

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan pendidikan pada abad ke-21 mengalami perubahan dalam proses pembelajaran di sekolah. Pembelajaran yang efektif tidak hanya berpusat pada guru, melainkan harus mampu menempatkan siswa sebagai subjek efektif yang membangun pengetahuannya sendiri. Pembelajaran mengacu pada kurikulum saat ini yaitu kurikulum merdeka. Kurikulum merdeka sebagai kurikulum yang saat ini diterapkan diberbagai satuan pendidikan, mengarahkan proses pembelajaran agar lebih kontekstual, interaktif dan mendorong keterampilan berfikir kritis, kreatif, serta kolaboratif (Kunaifi dan Wahyudi, 2024:12-25).

Kurikulum pendidikan secara berkala mengalami perubahan seiring dengan kemajuan zaman. Kurikulum bertujuan merubah pandangan agar pendidikan Indonesia tidak mengalami kemunduran dan harus memberikan suatu hal yang berdampak positif. Sinergi teknologi dalam implementasinya pada kurikulum merdeka membawa pembaharuan yang nyata, pembelajaran menjadi lebih optimal, efektif dan efisien (Suweta, 2023:426). Hal itu mendasari langkah awal yang memberikan penguatan bahwa penerapan teknologi dalam pembelajaran sudah menjadi keharusan untuk diimplementasikan, bahkan kebijakan terbaru dalam susunan kurikulum Merdeka mentransformasikan guru penggerak menjadi guru pejuang digital atau guru melek teknologi.

Menurut Kumalasari dan Zunaidah (2021:46), Biologi merupakan cabang ilmu sains yang memiliki ciri khas dengan objek. Struktur ilmu biologi mengutamakan kegiatan yang berhubungan dengan eksperimen atau uji coba, sehingga kreatifitas dan keaktifan guru sangat dibutuhkan untuk menciptakan bahan ajar yang mampu menggambarkan materi biologi sesuai keadaan sebenarnya sehingga peserta didik dapat memahaminya. Bahan ajar berperan penting sebagai sumber belajar mandiri dan sebagai alat bantu dalam memahami materi pembelajaran secara sistematis dan terarah. Keberadaan bahan ajar yang relevan sangat dibutuhkan terutama dalam mata pelajaran biologi, yang memiliki karakteristik yang kompleks, visual dan sering bersifat mikroskopis sehingga sulit

diamati secara langsung (Darmawan, 2024:223). Salah satu bahan ajar yang mampu dan layak dalam membantu peserta didik maupun guru dalam proses belajar adalah modul (Fitri, Kurniawan, dan Ngazizah, 2013:20). Modul dikenal sebagai bahan ajar cetak yang dirancang untuk memudahkan peserta didik dalam belajar secara mandiri, didalam modul berisi petunjuk, alur dan materi singkat yang berisi konsep dari pembelajaran, penggunaan modul mendominasi pembelajaran secara mandiri (Ataji, 2019:18).

Berdasarkan hasil observasi melalui *Google Form*, sebanyak 75,8% peserta didik di SMA Negeri 1 Rambah Samo menyatakan bahwa pembelajaran biologi masih didominasi oleh penggunaan buku paket sebagai sumber belajar utama. Sebanyak 90,9% peserta didik belum menemukan modul pembelajaran khusus yang membahas materi struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan secara menarik dan interaktif. Terutama pada materi biologi kelas XI SMA yang dianggap sulit oleh peserta didik adalah struktur dan fungsi jaringan. Berdasarkan hasil wawancara yang dilaksanakan pada tanggal 12 September 2025 dengan salah satu guru biologi di sekolah tersebut menunjukkan bahwa materi struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan lebih mudah dipahami jika disertai media visual yang konkret. Materi ini membutuhkan ilustrasi yang dapat menggambarkan keadaan yang terdapat didalam tubuh manusia sehingga dapat di bayangkan oleh peserta didik.

Menurut Natasya dan Mellisa (2023:117) menyatakan bahwa sifat dari materi struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan ini adalah abstrak dan kompleks serta membutuhkan praktikum dan media yang mendukung. Oleh sebab itu modul yang baik dalam pembelajaran sains harusnya dirancang sedemikian mungkin agar dapat menumbuhkan minat peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi ini menunjukkan bahwa siswa membutuhkan bahan ajar yang lebih variatif dan dapat mendukung pemahaman konsep melalui media yang mudah diakses. Namun hingga kini belum tersedia modul pembelajaran khusus yang sesuai dengan karakteristik peserta didik.

Disisi lain, peserta didik masa kini sudah terbiasa menggunakan *smartphone* dan berinteraksi dengan berbagai *platform* digital seperti YouTube, TikTok, dan media sosial lainnya dalam kehidupan sehari-hari. Kebiasaan ini menunjukkan bahwa peserta didik lebih tertarik dengan pembelajaran berbasis teknologi yang mudah diakses melalui perangkat digital (Mahardika, 2024:72-73).

Kondisi tersebut akan berdampak pada rendahnya minat belajar peserta didik. Pembelajaran yang berlangsung secara monoton, hanya berpusat pada guru dan mengandalkan buku paket, membuat peserta didik menjadi pasif dan tidak termotivasi untuk menggali materi lebih dalam. Tanpa dukungan bahan ajar yang menarik dan interaktif, pemahaman siswa terhadap konsep-konsep biologi menjadi dangkal dan bersifat hafalan. Menurut Ritonga, dkk (2025:11239) minat belajar peserta didik cenderung menurun jika pembelajaran disampaikan secara monoton tanpa melibatkan media pembelajaran yang menarik dan interaktif.

Modul pembelajaran menjadi salah satu alternatif yang tepat karena disusun secara sistematis dan dapat digunakan sesuai kecepatan belajar masing-masing siswa. Terobosan baru untuk mengubah pembelajaran agar dapat menarik minat belajar peserta didik adalah pembelajaran dengan menggunakan *QR code* (*Quick response code*) dimana *QR Code* adalah akronim dalam bahasa Inggris yang artinya kode respon cepat dengan maksud sebenarnya dari *QR Code* adalah kode batang dua dimensi yang berisi teks yang sering menampilkan URL yang dapat mengarahkan kepada situs untuk dapat dipelajari tentang suatu objek (Lee, Lee, dan Kwon, 2011:485). Modul juga dapat dirancang secara menarik dengan dilengkapi gambar, ilustrasi, serta media interaktif seperti *QR code* yang menghubungkan siswa pada audio, visual, video pembelajaran atau sumber eksternal lainnya (Mulyati, 2024:63-74). Menurut Lee, Lee, dan Kwon (2011:486) *QR Code* menyediakan informasi yang cepat dan mudah digunakan atau diimplementasikan pada suatu pembelajaran yang melibatkan eksperimen. Selain itu *QR Code* dapat memungkinkan peserta didik untuk berkomunikasi dengan mudah dengan teman sekelas dan guru (Mustakim, 2013:215-216).

Berdasarkan uraian yang sudah dijabarkan, peneliti memandang perlu untuk melakukan pengembangan modul struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan berbasis *QR code* sebagai bahan ajar siswa kelas XI SMA. Modul ini diharapkan dapat menjadi media pembelajaran yang valid dan layak, serta mampu mendukung proses belajar yang mandiri, menarik dan kontekstual sehingga dapat meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi yang bersifat abstrak dan sulit diamati secara langsung. Namun hingga kini belum tersedia modul pembelajaran khusus yang diakses sesuai dengan karakteristik peserta didik dalam pembelajaran di sekolah.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah modul berbasis *QR code* dengan materi struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan yang dikembangkan layak digunakan sebagai bahan ajar untuk siswa kelas XI SMA?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan modul struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan sebagai bahan ajar untuk siswa kelas XI SMA.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Menambah referensi ilmiah dalam pengembangan bahan ajar biologi khususnya pada materi struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan, serta memperkaya penelitian sejenis dibidang Pendidikan biologi.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Bagi siswa: Membantu memahami materi jaringan pada tumbuhan secara mandiri dan menarik.
2. Bagi guru: Menjadi alternatif bahan ajar yang bisa digunakan untuk menunjang pembelajaran.
3. Bagi peneliti lain: Sebagai rujukan untuk pengembangan modul pada materi biologi lain..

1.5 Definisi Operasional

Ada beberapa perbedaan penafsiran terhadap istilah dalam judul untuk menghindari perbedaan tersebut, berikut adalah definisi operasional yang digunakan dalam peneliian ini:

1. Bahan ajar adalah bentuk materi pembelajaran yang digunakan oleh guru dan siswa dalam mendukung proses belajar yang efektif dan terarah.
2. Modul merupakan bahan ajar cetak yang disusun secara sistematis agar dapat digunakan siswa untuk belajar secara mandiri sesuai tujuan pembelajaran.
3. Pengembangan adalah proses sistematis untuk merancang dan menghasilkan modul pembelajaran yang valid dan praktis.
4. *QR code* adalah kode digital yang digunakan dalam modul untuk menghubungkan siswa kekonten pembelajaran tambahan berbasis media digital seperti gambar, video atau latihan soal.

.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bahan Ajar

2.1.1 Pengertian Bahan Ajar

Bahan ajar adalah segala bentuk materi yang disusun secara sistematis untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Penyajiannya bertujuan memudahkan peserta didik mencapai kompetensi melalui kegiatan belajar yang lebih terarah, sekaligus menjadi pedoman bagi guru (Mahulae, 2023: 2). Secara khusus, bahan ajar merupakan materi pembelajaran yang disusun secara lengkap dan terstruktur berdasarkan prinsip-prinsip pembelajaran. dengan penyajian yang runtut, siswa dapat memahami isi materi secara bertahap, sementara guru terbantu dalam menentukan strategi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik (Mahulae, 2023: 2).

Bahan ajar adalah sumber belajar yang disajikan dalam berbagai bentuk, termasuk teks, gambar, audio, video, dan multimedia interaktif untuk mendukung proses pembelajaran. keberagaman bentuk tersebut memudahkan guru menyesuaikan bahan ajar dengan kebutuhan serta gaya belajar siswa. Kehadiran media visual maupun audiovisual juga membantu peserta didik memahami konsep abstrak secara lebih konkret. Selain itu, keberagaman bahan ajar memungkinkan siswa belajar secara mandiri di luar jam tatap muka. Oleh karena itu, bahan ajar memiliki sifat fleksibel karena dapat menyesuaikan perkembangan teknologi pendidikan (Hayati, 2024: 2). Selain memuat isi materi, bahan ajar juga mencakup metode pencapaian, Batasan pembelajaran, serta Teknik evaluasi. Susunan yang menarik dan sistematis memungkinkan peserta didik lebih mudah memahami konsep yang dipelajari, serta membantu guru dalam mengukur pencapaian pembelajaran secara tepat (Magdalena, 2020:171).

Bahan ajar dapat dipahami sebagai seperangkat alat pembelajaran yang memuat materi, metode, dan evaluasi yang dirancang secara sistematis. Susunannya tidak hanya mendukung penguasaan kompetensi peserta didik, tapi juga menjadi acuan bagi guru dalam mengelola proses pembelajaran. oleh karena itu, siswa pun didorong untuk lebih aktif dalam mengembangkan pengetahuan

melalui pengalaman belajar yang variatif. Dengan demikian, bahan ajar merupakan sarana strategis yang menunjang tercapainya tujuan pembelajaran (Hayati, 2024:21).

2.1.2 Fungsi Bahan Ajar

Bahan ajar memiliki fungsi sebagai pedoman bagi guru sekaligus panduan bagi peserta didik dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran. Guru terbantu dalam menyusun dan menyampaikan materi secara sistematis, sedangkan peserta didik memperoleh acuan yang jelas mengenai kompetensi yang harus dicapai. Dengan adanya bahan ajar, alur pembelajaran dapat berjalan lebih terarah dan tujuan pembelajaran lebih mudah tercapai (Mahulae, 2023:3).

Bahan ajar berfungsi untuk meningkatkan efesiensi proses pembelajaran. Guru tidak hanya bergantung pada penjelasan lisan, tetapi juga dapat memanfaatkan bahan ajar sebagai sarana bagi peserta didik untuk belajar mandiri. Peserta didik juga terdorong untuk lebih aktif dan bertanggung jawab terhadap proses belajarnya karena materi disajikan secara runtut dan menarik. Hal ini membuat pembelajaran menjadi lebih efektif dan tidak sepenuhnya bergantung pada keberadaan guru (Magdalena, 2020:173).

Fungsi lain dari bahan ajar adalah memberi kesempatan kepada peserta didik untuk belajar sesuai dengan kemampuan, kecepatan, dan gaya belajar masing-masing. Bentuk bahan ajar yang beragam, baik berupa teks, gambar, audio, maupun video, memungkinkan siswa menyesuaikan cara belajarnya dengan kebutuhan. keberagaman ini tidak hanya memudahkan pemahaman terhadap konsep, tetapi juga dapat meningkatkan motivasi serta kemandirian belajar siswa (Hayati, 2024:172).

Konteks pembelajaran inovatif, bahan ajar juga dapat dikembangkan dengan memanfaatkan teknologi digital, salah satunya melalui *QR code*. Pemanfaatan *QR code* dalam bahan ajar memungkinkan peserta didik mengakses materi secara lebih mudah dan fleksibel, baik berupa teks, gambar, maupun multimedia interaktif. Dengan cara ini, fungsi bahan ajar tidak hanya sebagai sumber informasi, tetapi juga sebagai sarana untuk memperluas akses, meningkatkan

keterlibatan siswa, serta menyesuaikan pembelajaran dengan perkembangan teknologi saat ini (Mahulae, 2023:4).

2.2 Modul

2.2.1 Pengertian Modul

Modul merupakan salah satu bentuk bahan ajar yang disusun secara sistematis untuk membantu peserta didik mencapai kompetensi tertentu. Modul dirancang agar siswa dapat belajar secara mandiri dengan bimbingan minimal dari guru. Menurut Nursafitri, dkk (2020:92) modul adalah seperangkat bahan ajar yang memiliki karakteristik *self-instructional*, *self-contained*, *stand-alone*, *adaptive*, dan *user-friendly*, sehingga mampu mendukung peserta didik dalam proses belajar secara lebih efektif (Famulaqih dan Lukman, 2024:4). Sebagai bahan ajar, modul biasanya difokuskan pada suatu topik tertentu dan disajikan secara runtut serta logis. Isi modul mencakup tujuan pembelajaran, uraian materi, aktivitas belajar, latihan, serta evaluasi. Penyajian modul yang sistematis memberikan fleksibilitas kepada peserta didik untuk belajar sesuai dengan kecepatan dan gaya belajarnya, sehingga berperan penting dalam menumbuhkan kemandirian belajar (Hayati, 2024:76).

Modul dipandang sebagai paket pembelajaran mandiri yang memungkinkan siswa belajar dengan tingkat ketergantungan minimal terhadap guru. Didalamnya terdapat berbagai komponen seperti panduan penggunaan, lembar kerja, evaluasi, dan kunci jawaban. Seiring dengan perkembangan teknologi, modul berkembang dalam bentuk e-modul berbasis digital yang dilengkapi fitur interaktif berupa animasi, audio, dan navigasi, sehingga memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dibandingkan modul cetak (Murod, 2021:222).

Inovasi modul terus dikembangkan, salah satunya adalah *e-modul* berbasis *QR code*. E-modul ini memungkinkan peserta didik mengakses materi, artikel, video, maupun kuis online secara praktis melalui pemindaian kode. Fitur interaktif yang tersedia tidak hanya mendukung pencapaian kompetensi dasar, tetapi juga meningkatkan literasi digital peserta didik yang sangat relevan dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21 (Pratiwi dan Indana, 2022:458).

Secara keseluruhan, modul merupakan sarana belajar mandiri yang memuat materi, petunjuk belajar, aktivitas, dan evaluasi secara sistematis. Modul berfungsi sebagai penyedia materi sekaligus media pembelajaran yang efisien, komunikatif, dan adaptif terhadap perkembangan teknologi. Kehadiran e-modul berbasis *QR code* memperkuat peran modul sebagai inovasi, efektifitas, dan kualitas pembelajaran di era digital (Famulaqih dan Lukman, 2024:10).

2.2.2 Fungsi dan Tujuan Modul

Modul memiliki fungsi utama sebagai panduan belajar mandiri bagi peserta didik. Melalui modul, siswa dapat belajar sesuai dengan kecepatan masing-masing, mengulangi materi yang belum dikuasai, serta mengembangkan keterampilan berfikir kritis. Modul berperan sebagai alat bantu pembelajaran, sarana pencapaian tujuan belajar, sekaligus sebagai instrument evaluasi hasil belajar siswa (Fitriyah, 2023: 69). Selain itu, modul dapat digunakan guru untuk melaksanakan pembelajaran berdiferensiasi, karena penyajiannya memungkinkan penyesuaian materi dengan kebutuhan dan kemampuan siswa (Mulyati, 2024: 65).

Tujuan penggunaan modul adalah untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi pembelajaran serta mengoptimalkan keterlibatan peserta didik dalam proses belajar. Modul dirancang agar siswa mampu mencapai kompetensi dasar secara mandiri, mengembangkan kemampuan belajar keberlanjutan, dan membentuk kebiasaan belajar sistematis (Famulaqih dan Lukman, 2024:9). Dalam pembelajaran biologi, modul dapat memfasilitasi pemahaman konsep-konsep kompleks melalui aktivitas kontekstual, ilustrasi visual, dan latihan terstruktur (Erlina, 2018: 11).

Kemampuan guru menyusun modul ajar merupakan keterampilan penting agar pembelajaran dapat berjalan lebih efektif. Modul ajar yang baik membantu guru merencanakan kegiatan belajar secara terstruktur dan sistematis, sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai secara optimal. Menurut Nengsih, dkk (2024:152) masih banyak guru yang belum memahami secara mendalam strategi penyusunan modul, khususnya dalam konteks kurikulum merdeka, sehingga sering menimbulkan pembelajaran yang kurang menarik dan interaktif. Sebelum menyusun modul ajar, guru perlu memperhatikan dua syarat penting, yaitu

kelayakan isi serta kesesuaian kegiatan belajar dengan prinsip pembelajaran dan penilaian. Menurut Nengsih, dkk (2024:151) Modul ajar dalam kurikulum merdeka memiliki karakteristik khusus, yaitu: (1) bersifat esensial, memuat konsep inti yang diperoleh melalui pengalaman lintas disiplin ilmu, (2) menarik, relevan, dan menantang agar menumbuhkan minat belajar, (3) kontekstual dengan pengalaman dan kondisi lingkungan siswa, serta (4) berkesinambungan sesuai dengan tahap perkembangan siswa. Modul dapat menjadi sarana efektif untuk menunjang ketercapaian tujuan pembelajaran di era kurikulum Merdeka.

2.2.3 Keunggulan Modul sebagai Bahan Ajar

Modul memiliki berbagai keunggulan dibandingkan dengan bahan ajar lain karena sifatnya yang fleksibel, sistematis, dan dapat digunakan baik dalam pembelajaran tatap muka maupun daring. Modul memungkinkan peserta didik mengatur waktu serta tempat belajar sesuai kebutuhan, sehingga mendukung pembelajaran mandiri. Keunggulan ini menjadikan modul efektif dalam meningkatkan motivasi dan pemahaman siswa terhadap materi pelajaran (Ule, 2021:148).

Selain itu, modul mendorong kemandirian belajar siswa karena dilengkapi dengan petunjuk, tujuan, dan latihan yang jelas. Siswa dapat mengulang bagian yang belum dipahami serta mengevaluasi kemajuan belajarnya secara mandiri. Hal ini memperkuat tanggung jawab siswa dalam proses belajar. Modul dengan desain seperti ini terbukti membantu keberhasilan pembelajaran jarak jauh maupun *blended learning* (Famulaqih dan Lukman, 2024:8).

Keunggulan berikutnya adalah kemampuannya beradaptasi dengan perkembangan teknologi. Modul tidak hanya berbentuk cetak, tetapi juga dikembangkan menjadi *e-modul* berbasis *QR code*. Melalui *e-modul* ini, peserta didik dapat mengakses berbagai sumber belajar tambahan seperti video, artikel digital, dan kuis interaktif. Fitur tersebut memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik, praktis, dan sesuai dengan karakteristik generasi digital yang terbiasa menggunakan teknologi dalam aktivitas sehari-hari (Pratiwi dan Indana, 2022:458).

Penggunaan modul berbasis teknologi mampu mendukung pembelajaran yang bersifat interaktif dan kontekstual. Siswa tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga dapat terlibat dalam aktivitas belajar yang memicu rasa ingin tahu. Interaksi teknologi dalam modul membuat pembelajaran lebih *variative* dan mendorong peningkatan literasi digital. Dengan demikian, modul bukan hanya sekedar sarana penyajian materi, tetapi juga media yang memfasilitasi siswa untuk mengembangkan keterampilan abad 21 (Pratiwi dan Indana, 2022:459). Pada aspek pedagogis, modul juga unggul karena memiliki susunan yang logis dan terarah. Setiap modul memuat tujuan pembelajaran yang jelas, petunjuk penggunaan, materi inti, kegiatan belajar, evaluasi, sehingga kunci jawaban. Komponen-komponen ini membantu guru dalam mengorganisasi pembelajaran secara lebih struktur sekaligus memberi arahan yang jelas kepada siswa. Kejelasan struktur membuat siswa lebih mudah mengikuti alur pembelajaran dan mengevaluasi capaian belajarnya (Mulyati, 2024:65).

Keberadaan modul menjadikan proses belajar lebih efisien karena siswa dapat menggunakannya sebagai pegangan utama dalam memahami materi. Guru pun terbantu karena modul dapat berfungsi sebagai panduan dalam merencanakan pembelajaran. Dengan keunggulan yang meliputi fleksibilitas, adaptabilitas teknologi, dan struktur pedagogis yang terarah, modul terbukti menjadi salah satu bahan ajar yang efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran di berbagai jejang pendidikan (Aldya, 2022:187).

2.2.4 Relevansi Modul dalam Pembelajaran Biologi

Pembelajaran biologi menuntut pemahaman konsep-konsep yang kompleks, observasi terhadap fenomena alam, serta kemampuan berpikir ilmiah. Modul sangat relevan untuk mendukung proses pembelajaran biologi karena dapat menyajikan materi secara sistematis, menarik, dan aplikatif. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Angliani dan Mellisa, 2022:56) media pembelajaran berbasis aplikasi *Focusky* pada materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan terbukti sangat valid dan efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa. Modul memungkinkan penggunaan media interaktif, seperti gambar, video, dan *QR Code*, untuk memperkaya pemahaman siswa terhadap materi biologi.

Relevansi modul juga terlihat dalam kemampuannya untuk mengintegrasikan potensi lokal sebagai sumber belajar. Penyertaan elemen visual, teks naratif, serta ilustrasi yang menarik dalam modul pembelajaran mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses belajar. Selain itu, modul juga dapat disesuaikan dengan perkembangan teknologi, misalnya melalui penggunaan *QR Code* sebagai sarana penguat pemahaman terhadap materi. Oleh karena itu, relevansi modul dalam pembelajaran Biologi tidak hanya terletak pada isi materinya, tetapi juga pada kemampuannya dalam memberikan pengalaman belajar yang aktif, mandiri, dan bermakna (Erlina, 2018:14).

Penggunaan modul dalam pembelajaran biologi memiliki relevansi tinggi, terutama ketika dikembangkan dengan teknologi seperti *QR Code*. Hasil Penelitian Awwalina dan Indana (2022:715) menunjukkan keterlaksanaan pembelajaran mencapai 100%. Hal ini menandakan bahwa modul mudah digunakan dalam praktik di kelas serta mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran. Siswa tidak mengalami kesulitan dalam memahami petunjuk dan isi modul, bahkan meresponnya secara positif dengan tingkat keterlibatan tinggi. Respons siswa terhadap e-modul juga menunjukkan hasil sangat baik dengan skor rata-rata 82,49%, termasuk dalam kategori sangat efektif.

Modul yang dikembangkan oleh Awwalina dan Indana, (2022:716-718) juga mendukung pendekatan pembelajaran mandiri dan *student-centered learning*. Hal ini sangat penting dalam pembelajaran biologi yang seringkali memerlukan waktu lebih untuk memahami konsep yang kompleks dan melakukan pengamatan mendalam. Modul interaktif berbasis teknologi juga mampu meningkatkan motivasi siswa karena menyajikan informasi dengan cara yang menarik dan mudah dipahami.

2.3 Struktur dan Fungsi Jaringan pada Tumbuhan

Tumbuhan dapat dibedakan menjadi dua kelompok jaringan utama, yaitu jaringan meristem dan jaringan permanen. Jaringan meristem terdiri dari kumpulan sel yang secara aktif dan terus-menerus mengalami pembelahan. Sel-sel yang dihasilkan dari pembelahan tersebut kemudian berkembang menjadi bagian dari jaringan atau organ tertentu, serta kehilangan kemampuan membelah karena

telah mengalami spesialisasi. Jaringan yang telah terspesialisasi inilah yang disebut jaringan permanen.

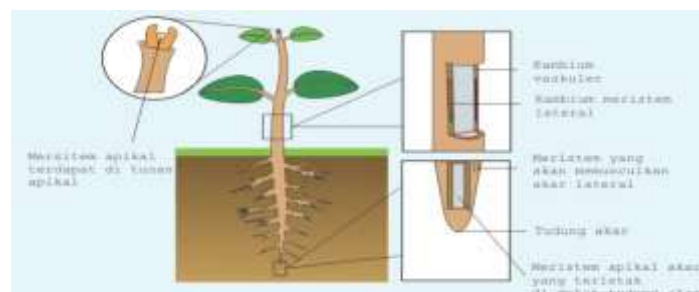
2.3.1 Jaringan Meristem

Jaringan didefinisikan sebagai kumpulan sel yang memiliki bentuk dan fungsi serupa. Oleh karena itu, jaringan meristem dapat dijelaskan sebagai kumpulan sel dengan bentuk dan fungsi yang sama serta memiliki kemampuan untuk terus membelah (sifat meristematik). Ciri-ciri jaringan meristem meliputi sel-sel yang aktif membelah, masih muda, berukuran kecil, memiliki bentuk dan ukuran yang seragam, belum memiliki fungsi khusus, tidak memiliki ruang antarsel, serta tidak mengandung zat cadangan. Berdasarkan asal terbentuknya, jaringan meristem dibagi menjadi tiga jenis, yaitu promeristem, meristem primer, dan meristem sekunder.

Promeristem adalah jaringan meristem yang telah ada sejak tahap embrionik tumbuhan. Meristem primer (atau meristem apikal) merupakan jaringan meristem yang terdapat pada tumbuhan dewasa, biasanya terletak di ujung batang (yang berperan dalam pertumbuhan tinggi tanaman) dan ujung akar (yang menyebabkan akar memanjang). Sedangkan meristem sekunder adalah jaringan meristem yang terbentuk dari jaringan yang sudah terdiferensiasi sebelumnya. Contoh dari meristem sekunder adalah kambium, yang berperan dalam pertumbuhan sekunder pada tumbuhan dikotil dan *Gymnospermae*. Kambium menghasilkan pertumbuhan ke arah luar yang membentuk kulit batang, dan ke arah dalam yang membentuk kayu. Jaringan meristem diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu meristem apikal, meristem lateral, dan meristem interkalar.

Jaringan meristem adalah jaringan tumbuhan yang terdiri atas sel-sel yang bersifat embrional, artinya mampu terus-menerus membelah diri. Jaringan ini bertanggung jawab terhadap pertumbuhan primer dan sekunder tumbuhan. Berdasarkan asalnya, jaringan meristem dibedakan menjadi meristem primer dan meristem sekunder. Meristem primer berasal langsung dari embrio dan ditemukan pada ujung akar dan batang, sedangkan meristem sekunder berasal dari jaringan dewasa yang kembali bersifat meristematis, seperti kambium. Ciri khas sel meristem adalah berdinding tipis, memiliki inti besar, vakuola kecil, dan

sitoplasma padat. Meristem apikal terdapat di ujung akar dan batang serta berfungsi memanjangkan bagian tersebut. Meristem lateral berfungsi memperlebar jaringan seperti pada kambium dan felogen. Sedangkan meristem interkalar terdapat di ruas batang tanaman rumput. Jaringan meristem memungkinkan tumbuhan bertambah tinggi, besar, dan bercabang. Peran penting jaringan ini juga mencakup regenerasi dan penyembuhan luka pada tumbuhan. Dengan kemampuannya membelah secara aktif, jaringan meristem menjadi pusat pertumbuhan bagi semua jaringan lain pada tumbuhan (Arifin dan Husein, 2020:39).



Gambar 1. Jaringan Meristem (diambil dari Arifin dan Husein, 2020:45)

2.3.2 Jaringan Parenkim

Jaringan parenkim atau jaringan dasar adalah jaringan yang terdapat hampir di seluruh bagian tumbuhan. Jaringan ini berasal dari meristem dasar dan memiliki bentuk sel yang bervariasi. Parenkim memiliki dinding sel tipis dan bersifat hidup. Fungsi utama jaringan parenkim adalah sebagai tempat fotosintesis, penyimpanan cadangan makanan, dan transportasi zat. Jaringan parenkim yang melakukan fotosintesis disebut parenkim palisade dan banyak ditemukan di daun. Parenkim juga menyimpan air dan zat makanan seperti pati dalam batang dan akar. Jaringan parenkim udara (aerenkim) banyak ditemukan pada tumbuhan air untuk membantu pertukaran gas dan mengapung.

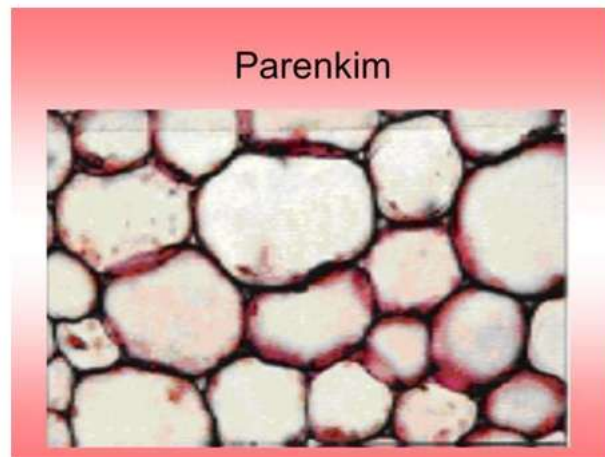
Jaringan ini fleksibel dan mudah berdiferensiasi menjadi jaringan lain jika dibutuhkan. Jaringan parenkim sering ditemukan bersama jaringan pengangkut, membantu dalam proses transportasi air dan hasil fotosintesis. Bentuk sel parenkim biasanya isodiametris dengan ruang antarsel yang cukup besar.

Kemampuan jaringan ini untuk membelah kembali menjadikannya penting dalam proses penyembuhan luka. Selain itu, jaringan parenkim juga berperan dalam proses regenerasi bagian tubuh tumbuhan. Jaringan dasar pada tumbuhan dikenal dengan nama jaringan parenkim. Dinamakan jaringan dasar karena parenkim merupakan jaringan yang paling umum dan paling banyak ditemukan di hampir seluruh bagian tumbuhan, mulai dari akar, batang, daun, daging buah, hingga endosperm. Tidak hanya terbatas pada bagian-bagian tersebut, jaringan ini juga terdapat di hampir semua jenis tumbuhan, baik tumbuhan tingkat rendah maupun tingkat tinggi.

Pada potongan melintang batang, jaringan yang paling mendominasi biasanya adalah jaringan parenkim, sehingga memperkuat sebutannya sebagai jaringan dasar. Selain itu, jaringan parenkim juga sering ditemukan sebagai pengisi ruang di antara jaringan lain, seperti di antara xilem dan floem, sehingga berperan penting dalam mendukung dan melengkapi fungsi jaringan-jaringan tersebut. Jaringan parenkim memiliki sejumlah ciri khas yang membedakannya dari jenis jaringan lainnya, antara lain (Arifin dan Husein, 2020:38-39):

1. Sel-selnya merupakan sel hidup yang memiliki ukuran relatif besar, berdinding tipis, dan biasanya berbentuk segi enam;
2. Mengandung vakuola besar yang berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan dan air;
3. Inti sel biasanya terletak di dekat dasar sel;
4. Meskipun telah terdiferensiasi, jaringan parenkim tetap memiliki kemampuan meristematik, artinya masih dapat membelah diri dalam kondisi tertentu, seperti saat proses regenerasi atau penyembuhan luka pada tumbuhan;
5. Terdapat banyak ruang antar sel, yang membuat susunannya tidak rapat, sehingga jaringan ini juga berperan dalam pertukaran gas serta sirkulasi air dan zat hara di dalam tumbuhan.

Dengan berbagai fungsi dan sebarannya yang luas, jaringan parenkim menjadi komponen vital dalam struktur dan fisiologi tumbuhan.



Gambar 2. Jaringan Parenkim (diambil dari Arifin dan Husein, 2020:39)

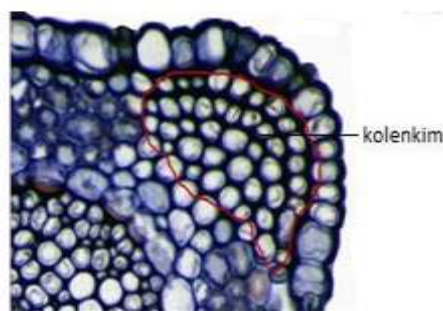
2.3.3 Jaringan Kolenkim

Jaringan kolenkim adalah jaringan penguat pada tumbuhan muda dan bagian tumbuhan yang masih aktif tumbuh. Sel kolenkim memiliki dinding sel yang tidak rata dan menebal pada bagian sudutnya. Penebalan ini mengandung selulosa dan pektin yang membuatnya elastis dan fleksibel. Kolenkim berfungsi untuk memberikan kekuatan dan fleksibilitas pada tumbuhan agar tidak mudah patah akibat tiupan angin. Jaringan kolenkim biasanya ditemukan di bawah epidermis batang, tangkai daun, dan tulang daun. Sel kolenkim bersifat hidup dan dapat memanjang seiring dengan pertumbuhan tumbuhan. Kolenkim juga mampu melakukan aktivitas metabolik yang cukup tinggi.

Terdapat beberapa tipe kolenkim, yaitu kolenkim angular, kolenkim lamellar, dan kolenkim *lacunate*. Kolenkim angular memiliki penebalan pada sudut sel, sedangkan kolenkim lamellar menebal di sisi tangensial dan kolenkim *lacunate* memiliki ruang antarsel. Peran kolenkim sangat penting pada masa pertumbuhan karena memungkinkan tumbuhan tetap tegak dan lentur. Jaringan ini banyak dijumpai pada tumbuhan herba dan berumur pendek. Dalam tumbuhan yang lebih tua, fungsi penguat kolenkim biasanya digantikan oleh jaringan sklerenkim.

Jaringan kolenkim memiliki karakteristik utama berupa sel-selnya yang masih hidup dan dinding sel yang mengalami penebalan tidak merata, terutama mengandung banyak selulosa, hemiselulosa, dan pektin. Penebalan ini membuat kolenkim cukup kuat untuk memberikan dukungan mekanis, namun tetap fleksibel. Karena memiliki sifat hidup dan mampu berkembang, jaringan kolenkim sering dianggap sebagai bentuk khusus dari jaringan parenkim yang telah mengalami spesialisasi untuk menunjang kekuatan struktural, khususnya pada bagian-bagian tumbuhan yang masih muda dan sedang tumbuh aktif. Fungsi utama kolenkim adalah sebagai jaringan penyokong atau penunjang mekanik yang lentur, terutama pada organ-organ muda tumbuhan seperti batang muda, tangkai daun muda, dan bagian tepi daun.

Letaknya umumnya berada tepat di bawah epidermis (kulit luar tumbuhan), atau sangat dekat dengan permukaan batang dan tangkai daun. Karena kolenkim bersifat fleksibel, ia mampu menopang organ-organ muda tanpa menghambat pertumbuhannya. Berbeda dari jaringan penyokong lainnya seperti sklerenkim yang terdapat pada organ dewasa dan bersifat kaku, kolenkim sangat jarang ditemukan pada akar karena akar tidak memerlukan fleksibilitas dalam struktur penyokongnya. Sebaliknya, keberadaan kolenkim sangat penting pada bagian tumbuhan yang terpapar angin atau gaya mekanis lainnya, sehingga jaringan ini berperan penting dalam menjaga struktur tumbuhan tetap stabil selama proses pertumbuhan (Arifin dan Husein, 2020:42-44).



Gambar 3. Jaringan Kolenkim (diambil dari Arifin & Husein, 2020:44)

Sel-sel penyusun jaringan kolenkim memiliki ciri khas berupa penebalan dinding sel yang tidak merata, terutama terjadi pada bagian sudut-sudut selnya. Penebalan ini bersifat tidak uniform di seluruh permukaan dinding sel, sehingga memberikan fleksibilitas pada jaringan tersebut. Dinding sel kolenkim tersusun atas selulosa yang cukup tebal, dan hal ini memberikan kekuatan mekanis sekaligus kelenturan bagi bagian tumbuhan yang didukungnya. Karena sifatnya yang lentur, jaringan kolenkim sangat efektif dalam menopang organ-organ tumbuhan yang masih muda dan sedang mengalami pertumbuhan aktif. Kelenturan ini memungkinkan sel kolenkim untuk meregang seiring dengan proses pemanjangan organ, seperti batang dan tangkai daun. Dengan demikian, kolenkim dapat memberikan dukungan struktural tanpa menghambat pertumbuhan organ yang ditopangnya. Peran kolenkim menjadi sangat penting dalam menjaga stabilitas dan bentuk tumbuhan saat berada dalam tahap perkembangan awal.

2.3.4 Karakteristik dan Relevansi Bahan Ajar yang Baik dalam Pembelajaran Biologi

Pembelajaran Biologi menuntut pemahaman konsep-konsep yang kompleks dan bersifat abstrak, sehingga membutuhkan bahan ajar yang mampu menjembatani konsep ilmiah dengan representasi visual dan kontekstual. Menurut Darmawan (2024:2277) karakteristik Biologi yang bersifat mikroskopis dan kompleks memerlukan bahan ajar yang relevan agar siswa dapat memahami konsep secara konkret. Salah satu contohnya adalah pada materi *Struktur dan Fungsi Jaringan* pada tumbuhan, yang mengandung istilah ilmiah dan konsep visual seperti *xilem*, *floem*, dan *parenkim*, sehingga sulit dipahami tanpa bantuan media visual yang mendukung. Bahan ajar yang baik tidak hanya berfungsi menyampaikan informasi, tetapi juga sebagai sarana untuk menumbuhkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran.

Minat belajar siswa cenderung menurun apabila pembelajaran disampaikan secara monoton tanpa melibatkan media pembelajaran yang menarik dan interaktif. Oleh karena itu, bahan ajar yang kontekstual dan didesain secara menarik dapat membantu guru mewujudkan pembelajaran Biologi yang aktif, komunikatif, dan menyenangkan (Darmawan, 2024:232). Karakteristik bahan ajar yang baik ditunjukkan oleh kesesuaiannya dengan kebutuhan peserta didik dan tujuan pembelajaran yang hendak dicapai. Bahan ajar harus selaras dengan perkembangan kognitif peserta didik. Selain itu, bahan ajar yang berkualitas disusun secara sistematis, logis, dan berkesinambungan sehingga memudahkan guru dalam mengelola proses pembelajaran sekaligus memberikan panduan yang jelas bagi siswa dalam mempelajari materi (Mahulae, 2023:4).

Selain itu, bahan ajar dituntut komunikatif dengan penggunaan Bahasa yang sederhana, jelas, dan sesuai tingkat pemahaman peserta didik. Penyajian yang menarik dapat diwujudkan melalui ilustrasi, gambar, contoh, maupun latihan yang mendukung proses pembelajaran. penyajian bahan ajar yang komunikatif dan menarik diyakini mampu meningkatkan minat serta keterlibatan peserta didik dalam memahami materi secara mendalam (Magdalena, 2020:180). Bahan ajar yang baik juga harus memperhatikan keragaman gaya belajar peserta didik. Perbedaan kecenderungan belajar, baik visual, auditori, maupun karakteristik, mengharuskan bahan ajar disajikan dalam variasi bentuk agar semua siswa memperoleh kesempatan yang sama untuk memahami materi.

Variasi penyajian ini menjadikan bahan ajar tidak hanya berfungsi sebagai media penyampai informasi, tetapi juga sebagai sarana yang mendukung tercapainya pengalaman belajar yang inklusif (Mahulae, 2023:4). Relevansi bahan ajar dalam pembelajaran Biologi tidak hanya terletak pada penyampaian materi, tetapi juga pada pendekatan dan media yang digunakan. Bahan ajar berbasis teknologi seperti *QR Code* mampu mengintegrasikan teks, gambar, dan multimedia interaktif yang menarik, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna bagi siswa. Oleh karena itu, bahan ajar yang adaptif terhadap perkembangan teknologi menjadi sarana penting dalam mewujudkan

pembelajaran Biologi yang aktif, inovatif, dan sesuai dengan tuntutan era digital (Mulyati, 2024: 63-74). Integrasi teknologi dalam bahan ajar juga menjadi kebutuhan penting di era digital. Salah satunya melalui pemanfaatan *QR Code* yang dapat menghubungkan peserta didik dengan sumber belajar tambahan seperti video, animasi, dan simulasi interaktif. Penggunaan *QR Code* dalam bahan ajar mampu meningkatkan efektivitas belajar karena memberikan kemudahan akses terhadap materi pendukung serta menumbuhkan kemandirian belajar siswa. Menurut Mayer (2009) dalam Pratiwi dan Indana (2022:458) *learning multimedia* atau pembelajaran multimedia merupakan pembelajaran yang dikombinasikan antara teks dan gambar dan itu lebih efektif dibandingkan penggunaan teks semata dalam meningkatkan pemahaman konsep Biologi .

Menurut Awwalina dan Indana (2022:713) menunjukkan bahwa penggunaan *e-modul* berbasis *QR Code* pada materi ekosistem terbukti sangat valid dengan tingkat validitas 97,75% dan kepraktisan tinggi, serta efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Hal ini menunjukkan bahwa bahan ajar berbasis teknologi tidak hanya relevan dengan kebutuhan pembelajaran Biologi, tetapi juga efektif dalam meningkatkan keterampilan abad ke-21 seperti literasi digital, kolaborasi, dan pemecahan masalah. Konsep pembelajaran modern, kualitas bahan ajar dituntut untuk adaptif terhadap perkembangan teknologi. Pemanfaatan media digital seperti *QR code* memungkinkan peserta didik mengakses materi pembelajaran secara cepat, praktis, dan fleksibel. *QR code* juga memfasilitasi keterhubungan dengan berbagai sumber belajar, baik berupa teks, gambar audio, maupun multimedia interaktif, sehingga pembelajaran menjadi lebih relevan dengan kebutuhan dengan abad ke-21(Hayati, 2024:21)

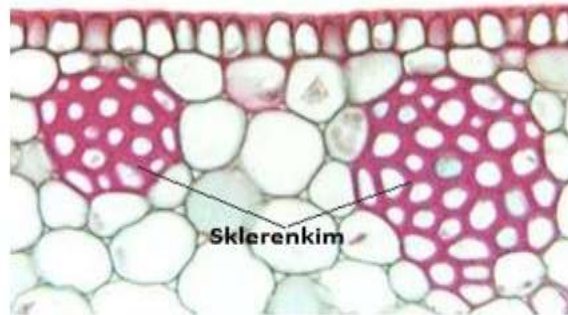
2.3.5 Jaringan Sklerenkim

Jaringan sklerenkim merupakan jaringan penguat yang tersusun dari sel-sel mati dengan dinding sekunder yang tebal karena mengandung lignin. Jaringan ini memberikan kekuatan mekanis pada tumbuhan yang sudah dewasa atau tidak aktif tumbuh lagi. Sklerenkim dibedakan menjadi dua tipe utama, yaitu serabut (serat) dan sklereid. Serat berbentuk panjang dan ramping, banyak ditemukan pada batang dan daun. Sementara sklereid berbentuk tidak teratur dan biasanya terdapat

pada kulit buah dan biji keras seperti tempurung kelapa. Sklerenkim memberikan perlindungan terhadap tekanan mekanis dan kerusakan fisik. Karena dinding selnya yang keras, jaringan ini juga sulit ditembus oleh air dan gas. Fungsi utama jaringan sklerenkim adalah memberikan kekuatan struktural, mendukung batang agar tetap tegak, dan melindungi bagian dalam tumbuhan. Sel sklerenkim memiliki lumen kecil dan sitoplasma telah hilang saat dewasa. Penebalan lignin yang kaku membuat jaringan ini tidak bisa meregang, sehingga biasanya hanya ditemukan pada bagian tumbuhan yang telah selesai tumbuh. Jaringan sklerenkim menjadi bagian penting dalam struktur permanen tumbuhan dan berperan dalam keberlangsungan hidupnya.

Jaringan sklerenkim adalah jaringan penyokong yang berfungsi untuk memberikan kekuatan dan kekakuan pada organ-organ tumbuhan yang telah mencapai tahap dewasa. Berbeda dengan jaringan kolenkim yang terdapat pada organ muda, sklerenkim mendukung bagian tumbuhan yang tidak lagi mengalami pertumbuhan aktif. Sel-sel penyusun sklerenkim pada umumnya sudah mati ketika mencapai tahap dewasa, sehingga tidak lagi memiliki protoplasma.

Ciri khas dari sel sklerenkim adalah dinding selnya yang sangat tebal akibat mengalami penebalan sekunder, terutama karena mengandung lignin, yaitu zat kayu yang memberikan kekakuan dan ketahanan mekanis. Kandungan lignin tersebut membuat jaringan ini menjadi keras dan kuat, sehingga mampu menunjang struktur tumbuhan terhadap tekanan maupun gaya dari luar. Sklerenkim biasanya ditemukan di bagian-bagian seperti serat batang, pembuluh kayu, tulang daun, dan lapisan keras biji atau buah. Dengan struktur yang kokoh ini, jaringan sklerenkim berperan penting dalam menjaga bentuk tumbuhan serta melindungi bagian dalam dari kerusakan mekanis (Arifin dan Husein, 2020:45-46).



Gambar 4. Sklerenkim (diambil dari Arifin dan Husein, 2020:46)

Jaringan sklerenkim terbagi ke dalam dua kelompok utama, yaitu (Arifin dan Husein, 2020:48):

a) Serabut (Serat) Sklerenkim

Serabut adalah salah satu jenis jaringan sklerenkim yang berbentuk panjang, ramping, dan memiliki ujung yang meruncing. Sel-sel serabut ini biasanya tersusun rapat membentuk untaian atau jalur memanjang dalam jaringan tumbuhan. Ujung-ujung runcing dari sel-sel ini saling bertumpang tindih dan terikat kuat satu sama lain, sehingga membentuk struktur yang kokoh. Serabut sklerenkim banyak ditemukan di berbagai bagian tumbuhan, seperti batang, daun, dan jaringan penguat lainnya. Fungsi utamanya adalah sebagai penyokong mekanik yang memberikan kekuatan dan ketahanan terhadap tekanan luar.

b) Sklereid

Sklereid adalah jenis sel sklerenkim yang telah mati dan memiliki dinding sel yang keras serta tahan terhadap tekanan. Bentuk sel sklereid bervariasi, tidak seragam, dan sering kali ditemukan dalam posisi tunggal atau berkelompok kecil di antara jaringan lain. Contoh keberadaan sklereid yang umum adalah pada butiran keras di dalam daging buah jambu biji dan pir, yang memberi tekstur khas pada buah tersebut. Selain itu, batok kelapa juga mengandung banyak sklereid, yang membuat bagian tersebut sangat keras dan sulit dipecahkan. Fungsi utama sklereid adalah memberikan perlindungan dan kekuatan pada bagian tumbuhan yang membutuhkan ketahanan ekstra.

2.3.6 Jaringan Pengangkut (Xilem dan Floem)

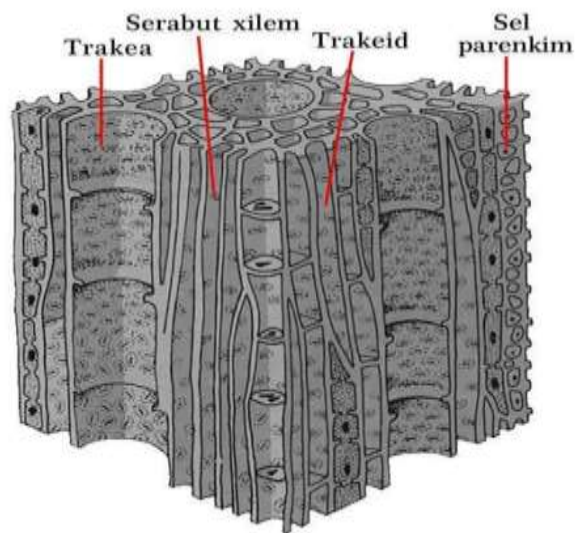
Jaringan pengangkut merupakan jaringan kompleks yang terdiri dari xilem dan floem yang berfungsi untuk transportasi zat dalam tubuh tumbuhan. Xilem bertugas mengangkut air dan mineral dari akar ke daun. Floem mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tumbuhan. Xilem tersusun atas trakea, trakeid, dan parenkim xilem, sedangkan floem terdiri atas buluh tapis, sel pengiring, parenkim floem, dan serat floem. Trakea dan trakeid pada xilem bersifat mati dan memiliki dinding sel tebal berlignin untuk kekuatan dan efisiensi pengangkutan. Floem bersifat hidup dan memiliki elemen tapis untuk memperlancar distribusi makanan. Xilem biasanya berada di sebelah dalam berkas pengangkut, sedangkan floem di bagian luar. Keduanya bekerja secara sinergis untuk mendistribusikan zat-zat penting dalam metabolisme tumbuhan. Jaringan pengangkut sangat penting dalam proses fotosintesis, respirasi, dan pertumbuhan tanaman. Pada tumbuhan berkayu, jaringan pengangkut berkembang menjadi struktur yang kompleks seperti kambium dan pembuluh sekunder. Sistem jaringan ini memungkinkan tumbuhan tumbuh tinggi dan besar serta mampu hidup dalam berbagai kondisi lingkungan.

Jaringan pengangkut pada tumbuhan dikenal juga dengan sebutan berkas vaskular. Istilah "vaskular" berasal dari kata yang berarti pembuluh, karena jaringan ini berbentuk seperti saluran atau pipa. Jaringan ini dapat diibaratkan seperti pipa-pipa halus yang menyerupai pembuluh darah pada manusia. Fungsinya adalah mengangkut air dan mineral dari akar menuju seluruh bagian tumbuhan. Selain itu, jaringan ini juga mendistribusikan hasil fotosintesis dari daun ke bagian lainnya. Peran jaringan ini sangat penting dalam mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup tumbuhan. Berdasarkan fungsinya, jaringan pengangkut dibagi menjadi dua kelompok utama.

1. Xylem

Xylem, atau disebut juga pembuluh kayu, memiliki fungsi utama untuk mengangkut air dan mineral dari akar menuju daun. Jaringan ini termasuk jaringan pengangkut yang kompleks. Struktur penyusunnya terdiri dari parenkim, serabut, trakeid, dan komponen pembuluh yang dikenal sebagai trakea. Trakeid

merupakan sel tumbuhan yang dindingnya mengalami penebalan akibat zat lignin (lignifikasi) dan akan mati saat mencapai tahap dewasa. Sementara itu, trakea terdiri dari sel-sel berbentuk silinder yang juga mati setelah dewasa, dan ujung-ujungnya saling tersambung membentuk tabung panjang untuk mengalirkan air. Bagian ujung, bahkan terkadang sisi samping trakea, memiliki pori-pori atau lubang yang memungkinkan air mengalir bebas dari satu sel ke sel lainnya. Dengan struktur tersebut, xylem memainkan peran penting dalam sistem transportasi air pada tumbuhan.

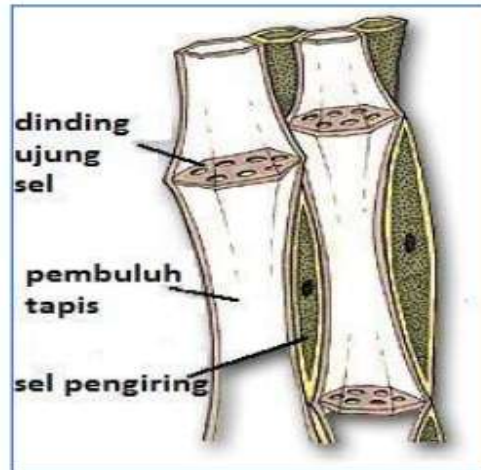


Gambar 5. Struktur Jaringan Xylem (diambil dari Arifin dan Husein, 2020:49)

2. Floem

Floem dikenal sebagai pembuluh tapis, adalah jaringan tumbuhan yang berfungsi mengangkut dan mendistribusikan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tumbuhan. Jaringan ini tergolong kompleks karena tersusun atas berbagai jenis sel, baik yang masih hidup maupun yang telah mati. Salah satu komponen pentingnya adalah parenkim *floem*, yang berperan dalam menyimpan cadangan makanan sekaligus menjadi pemisah antara bagian *floem* yang satu dengan yang lainnya. Selain itu, floem juga diperkuat oleh serabut *floem*, yaitu jaringan sklerenkim yang memberikan kekuatan struktural. Komponen lainnya yang membentuk *floem* adalah pembuluh tapis serta sel pengiring atau sel penyerta. Sel-sel ini bekerja sama untuk memastikan zat makanan dapat

disalurkan secara efisien ke seluruh tubuh tumbuhan. Dengan struktur yang rumit tersebut, *floem* berperan penting dalam kelangsungan hidup tumbuhan.



Gambar 6. Sel-Sel Floem (diambil dari Arifin dan Husein, 2020:50)

a) Komponen Floem (Pembuluh Tapis)

Komponen penyusun floem memiliki ciri khas berupa dinding sel yang tipis dan inti sel yang telah hilang. Sel-sel penyusun unsur tapis berbentuk memanjang dan ujung-ujungnya menyatu membentuk struktur seperti pembuluh. Pada bagian ujung pembuluh tapis, dinding sel atas dan bawah saling menempel atau berlekatan satu sama lain. Struktur yang terbentuk dari deretan sel-sel memanjang ini kemudian dikenali sebagai pembuluh tapis. Pembuluh tapis berperan penting dalam menyalurkan zat makanan ke seluruh bagian tumbuhan. Ketidadaan inti sel memungkinkan pengangkutan zat berjalan lebih efisien melalui saluran tersebut. Kehadiran pembuluh tapis menjadi bagian vital dalam sistem pengangkutan floem tumbuhan.

b) Sel Pengiring/Pengantar

Sel pengiring merupakan bagian dari floem yang ukurannya lebih kecil dibandingkan dengan sel pembuluh tapis. Sel ini memiliki sifat meristematis, artinya masih mampu membelah dan melakukan aktivitas metabolisme aktif. Peran utama sel pengiring adalah menyediakan nutrisi atau makanan bagi sel-sel pembuluh tapis yang masih hidup. Keberadaan sel pengiring sangat penting untuk menjaga kelangsungan fungsi pembuluh tapis. Menariknya, sel pengiring hanya ditemukan pada tumbuhan berbunga atau kelompok *Angiospermae*. Karena

ukurannya kecil, sel ini sering menempel langsung di samping sel pembuluh tapis untuk memudahkan transfer zat. Hubungan antara sel pengiring dan pembuluh tapis bersifat simbiotik karena saling mendukung dalam proses pengangkutan.

2.3.7 Jaringan Pelindung

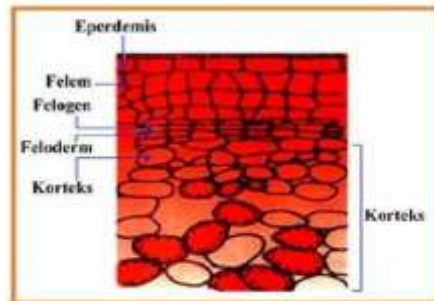
Jaringan pelindung terdiri atas jaringan epidermis dan jaringan gabus yang berfungsi melindungi bagian dalam tumbuhan dari pengaruh lingkungan luar. Epidermis merupakan lapisan paling luar dari daun, batang, dan akar yang tersusun atas sel-sel hidup yang rapat. Fungsi utama epidermis adalah mencegah penguapan berlebih, melindungi dari patogen, dan mengatur pertukaran gas melalui stomata. Epidermis dapat mengalami modifikasi menjadi trikoma (rambut), stomata, dan sel penjaga. Di akar, epidermis memiliki rambut akar untuk menyerap air dan mineral. Jaringan gabus (*felogen*) ditemukan pada tumbuhan berkayu dan menggantikan epidermis pada batang tua.

Felogen menghasilkan *felem* (gabus) dan *feloderm*, membentuk jaringan pelindung sekunder yang kuat dan tahan terhadap kekeringan. Gabus terdiri dari sel-sel mati berdinding tebal dan mengandung suberin, yang membuatnya tahan air dan mikroorganisme. Jaringan pelindung memungkinkan tumbuhan bertahan dalam kondisi lingkungan ekstrem. Fungsi lainnya adalah mencegah hilangnya air secara berlebihan serta melindungi dari kerusakan mekanis. Lapisan pelindung ini penting dalam adaptasi tumbuhan terhadap lingkungan dan dalam proses pertumbuhan serta perkembangan jaringan internalnya (Arifin dan Husein, 2020:51)

1. Jaringan Gabus

Jaringan gabus berperan menggantikan epidermis yang rusak akibat usia atau pengaruh lingkungan. Fungsi utamanya adalah melindungi jaringan di bawahnya dari kehilangan air secara berlebihan dan kerusakan mekanis. Jaringan ini terbentuk dari kambium gabus yang dikenal sebagai *felogen*. *Felogen* akan menghasilkan jaringan ke arah dalam yang disebut *feloderm*, yang tersusun dari sel-sel hidup. Sebaliknya, ke arah luar, *felogen* membentuk jaringan *felem* yang terdiri atas sel-sel mati. *Felem* memiliki dinding sel yang menebal karena mengandung zat suberin, sehingga bersifat tidak tembus air. Karena sifat

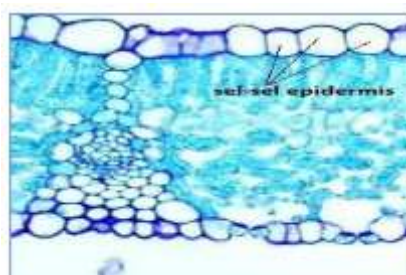
impermeabelnya, *felem* berfungsi melindungi bagian dalam tumbuhan dari penguapan dan gangguan luar.



Gambar 7. Jaringan Gabus (diambil Arifin & Husein, 2020)

2. Jaringan Epidermis

Jaringan epidermis merupakan lapisan paling luar yang menyelimuti setiap organ tumbuhan. Fungsinya adalah untuk melindungi bagian dalam organ dari berbagai kondisi seperti kehilangan air akibat penguapan, kerusakan fisik, perubahan suhu, serta hilangnya zat hara. Ciri khas jaringan ini antara lain terdiri atas sel-sel hidup, berbentuk persegi panjang, tersusun rapat tanpa celah antarsel, tidak memiliki klorofil, dan mampu mengalami modifikasi. Beberapa bentuk modifikasi jaringan epidermis meliputi stomata, duri (*spina*), sel kipas, sel kersik, dan rambut-rambut halus atau trikomata. Sebagaimana terlihat pada gambar 2.8, epidermis membatasi bagian dalam organ tumbuhan dengan lingkungan eksternal. Umumnya, jaringan ini hanya terdiri dari satu lapis sel dan berfungsi sebagai tempat terjadinya pertukaran zat. Di bagian tumbuhan yang berada di atas tanah, seperti batang dan daun, epidermis dilapisi kutikula berupa senyawa lemak yang membantu menurunkan laju penguapan serta melindungi tumbuhan dari patogen dan kerusakan fisik.



Gambar 8. Jaringan pada daun dengan sel-sel epidermis (diambil dari Arifin dan Husein, 2020:52)

2.4 QR Code (Quick Respon Code dalam Pembelajaran)

2.4.1 Pengertian QR Code

QR Code atau *Quick Response Code* merupakan bentuk evolusi dari *barcode* dua dimensi yang mampu menyimpan data dalam jumlah besar dan dapat diakses dengan cepat. Dalam konteks pendidikan, *QR Code* berperan sebagai media yang menghubungkan bahan ajar cetak dengan sumber belajar digital sehingga memudahkan siswa mengakses materi tambahan. Teknologi ini membantu guru memperkaya proses pembelajaran dengan konten digital yang lebih variatif dan interaktif (Firmansyah, 2019:267).

Pemanfaatan *QR Code* memudahkan siswa mengakses video pembelajaran, artikel ilmiah, dan latihan soal secara langsung hanya dengan memindai kode yang tersedia. Hal ini membuat proses belajar lebih efisien dan mendukung pembelajaran mandiri, karena siswa dapat mengeksplorasi materi kapan saja dan di mana saja. Integrasi *QR Code* dalam bahan ajar juga sesuai dengan perkembangan teknologi pendidikan di era digital (Pratiwi dan Indana, 2022:65). Kelebihan *QR Code* adalah fleksibilitas penggunaannya yang dapat disisipkan ke dalam modul, lembar kerja siswa, maupun media presentasi. Dengan cara ini, pembelajaran menjadi lebih interaktif dan menarik perhatian siswa. Selain itu, *QR Code* memudahkan guru memperbarui atau menambahkan materi tanpa harus mencetak ulang modul, sehingga lebih praktis dan efisien (Firmansyah, 2019:268).

Integrasi *QR Code* juga berperan dalam meningkatkan literasi digital siswa dengan membiasakan mereka menggunakan berbagai sumber belajar berbasis multimedia. Siswa dilatih untuk mengakses informasi secara mandiri, berpikir kritis, serta memecahkan masalah berdasarkan data yang mereka peroleh. Dengan demikian, *QR Code* mendukung pembelajaran abad 21 yang menekankan kemandirian, kreativitas, dan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Fitriyah, 2023:58).

2.4.2 Fungsi QR Code dalam Pembelajaran

Penggunaan *QR Code* dalam pembelajaran memiliki peran strategis dalam memfasilitasi proses belajar mengajar di era digital. *QR Code* berfungsi sebagai penghubung antara bahan ajar cetak dan sumber belajar digital sehingga siswa dapat mengakses informasi tambahan secara cepat hanya dengan memindai kode menggunakan gawai. Dengan demikian, distribusi materi menjadi lebih efisien karena guru dapat menyematkan *QR Code* pada modul, lembar kerja, atau media cetak lainnya tanpa perlu mencetak ulang saat terjadi pembaruan konten (Fathul Hadi, Mustika Yasi, dan Agustin, 2022:8). *QR Code* mendorong pembelajaran mandiri karena siswa diberi keleluasaan mengeksplorasi informasi dari berbagai sumber yang telah dikurasi oleh guru. Hal ini melatih keterampilan literasi digital sekaligus mengembangkan kemampuan berpikir kritis, karena siswa perlu memilih, membaca, dan menafsirkan konten digital yang relevan.

Integrasi *QR Code* juga memperkaya pengalaman belajar melalui penyediaan konten multimedia seperti video eksperimen, simulasi interaktif, hingga lembar evaluasi berbasis *Google Form*, yang terbukti meningkatkan keterlibatan siswa (Pratiwi dan Indana, 2022:458). Fungsi *QR Code* juga mendukung diferensiasi pembelajaran sebagaimana ditekankan dalam Kurikulum Merdeka. Siswa dapat belajar sesuai kecepatan dan gaya belajar masing-masing, baik melalui teks, audio, maupun video. Guru dapat menyisipkan materi remedial atau pengayaan, sehingga pembelajaran menjadi lebih personal dan inklusif. Lebih jauh, *QR Code* memudahkan pelaksanaan model pembelajaran berbasis proyek dan praktikum, karena siswa dapat mengakses panduan kerja, instruksi langkah-langkah percobaan, dan dokumentasi hasil belajar secara digital (Darmawan, 2024:20). Selain mendukung proses belajar, *QR Code* juga berfungsi sebagai sarana evaluasi. Guru dapat mengarahkan siswa ke kuis daring, refleksi pembelajaran, atau forum diskusi interaktif. Dengan cara ini, asesmen dapat dilakukan secara real-time dan hasilnya segera dianalisis untuk umpan balik. Hal ini selaras dengan tujuan pembelajaran abad 21 yang menekankan keterampilan kolaborasi, komunikasi, kreativitas, dan pemikiran kritis. Oleh karena itu, penerapan *QR Code* dalam pembelajaran tidak hanya sebagai inovasi teknologi,

tetapi juga sebagai strategi pedagogis yang mampu meningkatkan kualitas pembelajaran secara holistik (Awwalina dan Indana, 2022:715).

2.4.3 Kelebihan Penggunaan QR Code dalam Modul Ajar

Penggunaan QR *Code* dalam modul ajar memberikan berbagai kelebihan yang membuatnya menjadi media pembelajaran yang relevan di era digital. Kelebihan pertama adalah kemudahan pembuatan dan integrasi ke dalam bahan ajar tanpa memerlukan biaya besar. QR *Code* dapat disisipkan pada modul cetak, LKS, maupun media presentasi sehingga memperluas jangkauan pembelajaran tanpa memerlukan perangkat tambahan yang kompleks (Azhari, Fitriani, dan Safitri, 2024). Kelebihan kedua adalah kemampuannya menyajikan materi pembelajaran secara lebih lengkap dan variatif. Guru dapat menambahkan video eksperimen, animasi, artikel ilmiah, atau lembar kerja interaktif yang dapat diakses hanya dengan memindai kode. Hal ini membuat modul menjadi lebih menarik, interaktif, dan mampu meningkatkan motivasi belajar siswa (Fauzan, 2024:146).

Kelebihan ketiga, QR *Code* bersifat fleksibel dan mudah diperbarui. Guru dapat mengganti atau menambahkan konten secara daring tanpa harus mencetak ulang modul, sehingga materi ajar selalu relevan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan kebijakan pendidikan terbaru (Mulyati, 2024:65). Selain itu, QR *Code* mendukung pembelajaran yang bersifat personalisasi dan inklusif. Siswa dapat memilih dan mengakses konten sesuai dengan kebutuhan, minat, dan gaya belajar mereka. Format yang bervariasi, seperti teks, audio, dan video, memungkinkan siswa dengan keterbatasan tertentu (misalnya kesulitan membaca atau tunarungu) tetap dapat mengikuti pembelajaran dengan baik (Pratiwi dan Indana, 2022:458). Kelebihan lainnya adalah peran QR *Code* dalam mendorong pembelajaran aktif dan berbasis proyek. Siswa dapat diarahkan untuk mengakses prosedur praktikum, kuis daring, atau sumber belajar tambahan yang mendukung keterampilan berpikir kritis dan eksplorasi mandiri. Dengan demikian, QR *Code* berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan pembelajaran konvensional dengan pembelajaran digital, menciptakan pengalaman belajar yang kontekstual dan bermakna (Rumaysa, 2025:407).

2.5 Penelitian Relevan

Penelitian relevan dalam penelitian ini ada sebagai berikut:

1. Azhari. (2024) melakukan penelitian berjudul “*Validitas Modul Pembelajaran Biologi Materi Jaringan Pada Tumbuhan Kelas XI IPA MAN 1 Solok Selatan*”. Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan menguji validitas modul biologi tentang jaringan tumbuhan menggunakan model pengembangan 4-D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) sampai tahap uji validitas. Hasil penelitian menunjukkan modul memperoleh nilai validitas rata-rata 91,81% (kategori sangat valid). Modul yang dikembangkan memiliki kejelasan isi, penyajian yang sistematis, dan desain grafis yang menarik sehingga memudahkan siswa belajar secara mandiri. Hasil penelitian ini mendukung pentingnya pengembangan modul berbasis QR Code agar siswa lebih mudah mengakses materi dan ilustrasi yang interaktif.
2. Riska Dwi Wahyuni (2024) meneliti “*Pengembangan Bahan Ajar Biologi Berbasis QR Code Pada Materi Jaringan Tumbuhan Untuk Siswa Kelas XI SMA*”. Penelitian ini menggunakan model ADDIE hingga tahap pengembangan dan menghasilkan modul cetak yang dilengkapi QR Code berisi video, animasi, dan soal interaktif. Hasil validasi menunjukkan tingkat validitas 89,75% (kategori sangat valid), serta hasil uji kepraktisan guru dan siswa memperoleh rata-rata 88,25% (kategori sangat praktis). Temuan ini menegaskan bahwa integrasi QR Code dapat meningkatkan interaktivitas bahan ajar dan memfasilitasi pembelajaran mandiri siswa.
3. Le, Kasmiyati, Kristiani, dan Meitiniarti (2025) dalam penelitian literatur “*Tinjauan Pustaka: Inovasi Bahan Ajar Ekosistem Melalui Pendekatan Potensi Lokal*” menganalisis 20 artikel dari tahun 2019–2025. Hasil kajian menunjukkan bahwa pengembangan bahan ajar berbasis potensi lokal dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa (N-Gain kategori tinggi). Penelitian ini memperkuat argumen bahwa modul berbasis QR Code dapat dikontekstualisasikan dengan lingkungan sekitar siswa, sehingga pembelajaran lebih bermakna dan sesuai dengan kehidupan nyata.

4. Ule, dkk. (2021) meneliti “*Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Jelajah Alam Sekitar (JAS) Materi Ekosistem Taman Nasional Kelimutu (TNK) SMA Kelas X*” dengan model 4-D. Modul berbasis JAS ini divalidasi oleh ahli dan dinyatakan sangat valid. Uji keefektifan menunjukkan peningkatan hasil belajar siswa dan respons positif terhadap pembelajaran. Hal ini menunjukkan bahwa modul yang memanfaatkan sumber belajar kontekstual dapat meningkatkan keterlibatan siswa. Integrasi QR Code akan semakin memperkaya pengalaman belajar karena mempermudah akses ke data lapangan atau video observasi.
5. Pratiwi dan Indana (2022) mengembangkan *e-modul berbasis QR Code* untuk meningkatkan literasi digital siswa pada materi perubahan lingkungan dengan model 4-D hingga tahap pengembangan. Produk e-modul memperoleh nilai validasi sebesar 93,56% (kategori sangat valid) dan meningkatkan hasil belajar siswa hingga mencapai 100% ketuntasan. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan *QR Code* dalam bahan ajar berkontribusi positif terhadap keterampilan digital dan hasil belajar

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan (*research and development*) model pengembangan ADDIE(*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Metode penelitian adalah metode yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu (Sugiyono, 2021:297).

3.2 Waktu dan Tempat

Waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari bulan September sampai dengan November 2025. Tempat penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 1 Rambah Samo, khususnya di kelas XI semester ganjil pada tahun ajaran 2025/2026.

3.3 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa SMAN 1 Rambah Samo kelas X1 dan X2. Sampel dalam penelitian ini adalah siswa berjumlah 67 siswa. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik total sampling. Total sampling adalah teknik pengambilan sampel dimana jumlah sama dengan populasi (Sugiyono, 2017: 81).

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini mengacu pada model desain pembelajaran ADDIE yang terdiri dari lima tahapan utama: Analisis (*Analysis*), Perancangan (*Design*), Pengembangan (*Development*), Implementasi (*Implementation*), dan Evaluasi (*Evaluation*). Model ini bersifat sistematis dan integratif, serta dapat diadaptasi untuk pengembangan modul ajar berbasis kebutuhan siswa.

1. Analysis (Analisis)

Pada tahap ini peneliti melakukan analisis kebutuhan terhadap bahan ajar yang digunakan oleh peserta didik kelas XI SMA pada materi Struktur dan Fungsi Jaringan pada Tumbuhan. Analisis dilakukan melalui wawancara dengan guru mata pelajaran Biologi serta observasi terhadap peserta didik menggunakan *Google Form* yang di isi secara langsung di sekolah. Observasi ini bertujuan untuk mengetahui kesulitan belajar peserta didik serta ketersediaan bahan ajar.

2. Design (Perancangan)

Tahap ini dilakukan dengan merancang desain awal modul berbasis *QR Code*. Peneliti menyusun kerangka isi modul yang terdiri atas pendahuluan, uraian materi, latihan soal, dan evaluasi. Pada bagian tertentu disisipkan tautan *QR Code* yang terhubung ke video pembelajaran, gambar anatomi jaringan tumbuhan, serta animasi interaktif. Rancangan ini kemudian disusun menggunakan format modul sesuai pedoman penyusunan bahan ajar SMA dan dikonsultasikan kepada dosen pembimbing untuk validasi rancangan awal.

3. Development (Pengembangan)

Pada tahap ini peneliti mulai mengembangkan produk berdasarkan desain yang telah dibuat. Modul dikembangkan menggunakan perangkat lunak pengolah kata dan aplikasi pembuat *QR Code*. Setiap *QR Code* diintegrasikan dengan konten multimedia seperti video hasil praktikum mikroskopis jaringan tumbuhan dan animasi struktur sel. Produk modul yang telah selesai kemudian divalidasi oleh ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa. Hasil validasi digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi produk hingga modul dinyatakan layak untuk diuji coba.

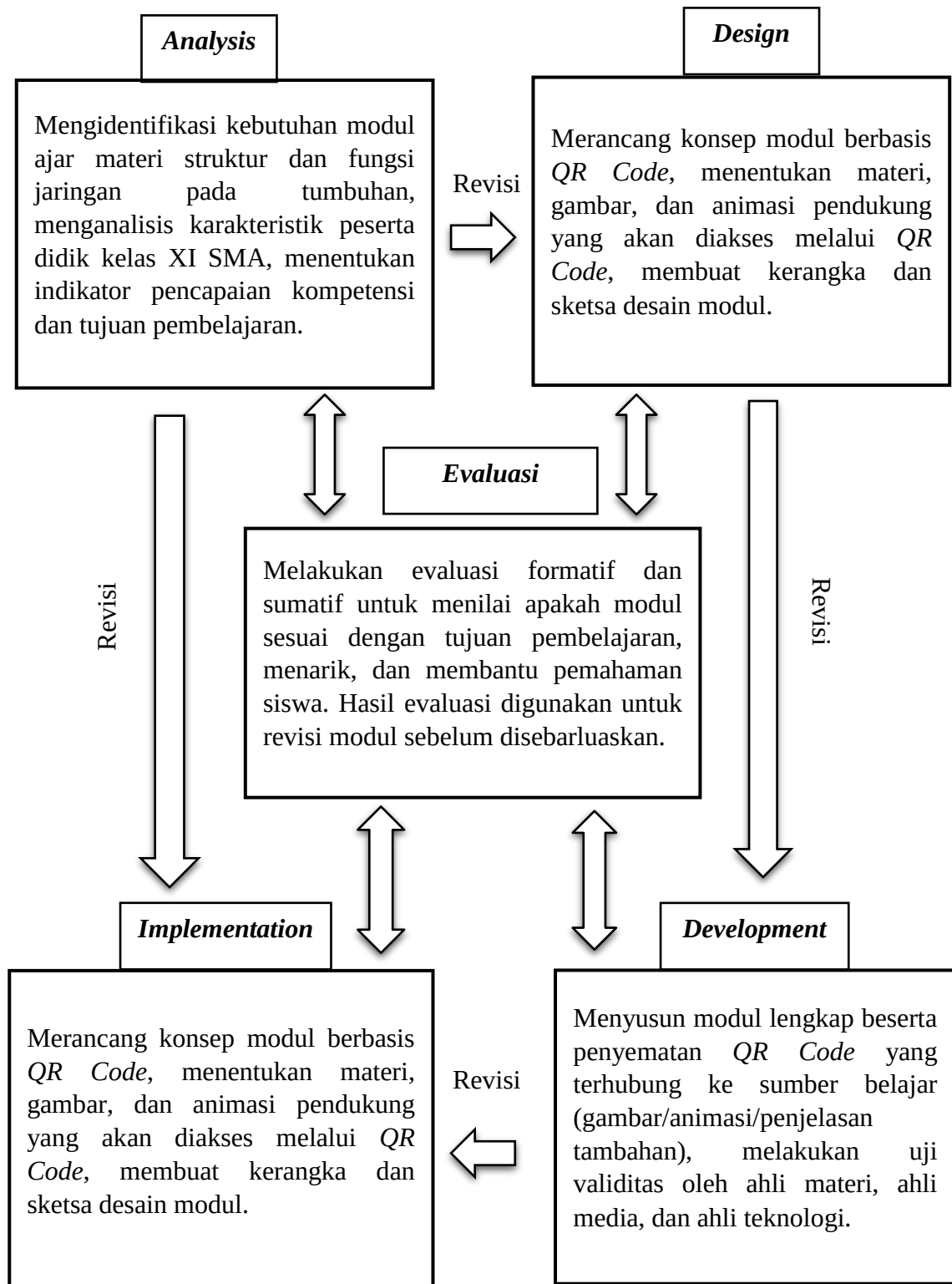
4. Implementation (Implementasi/Uji Coba)

Tahap implementasi dilakukan di SMA Negeri 1 Rambah Samo dengan melibatkan peserta didik kelas XI MIPA. Modul berbasis *QR Code* yang telah direvisi digunakan dalam kegiatan pembelajaran Biologi pada topik Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan. Peneliti berperan sebagai pengamat untuk menilai keterlaksanaan pembelajaran dan respon peserta didik terhadap penggunaan modul. Setelah kegiatan pembelajaran, peneliti membagikan angket respon kepada peserta didik dan guru untuk memperoleh data kelayakan serta kemenarikan modul.

5. Evaluation (Evaluasi)

Tahap evaluasi dilakukan untuk menilai efektivitas dan kualitas modul setelah diimplementasikan. Peneliti melakukan analisis terhadap hasil angket respon peserta didik, tanggapan guru, serta saran dari validator. Hasil evaluasi menunjukkan aspek-aspek yang perlu diperbaiki, kemudian dilakukan revisi akhir untuk menyempurnakan produk. Modul akhir dinyatakan layak digunakan sebagai

bahan ajar pendukung pembelajaran Biologi berbasis teknologi *QR Code*. Berdasarkan uraian diatas dapat digambarkan langkahm-langkah pengembangan yang dilakukan terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Langkah-langkah Pengembangan Model ADDIE
(Dimodifikasi: Zamsiswaya, Syawaluddin dan Syahrizal, 2024)

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Lembar yang digunakan untuk mendapatkan data mengenai produk yang dikembangkan berupa modul pembelajaran pada materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan kelas XI SMA Negeri 1 Rambah Samo, yaitu (a) Lembar validasi oleh tim ahli materi pembelajaran oleh Arief Anthonius Purnama, Ph.D dan Jismi Mubarrak, M.Si. (b) Lembar validasi oleh tim ahli media oleh Dahlia, M.Pd dan Dr. Eti Meirina Brahmana, M.Si (c) Lembar validasi oleh tim ahli bahasa oleh Ika Daruwati, M.Pd dan Ike Betria, M.Pd.

Lembar angket dari ahli materi digunakan untuk memperoleh data tentang kualitas tujuan pembelajaran. Sedangkan lembar angket dari ahli modul pembelajaran digunakan untuk memperoleh data tentang kualitas kelayakan modul pembelajaran materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan. Sedangkan lembar angket dari ahli media digunakan untuk memperoleh data kelayakan tentang modul yang digunakan. Teknik pengumpulan data menggunakan metode validasi berdasarkan lembar kelayakan modul pembelajaran yang digunakan oleh para ahli media, validasi berdasarkan lembar kelayakan materi yang digunakan oleh ahli materi dan metode angket berdasarkan lembar respon siswa dan guru.

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat pengumpulan data yang digunakan untuk mengukur fenomena alam maupun sosial yang diamati. Langkah-langkah menyusun instrumen penelitian adalah mengidentifikasi variabel-variabel penelitian, menjabarkan variabel tersebut menjadi setiap indikator, merumuskan setiap indikator menjadi butir-butir instrumen. Adapun instrumen yang digunakan dalam penelitian yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Indikator Pernyataan Angket *QR Code*

No	Indikator	Pernyataan
1.	Indikator angket ahli media	
	1. Aspek kelayakan tampilan	1, 2, 3, 4,5,6
	2. Aspek kelayakan penyajian	7, 8,9,10
	3. Kefrafikan	11,12,13,14,15
2.	Indikator angket ahli materi	
	1. Aspek kelayakan isi	1, 2, 3, 4, 5,
	2. Aspek keakuratan materi	6,7,8,9,10
	3. Aspek penyajian	11,12,13,14,15
3.	Indikator angket ahli bahasa	
	1. Aspek kaidah bahasa	1, 2, 3, 4, 5
	2. Aspek Komunikatif	6, 7, 8, 9, 10
	3. Aspek perkembangan peserta didik	11,12,13,14,15
4.	Indikator angket siswa	
	1. Aspek penyajian tampilan	1, 2, 3, 4, 5
	2. Aspek penyajian materi	6, 7, 8, 9, 10
	3. Aspek manfaat	11, 12, 13, 14, 15
5.	Indikator angket guru	
	1. Aspek penyajian tampilan	1, 2, 3, 4, 5
	2. Aspek penyajian materi	6, 7, 8, 9, 10
	3. Aspek manfaat	11, 12, 13, 14, 15

Untuk pernyataan angket Ahli Media, Ahli Materi, Ahli Bahasa, Guru dan Siswa dapat dilihat pada lampiran 79, 85, 94, 103,dan 111.

3.7 Teknik Analisis Data

Pengumpulan data dapat dilakukan melalui validasi ahli materi, ahli media, ahli bahasa dan angket pesera didik. Instrumen penelitian ini di buat dalam bentuk skala likert yang telah diberi skor, seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. Kriteria Jawaban Item Instrument Uji Coba Produk

No	Jawaban	Skor
1.	Sangat setuju	4
2.	Setuju	3
3.	Tidak setuju	2
4.	Sangat tidak setuju	1

Sumber : Modifikasi Sundayana, (2021:10)

Kemudian data di analisis secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung persentase indikator pada setiap kategori bahan ajar yang akan dikembangkan.

$$\text{Persentase Skor} = \frac{\text{Jumlah skor Responden}}{\text{Jumlah responden}} \times 100\%$$

(Sumber: Sundayana, 2021:11)

Dari hasil perhitungan menggunakan rumus di atas dihasilkan angka dalam bentuk persentasi (%). Klasifikasi skor tersebut selanjutnya diubah menjadi klasifikasi dalam bentuk persentasi, kemudian ditafsirkan dengan kalimat bersifat kualitatif yang tercantum dalam tabel berikut:

Tabel 3. Kriteria Persentase Indikator Modul Pembelajaran

No.	Jawaban	Skor
1.	Sangat layak	80% - 100%
2.	Layak	61% - 80%
3.	Kurang layak	41% - 60%
4.	Tidak layak	<40%

Sumber: Modifikasi Sundayana, (2021:11)