dengan bahan ajar memperoleh persentase terendah, namun perolehan persentase tersebut masih dalam kategori Sangat Baik yang berarti *smartphone microscope* merupakan alat peraga yang terkait dengan mata pelajaran biologi. *Smartphone microscope* juga merupakan alat yang diperlukan dalam kegiatan pembelajaran dan dapat membantu peserta didik dalam memahami konsep biologi yang berkaitan dengan objek berukuran mikro.

Selain memberi penilaian, ahli media juga memberi saran dan masukan terkait dengan perbaikan *smartphone microscope*. Adapun saran dan masukan dari ahli media disajikan pada tabel 5 di bawah ini.

**Tabel 5. Saran dan masukan perbaikan *smartphone microscope***

No	Saran dan masukan	Tindak lanjut
1	Ditambah skala amatan	Telah ditambahkan skala amatan untuk mengetahui ukuran objek yang diamati dengan <i>smartphone microscope</i>
2	Meja didesain agar bisa digeser	Tidak ditindak lanjuti karena berdasarkan pertimbangan dari peneliti dan <i>reviewer</i> lain hal tersebut menjadikan <i>smartphone microscope</i> menjadi rumit dan tidak praktis
3	Intensitas cahaya perlu ditambah	Intensitas cahaya telah ditingkatkan dengan menambah kuat arus pada lampu LED
4	Rangkaian elektronik perlu ditutup dengan bahan yang tidak transparan	Penutup elektronik telah diganti dengan bahan yang tidak transparan
5	Perlu dibuatkan manual book penggunaan aplikasi	Telah dibuatkan manual book
6	Pengambilan dan peletakan alat ke dalam box dibuat lebih mudah	Box telah dibuat lebih lebar dan mudah saat di ambil dan dikembalikan pada kotak penyimpanan
7	Perbesaran dibuat lebih tajam.	Telah ditambah lensa dengan perbesaran yang lebih tinggi
8	Perbesaran lensa perlu divariasasi.	Perbesaran lensa telah dibuat bervariasi

Berbagai saran dan masukan dari ahli media telah ditindak lanjuti oleh peneliti. Meskipun demikian ada beberapa saran dari ahli media yang tidak ditindak lanjuti yaitu saran untuk membuat meja benda *smartphone microscope*

bisa digeser secara horisontal dari kiri ke kanan. Salah satu pertimbangan peneliti dan *reviewer* lain adalah *smartphone microscope* memiliki ruang antar bagian yang sempit. Penambahan komponen gear box untuk menggeser meja benda secara horisontal memerlukan ruang yang cukup banyak sehingga akan mengurangi tingkat kepraktisan penggunaan alat terutama saat digunakan dilapangan.

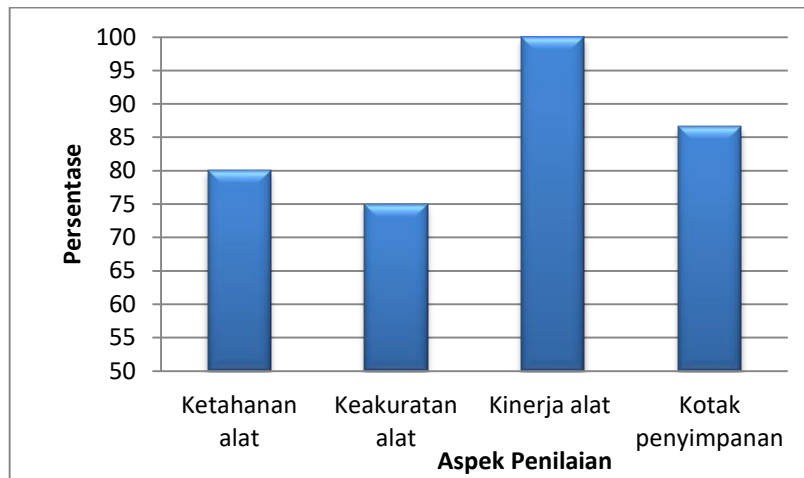
#### **b. Ahli Instrumentasi**

Ahli instrumentasi menilai kualitas *smartphone microscope* dilihat dari aspek ketahanan alat, keakuratan alat, kinerja alat, dan ketahanan kotak penyimpanan. Hasil penilaian kualitas *smartphone microscope* oleh ahli instrumentasi disajikan pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Kualitas *smartphone microscope* oleh ahli instrumentasi

No	Aspek	Indikator / Kriteria	Skor rata-rata	Persentase Ideal	Kualitas
1	Ketahanan alat	4, 5, 6	12	80 %	B
2	Keakuratan alat	7, 8, 9, 10	15	75 %	B
3	Kinerja alat	15, 16, 17, 18, 19	25	100 %	SB
4	Ketahanan kotak penyimpanan	25, 26, 27	13	86,67 %	SB
Total		15	65		
Persentase Ideal				86,67 %	SB

Berdasarkan Tabel 6 diatas diketahui kualitas *smartphone microscope* hasil penilaian ahli instrumentasi masuk dalam kategori Sangat Baik. Perolehan ini didasarkan pada skor X (65) terletak pada rentang 1 dengan ketentuan  $X > 63$ . Demikian juga dengan persentase penilaian ideal memperoleh skor sebesar 86,68% yang masuk dalam kategori Sangat Baik (SB). Adapun perbandingan persentase penilaian ahli instrumentasi pada setiap aspek disajikan pada gambar 10 di bawah ini.



**Gambar 10. Kualitas *smartphone microscope* oleh ahli instrumentasi**

Berdasarkan Gambar 10 dapat kita lihat bahwa aspek kinerja alat memperoleh persentase sekor tertinggi yaitu 100%. Kinerja alat merupakan aspek yang mengukur kelancaran fungsi setiap komponen *smartphone microscope*. Perolehan persentase 100% menunjukkan bahwa komponen *smartphone microscope* yang meliputi charger, saklar *on/off*, pengatur intensitas cahaya, dan pengatur posisi meja benda berfungsi dengan baik.

Perolehan persentase penilaian ahli instrumentasi terendah diperoleh pada aspek keakuratan alat. Berdasarkan saran dan masukan dari ahli instrumentasi pada Tabel 7 dibawah, *smartphone microscope* memiliki tingkat keakuratan yang rendah dikarenakan tidak terdapat sekala pengukuran untuk mengetahui ukuran objek amatan secara nyata. Kelemahan yang lain adalah *smartphone microscope* memiliki kemampuan perbesaran tampilan yang berbeda pada perangkat *smartphone* berbeda. Perbedaan perbesaran tampilan dipengaruhi oleh kerapatan sensor kamera dan ukuran layar *smartphone*. Semakin rapat ukuran sensor dan semakin besar layar *smartphone* memberikan tampilan gambar objek yang lebih besar. Untuk mengatasi kelemahan ini, peneliti telah membuat sekala pembanding untuk mengetahui ukuran objek yang diamati dalam ukuran yang sebenarnya.

Selain memberi penilaian, ahli instrumentasi juga memberi saran dan masukan terkait dengan perbaikan alat peraga *smartphone microscope*. Adapun saran dan masukan dari ahli instrumentasi disajikan pada tabel 7 di bawah ini.

**Tabel 7 . Saran dan masukan dari ahli instrumentasi**

No	Saran dan masukan	Tindak lanjut
1	Boks penyimpan jangan dibuat dari bahan yang transparan.	Bahan pembuat boks telah di ganti dari akrilik bening ke akrilik putih
2	Celah-celah boks diberi lapisan kedap air agar air tidak mudah masuk.	Telah-celah boks telah dilapisi dengan lem kaca aquarium
3	Dudukan preparat masih licin sehingga mudah bergeser,	Dudukan preparat telah dilengkapi dengan penjepit
4	Dibuatkan sekala pengukuran mikro	Telah dibuat sekala pengukuran mikro

Berbagai saran dan masukan dari ahli instrumentasi telah ditindaklanjuti oleh peneliti dengan melakukan perbaikan sesuai dengan saran yang telah diberikan ahli instrumentasi.

### c. Peer Reviewer

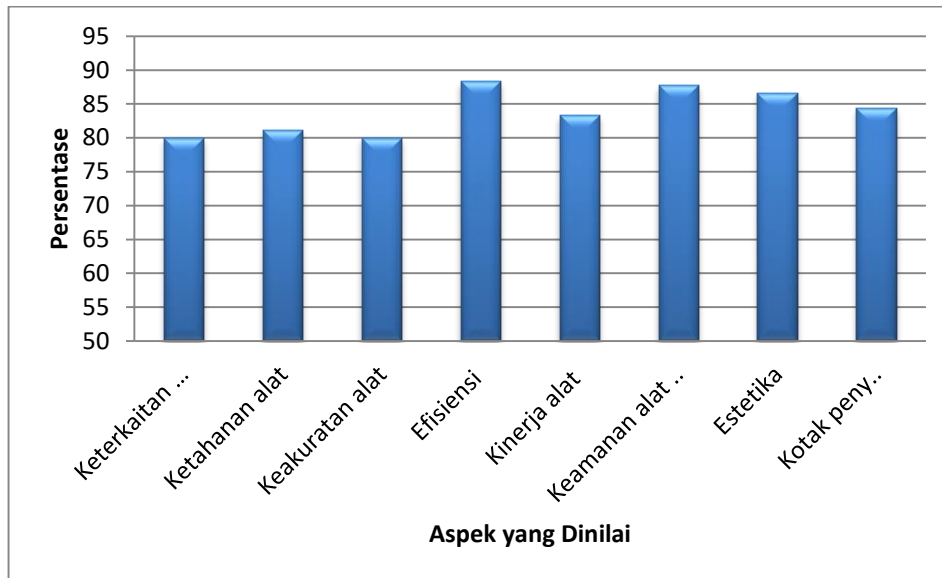
*Peer reviewer* menilai kualitas *smartphone microscope* dilihat dari aspek keterkaitan dengan bahan ajar, ketahanan alat, keakuratan alat, efisiensi penggunaan alat, kinerja alat, keamanan bagi peserta didik, estetika, dan ketahanan kotak penyimpanan. Hasil penilaian kualitas *smartphone microscope* oleh *peer reviewer* disajikan pada Tabel 8 di bawah ini.

**Tabel 8. Kualitas *smartphone microscope* oleh *peer reviewer***

No	Aspek	Indikator / Kriteria	Skor rata-rata	Persentase Ideal	Kualitas
1	Keterkaitan dengan bahan ajar	1, 2, 3	12	80 %	B
2	Ketahanan alat	4, 5, 6	12,2	81,1 %	SB
3	Keakuratan alat	7, 8, 9, 10	16	80 %	B
4	Efisiensi penggunaan alat	11, 12, 13, 14	17,6	88,33 %	SB
5	Kinerja alat	15, 16, 17, 18, 19	20,8	83,33 %	SB
6	Keamanan alat bagi peserta didik	20, 21, 22	13,1	87,78 %	SB
7	Estetika	23, 24	8,6	86,67 %	SB
8	Ketahanan kotak penyimpanan	25, 26, 27	12,6	84,44 %	SB
Total		27	113,2		
Persentase Ideal				83,83 %	SB

Berdasarkan Tabel 8 di atas dapat kita ketahui bahwa kualitas *smartphone microscope* mendapat kualitas Sangat Baik (SB). Perolehan kualitas ini didasarkan pada perolehan persentase ideal yaitu 83,83%. Grafik perbandingan

aspek-aspek kualitas *smartphone microscope* hasil penilaian *peer reviewer* di sajikan pada Gambar 11 dibawah ini



**Gambar 11. Kualitas *smartphone microscope* oleh *peer reviewer***

Selain memberi penilaian, *peer reviewer* juga memberi saran dan masukan terkait dengan perbaikan *smartphone microscope*. Seluruh saran dan masukan dari *peer reviewer* telah di tindak lanjuti oleh peneliti. Adapun saran dan masukan dari *peer reviewer* disajikan pada Tabel 9 dibawah ini.

**Tabel 9. Saran dan masukan dari *peer reviewer***

No	Saran dan masukan	Tindak lanjut
1	Lampu menerang preparat di beri filter pembias cahaya	Telah ditambahkan filter pembias cahaya pada lampu penenrang preparat
2	Di buatan kalibrasi perbesaran objek (skala pengukuran)	Telah dibuatkan sekala pengukuran objek

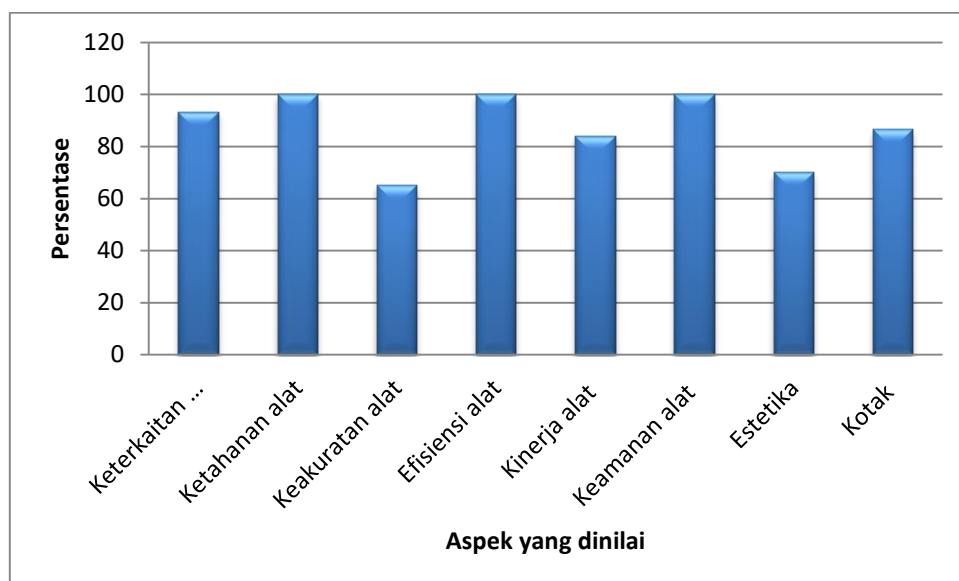
#### **d. Dosen Biologi**

Dosen Biologi menilai kualitas *smartphone microscope* dilihat dari aspek keterkaitan dengan bahan ajar, ketahanan alat, keakuratan alat, efisiensi penggunaan alat, kinerja alat, keamanan bagi peserta didik, estetika, dan ketahanan kotak penyimpanan. Hasil penilaian kualitas *smartphone microscope* oleh dosen biologi disajikan pada Tabel 10 di bawah ini.

Tabel 10. Kualitas *smartphone microscope* oleh dosen biologi

No	Aspek	Indikator / Kriteria	Skor rata-rata	Persentase Ideal	Kualitas
1	Keterkaitan dengan bahan ajar	1, 2, 3	14	93,33 %	SB
2	Ketahanan alat	4, 5, 6	15	100 %	SB
3	Keakuratan alat	7, 8, 9, 10	13	65 %	B
4	Efisiensi penggunaan alat	11, 12, 13, 14	20	100 %	SB
5	Kinerja alat	15, 16, 17, 18, 19	21	84	SB
6	Keamanan alat bagi peserta didik	20, 21, 22	15	100 %	SB
7	Estetika	23, 24	7	70 %	B
8	Kotak penyimpanan	25, 26, 27	13	86,67 %	SB
Total		27	118		
Persentase Ideal				87,41 %	SB

Berdasar Tabel 10 dapat kita ketahui bahwa kualitas *smartphone microscope* hasil penilaian dosen biologi memperoleh hasil Sangat Baik (SB). Perolehan hasil ini didasarkan pada skor X yang terletak pada rentang  $X > 113,40$  yang masuk dalam kategori Sangat Baik. Demikian juga dengan hasil perhitungan persentase ideal mendapatkan 87,41% yang masuk dalam kategori Sangat Baik (SB). Adapun grafik perbandingan aspek-aspek penilaian *smartphone microscope* oleh dosen biologi ditampilkan pada Gambar 12 dibawah ini



Gambar 12. Kualitas *smartphone microscope* oleh dosen biologi

Selain memberi penilaian, dosen biologi juga memberi saran dan masukan terkait dengan perbaikan *smartphone microscope*. Adapun saran dan masukan dari *peer reviewer* disajikan pada Tabel 11 dibawah ini.

**Tabel 11. Saran dan masukan *smartphone microscope* oleh dosen biologi**

No	Saran dan masukan	Tindak lanjut
1	Meja preparat di buat agar bisa di geser kekanan dan kek kiri.	Tidak diambil tindakan karena keterbatasan waktu, biaya, dan kemamuan
2	Dibuatkan aplikasi khusus yang bisa diunakan untuk mengukur sekala objek	Telah dibuatkan sekala pengukuran
3	Perbesaran lensa dibuat agar lebih mudah di ganti,	Penggantian perbesaran lensa dibuat lebih mudah

Saran dan masukan dari dosen biologi telah ditindak lanjuti oleh peneliti. Namun demikian ada saran dan masukan dari dosen biologi yang tidak ditindak lanjuti yaitu saran agar pada meja preparat *smartphone microscope* ditambah dengan penggeser horizontal. pertimbangan peneliti adalah tingkat kerumitan gear box penggeser meja objek secara horizontal dan keterbatasan tempat untuk memasang gear box tersebut pada meja benda.

#### e. Seluruh *Reviewer* dan *Peer Reviewer*

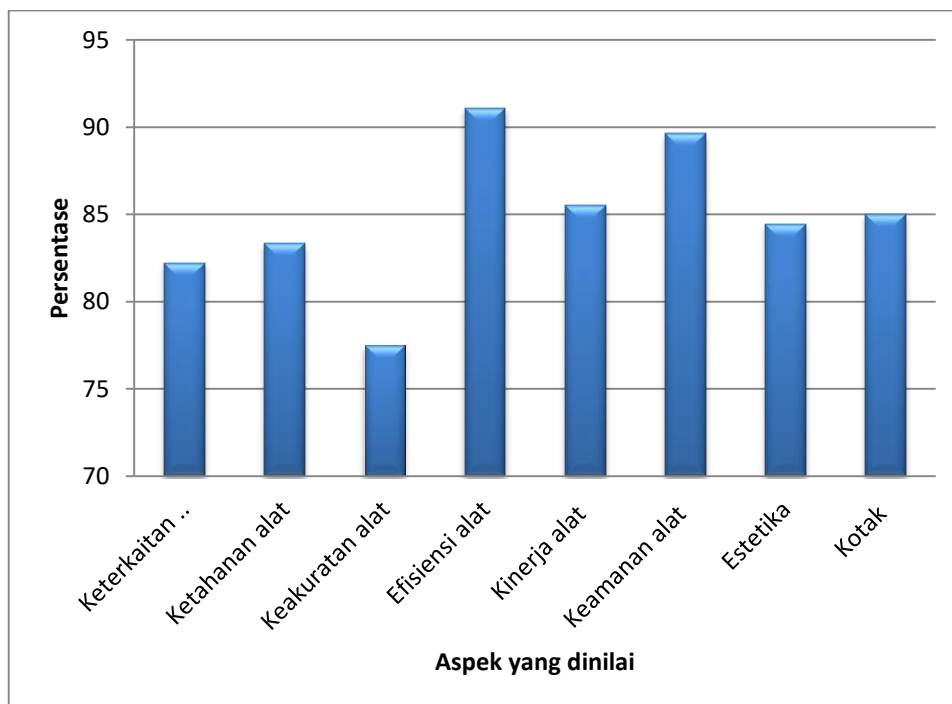
Penilaian kumulatif seluruh *reviewer* dan *peer reviewer* yang terdiri dari ahli media, ahli instrumentasi, *peer reviewer*, dan dosen biologi disajikan pada Tabel 12. Aspek-aspek yang dinilai meliputi keterkaitan dengan bahan ajar, ketahanan alat, keakuratan alat, efisiensi penggunaan alat, kinerja alat, keamanan bagi peserta didik, estetika, dan ketahanan kotak penyimpanan.

**Tabel 12. Penilaian *smartphone microscope* oleh seluruh *reviewer* dan *peer reviewer***

No	Aspek	Indikator / Kriteria	Skor rata-rata	Persentase Ideal	Kualitas
1	Keterkaitan dengan bahan ajar	1, 2, 3	12,33	82,22 %	SB
2	Ketahanan alat	4, 5, 6	12,5	83,33 %	SB
3	Keakuratan alat	7, 8, 9, 10	15,5	77,5 %	B
4	Efisiensi penggunaan alat	11, 12, 13, 14	18,2	91,1 %	SB
5	Kinerja alat	15, 16, 17, 18, 19	21,4	85,5 %	SB
6	Keamanan alat bagi peserta didik	20, 21, 22	13,4	89,63 %	SB
7	Estetika	23, 24	8,4	84,44 %	SB

8	Kotak penyimpanan	25, 26, 27	12,8	85 %	SB
Total		27	114,6		
Persentase Ideal				84,87%	SB

Berdasarkan Tabel 12 diketahui bahwa hasil penilaian seluruh *reviewer* dan *peer reviewer* diperoleh hasil Sangat Baik (SB). Hasil ini didasarkan pada skor X (114,6) terletak pada rentang  $X > 113,4$  yang masuk dalam kategori Sangat Baik. Demikian juga dengan hasil perolehan persentase ideal 84,87 masuk dalam kategori Sangat Baik. Adapun grafik perbandingan persentase aspek-aspek penilaian *smartphone microscope* oleh seluruh *reviewer* dan *peer reviewer* disajikan pada Gambar 13 di bawah ini.



Gambar 13. Kualitas *smartphone microscope* oleh seluruh *reviewer* dan *peer reviewer*

Berdasarkan Gambar 13 dapat kita lihat bahwa aspek efisiensi penggunaan alat memperoleh skor tertinggi yaitu mencapai 91,1%. Aspek efisiensi penggunaan alat mengukur kemudahan *smartphone microscope* saat dipersiapkan, dioperasikan, dipindahkan, dan digunakan di berbagai lokasi. Perolehan skor mencapai 91,1% mengindikasikan bahwa *smartphone microscope* telah



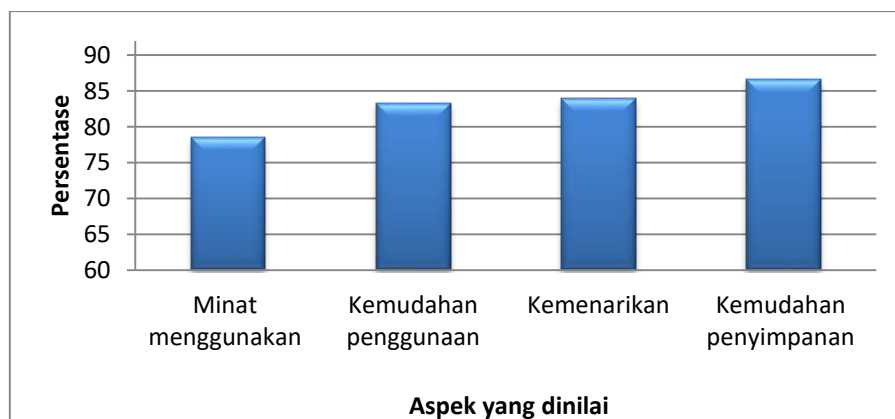
memenuhi indikator tersebut. Sedangkan aspek yang memperoleh skor terendah menurut seluruh *reviewer* dan *peer reviewer* adalah aspek keakuratan alat.

Peneliti juga membagikan angket tanggapan mahasiswa terhadap *smartphone microscope*. Aspek-aspek angket respon tanggapan mahasiswa terdiri dari aspek keterkaitan dengan bahan ajar, ketahanan alat, keakuratan alat, dan efisiensi penggunaan alat. Adapun hasil tanggapan *mahasiswa* terhadap *smartphone microscope* di sajikan pada Tabel 13 dibawah ini.

Tabel 13. Respon Mahasiswa Pendidikan Biologi Terhadap *Smartphone microscope*

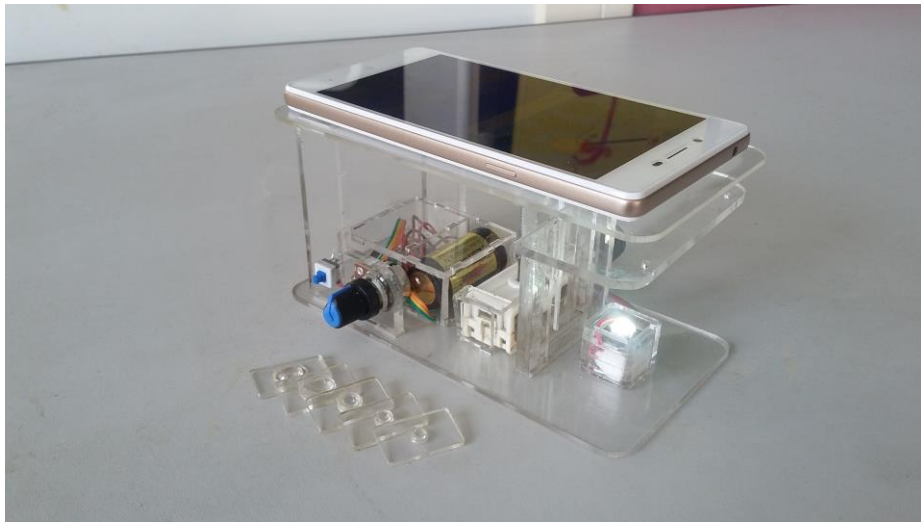
No	Aspek	Indikator / Kriteria	Skor rata-rata	Persentase Ideal	Kualitas
1	Keterkaitan dengan bahan ajar	1, 2, 3, 4	15,7	78,5 %	B
2	Ketahanan alat	5, 6, 7, 8, 9, 10	25	83,33 %	SB
3	Keakuratan alat	11, 12	8,4	84,4 %	SB
4	Efisiensi penggunaan alat	13, 14, 15	13	86,67 %	SB
Total		15	62,50		
Persentase Ideal				82,8	SB

Berdasarkan Tabel 13 dapat diketahui bahwa secara keseluruhan respon mahasiswa terhadap *smartphone microscope* memperoleh kualitas Baik (B). Skor ini didasarkan pada perolehan X (62,5) yang terletak pada rentang  $51 < X \leq 63$  yang masuk dalam kategori Baik. Meskipun demikian hasil perhitungan persentase ideal diperoleh 82,8% yang masuk dalam kategori Sangat Baik (SB). Grafik perbandingan aspek-aspek respon mahasiswa terhadap *smartphone microscope* disajikan pada Gambar 14 dibawah ini.



Gambar 14. Respon mahasiswa terhadap *smartphone microscope*

Penelitian ini telah menghasilkan produk berupa mikroskop smartphone dengan model pengembangan ADDIE. Produk ini sebagai wujud inovasi baru dalam dunia pendidikan biologi yang bertujuan memfasilitasi peserta didik baik mahasiswa maupun siswa dalam melakukan pengamatan objek biologi yang bersifat mikroskopis. Adapun produk mikroskop smartphone dapat dilihat pada gambar 15 di bawah ini:



Gambar 15. Produk *Smartphone microscope*

Berdasarkan analisis kebutuhan bahwa peserta didik dalam melakukan pengamatan objek sering terkendala dengan alat peraga yang digunakan tidak dapat praktis dalam penggunaan, seperti: mikroskop yang biasa digunakan peserta didik belum portable dibawa kemanapun dan tidak dapat langsung menghasilkan gambar foto apalagi untuk keperluan praktikum lapangan. Maka dari itu, keberadaan mikroskop smartphone memberikan kemudahan bagi peserta didik dalam melakukan berbagai kegiatan pengamatan dan penelitian biologi. Menurut Arsyad (1997), gambar berupa foto yang dihasilkan oleh sebuah kamera dapat dijadikan pendidik dan peserta didik sebagai media pembelajaran. Adapun kriteria foto tersebut adalah kesesuaian dengan tujuan pembelajaran, kualitas artistik, kejelasan dan ukuran yang memadai, validitas, menarik, benar-benar melukiskan konsep yang disampaikan.

Produk *smartphone microscope* memiliki kualitas yang sangat baik berdasarkan penilaian beberapa reviewer (ahli media, instrumentasi, materi), *peer reviewer*, dan respon mahasiswa. Menurut Warsita (2008), Kualitas diartikan sebagai kesesuaian dengan standar tertentu, kesesuaian dengan kebutuhan tertentu, kesepadanan dengan karakteristik dan kondisi tertentu, keselarasan dengan tuntutan zaman, ketersediaan pada saat yang diperlukan, keterandalan dalam berbagai kondisi, daya tarik yang tinggi dan sebagainya. Inovasi baru *smartphone microscope* menjadi salah satu upaya agar peserta didik dapat belajar secara cepat karena dibantu oleh media pembelajaran yang tepat dan *portable*. Selain itu, adanya media pembelajaran berupa alat peraga *smartphone microscope* dapat memberikan pengalaman belajar yang melibatkan proses mental dan fisik melalui interaksi peserta didik dengan pendidik, dan sumber belajar (Warsita, 2008:202).

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian pengembangan yang telah dilakukan, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penelitian pengembangan ini telah menghasilkan Pengembangan produk *Smartphone Microscope* Sebagai Alternatif Alat Peraga Bagi Mahasiswa Calon Guru Biologi Pada Mata Kuliah Manajemen Teknik Laboratorium dengan menggunakan model *ADDIE*. Tahapan yang dilalui adalah *Analysis, Design, Develop, dan Evaluation* sehingga diperoleh produk akhir *Smartphone Microscope*.
2. Kualitas alat peraga *Smartphone Microscope* berdasarkan penilaian seluruh *reviewer* dan *peer reviewer* memiliki kualitas Sangat Baik (84,87%). Demikian pula hasil respon mahasiswa menunjukkan *Smartphone Microscope* memiliki kualitas Sangat Baik (82,8%). Berdasarkan hasil analisis data tersebut menunjukkan bahwa alat peraga *Smartphone Microscope* layak digunakan sebagai media belajar bagi peserta didik.

#### **B. Saran**

Perlu dikembangkan sebuah alat peraga yang inovatif dan mampu mengakomodir kebutuhan peserta didik dalam belajar kajian biologi lebih mendalam sehingga selanjutnya ketika peserta didik belajar tidak harus menyiapkan banyak buku maupun aplikasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, Azhar. 1997. *Media Pengajaran*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Cece Wijaya & A. Tabrani Rusyan. (1991). *Kemampuan dasar guru dalam proses belajar mengajar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Depdiknas. (2003). *Undang-Undang RI Nomor 20, Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional*.
- Dewi Padmo, Purwanto, dan Ida M Sadjadi. (2004). *Peningkatan Kualitas Belajar melalui Teknologi Pembelajaran*. Jakarta: Pusat Teknologi Komunikasi dan Informasi Pendidikan.
- Dian Noviar & Rizky Agung Sambodo. 2014. *Pengembangan Media Pembelajaran Mobile Learning (m-learning) Berbasis Android untuk Siswa Kelas X SMA/MA*. Jurnal Integrated Lab. Volume 2, No. 02, Hal:85 – 95.
- Djaramah dkk. 2002. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Fatimah, Siti dan Yusuf Mufti. 2014. Pengembangan Media Pembelajaran IPA-Fisika *Smartphone* Berbasis Android Sebagai Penguat Karakter Sains Siswa. *Jurnal Kaunia*. Volume X, Nomor 1, Hal: 59-64.
- Gomes, C. & Moreira, R. G. et al. (2009). *Confirmation of E. coli Internalization in Lettuce Leaves*. Texas Journal of Microscopy Volume 40, Number 1, 2009. pp 9. Diakses pada [http://www.texasmicroscopy.org/Journal/40-1Journal LowRez.pdf](http://www.texasmicroscopy.org/Journal/40-1Journal%20LowRez.pdf).
- Hoban, G. F. (2002). *Teacher learning for educational change a systems thinking approach*. Philadelphia: Open University Press.
- Jones, J. (24 Oktober 2008). Professionalism for science teachers. *Teachers Network*, 2, 1-4.
- McNergney, R. F., & Carrier, C. A. (1981). *Teacher development*. New York: Macmillan Publishing Co, Inc.
- Nana Sudjana. (2010). *Penilaian Hasil dan Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Oktri Mohammad Firdaus. (2013). Efektivitas Penggunaan *SmartPhone* dalam Mendukung Kegiatan Bisnis Pengusaha Muda di Kota Bandung Menggunakan Technology Acceptance Model (TAM). Seminar Nasional IENACO.

- Purbasari, Rohmi Julia, M. Shohibul Kahfi dan Mahmuddin Yunus. *Pengembangan Aplikasi Android Sebagai Media Pembelajaran Matematika pada Materi Dimensi Tiga untuk Siswa SMA Kelas X*. Dalam <http://jurnal-online.um.ac.id/data/artikel/artikel12C484B69ABB15E4060342947D84D09F8.pdf> (Diakses tanggal 19 Nopember 2015 pukul 22.42 WIB).
- Sri Hartati & Agus Harjoko, dkk. (2011), *The Digital Microscope and Its Image Processing Utility*. Jurnal Telkomnika, Vol.9, No.3, December 2011, pp. 565~574. diakses pada <http://telkomnika.ee.uad.ac.id/n9/files/Vol.9No.3Des11/3RP9.3.12.11.11.pdf>
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D)*. Bandung: Alfabeta.
- Sukardjo dan Lis Permana Sari. (2008). *Penilaian Hasil Belajar Kimia*. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Surya, Moh. 1992. *Psikologi Pendidikan*. Bandung: IKIP Bandung.
- Tigh, Richard R. Jahan, dan Chinn, Garrett M. et al. (2016). *A Comparative Study Between Smartphone-Based Microscopy and Conventional Light Microscopy in 1021 Dermatopathology Specimens*. Jurnal Arch Pathol Lab Med, Vol.140 januari 2016.
- Warsita, Bambang. 2008. *Teknologi Pembelajaran; Landasan dan aplikasinya*. Jakarta: Rineka Cipta.
- <http://www.republika.co.id/berita/trendtek/gadget/14/11/02/neeafh-pengguna-smartphone-indonesia-peringkat-kelima-dunia>
- <http://dailysocial.id/post/melihat-posisi-indonesia-berdasarkan-survei-nielsen-tentang-sepuluh-aplikasi-mobile-terfavorit> (Yoshiro, 2016)