

LAPORAN PENELITIAN PEMBINAAN

**PENGEMBANGAN MODUL BIOLOGI BERBASIS TEKNOLOGI *SMARTPHONE*
MICROSCOPE DAN KAWASAN RUMAH PANGAN LESTARI (KRPL) SEBAGAI
UPAYA PENINGKATAN KREATIVITAS SISWA MADRASAH**



Disusun oleh Dosen Peneliti:

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

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT

UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA

2018

DAFTAR ISI

COVER	i
DAFTAR ISI	ii
ABSTRAK	iii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	5
B. Identifikasi Masalah	8
C. Pembatasan Masalah	8
D. Rumusan Masalah	9
E. Tujuan Penelitian	9
F. Manfaat Penelitian	9
G. Spesifikasi Produk yang diharapkan	10
H. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan	10
I. Definisi Istilah	11
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Kajian Teori	12
B. Penelitian yang Relevan	34
C. Kerangka Berpikir	35
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Desain Penelitian	37
B. Prosedur Pengembangan	37
C. Instrumen Penelitian	37
D. Teknik Analisis Data	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	60
DAFTAR PUSTAKA	61

PENGEMBANGAN MODUL BIOLOGI BERBASIS TEKNOLOGI *SMARTPHONE MICROSCOPE* DAN KAWASAN RUMAH PANGAN LESTARI (KRPL) SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN KREATIVITAS SISWA MADRASAH

Dian Noviar¹⁾

**Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
Email: diansigit2009@gmail.com**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan modul biologi berbasis teknologi *smartphone microscope* dan kawasan rumah pangan lestari pada materi pokok struktur dan fungsi jaringan tumbuhan untuk meningkatkan kreativitas IPA biologi siswa kelas VIII Madrasah Tsanawiyah dan mengetahui kualitas produk serta respon siswa terhadap modul IPA biologi. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan *Research and Development* dengan menggunakan model ADDIE. Teknik pengumpulan data menggunakan angket dan observasi. Kualitas modul dinilai reviewer, 5 *peer reviewer*, dan 2 orang guru IPA biologi. Uji coba terbatas dilakukan oleh 15 orang siswa MTs N 9 Bantul. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk modul IPA biologi berbasis teknologi *smartphone microscope* dan konsep kawasan rumah pangan lestari yang dikembangkan dengan model ADDIE termasuk kategori sangat baik berdasarkan hasil penilaian keseluruhan *reviewer*, *peer reviewer*, dan guru IPA biologi yang ditunjukkan dengan persentase keidealan secara berurutan sebesar 98%, 96%, 89%, dan 95%. Selain itu, respon siswa terhadap produk modul IPA biologi termasuk kategori sangat baik dengan persentase sebesar 83,74%.

Kata Kunci : Modul, *Smartphone Microscope*, KRPL

THE DEVELOPMENT BIOLOGY MODULE BASED ON SMARTPHONE MICROSCOPE AND SUSTAINABLE FOOD HOUSE AREA AS ENHANCEMENT OF STUDENTS CREATIVITY OF MADRASAH

Dian Noviar¹⁾

*¹⁾Education of Biology, Faculty of Science and Technology
Islamic State University of Sunan Kalijaga
Email: diansigit2009@gmail.com*

ABSTRACT

This study aims at developing a biology module based on smartphone microscope and sustainable food house area material of structure and function plant tissue for increasing science creativity for class eight students of Madrasah Tsanawiyah and knowing the quality of product and students response to the module of science biology. This research is the Research and Development (R & D) design by using a model of ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation). The technique of collecting data using questionnaires and observation. The quality of module assessed by the reviewer (one media expert and one material expert), 5 peer reviewer, and 2 biology science teachers). Limited trial conducted by researcher to the 15 students of class VIII MTs N 9 Bantul for looking to respons toward module product. The data were analyzed using descriptive analysis of qualitative and quantitative. The results show that product of biology science module based on smartphone microscope and sustainable food house area developed by using the model of ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation) including very good categories based on the results of the overall assessment of reviewer, peer reviewer, and biology science teacher, showed by ideality percentage in sequential order 98%, 96%, 89%, and 95%. While the response of students toward biology science module including very good categories with percentage of 83,74%.

Keywords: Module, smartphone microscope, KRPL

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memberikan dampak yang signifikan dalam dunia pendidikan khususnya pendidikan biologi. Pada dasarnya biologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang keadaan dan sifat makhluk hidup. Biologi termasuk salah satu bidang/ilmu pengetahuan sains, (Campbell dkk, 2010). Sains merupakan karunia paling tinggi bagi manusia, sehingga pengembangan ilmu sains harus mengintegrasikan antara pengetahuan yang Allah berikan dalam bentuk wahyu dan pengetahuan yang Allah sediakan di alam semesta dalam bentuk sunnatullah, (Rochmah dkk (2004) dalam Tjasyono dan Syukur, 2014). Peran pendidikan biologi yang aktivitasnya membelajarkan konten biologi pada siswa seharusnya mampu mengaitkan biologi dan ranah keislaman terlebih pada siswa madrasah. Oleh sebab itu Pembelajaran biologi yang ideal mampu melibatkan seluruh komponen pembelajaran dan interkasinya dengan disiplin ilmu lain. Komponen pembelajaran yang mendukung efektivitas pembelajaran biologi tersebut salah satunya berupa bahan ajar. Dalam pembelajaran biologi siswa tidak hanya memahami konten biologi secara verbal saja melainkan didukung adanya aktivitas yang mengasah kompetensi keterampilan yang bersifat aplikatif dan sikap ilmiah.

Pada hakikatnya pembelajaran biologi berupa aspek produk, proses, dan sikap yang memberikan kesempatan bagi siswa untuk terlibat dalam proses menemukan dan membangun pengetahuannya. Selain itu bersifat transfer ilmu pengetahuan dan keterampilan, pembelajaran biologi juga digunakan untuk menanamkan serta mengembangkan sikap dan nilai-nilai ilmiah seperti kejujuran, kedisiplinan, kecermatan, objektivitas serta cara-cara berpikir yang efektif dan efisien (Widyaningrum, dkk., 2013: 100-101). Adapun tujuan pembelajaran biologi adalah memahami konsep-konsep biologi dan keterkaitannya, mengembangkan kepekaan nalar untuk memecahkan masalah yang berkaitan dengan proses kehidupan dalam kejadian sehari-hari (Depdiknas, 2003: 7). Penjelasan diatas secara tidak langsung menyatakan bahwa dalam pembelajaran biologi siswa diharapkan memahami konsep-konsep biologi yang objek kajiannya cukup luas karena objek kajian satu sama lain saling berkaitan (Saleh, 2015: 8).

Selama ini anggapan siswa terhadap biologi adalah pelajaran yang banyak aktivitas menghafal sehingga siswa kurang tertarik untuk memahami konten biologi seutuhnya. Namun kenyataannya pelajaran biologi tidaklah seperti itu, justru pelajaran biologi memberikan ruang dan kesempatan yang besar bagi siswa untuk bereksplorasi, bereksperimen tentang gejala dan fenomena yang terjadi di alam, dan terampil mengaitkan biologi dengan islam serta implementasinya dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Sudjana (2013), bentuk perubahan hasil belajar berupa: berubah pengetahuan, pemahaman, sikap, dan tingkah laku, keterampilan, kecakapan, kemampuan, daya reaksi, daya penerimaan, dan aspek yang lainnya. Hal inilah yang menjadi permasalahan mendasar dalam membelajarkan biologi tidak hanya sekedar transfer pengetahuan dari guru ke siswa akan tetapi bagaimana selalu melibatkan siswa agar aktif dalam pembelajaran biologi. Menurut Suranto (2015), kegiatan pembelajaran yang melibatkan siswa akan membuat siswa belajar lebih efisien, mandiri dalam belajar, interaksi siswa dengan lingkungan yang memfasilitasi dirinya untuk dapat belajar.

Secara keseluruhan materi biologi memiliki objek kajian cukup luas, menuntut guru untuk menentukan komponen pembelajaran yang tepat dalam mendukung pembelajaran, salah satu komponen yang perlu diperhatikan adalah penggunaan bahan ajar yang sesuai dengan karakteristik materi yang diajarkan. Hal tersebut dapat membantu siswa memahami materi secara mandiri dan siswa dapat mengkonstruksi pengetahuannya dengan menghubungkan materi yang baru diperoleh dengan materi sebelumnya (Asdamawati, 2014: 3). Selama ini bahan ajar yang digunakan siswa belum mampu mendukung siswa memahami materi selayaknya bahan ajar mandiri. Salah satunya bahan ajar berupa buku paket. Desain tampilannya belum merangsang siswa untuk membaca serta isi bacaannya belum mengkonstruksi pengetahuan siswa (Yezita, 2012: 55). Hal ini selaras dengan permasalahan yang dihadapi siswa di sekolah.

Kesulitan yang dihadapi siswa dalam mempelajari biologi salah satunya pada konten materi pokok struktur dan fungsi jaringan tumbuhan. Faktanya berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru dan siswa madrasah aliyah di wilayah kota Yogyakarta pada tahun ajaran 2016/2017 bahwa para siswa masih kesulitan dalam memahami materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan karena ruang lingkup materi yang luas, siswa sulit memfokuskan objek jaringan tumbuhan ketika menggunakan mikroskop, waktu yang tersedia sedikit, dan kurangnya visualisasi yang konkrit oleh guru dalam menyampaikan materi tersebut sehingga siswa dalam

memahami materi masih bersifat abstrak dan pemahaman materi yang tidak holistik. Selain itu, banyaknya istilah ilmiah dalam materi pokok struktur dan fungsi jaringan tumbuhan membuat siswa merasa terbebani dengan konten tersebut, ditambah lagi terbatasnya bahan ajar berupa modul dan media yang digunakan guru hanya sebatas power point biasa tanpa modifikasi yang kompleks.

Keberadaan bahan ajar yang kurang mendukung pengembangan kompetensi siswa, mengharuskan guru biologi mengembangkan bahan ajar yang tepat untuk kepentingan pembelajaran biologi. Hal ini sesuai dengan UU No. 19 tahun 2005 pasal 20, diisyaratkan bahwa guru diharapkan mengembangkan materi pembelajaran, yang kemudian dipertegas melalui Permendiknas (Peraturan Menteri Pendidikan Nasional) No.41 tahun 2007 yaitu guru diharapkan untuk mengembangkan bahan ajar (Depdiknas, 2008:1). Pengembangan bahan ajar tentunya disesuaikan dengan karakteristik materi. Terutama pada materi yang objek kajiannya cukup luas. Adanya permasalahan di atas peneliti berinovasi untuk mengembangkan produk berupa modul biologi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan berbasis teknologi *smartphone microscope* dan KRPL. Pengembangan bahan ajar tentunya dengan bahasa yang mudah dipahami, penyajian yang kreatif dan menarik sehingga siswa berminat untuk mempelajari dengan sungguh-sungguh, memberikan informasi baru, dan tentunya sangat mendukung terhadap tercapainya tujuan pembelajaran, dengan demikian dapat memicu perkembangan kognitif, afektif dan psikomotor siswa (Emda, 2011:151). Keberadaan modul sebagai bahan ajar bagi siswa sangatlah penting untuk mendukung proses pembelajaran biologi, selain itu dapat digunakan siswa sebagai bahan ajar mandiri.

Modul merupakan buku berisi materi tertentu yang ditulis dengan tujuan agar siswa dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru (Depdiknas, 2008:13). Selain itu, Modul juga sebagai suatu unit bahan ajar tersusun secara sistematis yang memuat tujuan pembelajaran atau kompetensi, bahan (konten materi) dan kegiatan untuk mencapai tujuan serta alat evaluasi terhadap pencapaian tujuan pembelajaran (Sukiman, 2012: 132). Pemilihan pengembangan modul sebagai bahan ajar didasarkan pada karakteristik yang dimilikinya yakni berbentuk unit pengajaran kecil dan lengkap, berisi rangkaian kegiatan belajar yang tersusun sistematis, terdapat tujuan belajar yang jelas, sebagai sarana belajar mandiri bagi siswa, (Sudjana, 1989). Adanya modul ini dapat menjadi bekal siswa dalam mengaplikasikan biologi dalam kehidupan sehari-hari sehingga siswa dapat mengenali lingkungannya. Demikian pula

siswa dapat belajar secara mandiri dan proses belajar siswa tidak sekedar menghafal akan tetapi juga memahami sehingga belajar siswa efektif (Jamarah, 2012: 30). Berdasarkan permasalahan di atas peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul **Pengembangan Modul Biologi Berbasis Teknologi *Microscope Smartphone* dan Kawasan Rumah Pangan Lestari (KRPL) sebagai Upaya Peningkatan Kreativitas Siswa Madrasah**

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan permasalahan di atas maka ditemukan beberapa masalah diantaranya:

1. Materi pokok struktur dan fungsi jaringan tumbuhan adalah materi yang sulit dipahami oleh siswa.
2. Penyampaian materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan masih menggunakan model *Direct Instruction*.
3. Alat peraga yang berupa mikroskop cahaya belum sepenuhnya membantu siswa untuk mengamati struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan.
4. Bahan ajar yang digunakan guru dan siswa berupa buku paket IPA Biologi.
5. Ketika praktikum siswa membutuhkan banyak waktu karena siswa kesulitan dalam memfokuskan objek (jaringan tumbuhan) yang diamati dengan menggunakan mikroskop cahaya.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka peneliti membatasi ruang lingkup penelitian agar penelitian tidak meluas sebagai berikut:

1. Subyek penelitian ini adalah 15 siswa kelas VIII MTs Lab UIN Yogyakarta, satu orang guru biologi, satu ahli media, satu ahli materi, dan lima orang *peer reviewer*.
2. Obyek penelitian: Bahan ajar yang dikembangkan berupa modul biologi berbasis Teknologi *Microscope Smartphone* dan Kawasan Rumah Pangan Lestari (KRPL) sebagai bahan ajar untuk siswa kelas VIII SMP/MTs. Materi yang dikembangkan adalah materi pokok struktur dan fungsi jaringan tumbuhan yang tertera pada kompetensi inti dan kompetensi dasar 3.7 Menjelaskan keterkaitan struktur jaringan tumbuhan dan fungsinya, serta berbagai pemanfaatannya dalam teknologi yang terilhami oleh struktur tersebut. KD

3.2 Melakukan pengamatan terhadap struktur jaringan tumbuhan, serta menghasilkan ide teknologi sederhana yang terilhami oleh struktur tersebut.

D. Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah pengembangan modul biologi berbasis *smartphone microscope* dan KRPL pada materi pokok struktur dan fungsi jaringan tumbuhan untuk meningkatkan kreativitas sains siswa kelas VIII Madrasah Tsanawiyah?
2. Bagaimanakah kualitas modul biologi berbasis *smartphone microscope* dan KRPL pada materi pokok struktur dan fungsi jaringan tumbuhan sehingga layak digunakan dalam pembelajaran biologi khususnya pemahaman sains siswa kelas VIII Madrasah Tsanawiyah?
3. Bagaimanakah respon siswa terhadap produk modul biologi berbasis *smartphone microscope* dan KRPL pada materi pokok struktur dan fungsi jaringan tumbuhan yang telah dikembangkan?

E. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengembangan modul biologi berbasis *smartphone microscope* dan KRPL pada materi pokok struktur dan fungsi jaringan tumbuhan untuk meningkatkan kreativitas IPA biologi siswa kelas VIII Madrasah Tsanawiyah.
2. Mengetahui kualitas modul biologi berbasis *smartphone microscope* dan KRPL pada materi pokok struktur dan fungsi jaringan tumbuhan sehingga layak digunakan dalam pembelajaran biologi khususnya pemahaman IPA biologi siswa kelas VIII Madrasah Tsanawiyah.
3. Mengetahui respon siswa terhadap produk modul biologi berbasis *smartphone microscope* dan KRPL pada materi pokok struktur dan fungsi jaringan tumbuhan yang telah dikembangkan?

F. Manfaat Penelitian

1. Bagi siswa; memudahkan dalam memahami materi pokok struktur dan fungsi jaringan tumbuhan, membantu menemukan konsep maupun ide-ide pokok dalam materi dan meningkatkan minat baca siswa.

2. Bagi guru; membantu guru dalam menyampaikan materi pokok struktur dan fungsi jaringan tumbuhan dan menambah ide kreatif guru dalam mengembangkan bahan ajar lainnya.
3. Bagi sekolah; memberikan referensi untuk mengembangkan bahan ajar khususnya modul.
4. Bagi peneliti; menjadi motivasi untuk mengembangkan bahan ajar modul pada materi pokok struktur dan fungsi jaringan tumbuhan dan mengetahui dalam pembuatan bahan ajar modul.

G. Spesifikasi Produk yang diharapkan

Spesifikasi produk yang dikembangkan pada penelitian ini adalah:

1. Jenis produk berupa modul biologi berbasis *smartphone microscope* dan KRPL untuk siswa kelas VII madrasah tsanawiyah.
2. Ruang lingkup materi modul biologi mencakup materi pokok struktur dan fungsi jaringan tumbuhan.
3. Isi modul terdiri dari:
 - a. Kata pengantar; b. Daftar isi; c. Daftar gambar; d. Anatomi modul; e. Petunjuk penggunaan modul; f. Tinjauan kompetensi; g. Pendahuluan; h. Isi memuat materi pokok Struktur dan fungsi jaringan tumbuhan yang dibagi menjadi beberapa kegiatan belajar; i. Evaluasi; j. Kunci jawaban; k. Daftar pustaka; l. Glosarium; m. Profil penulis.
4. Modul merupakan bahan ajar yang berupa media cetak berukuran A4. Kertas yang digunakan untuk *cover* menggunakan ivory 230 gram dan HVS 80 gram untuk bagian isi. Pembuatan *layout* modul menggunakan aplikasi *corel draw X7* dan isi materi diketik menggunakan *microsoft word 2010*.

H. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

1. Asumsi pengembangan
 - a. Modul biologi ini dapat digunakan sebagai bahan ajar mandiri oleh siswa
 - b. Modul biologi ini dapat digunakan oleh guru dalam pembelajaran biologi
 - c. Memberikan stimulasi bagi siswa untuk lebih kreatif dan melatih keterampilan sains siswa dalam pembelajaran biologi
 - d. Siswa lebih mudah memahami materi pokok struktur dan fungsi jaringan tumbuhan secara detail dengan melihat gambar jaringan dari hasil *smartphone microscope*.

- e. Siswa lebih mengenal tentang jenis tanaman pangan di lingkungan sekitar rumah
- 2. Keterbatasan pengembangan
 - a. Modul ini hanya memuat materi pokok struktur dan fungsi jaringan tumbuhan
 - b. Modul ini dikembangkan hanya sampai pada uji coba terbatas pada tahap *development*.

I. Definisi Istilah

1. Penelitian pengembangan adalah suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada, yang dapat dipertanggung jawabkan (Nana, 2015: 164).
2. Bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru/instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Bahan ajar terdiri dari cetak dan non cetak (Depdiknas, 2008: 6).
3. Modul merupakan jenis kesatuan kegiatan belajar yang terencana, dirancang untuk membantu siswa secara individual dalam mencapai tujuan-tujuan belajarnya (Sukiman, 2012: 131).
4. Kawasan Rumah Pangan Lestari adalah suatu konsep pemanfaatan pekarangan rumah yang ramah lingkungan dan dirancang untuk ketahanan dan kemandirian pangan, diversifikasi pangan berbasis sumber daya lokal, konservasi sumberdaya genetik pangan, dan menjaga kelestariannya melalui kebun bibit desa menuju serta peningkatan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat (Agung, 2016).
5. Teknologi *smartphone microscope* adalah suatu teknologi berupa alat yang digunakan untuk mengamati benda-benda berukuran kecil (*micro*) dengan memanfaatkan *smartphone microscope* memanfaatkan kecanggihan kamera *smartphone* yang dipadukan dengan lensa external (Kim, et al., 2014).

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Hakikat Pembelajaran Biologi

Pembelajaran merupakan segala upaya yang dilakukan oleh guru agar terjadi proses belajar pada diri siswa. Kegiatan pembelajaran tidak akan berarti jika tidak menghasilkan kegiatan belajar pada siswanya (Warsita, 2008: 85). Pembelajaran menurut Daryanto (2012: 147) adalah proses interaksi antara guru dan siswa yang menggunakan segala sumber daya yang sesuai dengan perencanaan yang telah dipersiapkan sebelumnya, dalam rangka untuk mencapai tujuan pembelajaran. Agar tercapainya tujuan pembelajaran, maka unsur-unsur atau komponen-komponen yang dapat mendukung kualitas pembelajaran harus sesuai dengan proses pembelajaran maupun karakteristik materi pembelajaran yang diajarkan. (Komara, 2014: 28). Terdapat lima jenis materi pembelajaran, yaitu materi fakta; materi konsep; materi prinsip; materi prosedur dan materi sikap atau nilai. Materi yang mempunyai sifat dari lima jenis materi pembelajaran tersebut salah satunya materi biologi (Komalasari, 2010: 33) Materi biologi yang dipelajari sangat beragam, baik ditinjau dari ukuran (makroskopis, mikroskopis seperti: bakteri, virus), keterjangkauannya (ekosistem kutub, padang pasir tundra dll), keamanannya (bakteri/virus yang bersifat *pathology*), bahasa (penggunaan bahasa Latin dalam nama ilmiah) dan seterusnya (Sudarsiman, 2013: 32). Biologi sendiri mempunyai pengertian yaitu ilmu yang mempelajari tentang berbagai hal kehidupan dan (bagaimana) interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungan sekitar (Enger & Rose, 2002: 11), sedangkan hakikat biologi yaitu mencari tahu dan memahami alam (organisme) secara sistematis dalam kehidupan (Campbell, 2008: 1). Pembelajaran biologi adalah suatu proses kegiatan untuk meningkatkan pengetahuan, ketrampilan, sikap, dan nilai dengan menguasai kumpulan pengetahuan yang berupa fakta, konsep, maupun prinsip dan juga merupakan proses suatu penemuan (Depdiknas, 2003:6).

Sementara tujuan pembelajaran biologi (BSNP, 2006: 167-168) sebagai berikut: a) Membentuk sikap positif terhadap biologi dengan menyadariketeraturan dan keindahan alam serta mengagungkan kebesaranTuhan Yang Maha ESA. b) Memupuk sikap ilmiah

yaitu jujur, objektif, terbuka, ulet, kritis dan dapat bekerjasama dengan orang lain. c) Mengembangkan pengalaman untuk dapat mengajukan dan menguji hipotesis melalui percobaan, serta mengkomunikasikan hasil percobaan secara lisan dan tertulis. d) Mengembangkan kemampuan berpikir analitis, induktif, dan deduktif dengan menggunakan konsep dan prinsip atau hakikat biologi. e) Mengembangkan penguasaan konsep dan hakikat biologi dan saling berkaitannya dengan IPA lainnya serta mengembangkan pengetahuan, keterampilan dan sikap percaya diri. f) Menerapkan konsep dan prinsip atau hakikat biologi untuk menghasilkan karya teknologi sederhana yang berkaitan dengan kebutuhan manusia. g) Meningkatkan kesadaran dan berperan serta menjaga kelestarian lingkungan.

Dari pengertian dan tujuan pembelajaran biologi dapat dinyatakan hakikat pembelajaran biologi terdiri atas produk, proses dan sikap yang menuntut siswa melakukan penemuan dan pemecahan masalah. Pembelajaran biologi tidak hanya menekankan aspek penguasaan ilmu pengetahuan dan keterampilan, selain itu untuk menanamkan serta mengembangkan sikap dan nilai-nilai ilmiah diantaranya kejujuran, kedisiplinan, kecermatan, tanggung jawab, objektivitas, cara-cara berpikir yang efektif dan efisien (Widyaningrum dkk, 2013: 100-101).

2. Modul sebagai Bahan Ajar

Menurut Mulyasa (2009: 231-232). Modul adalah suatu proses pembelajaran mengenai suatu satuan bahasan tertentu yang disusun secara sistematis, operasional, dan terarah untuk digunakan oleh siswa, disertai dengan pedoman penggunaannya untuk para guru. Modul adalah pernyataan satuan pembelajaran dengan tujuan-tujuan, aktivitas belajar yang memungkinkan siswa memperoleh kompetensi-kompetensi yang belum dikuasai dari hasil pretes, dan mengevaluasi kompetensinya untuk mengukur keberhasilan belajar. Karakteristik Modul Pembelajaran adalah: a) *objective model* (desain yang berorientasi tujuan pembelajaran); b) *individual learning* (belajar mandiri); c) *continous progress* (belajar berkelanjutan); d) *self contained* (materi secara modular utuh dan lengkap); e) *cross referencing* (rujuk silang antar modul); f) *self assessment* (belajar mandiri), Suhardi (2012: 38).

Menurut Sukiman (2012: 133-135), modul mempunyai karakteristik, antara lain: a) *Self instructional*. Melalui modul, siswa mampu belajar mandiri dan tidak tergantung pada orang lain. Untuk memenuhi karakter *self instructional*, modul harus: 1) merumuskan

standar kompetensi dan kompetensi dasar dengan jelas. 2) mengemas materi pembelajaran ke dalam unit-unit kecil atau spesifik sehingga memudahkan siswa belajar secara tuntas. 3) menyediakan contoh dan ilustrasi pendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran. 4) menyajikan soal-soal latihan, tugas dan sejenisnya yang memungkinkan siswa memberikan respon dan mengukur penguasanya. 5) kontekstual, yakni materi-materi yang disajikan terkait dengan suasana atau konteks tugas dan lingkungan siswa. 6) menggunakan bahasa yang sederhana dan komunikatif. 7) menyajikan rangkuman materi pembelajaran. 8) menyajikan instrumen penilaian (*assessment*) yang memungkinkan siswa melakukan *self assessment*. 9) menyajikan umpan balik atas penilaian siswa, sehingga siswa mengetahui tingkat penguasaan materi. 10) menyediakan informasi tentang rujukan (referensi) yang mendukung siswa. b) *Self contained*. Seluruh materi pembelajaran dari satu unit standar kompetensi dan kompetensi dasar yang dipelajari terdapat di dalam satu modul secara utuh. c) *Stand alone*. Modul yang dikembangkan tidak tergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan media lain. d) *Adaptive*. Modul hendaknya memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi. e) *User friendly*. Modul juga hendaknya memenuhi kaedah *user friendly* atau mudah digunakan oleh siswa. Setiap instruksi dan informasi yang diberikan bersifat mempermudah siswa.

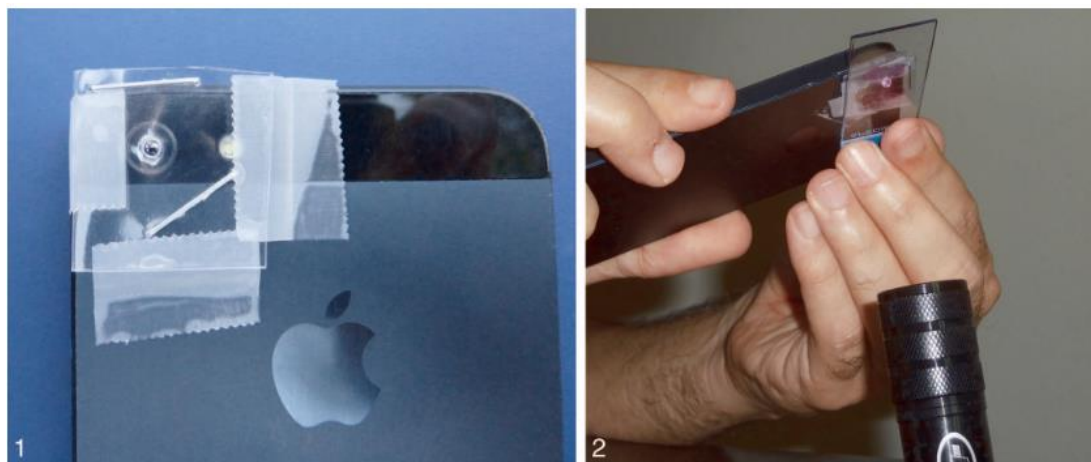
Modul mempunyai beberapa kelebihan antara lain: dapat menjadi pengganti fungsi guru, sehingga penggunanya dapat belajar dengan atau tanpa guru atau fasilitator (Depdiknas, 2008: 20); memiliki tujuan pembelajaran yang lebih jelas; adanya kemampuan akomodasi terhadap perbedaan kecepatan siswa dalam memahami materi (Fitri, dkk., 2014: 53); memperlancar proses pembelajaran, sehingga siswa dapat dengan mudah dan cepat menerima materi pelajaran; membantu mengatasi keterbatasan pengalaman yang dimiliki siswa; membantu menanamkan konsep yang benar mengenai suatu informasi (Wati, 2016: 40-41). Selain kelebihan, modul juga mempunyai beberapa kekurangan antara lain: tampilannya terbatas; memerlukan biaya produksi cukup mahal; hanya berbentuk pola tertentu dan tidak dapat di dengar (Wati, 2016: 41-42).

3. Teknologi *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 *microscope* 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.

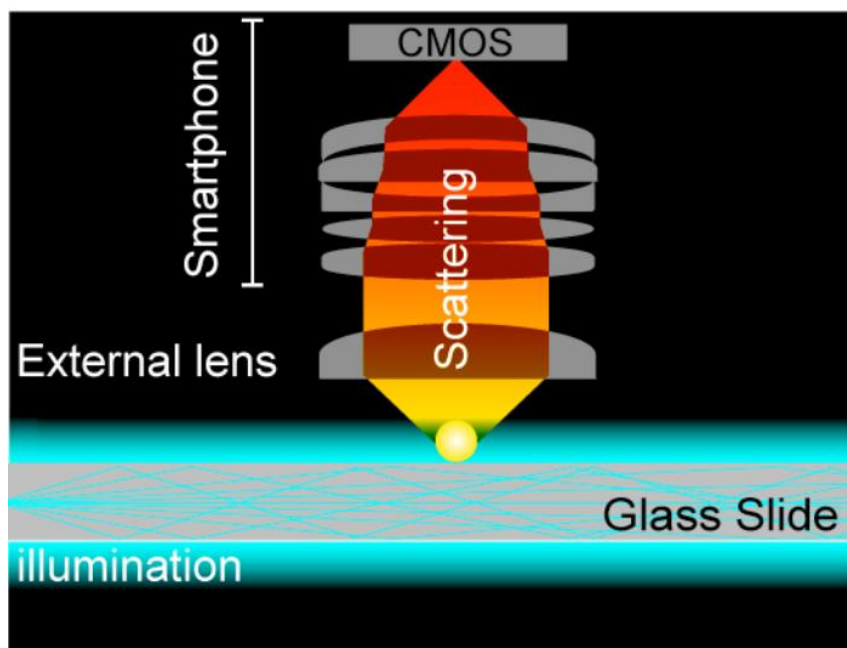
Smartphone microscope sederhana dibuat dengan melekatkan lensa *sapphire ball* ($f = 3 \text{ mm}$) pada kamera *smartphone* menggunakan double tipe. *Smartphone microscope* diletakkan di depan objek benda dengan jarak kurang lebih 3-5 mm. Kamera yang berada di sisi depan lensa *smartphone microscope* bekerja sebagai *scanner* permukaan spesimen (Tigh and Chinn, et al 2016). 3 mm *sapphire ball* lensa bekerja sebagai lensa objektif. yang berfungsi membelokkan berkas cahaya yang masuk ke kamera. Bayangan 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 1 berikut.



Gambar 1. Rancangan *smartphone microscope* (Tigh and Chinn, et al, 2016)

Perbesaran gambar pada *microscop smartphone* dipengaruhi oleh beberapa faktor yang diantaranya adalah 1) panjang fokus lensa objektif, 2) resolusi sensor kamera, dan 3) ukuran layar *microscope smartphone*. 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 2. 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 penggunaanya dalam melakukan pengamatan karena tidak terdiri dari berbagai macam komponen mekanik dan optik yang biasanya membingungkan penggunaanya, 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 di interpretasikan, 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*.

Salah satu alat peraga alternatif yang bisa memanfaatkan teknologi *smartphone* adalah *microscope smartphone*. *Microscope smartphone* merupakan alat peraga alternatif yang memanfaatkan kecanggihan dari *smartphone*, yaitu melalui fitur kamera. Kamera tersebut bisa dikombinasikan dengan serangkaian lensa sederhana bertenaga baterai untuk

digunakan dalam pengamatan objek-objek mikroskopis, seperti sel tumbuhan. Kelebihan *microscope smartphone* jika dibandingkan dengan mikroskop konvensional adalah 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 mikroskop. Harapannya guru dan siswa bisa melakukan pengamatan objek-objek mikroskopis dengan lebih mudah.

Salah satu contoh pemanfaatan lensa pada *smartphone* adalah Banyaknya aksesoris lensa yang hadir untuk kamera *smartphone* kini dapat membantu hasil foto mendapatkan efek unik. Sebut saja lensa *fish eye* yang bisa memberikan efek cembung dan lensa *wide* yang dapat menyulap ruang foto menjadi lebar. Untuk lensa yang satu ini memiliki keunikan sendiri. Berbentuk seperti *tape* isolasi, lensa tersebut bisa menyulap kamera *smartphone* Anda berfungsi menjadi sebuah mikroskop. Lensa yang bermerek Blips ini memang dirancang untuk membuat lensa kamera *smartphone* mampu membidik objek mikroskopik. Produk Blips tersedia dalam dua versi, lensa makro dengan kemampuan *magnification* (pembesaran) sebanyak 10 kali, dan lensa mikro yang mampu menangkap objek mikroskopik dari dekat, (liputan 6.com, 2016).

4. Kawasan Rumah Pangan Lestari

Menurut Agung (2016), konsep pengembangan Kawasan Rumah Pangan Lestari (KRPL) yang pernah diluncurkan Kementan beberapa waktu lalu dengan tujuan untuk meningkatkan ketahanan pangan dan peningkatan pendapatan keluarga tani perlu ditinjau lagi untuk lebih dimasifkan bersamaan dengan upaya penyediaan bawang merah dan cabe di masyarakat. Prinsip dasar KRPL ini adalah pemanfaatan pekarangan yang ramah lingkungan dan dirancang untuk ketahanan dan kemandirian pangan, diversifikasi pangan berbasis sumber daya lokal, konservasi sumberdaya genetik pangan, dan menjaga kelestariannya melalui kebun bibit desa menuju serta peningkatan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat. Prinsip memanfaatkan pekarangan untuk budidaya tanaman yang diperlukam sehari-hari seperti bawang merah dan cabe, kebutuhan kedua komoditas tersebut di tingkat keluarga dapat dijamin, dan tidak perlu kelangkaan menjadi polemik dan diskusi yang berkepanjangan. “Program ini mudah dijalankan, karena tidak perlu lahan yang luas,

cukup pekarangan rumah seadanya saja. Dengan menanam komoditas cabe, bawang merah, tomat atau lainnya di rumah masing-masing, akan sangat membantu di saat harga-harga komoditas tersebut melambung tinggi yang disebabkan banyak hal,” ujar Agung saat mengunjungi stand pameran Gelar Pangan Nusantara, di Rumah Radakng, Pontianak, Kalimantan Barat.

5. Materi Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan

Jaringan merupakan sekelompok sel yang mempunyai asal, struktur, dan fungsi yang sama. Ilmu yang mempelajari tentang jaringan disebut histologi. Sel-sel yang berkumpul tersebut adalah sel-sel tumbuhan maka disebut jaringan tumbuhan (Nugroho, 2010:81). Semua tumbuhan berpembuluh mempunyai jaringan yang berasal dari ujung akar maupun ujung tunas yang kemudian jaringan pada ujung akar akan tumbuh dan berkembang menjadi bagian dari akar, jaringan pada bagian ujung tunas akan tumbuh menjadi batang dan daun. Kumpulan dari jaringan-jaringan yang dibentuk pada awal pertumbuhan disebut dengan struktur primer. Beberapa jenis tumbuhan menunjukkan adanya pertumbuhan sekunder yang merupakan hasil penambahan diameter akar maupun batang pada pertumbuhan primer. Dengan demikian jaringan dapat diklasifikasikan menjadi jaringan meristem dan jaringan permanen (Harminto, 2014).

a. Jaringan Meristem

Tidak seperti pada hewan, tumbuhan memiliki daerah yang tetap mengalami fase pembelahan yaitu jaringan meristem. Jaringan meristem adalah jaringan yang sel-selnya masih aktif membelah. Bentuk sel Meristem bulat, bulat telur, poligonal, selnya berdinding tipis, sitoplasma luas, inti sel besar, dan vakuola kecil tetapi jumlahnya banyak (Bresnick, 2003). Biasanya tidak ditemukan adanya ruang antar sel di antara sel-sel meristem dan vakuola sangat kecil atau mungkin tidak ada (Stern, 2006).

Jaringan Meristem dikelompokkan dalam beberapa kriteria yaitu berdasarkan posisi dalam tubuh tumbuhan dan berdasarkan asal-usulnya. Menurut Nugroho (2010: 82) berdasarkan posisinya dalam tubuh tumbuhan, Meristem dibedakan menjadi:

- 1) Meristem Apikal, terdapat diujung pucuk utama dan pucuk lateral serta ujung akar.
- 2) Meristem Interkalar, terdapat diantara jaringan dewasa, contohnya meristem pada pangkal ruas tumbuhan anggota suku rumput – rumputan.

- 3) Meristem Lateral, terletak sejajar dengan permukaan organ tempat ditemukannya, contohnya kambium dan kambium gabus.



Gambar 3. Meristem Apikal pada pinus
Sumber: Majd, 2014

Berdasarkan asal-usulnya, meristem dikelompokkan menjadi:

- 1) Meristem Primer, apabila sel-selnya berkembang langsung dari sel-sel embrionik (Meristem apikal)
- 2) Meristem Sekunder, apabila sel-selnya berkembang dari jaringan dewasa yang sudah mengalami deferensiasi.

b. Jaringan Dewasa

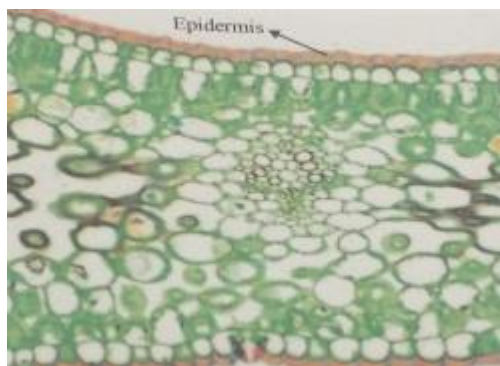
Jaringan yang terbentuk dari jaringan yang bersifat non-meristematik yaitu tidak tumbuh dan berkembang lagi. Jaringan ini berasal dari pembelahan sel-sel Meristem primer dan sel-sel Meristem sekunder, yang telah mengalami deferensiasi atau mengalami perubahan bentuk sehingga memiliki fungsi tertentu (Harminto, 2014). Jaringan dewasa dibedakan menjadi jaringan primer dan sekunder. Jaringan primer adalah jaringan yang dibentuk oleh sel-sel yang berasal dari meristem primer, sedangkan jaringan sekunder adalah jaringan yang dibentuk oleh sel-sel berasal dari meristem primer (Bresnick, 2003).

Tumbuhan tingkat tinggi memiliki tiga organ pokok berupa akar, batang dan daun. Dari ketiga organ pokok tersebut terdapat jaringan dewasa yang mempunyai fungsi sendiri. Jaringan penyusun organ tumbuhan tingkat tinggi antara lain:

- 1) Jaringan epidermis (Pelindung)

Jaringan yang letaknya paling luar, menutupi permukaan tubuh tumbuhan. Bentuk jaringan epidermis bermacam-macam. Pada tumbuhan yang sudah mengalami pertumbuhan sekunder, akar dan batangnya sudah tidak lagi memiliki jaringan epidermis. Fungsi jaringan epidermis untuk melindungi jaringan di sebelah dalamnya. sel-sel epidermis dapat berkembang menjadi alat tambahan atau derivat epidermis. misalnya stoma, trikoma, sel kipas (Reven, 2005). Jaringan epidermis juga berfungsi menengahi sebagian besar interaksi antara tumbuhan itu sendiri dengan lingkungannya (Stern, 2006).

Jaringan epidermis biasanya terdiri dari selapis sel yang tersusun rapat tanpa adanya ruang antar sel. Pada beberapa jenis tumbuhan rapat tanpa adanya ruang antar sel. Hal ini disebabkan karena sel-sel protoderm membelah berkali-kali secara periklinal (sejajar permukaan) sehingga epidermis menjadi berlapis banyak (Nugroho, 2010).



Gambar 4. Jaringan epidermis pada penampang daun jeruk lily

Sumber: Bidlack, 2006

2) Jaringan Dasar

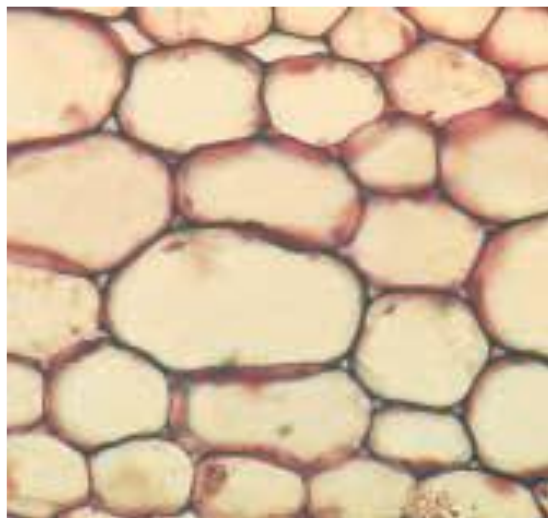
Sistem jaringan dasar adalah bagian terbesar dari semua tumbuhan muda, yang menempati ruangan antara system jaringan pelindung dan system jaringan pembuluh (Campbell, 2003). Jaringan dasar pada tumbuhan vaskuler bertanggung jawab untuk menyimpan karbohidrat yang dihasilkan oleh tumbuhan. Jaringan dasar terdiri dari parenkim, kolenkim dan sklerenkim.

a) Jaringan parenkim

Parenkim merupakan bagian utama sistem jaringan dasar dan terdapat pada berbagai organ. Jaringan parenkim dijumpai pada kulit batang, kulit akar, daging, daun, daging buah dan endosperm. Bentuk sel parenkim bermacam - macam. Sel parenkim yang mengandung

klorofil disebut klorenkim, yang mengandung rongga-rongga udara disebut parenkim. Penyimpanan cadangan makanan dan air oleh tubuh tumbuhan dilakukan oleh jaringan parenkim.

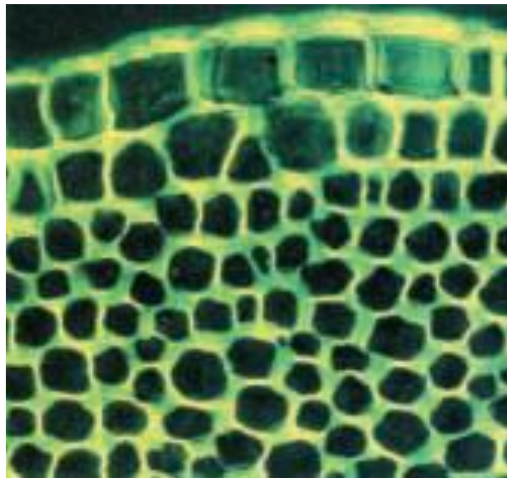
Parenkim biasanya berupa jaringan yang selnya tidak banyak menunjukkan spesialisasi dan dapat terlibat dalam berbagai fungsi fisiologi tumbuhan. Karena merupakan sel hidup, parenkim masih dapat membelah meskipun telah dewasa (Hidayat, 1995). Jaringan parenkim melakukan sebagian besar fungsi metabolik tumbuhan, mensintesis, dan menyimpan berbagai bahan organik (Campbell, 2003).



Gambar 5. jaringan parenkim pada tumbuhan
Sumber: Reven *et al*, 2005

b) Jaringan Kolenkim

Jaringan kolenkim memiliki peran penting sebagai jaringan penguat terutama pada organ-organ tumbuhan yang masih aktif melakukan pertumbuhan dan perkembangan. Kolenkim terbentuk oleh sejumlah sel memanjang yang menyerupai sel prokambium dan berkembang dalam stadium awal promeristem (Hidayat, 1995).



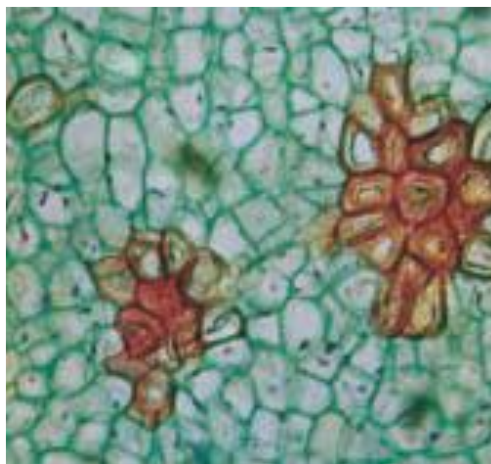
Gambar6. Jaringan kolenkim pada tumbuhan

Sumber: Reven *et all*, 2005

Jaringan kolenkim terdiri dari senyawa selulosa merupakan jaringan penguat pada organ tubuh muda atau bagian tubuh tumbuhan yang lunak yang tersusun sel-sel dengan penebalan dari selulose, hemiselulose, dan pectin. penebalan dinding selnya dimulai dari sudut-sudut sel yang kemudian berkembang kearah tertentu (Harminto, 2014).

c) Jaringan Sklerenkim

Jaringan sklerenkim merupakan jaringan penyokong yang dijumpai pada organ tumbuhan yang tidak lagi mengalami pertumbuhan atau tumbuhan dewasa. Fungsi utama jaringan sklerenkim adalah sebagai unsur penyokong pada tumbuhan namun dengan dinding sekunder tebal yang umumnya diperkuat oleh lignin, jaringan sklerenkim lebih kaku dari pada jaringan kolenkim (Campbell, 2003).



Gambar7. Jaringan sklerenkim pada tumbuhan

Sumber: Reven *et all*, 2005

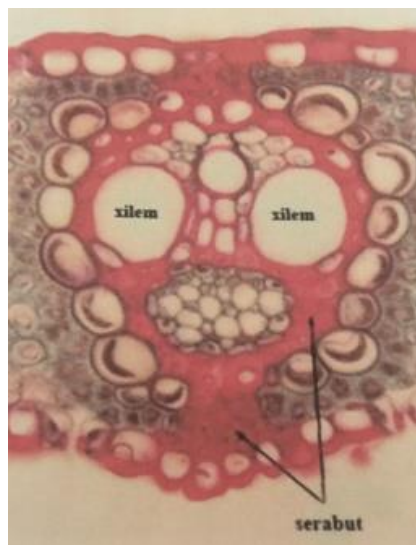
Jaringan sklerenkim mengandung senyawa lignin, sehingga sel-selnya menjadi kuat dan keras. Sklerenkim terdiri dari dua macam yaitu serabut/serat dan sklereid atau sel batu. Serabut sklenkim yang tersusun atas sel-sel sklenkim yang panjang, dapat berupa sel tunggal diantar ajaringan dasar dan dapat pula merupakan sedang berkas pengangkut (Bidlack, 2011).

d) Jaringan vaskuler (pengangkut)

Jaringan pengangkut pada tumbuhan tingkat tinggi terdiri Xilem dan Floem. Xilem meliputi trakea dan trakeida serta unsur-unsur lain seperti serabut dan parenkim xilem, khususnya trakea dan trakeida berfungsi mengangkut mineral dan air dari akar sampai daun, sedangkan floem berfungsi mengangkut hasil fotosintesis dari daun kebagian organ yang lain, yaitu batang, akar, atau umbi.

1) Xilem

Xilem merupakan suatu jaringan pengangkut yang kompleks terdiri dari berbagai macam bentuk sel. Xilem memiliki lobang halus pada bagian sisi dindingnya dan pada daerah yang melintang terdapat poros akar, batang dinding itu bercelah atau berlobang lebar dan besar (Yatim, 1996 : 107). Unsur-unsur xilem terdiri dari unsur trakeal, serat xilem dan parenkim xilem (Hidayat, 1995:76).

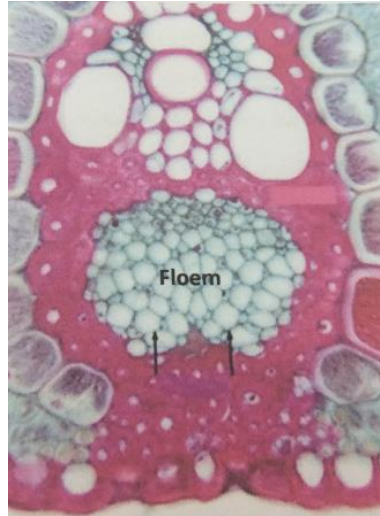


Gambar 8. Xilem pada penampang melintangdaun tebu

Sumber: Mauseth, 2001

2) Floem

Floem adalah jaringan pengangkut hasil asimilasi pada tumbuhan vaskuler. Floem tersusun atas beberapa macam sel dengan fungsi yang berbeda sehingga merupakan jaringan yang kompleks. Penyusun floem disebut tapis yang terdiri sel-sel parenkim, serabut – serabut dan sklereida – sklereida (Utami dkk, 2008).



Gambar 9. Floem pada penampang melintang daun rumput
Sumber: Mauseth, 2001

a. Organ Tumbuhan

1) Akar

Berdasarkan asalnya, akar tumbuhan dibagi dalam dua kategori, yaitu akar primer dan akar liar. Akar primer (akar normal) yaitu akar yang tumbuh sejak tumbuhan masih berupa embrio dan biasanya ada selama tumbuhan itu hidup. Akar liar yaitu akar yang muncul dari batang, daun, dan jaringan lain yang mungkin secara permanen atau hanya temporer (Nugroho dkk, 2010: 111).

a) Struktur Akar

Akar merupakan bagian penting bagi tumbuhan untuk dapat mempertahankan hidupnya. Akar memiliki tugas untuk memperkuat berdirinya tumbuhan, menyerap air dan unsur hara yang terlarut di dalamnya dari dalam tanah, serta terkadang sebagai tempat untuk menyimpan makanan. Saat biji berkecambah, akar lembaga atau calon akar memperlihatkan system perakaran yang berbeda antara tumbuhan dikotil dan monokotil. Akar pada tumbuhan dikotil merupakan akar

tunggang. Sedangkan akar pada tumbuhan monokotil merupakan akar serabut (Aryulina dkk, 2006).

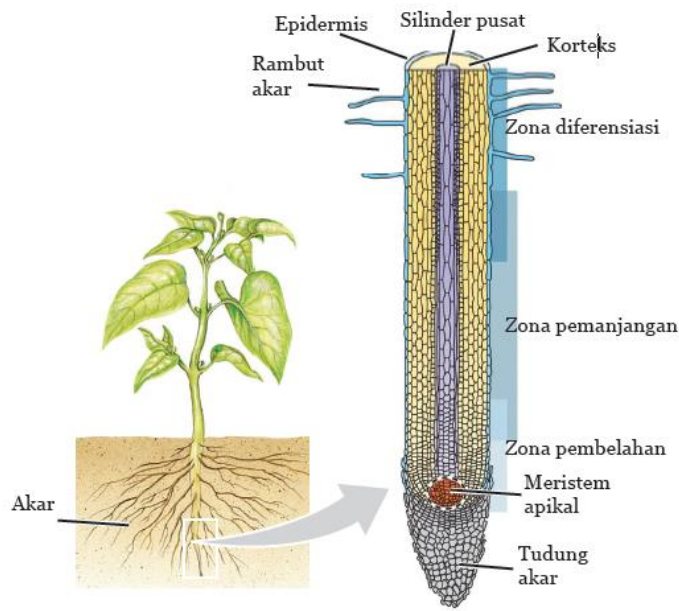
Akar pada tumbuhan tumbuh ke arah pusat bumi (geotrop) atau menuju air (hidrotrop). Badan akar tidak memiliki buku (node) dan ruas (internode) sehingga tidak mendukung daun atau bagian lain untuk tumbuh. Warna akar tidak hijau, melainkan dengan pola warna putih hingga kekuningan. Pertumbuhan ujung akar lebih lambat dibandingkan dengan batang tumbuhan. Ujung akar berbentuk runcing sehingga mudah menembus tanah baik secara mekanik maupun kimiawi (Nugroho dkk, 2006).

b) Jaringan Akar

Akar disusun oleh beberapa jaringan dengan fungsinya masing-masing, yaitu sebagai berikut:

(1) Jaringan epidermis

Epidermis akar merupakan selapis sel berdinding tipis, berkutikula, dan tersusun rapat pada akar. Sebagian besar sel epidermis membentuk rambut akar dengan pemanjangan ke arah lateral dan dinding luarnya. Rambut-rambut akar berfungsi untuk memperluas permukaan sel sehingga penyerapan lebih efisien. Rambut akar terdiri dari satu sel yang memanjang. Epidermis biasanya dijumpai saat akar masih muda. Apabila akar sudah dewasa, epidermisnya telah mengalami kerusakan dan fungsinya digantikan oleh lapisan terluar dari korteks yang disebut eksodermis (Mulyani, 2006)



Gambar 10. Penampang membujur akar

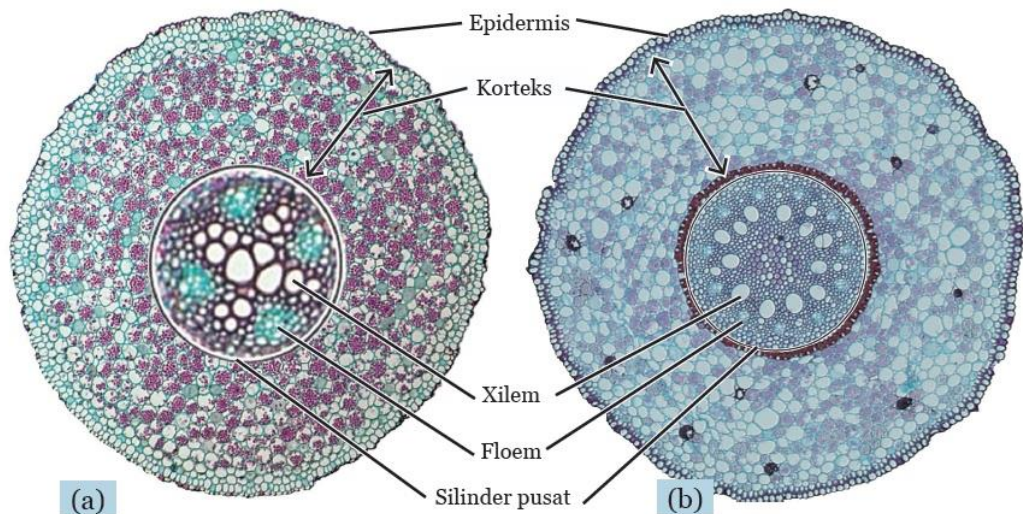
Sumber: Campbel *et al*, 2008

(a) Korteks

Korteks akar pada umumnya tersusun dari sel-sel parenkim yang kadangkadang mengandung karbohidrat dan kadang juga mengandung kristal. Lapisan sklerenkim umum dijumpai pada bagian korteks akar tumbuhan monokotil dibandingkan pada akar tumbuhan dikotil. Kolenkim sangat jarang dijumpai pada bagian korteks pada akar. Lapisan terluar dari korteks kadang berdeferensiasi menjadi lapisan eksodermis yang dinding sel-selnya mengalami penebalan dengan zat suberin, sedangkan lapisan terdalam dari korteks biasanya berdeferensiasi menjadi endodermis (Nugroho dkk. 2006).

(b) Endodermis

Lapisan terdalam dari korteks akar terdiferensiasi menjadi endoderinis. Endodermis terdiri dari selapis sel. Endodermis yang muda dijumpai adanya penebalan dinding suberin yang berbentuk pita, mengelilingi dinding sel, disebut pita Caspary. akar yang tidak mengalami pertumbuhan menebal sekunder, lamela suberin biasanya terbentuk diseluruh dinding bagian dalam endodermis. Penebalan lignin terjadi pada dinding tangensial dan radial bagian dalam. Penebalan dinding biasanya dimulai dari bagian sel yang berdekatan dengan floem. Penebalan dinding endodermis ini mula-mula sebagai titik disebut titik Caspary, kemudian menjadi bentuk pita akhirnya berbentuk seperti huruf U.



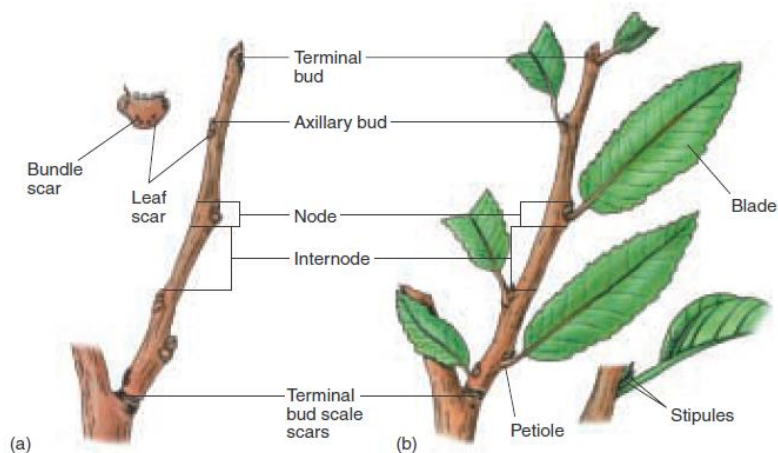
Gambar 11. Penampang Melintang Akar, (a)Akar tumbuhan dikotil, (b) Akar tumbuhan monokotil. Sumber: Campbel *et all*,2008

(c) Tudung akar

Tudung akar terdapat pada ujung akar, berfungsi melindungi meristem akar dari kerusakan dan membantu penetrasi akar ke dalam tanah. Sel-sel tudung akar sering berisi amilum. Sel-sel ini tidak mempunyai susunan yang khusus atau tersusun dalam deret random. Sel tersebut adalah kolumela. Tudung akar mengatur geotropi akar.

2) Batang

Batang merupakan bagian tubuh tumbuhan yang amat penting, dan mengingat tempat serta kedudukan batang bagi tubuh tumbuhan. Batang dapat disamakan dengan sumbu tubuh tumbuhan. Menurut sifatnya terdapat bermacam-macam batang dari yang lunak seperti spons atau bertangkai getas pada tumbuhan air sampai kepada batang pohon yang menjulang tinggi.



Gambar 12. Organ batang (a) di musim dingin, (b) di musim panas
Sumber: Reven *et al*, 2005

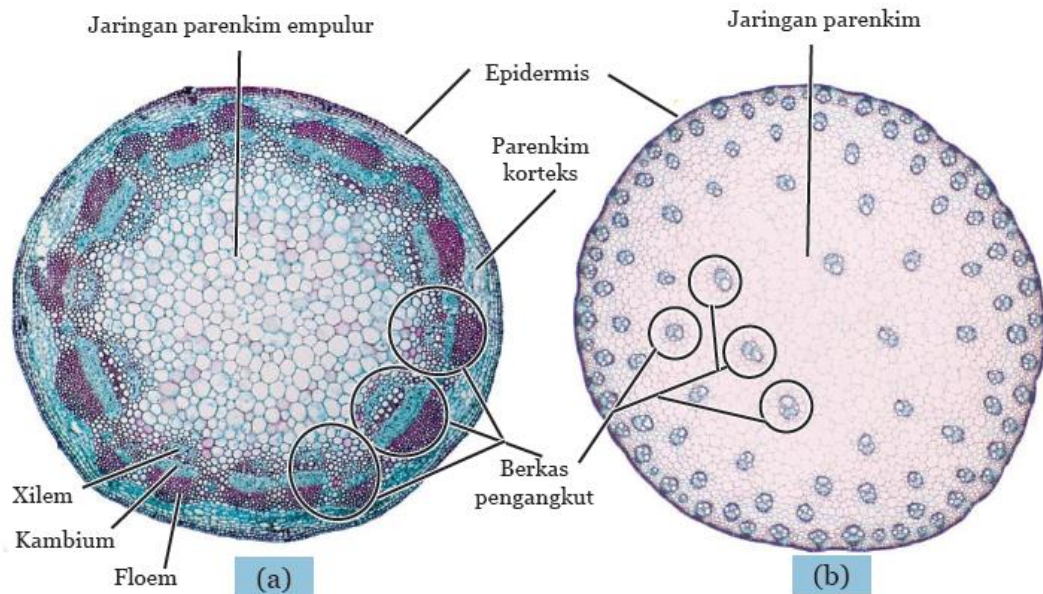
Secara umum batang dan akar mempunyai struktur yang relatif sama, keduanya memiliki stele dengan xilem dan floem, perisikel, endodermis, korteks, dan epidermis. Terdapat tiga bagian pokok yang berkembang dari jaringan protoderm, prokambium, dan Meristem dasar yaitu epidermis, korteks dan stele. Ketiga bagian tersebut akan tampak jelas pada tumbuhan dikotil, sedangkan pada tumbuhan monokotil batas antara korteks dan stele kurang jelas (Mulyani, 2006). Struktur anatomi batang dari luar ke dalam meliputi :

a) Epidermis

Epidermis merupakan lapisan sel yang terletak di bagian terluar, sering dilindungi oleh kutikula. Sel-selnya bersifat hidup. Pada batang muda, sel-sel epidermis berisi kloroplas, dan pada lapisan ini dapat berlangsung fotosintesis, pada lapisan ini juga terdapat sel-sel stomata yang juga berkloroplas (Suradinata, 1998).

b) Korteks

Korteks tersusun oleh sel-sel parenkim yang berisi kloroplas. Bagian terluar korteks sering tersusun oleh kolenkim dan bersifat hidup, berfungsi melindungi bagian-bagian lunak yang masih tumbuh. Pada korteks juga sering dijumpai adanya sklerenkim. Kolenkim tidak selalu dijumpai pada korteks tumbuhan, beberapa tumbuhan terdapat jaringan sklerenkim. Sel-sel korteks mungkin mengandung zat tepung, kristal, atau senyawa lain. Idioblas, seperti sklereida terdapat pula dalam sel-sel parenkim korteks. Batang yang muda, misalnya pada *Phaseolus*, sel-sel di bagian terdalam korteks banyak mengandung zat tepung. Lapisan ini kemudian disebut sarung tepung. Beberapa batang setelah mengalami etiolasi, sarung tepung ini kemungkinan mengalami diferensiasi menjadi endodermis dan pita Caspary.



Gambar 13. Penampang Melintang Batang, (a) Batang tumbuhan dikotil, (b) Batang tumbuhan monokotil. Sumber: Campbell *et al*, 2008

c) Stele / Silinder Pusat

Stele adalah bagian batang yang ada di sebelah dalam korteks, atau disebut silinder pusat. Terdiri atas berkas-berkas pengangkut, empulur, prokambium dan jari-jari empulur (bila ada). Jaringan pengangkut mempunyai struktur dan ukuran yang bervariasi, letak xilem dan floem bervariasi. Empulur merupakan bagian terdalam dari

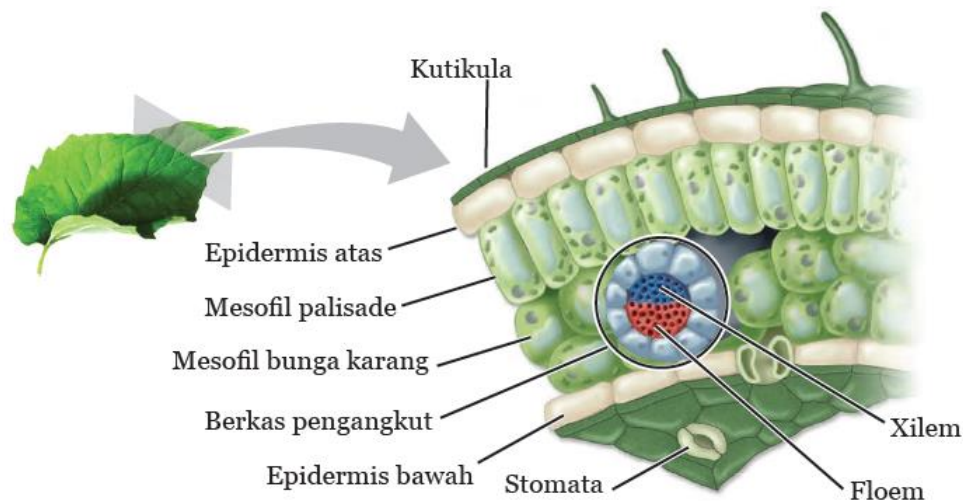
stele, terdiri atas sel-sel parenkimatis, seperti halnya sel-sel korteks, sel-sel empulur mungkin mengandung kristal, sel minyak dan lain sebagainya.

Perikambium adalah jaringan yang melingkupi jaringan vaskular, disebut juga perisikel. Perikambium berbatasan dengan korteks apabila pada batang tidak dijumpai endodermis.

3) Daun

Daun merupakan tempat berlangsungnya fotosintesis, dapat berlangsung fotosintesis karena memiliki jaringan parenkim yang mengandung kloroplas, klorofil, epidermis, dan berkas pengangkut. Menurut Harminto daun tumbuh dari buku (nodus) batang. Satu nodus dapat terdiri dari satu atau lebih dari satu daun. Daun dikotil biasanya terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian helaian daun (*lamina*) dan bagian tangkai daun (*petiole*). Daun monokotil pada umumnya tegak sehingga kedua permukaannya mendapat sinar matahari. Struktur eksternal dan internal daun berkaitan dengan peranannya dalam fotosintesis dan transpirasi.

Secara morfologi dan anatomi, daun merupakan organ tumbuhan yang paling bervariasi menurut bentuk dan ukuran. Fungsi utama daun ialah menjalankan sintesis senyawa - senyawa organik dengan menggunakan cahaya sebagai sumber energi. (Fahn, 1991). Untuk mempelajari mengamati irisan melintangnya, berupa kutikula, jaringan epidermis, mesofil dan berkas pengangkut sebagai berikut:



Gambar 14. Penampang melintang daun

Sumber: Reven *et al*, 2010

a) Kutikula

Kutikula yang terletak di sebelah luar lapisan epidermis terdiri dari dua lapisan yaitu lapisan paling luar yang hanya terdiri dari lapisan kutin (kutikula sejati) dan lapisan dalam (lapisan kutikular) yang mengandung kutin serta bahan dinding sel lainnya. Lapisan paling luar dari daun ini difungsikan untuk menjaga kelembaban daun sebab lapisan kutikula dapat mengontrol penguapan sehingga meminimalkan kehilangan air (Fahn, 1991). Selain menjaga kelembaban, kutikula juga berfungsi menjadi pertahanan awal terhadap masuknya benda asing termasuk bahan pencemar dari perairan ke dalam daun (Suparjana & Yani, 2011).

b) Jaringan Epidermis

Epidermis merupakan jaringan pelindung bagi tumbuhan. Sel epidermis berbentuk tubular dengan susunan rapat tanpa ruang interseluler. Permukaan daun yang menghadap ke atas dikenal dengan epidermis atas (sisi adaksial) dan permukaan yang lain dikenal dengan epidermis bawah (sisi abaksial). Jaringan ini berfungsi melindungi jaringan dari lingkungan luar, berperan dalam pengaturan pertukaran gas pada daun dan bagian permukaan luarnya dilapisi oleh kutikula (Nurul, 2013).

Epidermis mempunyai derivat antara lain: trikoma, stomata, dan sel kipas. Menurut Mulyani (2006), trikoma mempunyai peranan yang sangat penting dalam taksonomi tumbuhan karena familia tertentu dapat dikenal dengan mudah dari macam trikomanya. Trikoma berasal dari sel-sel epidermis yang bentuk, susunan serta fungsinya bervariasi. Terdapat dua macam trikoma pada daun yaitu trikoma kelenjar dan trikoma nonkelenjar. Masing-masing trikoma mempunyai fungsi yang berbeda, trikoma non-kelenjar antara lain berfungsi sebagai penghalang masuknya patogen melalui stomata, sedangkan trikoma kelenjar berfungsi mengeluarkan metabolit sekunder.

Kesinambungan epidermis terputus-putus oleh lubang yang ukurannya sangat kecil. Lubang-lubang tersebut adalah porus yang dibatasi oleh dua sel penutup. Sel penutup bersama-sama dengan lubang diantaranya membentuk stomata. (Suparjana & Yani, 2011). Kerapatan stomata tiap-tiap tumbuhan beragam untuk membedakan jenis-jenis tanaman dalam satu marga. Beberapa tanaman beradaptasi

terhadap cekaman kekeringan dengan cara mengurangi ukuran stomata dan jumlah stomata (Sundari & Atmaja, 2011). Proses kehilangan air juga dapat dilakukan dengan penutupan stomata, penggulungan daun dan penurunan potensial air daun (Adisyahputra *et all.*, 2011).

c) Mesofil

Mesofil adalah bagian utama helaian daun. Jaringan parenkim yang menyusun mesofil dapat dibedakan menjadi dua lapis yaitu jaringan tiang (palisade) di bagian atas daun dan jaringan bunga karang (spons) di bawahnya. Sebagian besar fotosintesis terjadi di mesofil, yaitu terletak diantara dua lapisan epidermis yang banyak mengandung kloroplas dan ruang antar sel (Fahn, 1991). Ketebalan mesofil ditentukan oleh faktor genetik sehingga terdapat perbedaan pada setiap kultivarnya. Perubahan ketebalan pada mesofil akan sangat berpengaruh pada ketebalan daun (Rofiah, 2010)

d) Berkas pengangkut

Berkas pengangkut pada daun membentuk bangunan kompleks yang disebut tulang. Tumbuhan dikotil mempunyai satu ibu daun tulang daun cabang-cabang yang membentuk jala, sedangkan pada tumbuhan monokotil tulang daun berderat sejajar sumbu daun dan dihubungkan oleh berkas-berkas pengangkut kecil. Fungsi tulang daun sangat penting karena mengangkut air serta zat hara dari tanah dan menyebarkan fotosintesis kebagian tubuh yang lain sehingga struktur jaringan pengangkut ini harus dapat mencapai semua sel mesofil masuk ke floem tulang daun yang kecil (Nugroho dkk, 2010). Dalam berkas pengangkut, xilem selalu berada di sebelah atas floem karena tulang daun merupakan kelanjutan dari tangkai daun yang berasal dari batang. Dalam hal ini xilem disebelah dalam dan floem di luar. Susunan xilem seperti pada batang, terutama di ibu tulang daun terdiri dari trakea, trakeid, serabut dan parenkim. Semakin kecil berkas pengangkut semakin sederhana susunannya. Floem juga terdiri dari pembuluh tapis sel pengiring, dan parenkim floem kecuali pada Pteridophyta dan Gymnospermae floem tanpa sel pengiring.

B. Penelitian yang Relevan

Adapun penelitian yang relevan dilakukan beberapa peneliti di antaranya:

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 divariasi 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.

C. Kerangka Berpikir

Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan berkembang sangat pesat saat ini, tidak dipungkiri dampaknya juga dapat terlihat pada bidang pendidikan khususnya dalam pembelajaran biologi. Kontribusi teknologi dan informasi dalam pembelajaran biologi sangat terasa manfaatnya. Kesulitan yang dihadapi siswa dalam mempelajari biologi salah satunya pada konten materi pokok struktur dan fungsi jaringan tumbuhan. Faktanya berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru dan siswa madrasah aliyah di wilayah kota Yogyakarta pada tahun ajaran 2016/2017 bahwa para siswa masih kesulitan dalam memahami materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan karena ruang lingkup materi yang luas, siswa sulit memfokuskan objek jaringan tumbuhan ketika menggunakan mikroskop, waktu yang tersedia sedikit, dan kurangnya visualisasi yang konkrit oleh guru dalam menyampaikan materi tersebut sehingga siswa dalam memahami materi masih bersifat abstrak dan pemahaman materi yang tidak holistik. Selain itu, banyaknya istilah ilmiah dalam materi pokok struktur dan fungsi jaringan tumbuhan membuat siswa merasa terbebani dengan konten tersebut, ditambah lagi terbatasnya bahan ajar berupa modul dan media yang digunakan guru hanya sebatas power point biasa tanpa modifikasi

yang kompleks. Maka dari itu, peneliti berinovasi mengembangkan produk berupa modul biologi berbasis teknologi *smartphone microscope* dan kawasan rumah pangan lestari sebagai upaya meningkatkan kreativitas siswa madrasah. Modul IPA biologi ini menyajikan konsep yang merangsang siswa untuk memanfaatkan tumbuhan pangan yang ada di lingkungan pekarangan rumah untuk dijadikan objek pengamatan tentang struktur dan fungsi jaringannya dengan menggunakan suatu alat untuk mengamati benda-benda berukuran kecil (*micro*) dengan *smartphone microscope* memanfaatkan kecanggihan kamera *smartphone* yang dipadukan dengan lensa external. Pengembangan produk modul IPA biologi ini termasuk pada penelitian R&D dengan desain pengembangan menggunakan model ADDIE. Instrumen yang digunakan dalam pengembangan produk berupa angket *checklist* untuk *reviewer*, *peer reviewer*, guru IPA biologi, dan respon siswa kelas VIII. Data yang diperoleh akan dianalisis secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Desain 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. Produk yang dihasilkan adalah berupa modul struktur dan fungsi jaringan tumbuhan berbasis mikroskop smartphone dan KRPL. 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 massal. Dengan demikian, akan dihasilkan produk modul yang dapat meningkatkan kreativitas siswa madrasah tsanawiyah.

B. Prosedur Pengembangan

Prosedur dalam penelitian ini menerapkan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Adapun langkah-langkah penyusunan prosedur ADDIE sebagai berikut: a) Tahap analisis (*Analysis*) meliputi: analisis kompetensi, analisis materi, analisis karakteristik mahasiswa, dan analisis instruksional. b) Tahap perencanaan (*Design*) meliputi: penyusunan kerangka struktur (*outline*), penentuan sistematika, dan perancangan alat evaluasi. c) Tahap pengembangan dan produksi (*Development and Production*) meliputi: pra penulisan, penulisan draf, penyuntingan, dan revisi. d) Tahap implementasi (*Implementation*) dilakukan dengan ujicoba untuk memperoleh masukan dari pihak-pihak yang berkepentingan seperti guru dan siswa. e) Tahap evaluasi (*Evaluation*) dilakukan untuk mengetahui keefektifan dalam mencapai tujuan atau kompetensi yang telah ditentukan.

C. Instrumen Penelitian

Adapun instrumen yang digunakan adalah lembar angket berbentuk *check list* yang digunakan untuk mendapatkan penilaian dari *reviewer* yang meliputi *peer reviewer*, guru, dan respon siswa. Teknik analisis data uji kualitas produk bertujuan untuk mengetahui kualitas modul struktur dan fungsi jaringan tumbuhan berbasis mikroskop smartphone dan

KRPL berdasarkan tanggapan dari kelompok *reviewer* (1 orang ahli materi dan 1 orang ahli media), 5 orang teman sejawat (*peer-reviewer*), 2 orang guru IPA Biologi, dan 15 orang siswa madrasah kelas VIII.

D. Teknik Analisis Data

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: Data yang diperoleh dari *reviewer*, *peer reviewer*, dosen pendidikan biologi dan mahasiswa 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

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

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.	$\bar{X} = M_i + 1,8SB_i$	Sangat Baik
2.	$M_i + 0,06 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 1,8SB_i$	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

Semua data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif & kualitatif dengan rumus distribusi frekuensi relatif yaitu:

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

P = Angka persentase

f = Frekuensi yang sedang dicari persentasenya

N = Jumlah frekuensi

Hasil perhitungan angka persentase diidentifikasi dengan ketentuan penilaian kualitas produk seperti pada Tabel 3 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

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk yang dihasilkan berupa modul biologi berbasis teknologi *smartphone microscope* dan kawasan rumah pangan lestari. Modul yang telah dikembangkan dengan model ADDIE memfokuskan pengembangan pada materi pokok biologi tentang struktur dan fungsi jaringan tumbuhan. Pemanfaatan teknologi *smartphone microscope* dimunculkan dalam modul ini berupa tugas pengamatan melalui praktikum yang dilakukan siswa secara berkelompok dengan menggunakan alat peraga *smartphone microscope*, pengamatan ini bertujuan untuk melihat struktur morfologi dan anatomi (struktur jaringan) pada tumbuhan dikotil dan monokotil. Selain itu, tumbuhan yang menjadi objek pengamatan adalah tumbuhan pangan yang berada di sekitar lingkungan rumah maupun madrasah, harapannya siswa dapat mengenali tumbuhan di sekitar rumahnya baik secara morfologi maupun anatomi.

Prosedur pengembangan modul biologi berbasis teknologi *smartphone microscope* dan kawasan rumah pangan lestari menggunakan model ADDIE yang terdiri dari tahap *Analysis* (Analisis), *Design* (perancangan), *Development* (pengembangan), *Implementation* (implementasi), dan *Evaluation* (evaluasi). Prosedur pengembangan modul IPA biologi berbasis teknologi *smartphone microscope* dan konsep KRPL yang dilakukan sebagai berikut:

A. Tahap *Analysis* (Analisis)

Tahap analisis terdapat beberapa tahapan diantaranya adalah tahap analisis kebutuhan siswa, analisis kurikulum, analisis materi, dan analisis instruksional. Tahap analisis kebutuhan didasarkan urgensi yang dihadapi para siswa dalam mempelajari materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan. Selama ini siswa melakukan pengamatan jaringan dengan menggunakan mikroskop stereo namun siswa masih menghadapi kesulitan dalam memfokuskan objek yang diamati sehingga menghabiskan waktu yang banyak dalam proses pengamatan ini. Siswa belum sepenuhnya mampu mengoperasikan mikroskop dengan baik dan benar. Selain itu siswa belum terampil dalam melakukan irisan preparat basah tumbuhan (akar, batang, dan daun) sehingga sulit dalam menghasilkan hasil irisan preparat yang tipis. Padahal untuk melihat struktur jaringan tumbuhan preparat irisan harus tipis merata sehingga dapat terlihat jelas di bawah mikroskop. Maka dari itu, diperlukan penggunaan alat peraga *smartphone microscope* untuk menunjang belajar siswa sehingga konsep biologi tentang struktur dan fungsi jaringan tumbuhan dapat

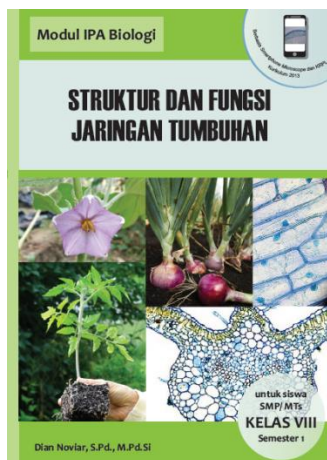
dipahami oleh siswa dengan baik. Demikian pula siswa belum banyak mengenali tumbuhan di lingkungan sekitar rumahnya baik nama lokal, nama ilmiah, morfologi, dan struktur jaringannya, menyebabkan pengetahuan siswa menjadi minim dan kurang mengenali manfaat beragam tumbuhan di lingkungan sekitar rumahnya. Oleh sebab itu, modul ini mengajak siswa untuk mengenali tumbuhan di sekitar siswa dengan memanfaatkan *smartphone microscope*.

Tahap analisis kurikulum, kurikulum yang berlaku di MTs N 9 Bantul adalah kurikulum 2013. Sesuai dengan analisis pada standar isi dan SKL dalam kurikulum 2013 bahwa materi pokok struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan telah tercantum dan sesuai dengan kompetensi inti (KI.1, KI.2, KI.3, dan KI.4) dan kompetensi dasar (KD 1.1, KD 1.2, KD 2.1, KD 2.2, KD 3.4 dan KD 4.4). Tahap analisis materi, materi struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan telah sesuai dengan kurikulum yang diberlakukan dan telah sesuai dengan karakteristik siswa. Materi biologi yang terangkum dalam modul mencakup beberapa sub materi pokok yakni struktur morfologi, anatomi, dan fungsi jaringan pada akar, struktur morfologi, anatomi, dan fungsi jaringan pada batang, struktur morfologi, anatomi dan fungsi jaringan pada daun, struktur morfologi, anatomi dan fungsi jaringan pada bunga, buah, dan biji serta teknologi yang terinspirasi dari struktur dan fungsi jaringan tumbuhan. Tahap analisis karakteristik siswa, siswa memiliki karakteristik yang dominan memiliki gaya belajar visual dan kinestetik. Siswa lebih menyukai dan antusias belajar materi pokok struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan dengan melakukan pengamatan melalui praktikum, observasi lapangan, dan kegiatan kelompok. Dengan pembelajaran yang menyelaraskan materi biologi dan karakteristik siswa menjadikan siswa terasah kompetensinya. Tahap analisis instruksional, modul biologi yang dikembangkan memberikan pengalaman pada siswa baik teori maupun praktik agar siswa menguasai kompetensi yang sesuai dengan materinya. Adapun kompetensi yang harus dikuasai siswa adalah: 1. Menjelaskan struktur jaringan tumbuhan pada bagian akar, batang, dan daun; 2. Menyebutkan fungsi jaringan akar, batang, dan daun pada tumbuhan; 3. Membedakan struktur jaringan akar, batang, dan daun; 4. Mengamati struktur jaringan akar, batang, dan daun melalui kegiatan praktikum; 5. Menjelaskan bagian-bagian penyusun bunga, proses perkembangan bunga menjadi buah, perbedaan bunga tumbuhan dikotil dan monokotil; 6. Menyebutkan macam-macam buah, struktur morfologi bunga melalui kegiatan praktikum; 7. Menjelaskan berbagai teknologi yang terinspirasi dari struktur dan fungsi jaringan tumbuhan; 8. Melakukan

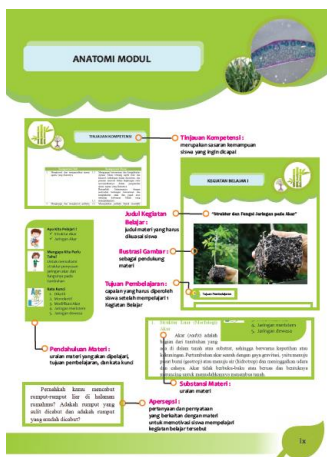
pengamatan teknologi yang terinspirasi dari struktur dan fungsi jaringan tumbuhan dari sumber-sumber yang relevan.

B. Tahap *Design* (Perancangan)

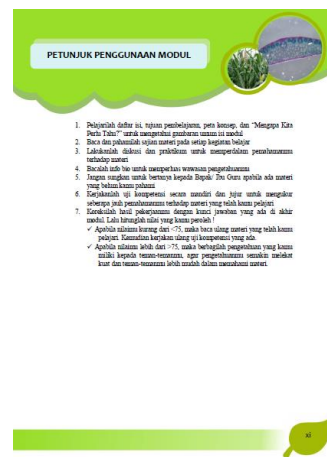
Pada tahap ini dilakukan perancangan *prototype* modul biologi berbasis *smartphone microscope* dan kawasan rumah pangan lestari yang meliputi perancangan desain kerangka *smartphone microscope*, pengumpulan referensi, Perancangan kerangka *smartphone microscope* dilakukan dengan menggunakan *software* desain 2D yaitu Corel Draw X7 dan *Microsoft word* 2010. Rancangan desain produk modul meliputi: cover atau halaman sampul, kata pengantar, daftar isi, anatomi modul, petunjuk penggunaan modul, tinjauan kompetensi, pendahuluan, kegiatan belajar 1 (struktur dan fungsi jaringan pada akar), kegiatan belajar 2 (struktur dan fungsi jaringan pada batang), kegiatan belajar 3 (struktur dan fungsi jaringan pada daun), kegiatan belajar 4 (struktur dan fungsi jaringan pada bunga, buah, dan biji), kegiatan belajar 5 (teknologi yang terinspirasi dari struktur dan fungsi jaringan tumbuhan), info bio, refleksi, info tokoh, uji kompetensi akhir, kunci jawaban, daftar pustaka, glosarium, dan biografi penulis. Berikut ini *prototype* modul yang dibuat :



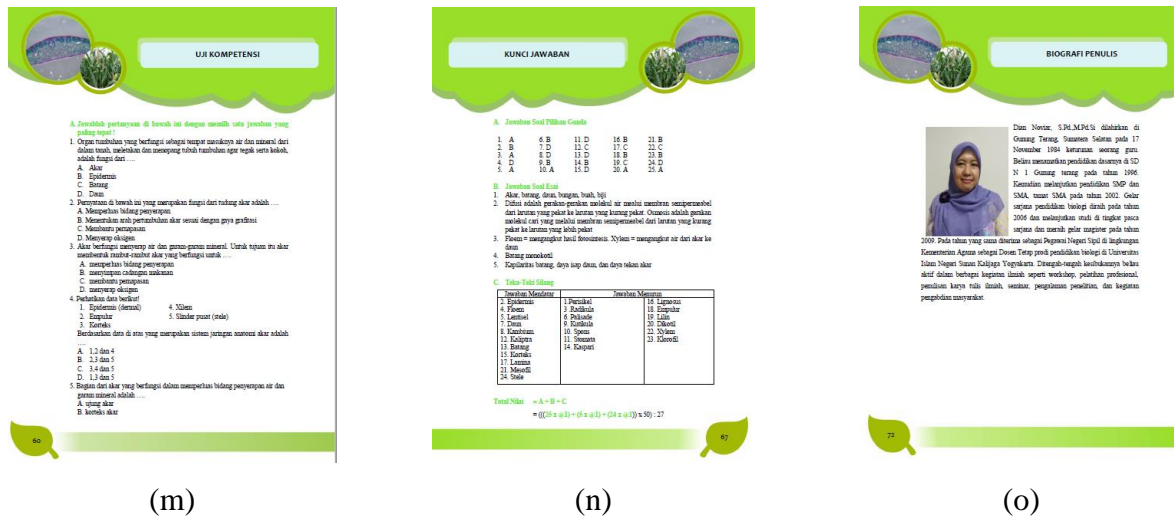
(a)



(b)



(c)



Gambar 15. (a) desain cover, (b) anatomi modul, (c) petunjuk penggunaan, (d) tinjauan kompetensi, (e) pendahuluan, (f) kegiatan belajar, (g) peta konsep, (h) sajian materi, (i) info biologi, (j) uji kompetensi, (k) refleksi, (l) info tokoh, (m) uji kompetensi akhir, (n) kunci jawaban, dan (o) biografi penulis

Kemudian pada tahap pengumpulan referensi, beberapa referensi biologi yang menjadi acuan dalam pengembangan produk modul biologi diantaranya:

Campbell. 2008. Biologi Jilid I. Jakarta: Erlangga.

Dwidjoseputro. 1986. Fisiologi Tumbuhan. Jaakarta: Erlangga

Nugroho, L Hartanto dan Purnomo, dkk. 2012. Struktur dan Perkembangan Tumbuhan. Jakarta: Penebar Swadaya.

Reece, Jane B, dkk. 2012. Biology 7th Edition. Sanfrancisco: Pearson

Suradinata, Dr. Tatang s. 1998. Struktur Tumbuhan. Bandung: Angkasa

Tjitrosoepomo, Gembong. 2011. Morfologi Tumbuhan. Yogyakarta: UGM Press.

Hasil akhir pada tahap ini dihasilkan *prototype* modul biologi berbasis *smartphone microscope* dan kawasan rumah pangan lestari yang siap dilanjutkan pada tahap *develop*.

C. Tahap *Develop* (Pengembangan)

Pada tahap *develop* dilakukan serangkaian penilaian *prototype* modul biologi berbasis *smartphone microscope* dan kawasan rumah pangan lestari oleh *reviewer*, *peer reviewer*, guru IPA biologi, dan respon siswa. *Reviewer* dan *peer reviewer* juga memberi saran dan masukan untuk perbaikan *prototype* modul biologi berbasis *smartphone microscope* dan kawasan rumah pangan lestari. *Reviewer* dan *peer reviewer* terdiri dari 1 orang ahli media, 1 orang ahli materi, 5 orang *peer reviewer*, 2 orang guru IPA biologi, dan 15 orang siswa MTs N 9 Bantul. *Peer reviewer* dipilih dari teman sejawat yang memenuhi kualifikasi yang ditetapkan oleh peneliti

sehingga *reviewer* dan *peer reviewer* layak untuk menilai kualitas produk *prototype* modul biologi berbasis *smartphone microscope* dan kawasan rumah pangan lestari. Hal ini dilakukan karena produk modul biologi berbasis *smartphone microscope* dan kawasan rumah pangan lestari harus memiliki kualitas yang baik dan bisa dipertanggungjawabkan dari semua aspek. Hasil penilaian seluruh *reviewer*, *peer reviewer*, guru dan siswa sebagai berikut :

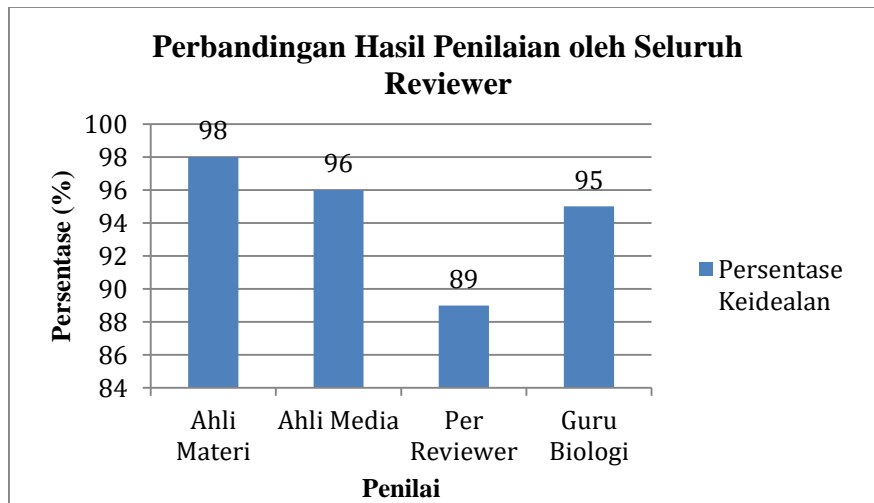
1. Hasil Penilaian Keseluruhan

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. Data Hasil Penilaian *E-Modul* Keseluruhan oleh Ahli Materi, Ahli Media, *Peer Reviewer*, dan Guru IPA Biologi

No.	Penilai	Skor Maks	Skor Min	Skor Rata-rata	Presentase Keidealan (%)	Kualitas
1.	Ahli Materi	255	51	250	98	Sangat Baik
2.	Ahli Media	195	39	187	96	Sangat Baik
3.	<i>Peer Reviewer</i>	450	90	401	89	Sangat Baik
4.	Guru IPA Biologi	450	90	428	95	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 4 di atas diketahui bahwa hasil penilaian keseluruhan *reviewer*, *peer reviewer*, dan guru IPA biologi termasuk dalam kategori sangat baik dengan persentase secara berurutan (98%, 96%, 89%, dan 95%). Grafik perbandingan penilaian keseluruhan *reviewer*, *peer reviewer*, dan guru IPA biologi disajikan pada Gambar 16 dibawah ini.



Gambar 16. Histogram Perbandingan Penilaian Kualitas Modul oleh Semua *Reviewer*

Gambar 16 diketahui bahwa persentase tertinggi sebesar 98% terdapat pada ahli materi, hal tersebut menunjukkan bahwa konten biologi pada materi pokok struktur dan fungsi jaringan tumbuhan yang dikembangkan pada modul memiliki kualitas yang sangat baik pada beberapa aspek yakni cakupan materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan, akurasi materi yang bersifat kontekstual dan mudah dipahami oleh siswa, pengembangan konsep KRPL dan *smartphone microscope* yang sesuai dengan materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan. Selain itu, aspek bahasa dalam modul yang mudah dipahami oleh siswa dan sesuai dengan tingkat berpikir siswa, Aspek kemutakhiran materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan yang terdapat dalam modul sesuai dengan perkembangan keilmuan biologi terkini sehingga mampu menarik minat belajar siswa. Aspek keingintahuan siswa karena materi yang tertera dalam modul disajikan dengan beragam bentuk seperti latihan soal, kegiatan praktikum, tugas kelompok, kegiatan proyek, dan pentingnya mengaitkan materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan dengan konsep KRPL dan *smartphone microscope*.

Selanjutnya persentase yang tinggi sebesar (96%, 95%, dan 89%) terdapat pada ahli media, guru IPA biologi, dan *peer reviewer* termasuk kategori sangat baik. Berdasarkan penilaian tersebut bahwa teknik penyajian materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan dalam modul sistematis, uraian materi mudah dipahami dan materi disajikan dari yang sederhana ke kompleks. Aspek kegrafikaan dalam modul memberikan nuansa yang baik dilihat dari desain, layout, dan tata letak teks yang tepat, menarik, dan memudahkan siswa dalam memahami isi modul. Demikian pula bagi guru IPA biologi dan *peer reviewer* bahwa ruang lingkup materi struktur dan

fungsi jaringan tumbuhan sesuai dengan kompetensi inti dan kompetensi dasar, penyajian konsep materi jelas, benar, dan bersifat kontekstual. Konsep KRPL dan teknologi *smartphone microscope* yang diterapkan pada modul IPA biologi ini memudahkan siswa dalam mengamati dan memahami struktur jaringan pada tumbuhan yang berada pada kawasan rumah maupun lingkungan sekitarnya. Bahasa yang digunakan dalam modul mudah dipahami oleh siswa dan sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif siswa kelas VIII. Materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan yang disajikan dalam modul mengikuti perkembangan pengetahuan biologi terkini, sehingga merangsang keingintahuan siswa melalui beberapa bentuk kegiatan yang terdapat dalam modul berupa praktikum, diskusi, proyek, dan uraian materi dan info biologi yang disertai gambar konkrit sehingga siswa mudah dalam mempelajarinya. Selain itu, penyajian materi yang runtut, sistematis, dan memudahkan siswa dalam mencari konten modul yang akan dipelajari. Unsur kegrafikaan menunjukkan bahwa modul ini didesain dengan baik untuk layout, tata letak teks, komposisi warna, tampilan gambar yang sesuai dengan tema modul dan orisinal, dan penggunaan huruf yang tepat sehingga modul mudah untuk dibaca.

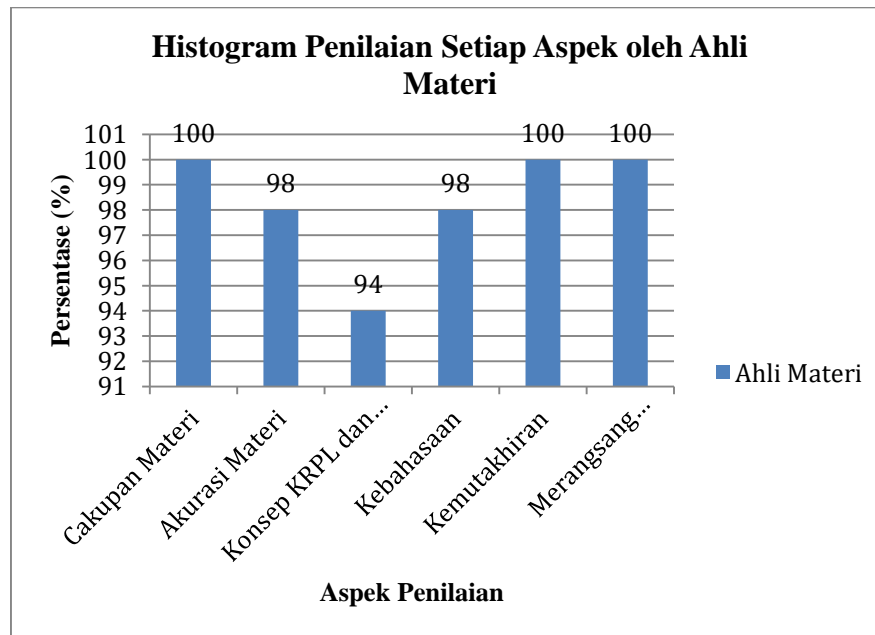
2. Ahli Materi

Ahli materi memberikan penilaian pada modul IPA biologi berbasis *smartphone microscope* dan KRPL dilihat dari aspek cakupan materi, akurasi materi, konsep KRPL dan *smartphone microscope*, kebahasaan, kemutakhiran, dan merangsang keingintahuan siswa. Hasil penilaian kualitas modul oleh ahli materi disajikan pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Data Hasil Penilaian oleh Ahli Materi

No.	Aspek	Skor Maks	Skor Min	Skor Rata-Rata	Persentase Keidealan (%)	Kualitas
1.	Cakupan Materi	70	14	70	100	Sangat Baik
2.	Akurasi Materi	45	9	44	98	Sangat Baik
3.	Konsep KRPL dan Teknologi <i>Smartphone Microscope</i>	50	10	47	94	Sangat Baik
4.	Kebahasaan	45	9	44	98	Sangat Baik
5.	Kemutakhiran	30	6	30	100	Sangat Baik
6.	Merangsang Keingintahuan (<i>curiosity</i>)	15	3	15	100	Sangat Baik
Keseluruhan		255	51	250	98	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 5 diatas diketahui kualitas modul IPA biologi berbasis *smartphone microscope* dan KRPL dari hasil penilaian ahli materi termasuk dalam kategori Sangat Baik dengan persentase sebesar 98%. Adapun perbandingan persentase penilaian ahli materi pada setiap aspek disajikan pada gambar 17 di bawah ini.



Gambar 17. Histogram Persentase Keidealan Setiap Aspek oleh Ahli Materi

Berdasarkan Gambar 17 bahwa aspek cakupan materi, kemutakhiran, dan merangsang keingintahuan memperoleh persentase sama sebesar 100%. Perolehan persentase 100% menunjukkan bahwa aspek cakupan materi detail, aplikatif dalam kehidupan sehari-hari, kesesuaian materi dengan perkembangan ilmu pengetahuan terkini, materi yang tercantum dalam modul konsepnya benar. Aspek kemutakhiran, materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan yang dikembangkan dalam modul bersifat kontekstual dan memberikan kesempatan pada siswa untuk berdiskusi, mengolah informasi, dan bereksplorasi terkait materi tersebut. Aspek merangsang keingintahuan, materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan yang disajikan dengan konsep KRPL dan teknologi *smartphone microscope* mendorong siswa untuk belajar kritis dan kreatif.

Penyajian materi disesuaikan dengan KI, KD, dan tujuan pembelajaran baik dalam rangkuman, info biologi, diskusi, praktikum, latihan soal, dan uji kompetensi karena modul merupakan salah satu bentuk bahan ajar yang harus dikemas secara utuh dan sistematis, memuat

seperangkat pengalaman belajar yang membantu siswa belajar tuntas. Modul minimal memuat tujuan pembelajaran, materi belajar, dan evaluasi (Depdiknas b, 2008). Modul memuat petunjuk belajar, kompetensi, materi, informasi pendukung, latihan, petunjuk kerja, evaluasi, dan umpan balik (Hamdani, 2011 : 122-123).

Penyusunan materi menggunakan berbagai referensi, seperti buku, artikel, dan jurnal-jurnal ilmiah untuk memperlengkap, memperluas dan memperdalam sajian materi. Hal tersebut disesuaikan dengan karakteristik modul sebagai bahan ajar yang memudahkan siswa untuk mempelajari suatu bidang (Majid, 2011 : 181) serta sebagai pengganti guru dalam belajar (Depdiknas a, 2008 : 20), sehingga penyusunan materinya harus up to date, lengkap, dan benar konsepnya.

Kemudian, bahasa yang digunakan dalam modul dibuat lebih komunikatif agar tidak menimbulkan multitafsir. Hal tersebut dilakukan untuk memenuhi karakteristik self instructional bahan ajar, yaitu dengan menggunakan bahasa yang sederhana dan komunikatif (Depdiknas b, 2008 : 3-5). Selain itu, modul yang disusun disesuaikan juga dengan perkembangan kognitif siswa untuk membantu agar mampu melakukan penalaran dan tidak hanya menghafal materi saja (Nuroso dan Siswanto, 2010 : 36). Hal ini sesuai dengan pernyataan Ramelan (2008) bahwa semakin tinggi tingkat pendidikan dan kapasitas mental yang dimiliki siswa, maka bahan bacaan yang dipahaminya harus semakin rumit. Hal tersebut juga dikuatkan dari kondisi siswa kelas VIII SMP yang menurut Piaget, sudah masuk dalam tingkat perkembangan kognitif operasional formal, dikarenakan telah berusia rata-rata di atas 11 tahun (Dahar, 1989 : 152).

Sementara itu, pada penyajian modul dibuat runtut dan sistematis untuk memungkinkan siswa menguasai semua kompetensi secara menyeluruh (Majid, 2011 : 173; Hamdani, 2011 : 120) dan memudahkan siswa menarik kesimpulan dari materi yang telah dipelajari sebelumnya. Selanjutnya pada aspek kemutakhiran, penilaian didasarkan pada perkembangan ilmu biologi, relevan dan menarik, dan penyajian (berita/ contoh, praktikum, latihan soal, soal evaluasi, dan acuan rujukan) yang up to date. Hal tersebut dilakukan dengan menggunakan sumber pustaka berupa jurnal dan artikel ilmiah untuk mensuplai informasi teraktual (Suryoputro, 2012 : 4), sehingga apabila ada miskonsepsi materi dalam buku-buku sekolah dapat diketahui. Bahan ajar harus bersifat up to date serta menyediakan contoh dan ilustrasi yang mendukung materi, hal tersebut dilakukan untuk memenuhi karakteristik self instructional bahan ajar, yaitu bahan ajar

yang mampu dipelajari secara mandiri tanpa bergantung pada media lain (Depdiknas b, 2008 : 3-5).

Kemudian pada aspek merangsang keingintahuan, penilaian didasarkan pada uraian materi dan info biologi yang merangsang siswa berpikir lebih jauh, latihan soal, praktikum, diskusi, dan evaluasi yang mendorong siswa mencari informasi lebih banyak dari berbagai sumber, dan konsep KRPL dan teknologi *smartphone microscope* yang mendorong siswa untuk belajar mandiri. Ketiga dasar penilaian tersebut sesuai dengan karakteristik bahan ajar yang harus bersifat self instructional dengan adanya rujukan/ pengayaan/ referensi yang mendukung materi (Depdiknas b, 2008 : 3-5), sehingga siswa terangsang untuk lebih memperdalam pengetahuannya melalui akses informasi di sumber-sumber lain yang relevan. Selain itu, dengan adanya info biologi, praktikum, dan konsep KRPL dan teknologi *smartphone microscope* dalam modul ini, tujuan pengembangan bahan ajar yang lebih menarik, membantu siswa mempelajari materi, dan menyediakan pilihan bahan belajar dapat tercapai (Hamdani, 2011 : 122). Materi yang disajikan disusun menarik, tidak monoton, dan dengan konsep KRPL dan teknologi *smartphone microscope* ini dilakukan untuk memotivasi siswa agar bersemangat dalam mempelajari materi (Majid, 2013 : 173-174).

Demikian pula penilaian terendah sebesar 94% terdapat pada aspek konsep KRPL dan teknologi *smartphone microscope*. Berdasarkan saran dan masukan dari ahli materi pada Tabel 6, perlunya memperjelas konsep KRPL secara umum dan menjabarkannya pada setiap sub materi pokok dan konsistensi penggunaan istilah ilmiah. Selain itu, dimungkinkan karena dalam proses pembelajaran, penggunaan modul KRPL sebaiknya tetap perlu dibimbing oleh guru (Mahfudhillah, dkk, 2017 : 405), sedangkan pada penelitian ini, modul hanya diuji keterbacaan kepada 15 orang siswa. Adapun saran dan masukan dari ahli materi secara rinci dapat dilihat pada tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Masukan dan Saran dari Ahli Materi serta Tindak Lanjut yang Dilakukan Peneliti

No.	Masukan	Tindak Lanjut
1.	Konsep KRPL diperjelas dan disertakan pada setiap sub bab	Konsep KRPL sudah diperjelas dan disertakan pada setiap sub bab
2.	Penggunaan istilah harus konsisten	Penggunaan istilah sudah diperbaiki

No.	Masukan	Tindak Lanjut
3.	Redaksi kalimat pada beberapa sub materi diperbaiki	Redaksi kalimat yang salah maupun salah penulisan sudah diperbaiki
4.	Gambar diperjelas dan diperbesar	Gambar sudah diperjelas dan diperbesar
5.	Langkah pengambilan sampel pada praktikum anatomi diperbaiki	Langkah pengambilan sampel pada praktikum anatomi sudah diperbaiki
6.	Gambar bunga diganti dengan sistematika yang sama	Gambar bunga sudah diperbaiki
7.	Gambar pada uji kompetensi diperjelas	Gambar pada uji kompetensi sudah diperjelas

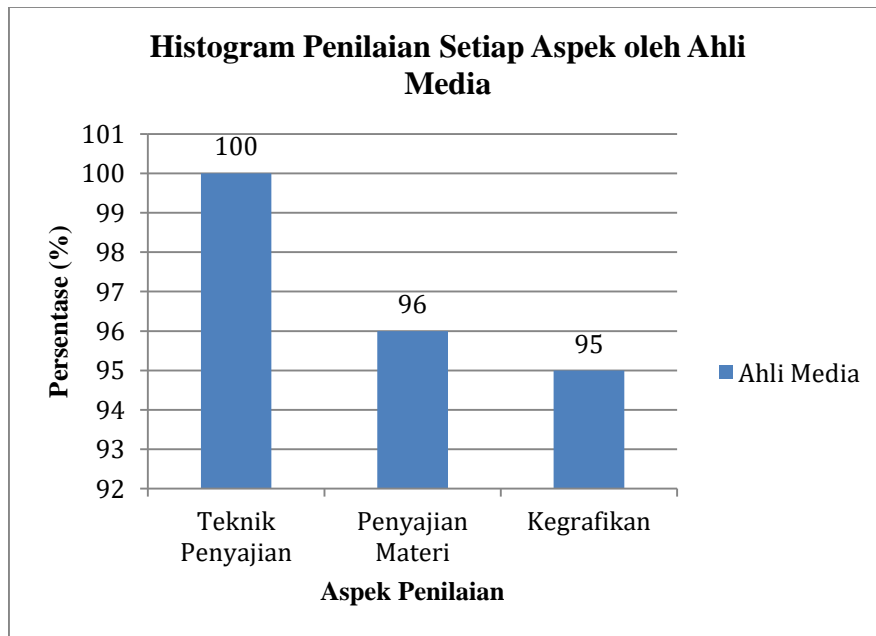
3. Ahli Media

Ahli media memberikan penilaian pada modul IPA biologi berbasis *smartphone microscope* dan KRPL dilihat dari aspek teknik penyajian, penyajian materi, dan kegrafikaan. Hasil penilaian kualitas modul oleh ahli media disajikan pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Data Hasil Penilaian oleh Ahli Media

No.	Aspek	Skor Maks	Skor Min	Skor Rata-Rata	Persentase Keidealan (%)	Kualitas
1.	Teknik Penyajian	20	4	20	100	Sangat Baik
2.	Penyajian Materi	55	11	53	96	Sangat Baik
3.	Kegrafikan	120	24	114	95	Sangat Baik
Keseluruhan		195	39	187	96	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 7 diatas diketahui kualitas modul IPA biologi berbasis teknologi *smartphone microscope* dan KRPL dari hasil penilaian ahli media termasuk dalam kategori Sangat Baik dengan persentase sebesar 96%. Adapun perbandingan persentase penilaian ahli media pada setiap aspek disajikan pada gambar 18 di bawah ini.



Gambar 18. Histogram Persentase Keidealan Setiap Aspek oleh Ahli Media

Berdasarkan Gambar 18 bahwa aspek teknik penyajian memperoleh persentase tertinggi sebesar 100%. Teknik penyajian pada modul ini ditunjukkan dengan susunan materi yang sistematis dan mudah dipahami, dimulai dari konsep yang sederhana ke kompleks, dan uraian materi dalam setiap kegiatan belajar proporsional dan relevan dengan kompetensi inti dan kompetensi dasar. Seluruh kriteria tersebut sesuai dengan prinsip penyusunan modul yaitu materi yang disusun secara terstruktur dari materi yang mudah ke materi yang sulit atau dari materi yang konkret ke semi abstrak (Hamdani 2011 : 221).

Demikian pula penilaian terendah sebesar 95% terdapat pada aspek kegrafikaan. Berdasarkan saran dan masukan dari ahli materi pada Tabel 8, perlunya menyesuaikan layout modul dengan karakteristik khas modul dan penggunaan warna huruf yang kontras serta ukuran huruf yang sesuai. Adapun saran dan masukan dari ahli materi secara rinci dapat dilihat pada tabel 8 di bawah ini. Adapun saran dan masukan dari ahli mediadisajikan pada Tabel 8 dibawah ini.

Tabel 8. Masukan dan Saran dari Ahli Media serta Tindak Lanjut yang Dilakukan Peneliti

No.	Masukan	Tindak Lanjut
1.	Pembuatan cover disesuaikan dengan karakter modul yang berbasis <i>smartphone microscope</i>	Cover sudah diperbaiki dengan menambahkan keunggulan modul (KRPL dan <i>smartphone microscope</i>)
2.	Layout disesuaikan dengan <i>content</i> modul	Layout sudah diganti dengan icon daun bayam, akar bayam, dan anatomi daun jagung
3.	Ukuran huruf diperjelas dan pemilihan warna dikontraskan	Ukuran huruf dan pemilihan warna telah diperbaiki
4.	Penulisan kata yang salah diperbaiki	Penulisan pada beberapa kata sudah diperbaiki
5.	Gambar diperbesar dan diperjelas	Gambar sudah diperbaiki

4. Peer Reviewer

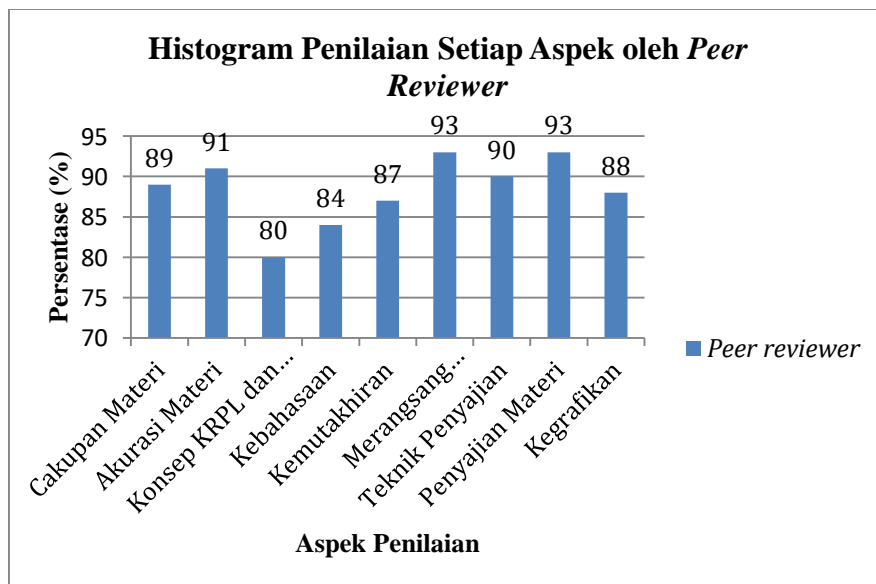
Peer Reviewer memberikan penilaian pada modul IPA biologi berbasis *smartphone microscope* dan KRPL dilihat dari aspek cakupan materi, akurasi materi, konsep KRPL dan teknologi *smartphone microscope*, kebahasaan, kemutakhiran, merangsang keingintahuan, teknik penyajian, penyajian materi, dan kegrafikaan. Hasil penilaian kualitas modul oleh *peer reviewer* disajikan pada Tabel 9 di bawah ini.

Tabel 9. Data Hasil Penilaian oleh *Peer Reviewer*

No.	Aspek	Skor Maks	Skor Min	Skor Rata-Rata	Persentase Keidealan (%)	Kualitas
1.	Cakupan Materi	70	14	62	89	Sangat Baik
2.	Akurasi Materi	45	9	41	91	Sangat Baik
3.	Konsep KRPL dan Teknologi <i>Smartphone Microscope</i>	50	10	40	80	Baik
4.	Kebahasaan	45	9	38	84	Sangat Baik
5.	Kemutakhir an	30	6	26	87	Sangat Baik

No.	Aspek	Skor Maks	Skor Min	Skor Rata-Rata	Persentase Keidealan (%)	Kualitas
6.	Merangsang Keingintahuan (<i>curiosity</i>)	15	3	14	93	Sangat Baik
7.	Teknik Penyajian	20	4	18	90	Sangat Baik
8.	Penyajian Materi	55	11	51	93	Sangat Baik
9.	Kegrafikaan	120	24	106	88	Sangat Baik
Keseluruhan		450	90	396	88	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 9 diatas diketahui kualitas modul IPA biologi berbasis teknologi *smartphone microscope* dan KRPL dari hasil penilaian *peer reviewer* termasuk dalam kategori Sangat Baik dengan persentase sebesar 88%. Adapun perbandingan persentase penilaian *peer reviewer* pada setiap aspek disajikan pada gambar 19 di bawah ini.



Gambar 19. Histogram Persentase Keidealan Setiap Aspek oleh *Peer Reviewer*

Berdasarkan Gambar 19 bahwa aspek merangsang keingintahuan dan penyajian materi memperoleh persentase sama tertinggi sebesar 93%. Merangsang keingintahuan siswa pada modul ini ditunjukkan dengan adanya kegiatan siswa berupa praktikum, uji kompetensi, proyek individu, kegiatan penyelidikan, teka teki silang dan info biologi. Uraian materi tentang struktur

dan fungsi jaringan tumbuhan yang disertai gambar-gambar tumbuhan yang berasal dari lingkungan sekitar rumah. Selain itu, penyajian materi dalam modul yang mudah dipahami oleh siswa. Keseluruhan aspek tersebut sesuai dengan hakikat modul sebagai bahan ajar mandiri yang dapat digunakan tanpa bimbingan guru (Depdiknas b, 2008 : 3-5), sehingga dalam penyajiannya, modul sebaiknya bersifat *user friendly* atau bersahabat dengan pemakainya. Hal tersebut dilakukan agar siswa mudah memakai bahan ajar dan memotivasi siswa agar bersemangat mempelajari materi (Majid, 2013 : 173-174).

Demikian pula penilaian terendah sebesar 80% terdapat pada aspek konsep KRPL dan teknologi *smartphone microscope*. Berdasarkan saran dan masukan dari *peer reviewer* pada Tabel 10, perlunya memperjelas konsep KRPL secara umum dan menjabarkannya pada setiap sub materi pokok dan konsistensi penggunaan istilah ilmiah. Adapun saran dan masukan dari *peer reviewer* secara rinci dapat dilihat pada tabel 7 di bawah ini. Adapun saran dan masukan dari ahli mediadisajikan pada Tabel 10 dibawah ini.

Tabel 10. Masukan dan Saran dari *Peer Reviewer* serta Tindak Lanjut yang Dilakukan Peneliti

No.	Masukan	Tindak Lanjut
1.	Cover dan sub cover disesuaikan	Cover dan sub cover
2.	Penulisan kata yang salah diperbaiki	Penulisan pada beberapa kata sudah diperbaiki
3.	Bagian praktikum ditambahkan tujuan., alat dan bahan, serta prosedur kerja	Bagian praktikum pada semua kegiatan belajar sudah diperbaiki
4.	Tabel hasil pengamatan diperbesar	Tabel hasil pengamatan sudah diperbaiki
5.	Penulisan tata ilmiah diperbaiki	Penulisan tata ilmiah sudah diperbaiki (di cetak miring semua)

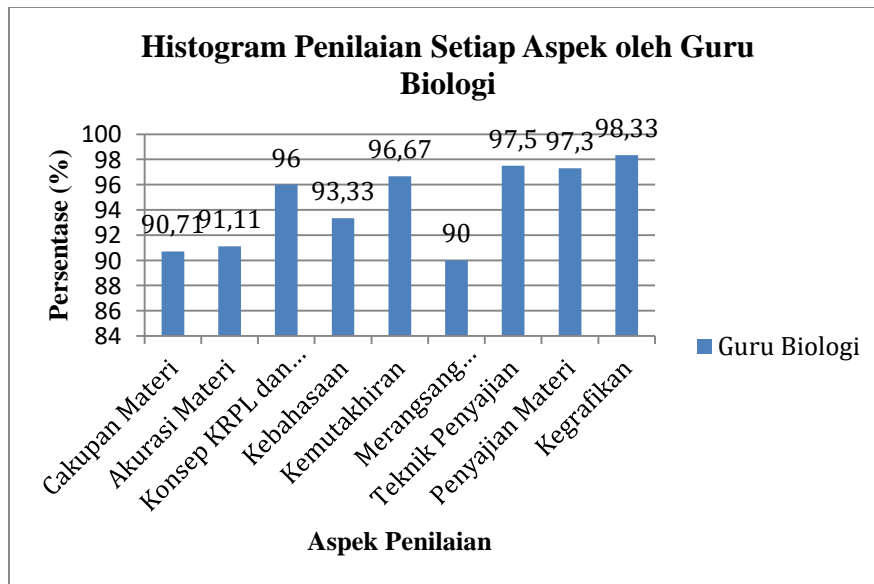
5. Guru IPA Biologi

Guru IPA biologi memberikan penilaian pada modul IPA biologi berbasis *smartphone microscope* dan KRPL dilihat dari aspek cakupan materi, akurasi materi, konsep KRPL dan teknologi *smartphone microscope*, kebahasaan, kemutakhiran, merangsang keingintahuan, teknik penyajian, penyajian materi, dan kegrafikaan. Hasil penilaian kualitas modul oleh Guru IPA biologi disajikan pada Tabel 11 di bawah ini.

Tabel 11. Data Hasil Penilaian oleh Guru IPA Biologi

No.	Aspek	Skor Maks	Skor Min	Skor Rata-Rata	Persentase Keidealan (%)	Kualitas
1.	Cakupan Materi	70	14	63,5	90,71	Sangat Baik
2.	Akurasi Materi	45	9	41	91,11	Sangat Baik
3.	Konsep KRPL dan Teknologi <i>Smartphone Microscope</i>	50	10	48	96,00	Sangat Baik
4.	Kebahasaan	45	9	42	93,33	Sangat Baik
5.	Kemutakhir an	30	6	29	96,67	Sangat Baik
6.	Merangsang Keingintahu an (<i>curiosity</i>)	15	3	13,5	90	Sangat Baik
7.	Teknik Penyajian	20	4	19,5	97,5	Sangat Baik
8.	Penyajian Materi	55	11	53,5	97,3	Sangat Baik
9.	Kegrafikaan	120	24	118	98,33	Sangat Bak
Keseluruhan		450	90	428	94,54	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 11 diatas diketahui kualitas modul IPA biologi berbasis teknologi *smartphone microscope* dan KRPL dari hasil penilaian Guru IPA biologi termasuk dalam kategori Sangat Baik dengan persentase sebesar 94,54%. Adapun perbandingan persentase penilaian Guru IPA biologi pada setiap aspek disajikan pada gambar 20 di bawah ini.



Gambar 20. Histogram Persentase Keidealan Setiap Aspek oleh Guru IPA Biologi

Berdasarkan Gambar 20 bahwa aspek kegrafikaan memperoleh persentase tertinggi sebesar 98,33%. Kegrafikaan pada modul ini ditunjukkan dengan desain dan layout yang menarik, penggunaan huruf yang tepat, komposisi warna yang tepat, penyajian gambar yang sesuai dengan isi modul. Menurut BSNP (2006), salah satu kriteria bahan ajar yang baik adalah secara fisik tersaji dalam tampilan yang menarik. Penataan layout yang baik dan tata letak yang konsisten ini, akan membantu kenyamanan dalam menjelajah materi (Hamzah, dkk, 2013 : 187-188), sehingga akan berdampak pada ketertarikan terhadap sajian materi. Demikian pula penilaian terendah sebesar 90% terdapat pada aspek merangsang keingintahuan. Berdasarkan saran dan masukan dari guru IPA biologi pada Tabel 12, perlunya mengurangi jumlah porsi soal pada kegiatan tertentu (daun). Adapun saran dan masukan dari guru IPA biologi secara rinci dapat dilihat pada tabel 12 di bawah ini.

Tabel 12. Masukan dan Saran dari Guru Biologi serta Tindak Lanjut yang Dilakukan Peneliti

No.	Masukan	Tindak Lanjut
1.	Porsi soal pada kegiatan belajar daun terlalu banyak	Tidak perlu
2.	Satu kata kunci pada glosarium tidak urut sesuai abjad	Kata kunci sudah diurutkan

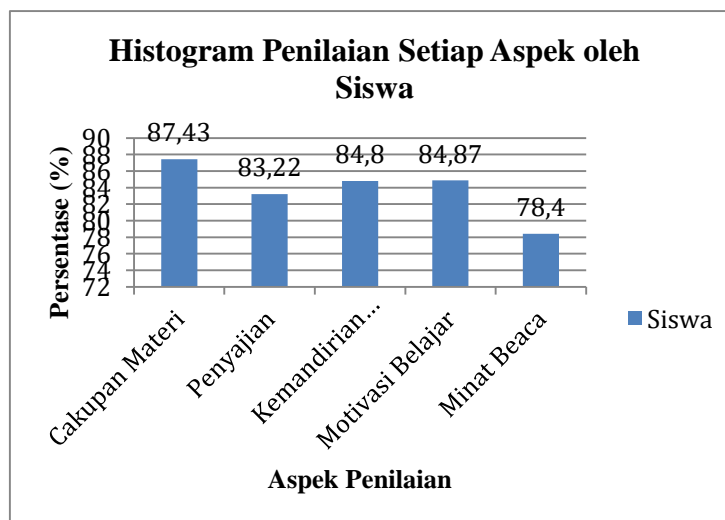
6. Respon Siswa

Siswa MTs N 9 Bantul memberikan respon pada modul IPA biologi berbasis *smartphone microscope* dan KRPL dilihat dari aspek cakupan materi, penyajian materi, kemandirian belajar, motivasi belajar, dan minat baca. Hasil respon siswa terhadap modul IPA biologi disajikan pada Tabel 13 di bawah ini.

Tabel 13. Data Hasil Penilaian oleh Siswa

No.	Aspek	Skor Maks	Skor Min	Skor Rata-Rata	Persentase Keidealan (%)	Kualitas
1.	Cakupan Materi	35	7	30,6	87,43	Sangat Baik
2.	Penyajian	60	12	49,93	83,22	Sangat Baik
3.	Kemandirian Belajar	50	10	42,4	84,8	Sangat Baik
4.	Motivasi Belajar	15	3	12,73	84,87	Sangat Baik
5.	Minat Baca	25	5	19,6	78,4	Baik
Keseluruhan		185	37	155,27	83,74	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 13 diatas diketahui respon siswa terhadap produk modul IPA biologi berbasis teknologi *smartphone microscope* dan KRPL termasuk kategori Sangat Baik dengan persentase sebesar 83,74%. Adapun perbandingan persentase respon siswa pada setiap aspek disajikan pada gambar 21 di bawah ini.



Gambar 21. Histogram Persentase Keidealan *E-Modul* oleh Siswa

Berdasarkan Gambar 21 bahwa aspek cakupan materi memperoleh nilai tertinggi sebesar 87,43% dan aspek minat baca memperoleh nilai terendah sebesar 78,4%. Aspek cakupan materi meliputi kemudahan materi untuk dipahami, penyajian gambar yang jelas, daftar isi dan daftar gambar yang memudahkan penggunaan modul, latihan soal, praktikum, proyek individu, rangkuman, evaluasi dan glosarium yang memudahkan memahami materi. Keseluruhan kriteria tersebut sesuai dengan tujuan pengembangan bahan ajar yaitu untuk memudahkan siswa mempelajari sesuatu (Hamdani, 2011 : 122) melalui penyajian materi yang mencakup petunjuk belajar, kompetensi capaian, isi materi, informasi pendukung, latihan, petunjuk kerja, evaluasi dan umpan balik (Depdiknas a, 2008 : 8).

Kemudian pada aspek minat baca, menurut Badan Pusat Statistik (BPS, 2003 dalam Saepudin, 2015 : 272), minat baca bangsa Indonesia masih rendah. Orang berumur di atas 15 tahun yang membaca buku pelajaran sekolah hanya 44.28 % dan yang membaca buku ilmu pengetahuan lainnya hanya 21,07 %. Data BPS lainnya juga menunjukkan bahwa penduduk Indonesia belum menjadikan membaca sebagai informasi. Oleh karena itu, alasan di atas dimungkinkan menjadi salah satu faktor rendahnya nilai pada aspek minat baca.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penelitian ini telah menghasilkan modul IPA biologi berbasis teknologi *smartphone microscope* dan kawasan rumah pangan lestari dengan menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, and Evaluation*). Pengembangan produk modul ini diawali dengan analisis kebutuhan siswa, karakteristik siswa, kurikulum, materi IPA biologi, dan instruksional. Selanjutnya merancang produk awal (*prototype*) disertai perbaikan hingga tahap mengembangkan produk yang secara bertahap dinilai dan direvisi oleh *reviewer*, *peer reviewer*, guru IPA biologi, dan ditambah respon siswa.

Kualitas produk modul IPA biologi berbasis teknologi *smartphone microscope* dan konsep kawasan rumah pangan lestari termasuk kategori sangat baik berdasarkan hasil penilaian keseluruhan *reviewer*, *peer reviewer*, dan guru IPA biologi yang ditunjukkan dengan persentase keidealan secara berurutan sebesar 98%, 96%, 89%, dan 95%. Selain itu, respon siswa terhadap produk modul IPA biologi berbasis teknologi *smartphone microscope* dan kawasan rumah pangan lestari termasuk kategori sangat baik dengan persentase sebesar 83,74%. Dengan demikian, produk modul IPA biologi yang dikembangkan dengan model ADDIE memiliki kualitas sangat baik sehingga layak digunakan sebagai bahan ajar mandiri siswa kelas VIII madrasah tsanawiyah.

B. Saran

Perlunya penelitian pengembangan lanjutan untuk perbaikan dan pengembangan modul IPA biologi tentang materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan agar diperoleh produk modul yang lebih aplikatif, kontekstual, dan kekinian dengan perkembangan ilmu pengetahuan saat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Hendriadi. 2016. Program “Kawasan Rumah Pangan Lestari’ Harus Dikembangkan. www.nusakini.com.
- Asdamawati. 2014. Perencanaan Pengajaran. *Jurnal Darul ‘Ilmi*. 02: 01.
- Badan Standar Nasional Pendidikan. 2006. *Standar Isi, Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar*. Jakarta.
- BSNP. 2006. *Instrumen Penilaian Buku Teks Pelajaran Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta : BNSP.
- Dahar, Ratna Wilis. 1997. *Teori-Teori Belajar*. Jakarta : Erlangga
- Daryanto. 2012. *Model Pembelajaran Inovatif*. Yogyakarta: Gava Media.
- Depdiknas, 2003. *Standar Kompetensi Mata Pelajaran Biologi Sekolah Menengah Atas dan Madrasah Aliyah*. Jakarta
- Depdiknas. 2003. *Kurikulum 2004*. Jakarta: Depdiknas
- Depdiknas a. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta : Direktorat Tenaga Kependidikan.
- Depdiknas b. 2008. *Penulisan Modul*. Jakarta : Direktorat Tenaga Kependidikan.
- 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.
- Emda, Amna. 2011. Pemanfaatan Media Dalam Pembelajaran Biologi Di Sekolah. *Jurnal Ilmiah*. XII: 149.
- Enger & Rose. 2002. *Concepts in Biology*. McGraw-Hill. Companies.
- 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.

- Fitri, Ryantika, Ramadhan Sumarmin, & Linda Advinda. 2014. Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi dengan Pendekatan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) yang dilengkapi Peta Konsep untuk SMA Kelas XI. e-journal.UNP
- 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.
- Hamdani. 2011. *Strategi Belajar Mengajar*. Bandung : Pustaka Setia.
- Hamzah, Andi Aulia, Achmad Syarief, dan Ifa Safira Mustikadara. 2013. *Analisis Kualitatif Tampilan Visual pada Situs E-Learning*. Vis Art & Des. 5 (2) : 176-194.
- Jamarah, Syaiful Bahri. 2011. *Psikologi Belajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Komalasari, Kokom. 2010. *Pembelajaran Kontekstual: Konsep dan Aplikasi*. Bandung: Refika Aditama.
- Komara, Endang. 2014. *Belajar dan Pembelajaran Interaktif*. Bandung: PT Refika Aditama.
- Mahfudhillah, Hamim Thohari, Mimien Henie Irawati Al-Muhdhar, Sueb. 2017. Pengembangan Modul Kawasan Rumah Pangan Lestari (KRPL) Berbasis Proyek untuk Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan : Pengembangan Teori, Penelitian, dan Pengembangan*. 2 (3) : 400-408.
- Majid, Abdul. 2011. *Perencanaan Pembelajaran Mengembangkan Standar Kompetensi Guru*. Bandung : Rosdakarya.
- Mulyasa, E. 2009. *Kurikulum yang disempurnakan: Pengembangan Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Nana Sudjana. (2010). *Penilaian Hasil dan Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Nuroso, Harto dan Joko Siswanto. 2010. Model Pengembangan Modul IPA Terpadu Berdasarkan Perkembangan Kognitif Siswa. JP2F.1 (1) : 35-46.
- 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).
- Ramelan, Ratih. 2008. Bahasa dan Kognisi. Wacana. 10 (1) : 72-89.

- Saepudin, Encang. 2015. Tingkat Budaya Membaca Masyarakat. *Jurnal Kajian Informasi & Perpustakaan*. 3 (2) : 271-282.
- Saleh, Husnul Inayah, Nurhayati B, Oslan Jumadi. 2015. Pengaruh Penggunaan Media Alat Peraga Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Sistem Peredaran Darah Kelas VIII SMP Negeri 2 Bulukumba. *Jurnal Sainsmat*. IV: 8.
- Suhardi. 2012. Pengembangan Sumber Belajar Biologi. Yogyakarta: UNY Press
- Sudarsiman, Suciati. 2013. Memahami Hakikat Dan Karakteristik Pembelajaran Biologi Dalam Upaya Menjawab Tantangan Abad 21 Serta Optimalisasi Implementasi Kurikulum 2013. *Jurnal Florea*. 2: 32.
- 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.
- Sukiman. 2012. *Pengembangan Media Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Insan Madani.
- 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>
- Suranto. 2015. Teori Belajar dan Pembelajaran Kontemporer. Yogyakarta: LaksBang Pressindo
- Surya, Moh. 1992. *Psikologi Pendidikan*. Bandung: IKIP Bandung.
- Suryoputro, Gunawan, Sugeng Riadi, dan Ali Sya'ban. 2012. Menulis Artikel untuk Jurnal Ilmiah. Jakarta Selatan : UHAMKA Press.
- Tigh, Richard R. Jahan, dan Chinn, Garrett M.et all. (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.
- Wati, Ega Rima. 2016. *Ragam Media Pembelajaran*. Yogyakarta: Kata Pena.
- Widyaningrum, Ratna, Sarwanto, & Puguh Karyanto. 2013. Pengembangan Modul Berorientasi POE (Predict, Observe, Explain) Berwawasan Lingkungan pada Materi Pencemaran untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *BIOEDUKASI*. VI: 1.

Yezita, Elva, Media Rosha, & Yerizon. 2012. Mengkonstruksi Pengetahuan Siswa Pada Materi Segitiga Dan Segiempat Menggunakan Bahan Ajar Interaktif Matematika Berbasis Konstruktivisme. *Jurnal Pendidikan Matematika*. 1:1.

<http://www.republika.co.id/berita/trendtek/gadget/14/11/02/nehfh-pengguna-smartphone-indonesia-peringkat-kelima-dunia>

<http://dailysocial.id/post/melihat-posisi-indonesia-berdasarkan-survei-nielsen-tentang-sepuluh-aplikasi-mobile-terfavorit>(Yoshiro, 2016)