

BAB II

TELAAH KEPUSTAKAAN

2. 1 Model yang Sudah Ada

Penelitian terdahulu sudah ada yang menggunakan model pengembangan *e-comic* untuk meningkatkan literasi sains pada siswa. Model dari beberapa penelitian pengembangan *e-comic* berbasis literasi sains siswa yang menjadi acuan dalam penelitian ini. Beberapa model penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

- A. Penelitian yang dilakukan oleh Puti Haria Amzani berjudul Pengembangan Media Komik Berbasis Literasi Sains Untuk Kelas VIII MTsS Thawalib Tanjung Limau (2019)

Model 4-D digunakan dalam pengembangan kartun berbasis literasi sains, yang mencakup tahap define, design, dan develop, sementara tahap disseminate tidak dilakukan karena keterbatasan waktu. Pengembangan dimulai dengan tahap define, yang melibatkan wawancara dengan dosen dan mahasiswa, analisis kurikulum, dan buku teks, serta literatur media komik. Dilanjutkan dengan analisis siswa, tugas, konsep, tujuan pembelajaran, serta perencanaan materi komik, termasuk alur cerita, kerangka, format, dan penggunaan bahasa. Pada tahap develop, dilakukan validasi konten dan konstruk untuk mengevaluasi media kartun berdasarkan literasi sains, kemudian purwarupa didiskusikan dengan ahli pendidikan biologi untuk mengidentifikasi kekurangan.

Metode wawancara digunakan dalam pengumpulan data tahap perancangan, sementara kuesioner, wawancara, dan observasi digunakan dalam tahap pengembangan. Instrumen pengumpulan data mencakup angket, lembar observasi, lembar kerja, dan pedoman wawancara. Berdasarkan hasil penelitian, media animasi berbasis pengetahuan ilmiah sistem gerak manusia memiliki tingkat validitas rata-rata 82,5% dan efektivitas sebesar 92%, memenuhi kriteria pembelajaran bermakna.

- B. Merujuk pada penelitian yang telah dilakukan Naila dkk (2022) berjudul Pengembangan Media Pembelajaran Komik Kimia Bermuatan Literasi

Sains Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Dan Kemampuan Komunikasi Peserta Didik

Penelitian ini menggunakan desain model 4D yang hanya dilakukan sampai tahap 3D, karena keterbatasan waktu, izin dan aksesibilitas pembelajaran. Desain uji coba pada penelitian ini menggunakan *One Group Pre-test-Post-test Design* untuk membandingkan keadaan sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Keterbaruan dari penelitian tersebut dapat dengan mudah diakses melalui link website yang memuat konten, video, link soal, dan link media sosial lainnya yang terhubung. Media komik kimia yang dikembangkan dari segi validitas sangat valid, kepraktisan yang baik, dan keefektifan yang ditinjau dari kontribusinya dalam peningkatan kemampuan hasil belajar dan komunikasi peserta didik.

- C. Penelitian yang dilakukan oleh Ana Mandasari, Mariani Natalina, dan Nursal berjudul Pengembangan Komik Berbasis Literasi Sains pada Materi Keanekaragaman Hayati bagi Siswa Kelas X SMA

Pengkajian ini memakai tahapan desain pengembangan ADDIE. Teknik analisis datanya deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Analisis deskriptif kualitatif menggunakan masukan, kritik dan saran untuk perbaikan pada lembar validasi dan angket. Analisis deskriptif kuantitatif menggunakan deskripsi dengan skala 1 sampai 4. Berdasarkan kualitas kevalidan media, komik berbasis literasi sains materi keanekaragaman hayati untuk siswa kelas X memperoleh skor rata-rata 3,56 dengan kategori sangat valid. Selain itu, hasil uji coba memperoleh skor rata-rata 3,42 yang merupakan kategori sangat baik. Komik yang telah dibuat selanjutnya dapat digunakan dalam proses pembelajaran dalam skala luas.

Berdasarkan dari penelitian yang sudah ada sebelumnya maka persamaannya terletak pada pengembangan komik berbasis literasi sains, kemudian yang menjadi pembeda antara penelitian yang saya lakukan terletak pada subjek penelitian dan materi yang diteliti. Subjek yang diteliti terkait mata pelajaran biologi, kemudian materi yang diteliti ialah tentang mutasi genetik yang dipelajari di kelas XII tingkat SMA. Keterbaruan

penelitian yang dilakukan dari segi media yang dikembangkan berbentuk *e-comic* (komik elektronik) yang memudahkan setiap orang untuk mengaksesnya, selain itu komik yang dikembangkan juga terintegrasi ayat Al-Qur'an, yang menanamkan konsep Profil Pelajar Pancasila khususnya pada dimensi beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa.

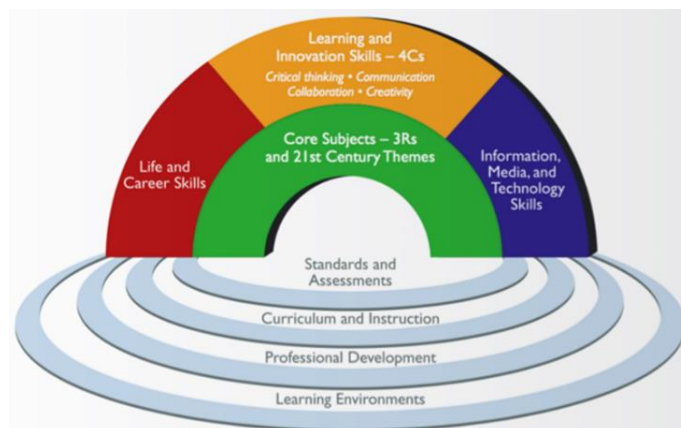
2. 2 Analisis Kebutuhan

Saat ini Indonesia berada di era revolusi industri 4.0, yang diharapkan dapat menciptakan lebih banyak lapangan kerja dan peluang kerja lebih luas dengan hasil yang lebih memuaskan (Irsan, 2021). Ini menunjukkan bahwa kehidupan manusia di abad 21 telah mengalami banyak transformasi dan menuntut kualitas sumber daya manusia dalam semua usaha dan pekerjaan (Sukmawati dkk., 2022). Setiap manusia harus memiliki keterampilan yang mampu memenuhi tuntutan perkembangan era globalisasi abad 21. Sesuai dengan tuntutan masa depan, pembelajaran abad ke-21 adalah fase transisi kurikulum yang mendorong aktivitas akademik untuk mengubah pendekatan pembelajaran dari yang berpusat pada guru menjadi berpusat pada siswa sesuai kriteria masa depan, siswa memiliki keterampilan ini meliputi pemecahan masalah, berpikir kritis, kolaborasi dan komunikasi (Jufriadi dkk., 2022).

Kepiawaian memecahkan masalah berarti kemampuan mengatasi permasalahan yang dihadapi dalam belajar dan mengajar, jika siswa dapat menyelesaikan permasalahan tersebut berarti siswa dapat memanfaatkan informasi terhadap permasalahan yang dihadapi (Mardhiyah dkk., 2021). Perkembangan teknologi di abad 21 ini telah merubah berbagai aktivitas dalam prinsip kehidupan khususnya bidang pendidikan. Dikatakan Abad 21 adalah abad yang meminta kualitas dalam segala usaha dan kinerja manusia. Abad 21 dikenal dengan masa pemenuhan kebutuhan bidang pendidikan berbasis pengetahuan (*knowledge based education*) (Mukhadis, 2013). Tuntutan perubahan mindset abad 21 dalam bidang pendidikan bahwa siswa harus memiliki keterampilan, pengetahuan, dan kemampuan di bidang teknologi, media dan informasi, keterampilan pembelajaran dan inovasi serta keterampilan hidup dan karir (Wijaya dkk., 2016).

Untuk hidup dengan layak di masyarakat global pada Abad ke-21, generasi mendatang perlu menguasai 16 kecakapan yang dibagi ke dalam tiga kategori utama: kemampuan literasi dasar, kompetensi (yang dikenal sebagai Kompetensi Abad ke-21), dan kualitas karakter. Kategori kemampuan literasi dasar mencakup enam jenis literasi, yaitu literasi bahasa dan sastra, numerik, sains, finansial, teknologi informasi dan komunikasi, serta budaya dan kewarganegaraan. Sejalan dengan hal itu, Kemendikbud merumuskan bahwa paradigma pembelajaran menekankan pada kemampuan siswa dalam mencari tahu dari berbagai sumber, merumuskan permasalahan, berpikir analitis, dan kerjasama serta berkolaborasi dalam menyelesaikan masalah. Keterampilan abad 21 adalah *life and career skills*, *learning innovation skills*, dan *Information media and technology skills*. Ketiga keterampilan tersebut dirangkum dalam skema pelangi keterampilan pengetahuan abad 21 (*21 century knowledge skills rainbow*) (Trilling & Fadel, 2009).

Life and career mencakup fleksibilitas dan adaptabilitas, inisiatif dan mengatur diri sendiri, interaksi sosial budaya, produktivitas dan akuntabilitas, serta kepemimpinan dan tanggung jawab. *Learning and innovation skills* dinarasikan menjadi berpikir kritis, mengatasi masalah, berkomunikasi dan bekerja sama, serta inovatif (Wijaya dkk., 2016). Sedangkan *information media and technology skills* meliputi literasi media, literasi informasi, literasi ICT (Trilling & Fadel, 2009). Literasi sains memiliki banyak definisi karena subjek yang luas dengan sejarah yang panjang. *Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD)* tahun 2019 menjelaskan bahwa literasi sains merupakan kemampuan dalam mempraktikkan pengetahuan sains yang dimiliki dalam dunia nyata. Literasi sains wajib dimiliki peserta didik, oleh sebab itu literasi sains termasuk dalam keterampilan yang dibutuhkan pada abad ke-21 (Filjina dkk., 2022). Kemampuan literasi sains merupakan kemampuan berpikir secara ilmiah dan kritis dan menggunakan wawasan ilmiah untuk mengembangkan keterampilan membuat keputusan. (Scundy dkk., 2019).



Gambar 2. 1 Pelangi Kecakapan Abad 21

Sumber: Trilling & Fadel: 2009

Permasalahan yang berkaitan dengan sains dan teknologi menunjukkan pentingnya literasi sains dalam masyarakat modern (Turiman dkk., 2012). Ada tujuh indikator literasi sains harus dimiliki tiap siswa, yaitu kemampuan untuk mengenali pendapat ilmiah yang dapat diandalkan; pencarian literatur yang efisien; pemahaman tentang komponen desain studi dan bagaimana hal itu mempengaruhi hasil; grafik data yang tepat; penggunaan kemampuan kuantitatif dalam pemecahan masalah; pemahaman dan interpretasi data; dan menarik kesimpulan berdasarkan data. (Gormally dkk., 2012), yang termuat dalam tiga aspek, yakni konteks ilmiah (personal, lokal, global), konten ilmiah (penjelasan, investigasi ilmiah), dan kompetensi ilmiah (kapasitas untuk menjelaskan topik dan fenomena ilmiah) (Suwandi & Ayuk, 2021).

Pembelajaran yang menerapkan literasi mempunyai 7 prinsip yakni yang khas yakni (1) interpretasi (pendapat atau pandangan teoretis), (2) kolaborasi (kerja sama), (3) konvensi (kesepakatan), (4) pemahaman, (5) penyelesaian masalah, (6) melibatkan kegiatan refleksi diri, (7) penggunaan bahasa (Rohman, 2022). Literasi sains menekankan pada konsep sains, dan interaksi antara sains dan masyarakat. Konsep sains diperlukan karena berfungsi untuk memahami sains dan menjadi modal utama pemecahan masalah. Hakikat sains adalah sains yang dikonseptualisasikan sebagai nilai dan keyakinan terhadap sains, sehingga memungkinkan siswa memahami bahwa bukti dapat membangun pengetahuan

ilmiah (Ardiyanti dkk., 2019). Interaksi antara sains dan masyarakat dapat tercapai jika siswa diajarkan dari sudut pandang sosial, mempelajari sains berdasarkan apa yang dilihatnya, dan menerapkannya dalam kehidupan sosial (Kahler dkk., 2020). Siswa perlu menerapkan pengetahuan yang mereka dapatkan agar lebih bermakna dalam kehidupan ini, termasuk menerapkannya pada nilai-nilai dan keterampilan hidup, selain materialisme dan intelektualisme, sehingga mereka dapat menjalani kehidupan yang sejahtera baik secara fisik maupun mental. (Yuningsih, 2019).

2. 3 Materi yang Dikembangkan

A. Pengertian Mutasi

Pada dasarnya setiap orang memiliki DNA dalam tubuhnya dan menyimpan informasi materi genetik yang diwariskan dari orang tua pada anaknya. Allah SWT berfirman dalam Al Qur'an Surah Al-Qiyamah ayat 37:

أَلَمْ يَكُ نُطْفَةً مِّن مَّيِّ يُمْنِي

Artinya: "Bukankah dia dahulu setetes mani yang ditumpahkan (ke dalam rahim)?" (Al-Qiyamah: 37)

Berdasarkan tafsir Al Misbah ayat ini berbicara tentang bukti penciptaan manusia bukankah dahulu ia hanyalah setetes mani yang ditumpahkan ke dalam rahim, lalu mani tersebut, setelah bertemu dengan sel telur, berubah menjadi 'alaqah, yaitu sesuatu yang membelah dan terus membelah hingga menempel di dinding rahim (Shihab, 2002).

هُوَ الَّذِي خَلَقَكُمْ مِّن تَرَابٍ ثُمَّ مِّن نُطْفَةٍ ثُمَّ مِّن عَلَقَةٍ ثُمَّ يُخْرِجُكُمْ طِفْلًا ثُمَّ لِتَبْلُغُوا أَشُدَّكُمْ ثُمَّ لِتَكُونُوا شُيُوخًا وَمِنْكُمْ مَّن يُتَوَفَّى مِنْ قَبْلُ وَلِتَبْلُغُوا أَجَلًا مُّسَمًّى وَلَعَلَّكُمْ تَعْقِلُونَ

Artinya: "Dialah yang menciptakanmu dari tanah, kemudian dari setetes mani, lalu dari darah yang menggumpal, kemudian Dia lahirkan kamu sebagai seorang anak kecil, kemudian (Dia membiarkan) kamu sampai dewasa, lalu menjadi tua. (Akan tetapi,) di antara kamu ada yang dimatikan sebelum itu. (Dia pun membiarkan) agar kamu sampai kepada kurun waktu yang ditentukan dan agar kamu mengerti" (AL-Ghafir ayat 67).

Quraish Shihab berpendapat kata (نطفة) *nuthfah* mengandung beberapa makna, salah satunya ialah sperma atau dari sperma. Para ilmuwan menyebutnya spermatozoa, yang terdapat dalam sperma pria yang membuahi sel telur. Kata (علقة) *'alagah* dari segi etimologi diartikan darah kental atau darah encer yang berwarna sangat merah. Sementara embriolog memahami kata *'alagah* dalam arti sel-sel janin yang menempel pada dinding rahim setelah terjadi pembuahan spermatozoa terhadap ovum. Sel-sel tersebut awalnya merupakan satu sel tunggal, kemudian membelah menjadi beberapa sel yang semakin lama semakin banyak. Selanjutnya, sel-sel ini bergerak menuju dinding rahim dan menempel di sana, menyebabkan pendarahan di sekitarnya. (Shihab, 2002).

Pewarisan sifat dari induk ke keturunan adalah proses yang berlangsung secara berkesinambungan. Namun, kesalahan dalam proses pewarisan sifat ini dapat terjadi, sehingga DNA pada sel anak dapat berbeda dari DNA sel induknya. Kesalahan yang terjadi disebut mutasi. Hugo de Vries (Belanda) yang pertama menggunakan istilah mutasi dalam bukunya yang berjudul *The Mutation Theory* pada tahun 1901 yang mengacu pada variasi fenotip pada mawar malam (*Oenothera lamarckiana*). Perubahan gen adalah sumber dari perubahan fenotip ini. Oleh karena itu, mutasi adalah perubahan pada kode genetik organisme. Penyakit dan kelainan genetik dapat diakibatkan oleh mutasi. Mutagen adalah sebutan individu yang mengalami mutasi.

Mutasi terjadi secara acak, dan 90% dari mutasi sebenarnya merugikan bagi individu atau populasi suatu spesies. Mutasi dianggap merugikan karena menyebabkan perubahan pada karakteristik yang telah beradaptasi dengan lingkungan selama jutaan tahun. Akibatnya, makhluk yang mengalami mutasi harus beradaptasi kembali dengan lingkungannya. Mutasi ini juga menjadi salah satu kunci terjadinya evolusi di dunia ini, yang menyebabkan keberagaman di muka bumi ini. Allah SWT berfirman dalam QS. Al-Fatir ayat 28:

وَمِنَ النَّاسِ وَالْدَّوَابِّ وَالْأَنْعَامِ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ كَذَلِكَ إِنَّمَا يَخْشَى اللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ الْعُلَمَاءُ إِنَّ اللَّهَ

عَزِيزٌ غَفُورٌ

Artinya:“(Demikian pula) di antara manusia, makhluk bergerak yang bernyawa, dan hewan-hewan ternak ada yang bermacam-macam warnanya (dan jenisnya). Di antara hamba-hamba Allah yang takut kepada-Nya, hanyalah para ulama. Sesungguhnya Allah Maha Perkasa lagi Maha Pengampun”(Al-Fatir ayat 28).

Menurut penjelasan Quraish Shihab, ayat ini menekankan kesatuan sumber materi yang menghasilkan berbagai perbedaan. Sperma, sebagai bahan dasar penciptaan dan awal mula kehidupan manusia serta hewan, pada dasarnya tampak tidak berbeda satu sama lain. Bahkan jika dilihat dengan alat pembesar sekalipun, sperma-sperma tersebut tampak serupa. Di sinilah tersimpan salah satu rahasia dan misteri gen serta plasma. Ayat ini juga menunjukkan bahwa faktor genetik yang membuat tumbuh-tumbuhan, hewan, dan manusia tetap mempertahankan ciri khasnya, tidak berubah hanya karena habitat atau makanan. Oleh karena itu, sangat tepat jika ayat ini menyebut para ilmuwan yang memahami rahasia-rahasia penciptaan sebagai golongan manusia yang paling takut kepada Allah. (Shihab, 2002).

B. Penyebab Mutasi

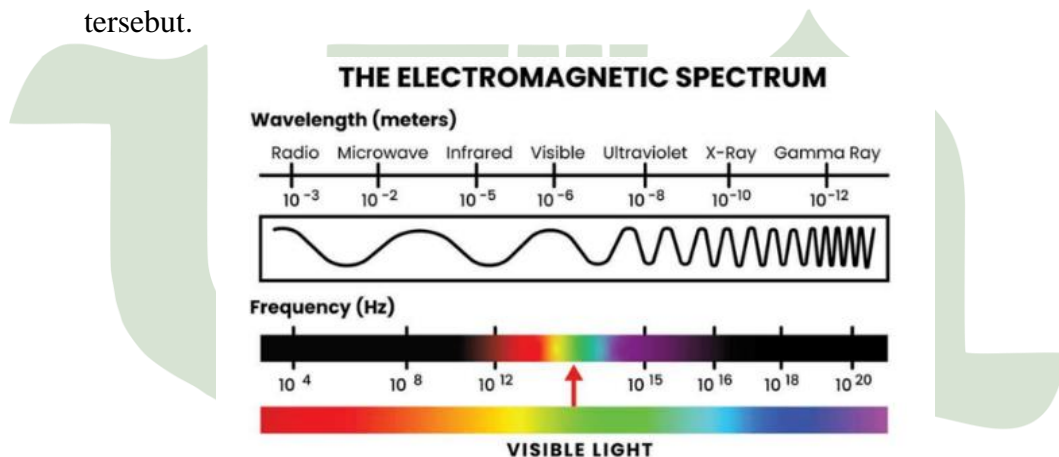
Makhluk hidup akan selalu berusaha untuk menyesuaikan diri terhadap lingkungan yang selalu berubah-ubah karena alam tidak selalu konstan (Benjamin dkk., 2004). Mutasi terjadi karena adanya perubahan lingkungan yang luar biasa. Makhluk yang tidak bisa beradaptasi perlahan-lahan akan mengalami kemunduran dan punah. Untuk dapat bertahan hidup dan menjaga kelangsungan hidup suatu spesies, makhluk hidup di alam harus selalu beradaptasi terhadap perubahan sesuai dengan sifat lingkungannya yang selalu berubah. Perubahan ini disebut evolusi, yang sumbernya adalah mutasi.

Penyebab mutasi disebut mutagen (penyebab mutasi). Kebanyakan mutagen adalah agen fisik, kimia atau biologi yang memiliki kemampuan penetrasi yang kuat untuk mencapai materi genetik di dalam inti sel. Zat penyebab mutasi (mutagen) dibedakan menjadi tiga, yaitu:.

1. Mutagen kimia terdiri dari berbagai bahan kimia, seperti DDT, pestisida, dan fumigan, yang sering digunakan dalam pertanian. Contoh lain dari bahan kimia yang menjadi mutagen buatan adalah formaldehida dan gliserol.

Bahan-bahan ini berfungsi sebagai mutagen untuk jamur, bakteri, dan serangga. Mutasi buatan yang disebabkan oleh mutagen kimia pada tumbuhan dapat menghasilkan keturunan poliploid, seperti buah yang tidak berbiji dan berukuran besar, misalnya semangka tanpa biji, jambu tanpa biji, dan lainnya. Fenomena ini dapat terjadi karena adanya mutagen kimia seperti kolkisin.

2. Mutagen fisik seperti radioaktif (misalnya uranium, radium, dan cobalt), sinar X, dan sinar kosmik memiliki energi yang besar sehingga mampu menyebabkan reaksi pengionan. Menurut penelitian J.V. Neel dan W.J. Schull, perubahan spontan pada individu rata-rata untuk lokus tertentu terjadi dengan rasio 1:100.000 telur atau sperma. Diperkirakan sekitar 30% dari perubahan spontan ini disebabkan oleh radiasi alami (seperti sinar kosmik, batuan radioaktif, dan sinar ultraviolet), serta radiasi buatan (seperti sinar-X dan terapi radiasi), yang dapat melipatgandakan jumlah perubahan spontan tersebut.



Gambar 2. 2 Mutagen Fisika

Sumber: Benjamin, 2004

3. Mutagen Biologi yakni virus dan bakteri diperkirakan dapat menyebabkan terjadinya mutasi. Bagian virus yang dapat menyebabkan terjadinya mutasi adalah DNA-nya.

C. Jenis-jenis Mutasi

Mutasi pada manusia ada yang dapat diwariskan dan ada yang tidak hal ini sesuai dengan firman Allah SWT ayat QS. Al-An'anm ayat 98:

وَهُوَ الَّذِي أَنشَأَكُم مِّن نَّفْسٍ وَاحِدَةٍ فَمُسْتَقَرٌّ وَمُسْتَوْدَعٌ قَدْ فَصَّلْنَا الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَفْقَهُونَ

Artinya: “Dialah yang menciptakanmu dari diri yang satu (Adam), maka (bagimu) ada tempat menetap dan tempat menyimpan”(Al-An’anm ayat 98).

إِنَّا خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ نُطْفَةٍ أَمْشَاجٍ نَبْتَلِيهِ فَجَعَلْنَاهُ سَمِيعًا بَصِيرًا

Artinya: “Sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia dari setetes mani yang bercampur. Kami hendak mengujinya (dengan perintah dan larangan) sehingga menjadikannya dapat mendengar dan melihat”(Al –Insan ayat 2).

Berdasarkan tafsir Al-Misbah ayat ini memaparkan proses awal penciptaan serta tujuannya, sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia, keturunan Adam dan Hawa, kecuali Isa as., dari setetes mani yang merupakan campuran sperma laki-laki dan sel telur wanita. Kata (أمشاج) *amyaj* adalah bentuk jamak dari kata (مشج) *misyj* yang terambil dari kata *masyaja* yakni bercampur. (نطفة) *nuthfah* atau sperma yang disebut *amsyaj* adalah sperma yang telah bercampur dengan sel telur wanita. Keduanya berperan sama dalam pembentukan benih yang kemudian masuk ke dalam rahim wanita. Dalam konteks *nuthfah*, sifat *amsyaj* (bercampur) tidak hanya merujuk pada sekadar percampuran dua hal hingga tampak menyatu, tetapi percampuran tersebut terjadi dengan sangat sempurna sehingga mencakup seluruh bagian dari *nuthfah*. *Nuthfah amsyaj* sendiri adalah hasil percampuran antara sperma dan ovum, yang masing-masing memiliki 46. Oleh karena itu, wajar jika ayat tersebut menyebut *nuthfah* dengan *amsyaj*, dalam bentuk jamak, karena memang mengandung banyak kromosom. (Shihab, 2002). Fenomena ini menjelaskan janin yang mewarisi sifat kedua orang tuanya yang berlainan dan dapat disaksikan bersama (empirik) (Halim dkk., 2015), yang disebut kode genetik yang dipengaruhi sifat antecedensi dan kesambungan nasab (diwariskan/ hereditas). Adapun terkait tentang mutasi, terdapat dalam firman Allah SWt Q.S AL-Hajj ayat 5:

يَأْتِيهَا النَّاسُ إِنْ كُنْتُمْ فِي رَيْبٍ مِّنَ الْبَعْثِ فَإِنَّا خَلَقْنَاكُمْ مِّنْ تُرَابٍ ثُمَّ مِّنْ نُطْفَةٍ ثُمَّ مِّنْ عَلَقَةٍ ثُمَّ مِّنْ مُّضْغَةٍ مُّخَلَّقَةٍ وَغَيْرِ مُّخَلَّقَةٍ لِّذُنُبَيْنَ لَكُمْ وَتُقَرَّرُ فِي الْأَرْحَامِ مَا نَشَاءُ إِلَىٰ آجَلٍ مُّسَمًّى

ثُمَّ نُخْرِجُكُمْ طِفْلًا ثُمَّ لِتَبْلُغُوا أَشْدَّكُمْ وَمِنْكُمْ مَنْ يُتَوَفَّى وَمِنْكُمْ مَنْ يُرَدُّ إِلَىٰ أَرْدَلِ الْعُمُرِ
 لَكَيْلًا يَعْلَمَ مِنْ بَعْدِ عِلْمٍ شَيْئًا وَتَرَى الْأَرْضَ هَامِدَةً فَاذًا أَنْزَلْنَا عَلَيْهَا الْمَاءَ اهْتَزَّتْ
 وَرَبَّتْ وَانْتَبَتَتْ مِنْ كُلِّ زَوْجٍ بَهِيجٍ

Artinya: “Wahai manusia, jika kamu meragukan (hari) kebangkitan, sesungguhnya Kami telah menciptakan (orang tua) kamu (Nabi Adam) dari tanah, kemudian (kamu sebagai keturunannya Kami ciptakan) dari setetes mani, lalu segumpal darah, lalu segumpal daging, baik kejadiannya sempurna maupun tidak sempurna, agar Kami jelaskan kepadamu (tanda kekuasaan Kami dalam penciptaan). Kami tetapkan dalam rahim apa yang Kami kehendaki sampai waktu yang sudah ditentukan. Kemudian, Kami mengeluarkanmu sebagai bayi, lalu (Kami memeliharaku) hingga kamu mencapai usia dewasa. Di antara kamu ada yang diwafatkan dan (ada pula) yang dikembalikan ke umur yang sangat tua sehingga dia tidak mengetahui lagi sesuatu yang pernah diketahuinya (pikun). Kamu lihat bumi itu kering. Jika Kami turunkan air (hujan) di atasnya, ia pun hidup dan menjadi subur serta menumbuhkan berbagai jenis (tumbuhan) yang indah”(Al-Hajj ayat 5).

Kata (نطفة) *nuthfah* dalam bahasa Arab berarti setetes yang dapat membasahi. Penggunaan istilah ini menyangkut proses peristiwa insan sejalan menggunakan penemuan ilmiah yg menginformasikan bahwa pancaran mani yg menyembur berasal alat kelamin pria mengandung sekitar dua ratus juta benih insan, sedang yg berhasil bertemu menggunakan indung telur wanita hanya satu saja. Itulah yg dimaksud dengan *nuthfah*. terdapat pula yang memahami istilah *nuthfah* dalam arti yang akan terjadi pertemuan sperma dan ovum. Kata *alaqah* terambil dari kata (علق) *alaq*. Dahulu kata tersebut dipahami dalam arti segumpal darah, tetapi setelah kemajuan ilmu pengetahuan serta maraknya penelitian, para embriolog enggan menafsirkannya dalam arti tersebut. Mereka lebih cenderung memahaminya dalam arti sesuatu yang bergantung atau berdempet di dinding rahim.

Menurut mereka, setelah terjadi pembuahan (*nuthfah* yang berada dalam rahim itu), maka terjadi proses di mana hasil pembuahan itu menghasilkan zat baru, yang kemudian terbelah menjadi dua, lalu yang dua menjadi empat, empat menjadi

delapan, demikian seterusnya berkelipatan dua, dan dalam proses itu, ia bergerak menuju ke dinding rahim dan akhirnya bergantung atau berdempet di sana. Nah, inilah yang dinamai '*alaqah* oleh al-Qur'an. Dalam periode ini kata para pakar embriologi sama sekali belum ditemukan unsur-unsur darah, dan karena itu, tidak tepat menurut mereka mengartikan '*alaqah* atau '*alaq* dalam arti segumpal darah. Kata (مضغه) *mudhghah* terambil dari kata (مضغ) *madhagha* yang berarti mengunyah. *Mudbghah* adalah sesuatu yang kadarnya kecil sehingga dapat dikunyah. Kata (مخلقة) *mukhallaqah* terambil dari kata (خلق) *khalaqu* yang berarti mencipta atau menjadikan. Dengan demikian penyifatan (مضغه) *mudhghah* artinya sempurna bentuknya (bayi) dengan kata (مخلقة) *mukhallaqah* artinya tidak sempurna, dan ini adalah ketetapan dari Allah SWT (Shihab, 2002). Pemahaman ini semakin mendekati pada makna QS. 'Abasa ayat 19:

مِنْ نُّطْفَةٍ خَلَقَهُ فَقَدَرَهُ

Artinya: "Dia menciptakannya dari setetes mani, lalu menentukan (takdir)-nya" ('Abasa ayat 19).

Ayat-ayat tersebut membahas tentang penciptaan manusia dari *nutfah* dan kata (فقره) *fa qaddarahu* lalu Dia menentukannya dipahami dianugerahkan kepadanya kadar tertentu buat diri, sifat, dan perbuatan-perbuatannya. Ia tidak dapat melampaui fase yang ditetapkan untuknya atau melampaui batas yang ditentukan baginya, karena ia telah diliputi oleh pengaturan Ilahi dari segala penjuru. Penciptaan dan penentuan kadar itu, sama sekali tidak bertentangan dengan keberadaan manusia sebagai makhluk yang bebas memilih apa-apa yang diperintahkan Allah kepadanya berupa keimanan dan ketaatan kepada-Nya dan yang mengantarnya kepada kebahagiaan. Kehendak Allah berkaitan dengan apa yang dilakukan manusia berdasar kehendak dan pilihannya ini atau itu. Dengan demikian perbuatan manusia bersumber dari dirinya sendiri dan atas pilihannya, tetapi memberinya pilihan itu adalah atas ketetapan Allah bagi tiap-tiap orang. Begitu lebih kurang *Thabathaba'i* (Shihab, 2002).

a) Mutasi Berdasarkan materi Hereditas

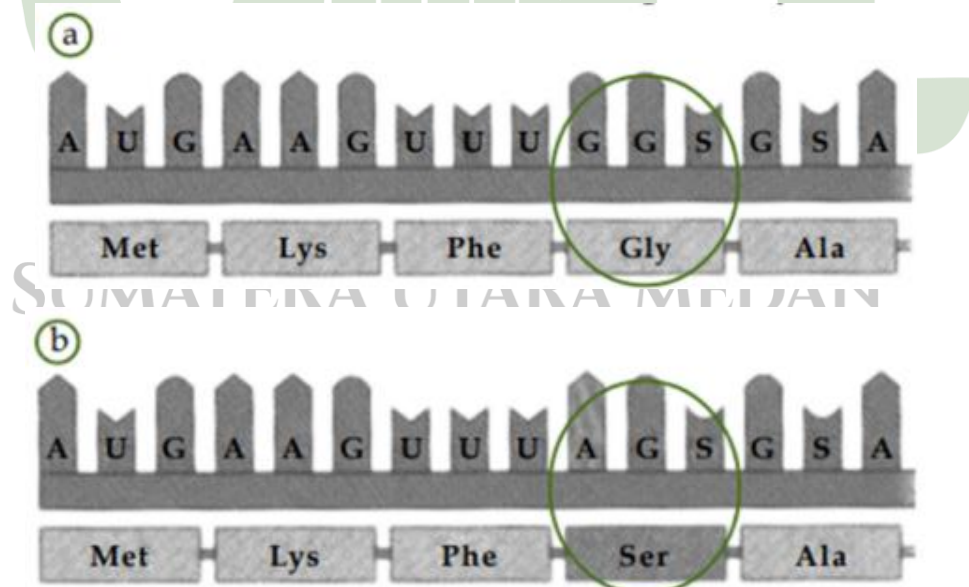
Mutasi dapat terjadi melalui berbagai cara dan sebab. Berdasarkan materi hereditas yang mengalami perubahan, mutasi dibedakan menjadi mutasi gen dan mutasi kromosom.

1. Mutasi Gen

Mutasi titik pada dasarnya adalah mutasi gen. Mutasi titik adalah nama lain dari mutasi gen. Mutasi ini disebabkan oleh variasi urutan basa dalam DNA, atau variasi urutan nukleotida dalam DNA. Tubuh menggunakan kembar tiga, atau pembacaan tiga pasangan basa, untuk membangun protein. Sebuah kodon dari bagian indera rantai DNA dibawa oleh setiap triplet. Triplet adalah pembacaan yang dapat diproses oleh tubuh untuk menghasilkan asam amino. Mutasi gen dapat terjadi dalam beberapa cara, yakni:

a. Transisi

Dalam rantai nukleotida DNA, transisi terjadi ketika satu basa purin ditukar dengan basa purin lainnya atau ketika satu basa pirimidin diganti dengan basa pirimidin lainnya. Basa sitosin (C atau S) dapat menggantikan basa pirimidin timin (T), atau sebaliknya. Basa guanin (G) dapat menggantikan basa purin adenin (A), atau sebaliknya.

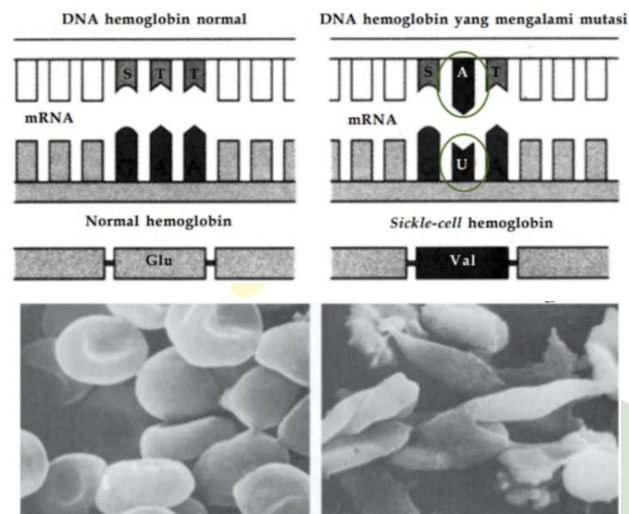


Gambar 2. 3 Peristiwa Transisi

Sumber: Ferdinan & Moekti., 2009

b. Transversi

Ketika basa purin menggantikan basa pirimidin, atau sebaliknya, proses ini dikenal sebagai konversi. Asam amino yang disintesis sebagai hasilnya tidak sesuai dengan urutannya. Asam amino yang membentuk protein hemoglobin, misalnya, akan berubah jika asam glutamat digantikan dengan asam amino valin. Hal ini menyebabkan eritrosit dengan bentuk yang tidak beraturan, seperti bulan sabit (siklema)



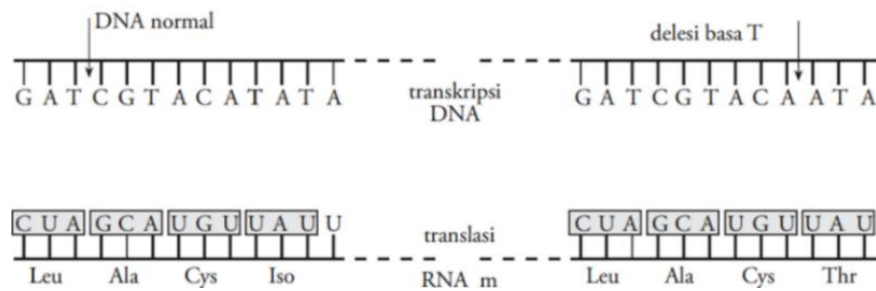
(a) Eritrosit normal (b) Siklema

Gambar 2.4 Peristiwa Transversi

Sumber: Rochmah dkk., 2009

c. Mutasi *Frame Shift* (Pergeseran Rangka)

Mutasi seperti ini disebabkan oleh penyisipan atau penghapusan satu atau lebih nukleotida dari DNA. Biasanya, hal ini diikuti dengan perubahan dalam pembacaan kodon, yang mengubah urutan asam amino dalam protein yang dikodekan oleh gen. Ada dua jenis pergeseran bingkai: penyisipan dan penghapusan. Satu nukleotida yang hilang atau tidak ada dalam rantai DNA akan mengakibatkan penghapusan. Pasangan nukleotida menyisipkan dirinya ke dalam rantai DNA untuk menyebabkan penambahan.



Gambar 2. 5 Contoh Delesi Gen

(kehilangan basa Timin sehingga menyebabkan perubahan asam amino)

Sumber: Rochmah, dkk., 2009



Gambar 2. 6 Contoh Insersi

(kehilangan basa Timin sehingga menyebabkan perubahan asam amino)

Sumber: Rochmah dkk., 2009

2. Mutasi Kromosom

Kromosom gonosom tiap individu itu dibedakan menjadi 2 yakni laki-laki X dan Perempuan Y, jadi kromosom yang dikandung oleh laki-laki dan perempuan berbeda, dalam biologi kromosom perempuan disimbolkan dengan X dan laki-laki Y. Allah SWT berfirman dalam QS. An-Najm ayat 45-46:

وَأَنَّهُ خَلَقَ الذَّرَّاجِينَ الذَّكَرَ وَالْأُنثَىٰ مِنْ نُطْفَةٍ إِذَا تُمْنَىٰ

Artinya: "Bahwa sesungguhnya Dialah yang menciptakan pasangan laki-laki dan perempuan, dari mani ketika dipancarkan" (An-Najm ayat 45-46).

Ayat ini berbicara tentang penciptaan pasangan laki-laki dan perempuan. dari sperma, apabila dipancarkan dan melalui sistem yang ditetapkannya yang menunjukkan kuasa Allah yang mutlak, kini disebutkan kuasa-Nya membangkitkan manusia setelah kematiannya. Dialah yang menjamin berdasar janji-Nya yang tidak mungkin dimungkiri dan Dia juga yang menetapkan

kejadian yang lain yakni penciptaan kembali manusia dan kebangkitannya sesudah mati (Shihab, 2002).

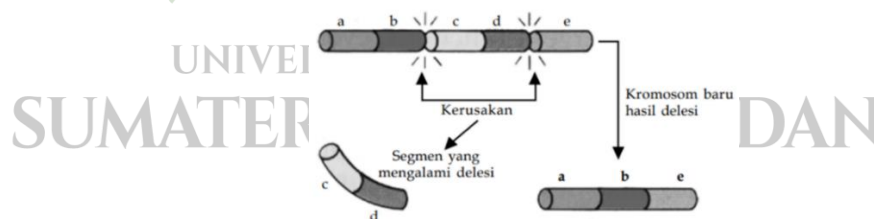
Mutasi gen dapat menyebabkan munculnya mutasi kromosom. Setiap organisme memiliki kromosom unik yang menentukan identitas spesiesnya. Mutasi kromosom dapat terjadi dalam bentuk fisik kromosom atau melalui perubahan dalam set kromosom. Perubahan pada set kromosom biasanya akan berdampak pada fenotipe individu tersebut.

a. Perubahan Struktur Fisik

Perubahan struktur fisik kromosom dapat terjadi pada lokasi atau jumlah gen dalam kromosom. Perubahan yang terjadi pada jumlah gen dalam kromosom dikelompokkan menjadi delesi dan duplikasi, sedangkan perubahan lokasi gen pada kromosom dapat terjadi melalui translokasi dan inversi.

1) Delesi

Delesi adalah peristiwa hilangnya satu segmen kromosom akibat patah. Mutasi ini menyebabkan sebagian segmen kromosom hilang saat pembelahan sel, sehingga kromosom kehilangan beberapa gen yang mungkin berdampak atau tidak, tergantung pada peran gen tersebut dalam sel. Salah satu contoh delesi pada manusia adalah sindrom cri-du-chat, yang disebabkan oleh delesi pada kromosom nomor 5(e). Penderita sindrom ini biasanya meninggal saat lahir atau pada masa kanak-kanak.



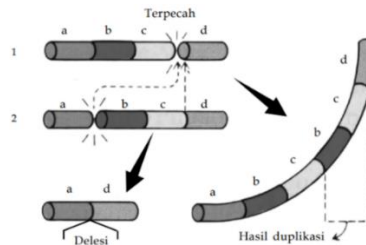
Gambar 2. 7 Delesi Kromosom

Sumber: Rochmah, dkk., 2009

2) Duplikasi

Duplikasi adalah penambahan segmen kromosom pada kromosom normal, sehingga satu kromosom sel mengandung dua atau lebih salinan dari segmen yang sama. Proses ini dimulai ketika kromosom

normal melakukan replikasi (pembelahan), kemudian mengalami patah di dua titik. Salah satu segmen yang patah kemudian berpindah dan menyambung ke kromosom pasangan replikasinya.

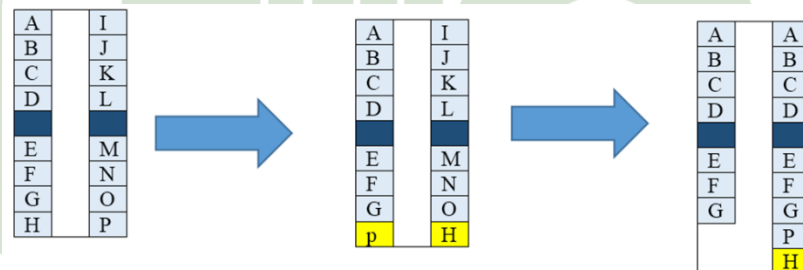


Gambar 2. 8 Duplikasi Kromosom

Sumber: Rochmah dkk., 2009

3) Translokasi

Mutasi yang dikenal sebagai translokasi merupakan hasil dari pemindahan fragmen kromosom dari satu kromosom ke kromosom lainnya. Tidak akan ada penambahan atau pengurangan gen, sehingga keseimbangan gen tetap terjaga. Di sisi lain, variasi fenotipik dapat terjadi berdasarkan faktor lingkungan yang menyebabkan ekspresi gen.

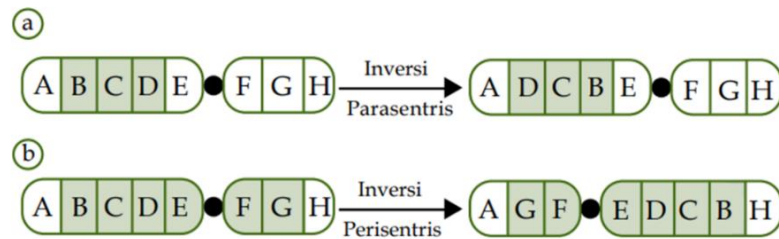


Gambar 2. 9 Translokasi Kromosom

Sumber: Ferdinan & Moekti., 2009

4) Inversi

Ketika kromosom yang rusak kembali ke lokasi semula, tetapi dalam arah yang berlawanan, fragmen kromosom dapat mengalami inversi. Ini bisa terjadi pada kromosom homolog. Inversi perisentrik dan parasentrik adalah dua kategori inversi. Inversi parasentris terjadi ketika sentromer terletak di luar lengan kromosom yang terbalik. Inversi perisentrik terjadi ketika sentromer terletak di antara dua lengan kromosom yang berbeda.

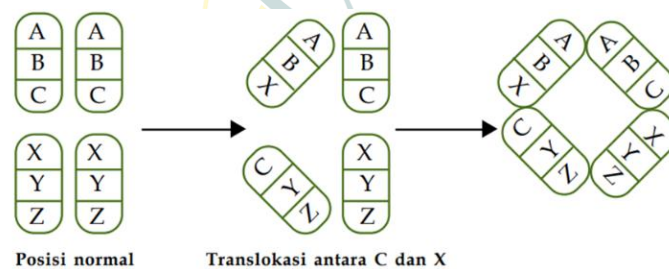


Gambar 2. 10 Inversi Kromosom

Sumber: Ferdinan & Moekti., 2009

5) Katenasi

Katenasi kromosom merupakan mutasi kromosom yang terjadi apabila suatu kromosom homolog ujung-ujungnya berdekatan sehingga membentuk lingkaran.



Gambar 2. 11 Katenasi Kromosom

Sumber: Ferdinan & Moekti., 2009

b. Perubahan Lokasi

Jumlah set gen (genom) keseluruhan dapat mengalami perubahan set kromosom, yang disebut euploidi. Perubahan set kromosom juga dapat terjadi pada jumlah kromosom dalam satu unit, yang disebut aneuploidi.

1) Euploid

Euploidi merupakan perubahan yang meliputi seperangkat genom, dimana jumlah set kromosom individu merupakan kelipatan dari jumlah set kromosom dasar (kromosom haploid). Contoh Euploid:

1. Monoploid ketika sel somatis terdiri dari satu atau satu perangkat kromosom. Kromosom sel somatis kebanyakan organisme eukariotik bersifat diploid, yaitu memiliki dua perangkat kromosom ($2n$) dalam sel somatisnya. Ini disebut monoploid ketika semua gen hadir dalam satu salinan (satu set

kromosom), sehingga setiap mutasi yang terjadi akan langsung diekspresikan, tanpa adanya alel kedua yang bisa "menutupi" efek mutasi tersebut. Misalnya, partenogenesis adalah proses pertumbuhan lebah madu jantan dari sel telur yang tidak dibuahi (partenogenesis).

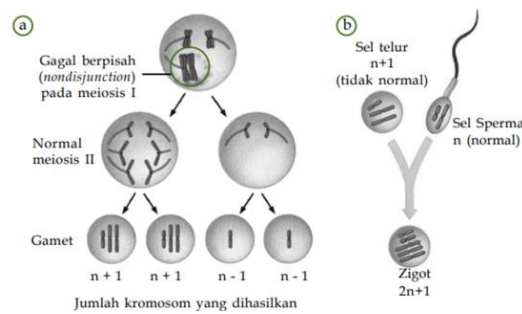
2. Poliploid adalah ketika organisme memiliki lebih dari tiga kromosom, seperti tetraploid, heksaploid, oktaploid, dan sebagainya. Triploid adalah keadaan kromosom di mana organisme memiliki 3 perangkat kromosom ($3n$) dalam sel somatisnya. Individu tetraploid biasanya bersifat fertil (subur atau mampu menghasilkan keturunan). Poliploid umumnya ditemukan pada tumbuhan, tetapi jarang pada hewan (letal). Biasanya digunakan dalam pertanian untuk menghasilkan varietas tanaman yang unggul. $2/3$ jenis rumput-rumputan dan tanaman mawar (*Rosa sp.*) adalah contoh tanaman poliploid.

2) Aneuploid

Aneuploidi adalah perubahan jumlah kromosom dalam satu genom atau set kromosom. Beberapa faktor dapat menyebabkan aneuploidi, salah satunya adalah anafase lag atau gagal berpisah (*nondisjunction*), yang terjadi selama gametogenesis. Dalam hal anafase lag, terjadi ketika salah satu kromatid tidak melekat pada benang gelendong selama tahap anafase. Contoh organisme aneuploid:

Tabel 2. 1 Macam-Macam Tipe Aneuploid

Tipe Aneuploid	Formula Kromosom
Diploid (normal)	$2n$
Monosomi	$2n - 1$
Trisomi	$2n + 1$
Tetrasomi	$2n + 2$
Pentasomi dan seterusnya	$2n + 3$

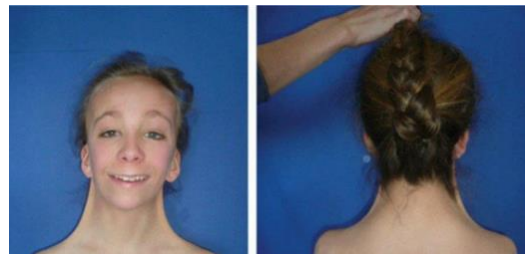
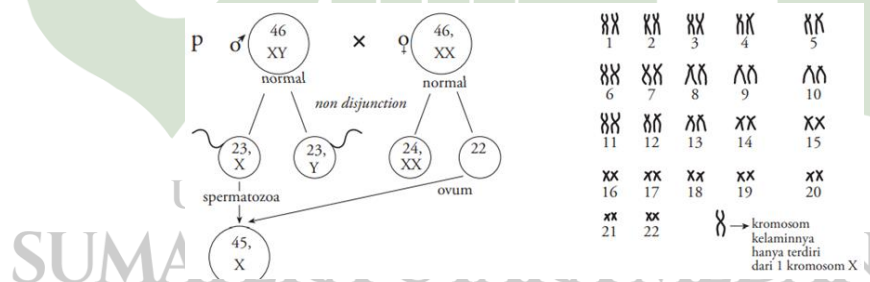


Gambar 2. 12 Nondisjunction

Sumber: Ferdinan & Moekti., 2009

a. Monosomi

Kehilangan satu kromosom dalam satu perangkat ($2n-1$) menyebabkan monosomi. Pada wanita, sindrom turner disebabkan oleh kehilangan satu kromosom X pada gonosomnya. Akibatnya, kromosom kelaminnya terdiri dari satu kromosom X (XO). Adanya ketidakselarasan saat pembentukan sel telur (ovum) dikenal sebagai sindrom turner. Akibatnya, dua ovum dihasilkan: satu yang memiliki satu kromosom X dan satu lagi yang memiliki dua kromosom X. Ketika sperma (haploid) yang mengandung satu kromosom X bertemu dengan ovum yang tidak memiliki kromosom X, terbentuk zigot yang hanya memiliki satu kromosom X.



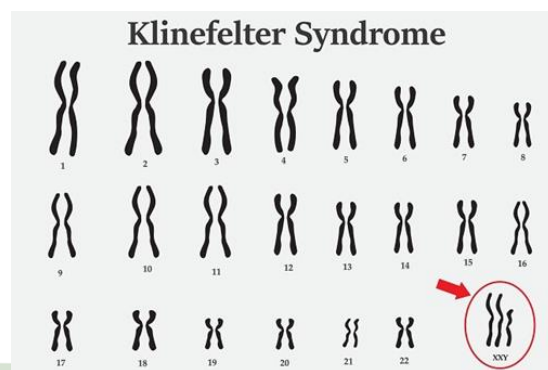
Gambar 2. 13 Monosomi Pada Sindrom Turner

Sumber: Pierce, 2018

b. Trisomi

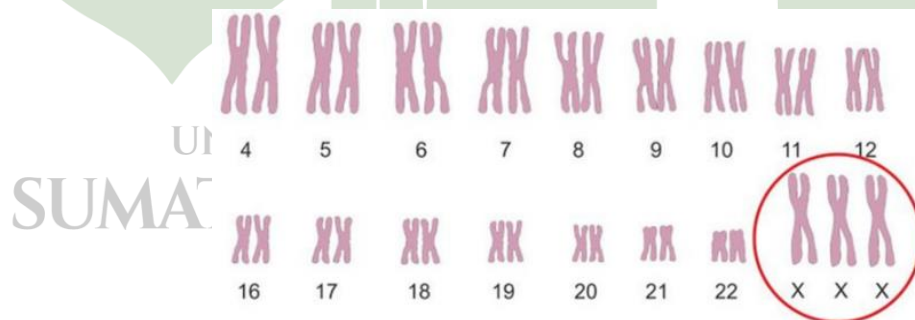
Kelebihan satu kromosom dalam sel ($2n + 1$) menyebabkan trisomi. Ini disebabkan oleh nondisjunction saat induk mengalami gametogenesis. Autosom dan gonosom dapat mengalami trisomi.

- (1) Sindrom Klinefelter dapat terjadi dengan Fertilisasi sel telur XX oleh spermatozoa Y atau sel telur X oleh spermatozoa XY dapat terjadi pada keturunan orang yang menderita sindrom ini.



Gambar 2. 14 Sindrom Klinefelter
Sumber: Ferdinan & Moekti., 2009

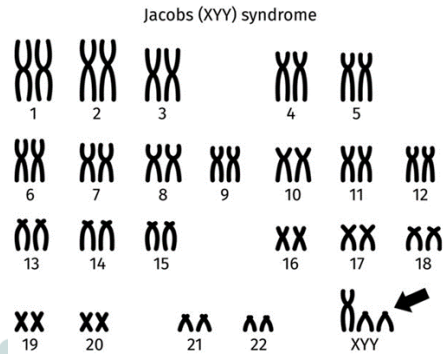
- (2) Sindrom Tripel X: Menurut penelitian yang dilakukan oleh Jacobs, banyak sel ovum yang mengandung kromosom XX ditemukan pada jaringan ovarium. Oleh karena itu, gangguan pemisahan terjadi selama pembentukan gamet.



Gambar 2. 15 Sindrom Triple X
Sumber: Ferdinan & Moekti., 2009

- (3) Sindrom XYY (Pria XYY) adalah kondisi yang disebabkan oleh fertilisasi gagal antara ovum X dan spermatozoa (YY).

Zigotnya adalah XYY, jadi formulasi kromosomnya adalah 47, XYY.



Gambar 2. 16 Sindrom Jacobs

Sumber: Ferdinan & Moekti., 2009

- (4) Sindrom Down ($45A+XY$ atau $45A+XX$) merupakan kelainan yang terjadi karena autosomnya kelebihan satu kromosom, tepatnya pada kromosom nomor 21. Jika terjadi pada laki-laki, akan mempunyai susunan kromosomnya $45A+XY$, sedangkan pada wanita memiliki susunan kromosomnya $45A+XX$. Sindrom ini ditemukan oleh J. Langdon Down pada tahun 1866. Penderita sindrom Down mempunyai ciri mulut sering terbuka, wajah lebar bulat, IQ rendah (± 80), badan pendek, dan rata-rata berumur pendek



Gambar 2. 17 Sindrom Down

Sumber: Ferdinan & Moekti., 2009

- (5) Sindrom Edwards merupakan kelainan yang terjadi karena nondisjunction pada autosom nomor 18. Sindrom ini ditemukan pada tahun 1960 oleh I.H. Edwards. Penderita sindrom ini

memiliki ciri tengkorak lebih lonjong, memiliki mulut yang kecil, serta telinga dan rahang bawahnya lebih rendah.

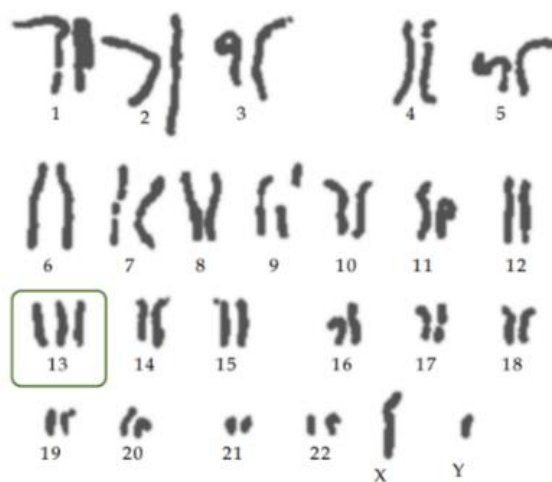


Gambar 2. 18 Sindrom Edwards

Sumber: Ferdinan & Moekti., 2009

(6) Sindrom Patau terjadi trisomi pada kromosom nomor 13.

Sindrom ini ditemukan oleh K. Patau pada tahun 1960. Penderita sindrom ini memiliki ciri kepala kecil, mata kecil, tuli, polidaktili, dan pertumbuhan mentalnya terbelakang.



Gambar 2. 19 Sindrom Patau

Sumber: Ferdinan & Moekti., 2009

c. Tetrasomi terjadi pada individu yang mempunyai kelebihan 2 kromosom homolog dalam satu genom ($2n + 2$).

b) Mutasi Berdasarkan Mekanisme Terjadinya

Berdasarkan mekanisme terjadinya, ada dua macam mutasi, yaitu mutasi alami dan mutasi buatan.

1. Mutasi Alami

Mutasi spontan, kadang-kadang disebut sebagai mutasi alami, terjadi dengan sendirinya karena alasan yang tidak diketahui. Menurut ahli genetika, mutasi alami suatu organisme dapat muncul dari berbagai sumber, seperti:

- a. Radiasi sinar ultraviolet
- b. Radiasi sinar kosmik dari angkasa
- c. Zat-zat radioaktif yang masuk ke dalam tubuh
- d. Kesalahan pada proses replikasi DNA

2. Mutasi Buatan

Istilah mutasi buatan mengacu pada mutasi yang disebabkan secara sengaja oleh manusia, yang juga dikenal sebagai mutasi yang diinduksi. Berikut ini adalah jenis-jenis mutagen yang digunakan dalam proses mutasi buatan ini: Radiasi UV, radiasi pengion dari sinar, sinar, sinar yang dilepaskan oleh isotop radioaktif dari elemen tertentu, senyawa kimia yang dapat bereaksi dengan molekul DNA, dan penyisipan molekul DNA (rekayasa genetika).

c) Mutasi Berdasarkan Efek atau Pengaruhnya

Selain berdasarkan materi hereditas, dan mekanisme terjadinya, mutasi dibedakan pula berdasarkan efek atau pengaruh yang ditimbulkan.

1. Mutasi Diam (*silent mutation*)

Mutasi diam merupakan perubahan urutan nukleotida yang tidak mengubah asam amino yang dihasilkan. Misalnya, kodon penentu asam amino glisin (GGC) berubah menjadi kodon GGU, yang tetap akan mengkode asam amino glisin.

2. Mutasi Missense (mutasi salah arti)

Mutasi missense merupakan perubahan urutan nukleotida yang menyebabkan perubahan pada asam amino yang dihasilkan. Misalnya,

kodon yang akan mengkode asam amino glisin (GGC) berubah menjadi kodon pengkode serin (AGC).

3. Mutasi Nonsense (mutasi tak bermakna)

Mutasi nonsense merupakan perubahan urutan nukleotida yang membentuk salah satu dari 3 macam kodon stop (UAA, UAG, dan UGA), sehingga proses sintesis protein berhenti.

D. Dampak mutasi di kehidupan

1) Mutasi Menguntungkan

Sebagian besar peristiwa mutasi yang terjadi di alam ini adalah mutasi buatan, karena mutasi alami merupakan peristiwa yang sangat jarang terjadi. Dewasa ini, mutasi buatan telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang kehidupan, terutama yang berkaitan dengan rekayasa genetika dan penggunaan beberapa sinar bergelombang pendek. Mutasi buatan dinilai lebih memberikan keuntungan dibanding mutasi alami. Hal ini disebabkan, mutasi buatan merupakan kejadian yang dapat direncanakan dan diprogram sebelumnya. Oleh karena itu, hasil yang diperoleh sesuai dengan yang diinginkan dan berbagai kemungkinan yang tidak diharapkan dapat diminimalkan. Beberapa keuntungan dan hasil teknologi mutasi, yaitu:

- a. Menghasilkan tanaman poliploid
- b. Keragaman fenotipe tanaman
- c. Terciptanya varian baru
- d. Pengembangan bioteknologi

2) Mutasi Merugikan

Mutasi yang merugikan merupakan mutasi yang mengakibatkan suatu individu atau populasi tidak adaptif bahkan letal. Mutasi yang merugikan umumnya terjadi akibat mutasi alam atau mutasi spontan. Pada manusia, mutasi yang merugikan ini ada yang diteruskan kepada keturunannya (diwariskan) dan tidak diteruskan kepada keturunannya (tidak diwariskan). Mutasi yang diwariskan terjadi karena pada sel-sel kelamin (gonosom) mengalami mutasi. Contohnya:

a. Kematian mutan

Mutasi alami lebih berbahaya karena organisme mutan dapat mengalami kematian. Hal ini tidak dapat dicegah, karena mutasi alami terjadi secara tiba-tiba dan acak.

b. Kelainan, Cacat, atau Sindrom

2. 4 Pendekatan yang digunakan

Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Data kuantitatif diperoleh dari hasil pengukuran berupa persentase melalui angket penilaian ahli, angket penilaian pendidik dan penilaian peserta didik untuk kevalidan dan kepraktisan bahan ajar. Data kualitatif berupa kumpulan informasi yang diperoleh melalui wawancara dengan pendidik biologi dan observasi di kelas XII SMAN 2 Percut Sei Tuan mengenai pembelajaran biologi. Hasil wawancara dan observasi tersebut dari segi hasil penilaian, tanggapan, kritik, dan saran perbaikan melalui pertanyaan terbuka. Tujuan dari analisis data yakni menafsirkan bentuk hasil penelitian dalam bentuk penjelasan dilanjutkan dengan menginformasikan kepada orang lain.

2. 5 Model teoritis

A. Media Pembelajaran

Kata media berasal dari bahasa Latin *medius* yang berarti pengantar. Menurut Gerlach dan Ely, media dapat diartikan sebagai materi yang membangun kondisi yang membuat siswa mampu memperoleh pengetahuan, keterampilan, atau sikap. Menurut Gagne dan Briggs, media pembelajaran meliputi alat yang secara fisik digunakan untuk menyampaikan isi materi pelajaran, yang meliputi antara lain buku, *tape recorder*, film, slide, foto, dan gambar (Arsyad, 2017). Menurut Heinich media merupakan sarana ataupun alat perantara untuk menyampaikan pesan terkait pembelajaran yang cenderung diartikan sebagai alat-alat grafis, elektronik untuk menangkap, memproses, dan menyusun kembali informasi visual atau verbal (Kustandi & Sutjipto, 2013). Berdasarkan pendapat yang telah dipaparkan menunjukkan bahwa media pembelajaran adalah segala sesuatu yang digunakan sebagai perantara atau penghubung antar pemberi informasi guru dan penerima

informasi siswa dengan tujuan untuk untuk menginspirasi siswa agar termotivasi dan mampu berpartisipasi penuh dan bermakna dalam proses pembelajaran.

Fungsi utama media pembelajaran adalah sebagai alat bantu mengajar yang turut mempengaruhi lingkungan belajar, bahkan psikologis siswa yang ditata dan diciptakan oleh guru yang berakibat pada timbulnya keinginan, minat, motivasi, dan rangsangan belajar (Arsyad, 2017). Menurut Junaidi (2019) dalam proses pembelajaran penggunaan media pembelajaran akan sangat membantu keefektifan proses pembelajaran dan penyampaian pesan dan isi pelajaran saat itu. Menurut Wahid (2018) ada dua fungsi media pendidikan (yang sekarang disebut media pembelajaran) yaitu fungsi Audio Visual Aids (AVA) saat proses pembelajaran guru akan menyampaikan materi menggunakan ceramah jika hanya disampaikan tanpa menggunakan media pendukung, maka penjelasan guru akan bersifat sangat abstrak. Kemudian fungsi komunikasi yakni menulis dan membuat media (komunikator atau sumber) dan orang yang menerima (membaca, melihat, mendengar). Orang yang membaca, melihat, dan mendengar media dalam komunikasi disebut audience. Sedangkan media yang dibuat (ditulis dalam bentuk modul, film, slide, OHP, komik dan yang memuat pesan yang akan disampaikan kepada penerima (Arsyad, 2017).

Adapun menurut Levy dan Lentz dalam Arsyad (2017) terdapat empat fungsi khusus media pembelajaran terutama pada media visual yaitu fungsi atensi (menarik), afektif (siswa dapat menikmati ketika belajar atau membaca teks yang bergambar), kognitif (memahami dan mengingat informasi atau pesan yang terkandung dalam gambar), dan kompensatoris yakni media visual dapat mengakomodasikan siswa yang lemah dan lambat menerima atau memahami isi pelajaran yang disajikan dengan teks atau disajikan secara verbal. Demikian pula dalam masalah penerapan media pembelajaran, pendidik harus memperhatikan perkembangan jiwa keagamaan anak didik, karena faktor inilah yang justru menjadi sasaran media pembelajaran. Tanpa memperhatikan serta memahami perkembangan jiwa anak atau tingkat daya pikir anak didik, guru akan sulit diharapkan untuk dapat mencapai sukses. Firman Allah Swt. dalam surah QS. An-Nahl ayat 125 yaitu:

أَدْعُ إِلَى سَبِيلِ رَبِّكَ بِالْحُكْمَةِ وَالْمَوْعِظَةِ الْحَسَنَةِ وَجَادِلْهُمْ بِالَّتِي هِيَ أَحْسَنُ إِنَّ رَبَّكَ هُوَ أَعْلَمُ

بِمَنْ صَلَّ عَنْ سَبِيلِهِ وَهُوَ أَعْلَمُ بِالْمُهْتَدِينَ

Artinya: “Serulah (manusia) ke jalan Tuhanmu dengan hikmah dan pengajaran yang baik serta debatlah mereka dengan cara yang lebih baik. Sesungguhnya Tuhanmu Dialah yang paling tahu siapa yang tersesat dari jalan-Nya dan Dia (pula) yang paling tahu siapa yang mendapat petunjuk”(An-Nahl ayat 125).

Ayat ini dipahami oleh sementara ulama sebagai menjelaskan tiga macam metode dakwah yang harus disesuaikan dengan sasaran dakwah. Ia dimulai dengan hikmah yang dapat disampaikan tanpa syarat, disusul dengan mau ‘izhah dengan syarat hasanah, karena memang ia hanya terdiri dari macam, dan yang ketiga adalah jidal yang dapat terdiri dari tiga macam buruk, baik dan terbaik, sedang yang dianjurkan adalah yang terbaik (Shihab, 2004). Direktorat Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional mengidentifikasi delapan manfaat media dalam penyelenggaraan proses belajar dan pembelajaran, yaitu: (1) Penyampaian materi pelajaran dapat diseragamkan, (2) Proses pembelajaran menjadi lebih jelas dan menarik, (3) Proses pembelajaran menjadi lebih interaktif, (4) Efisiensi dalam waktu dan tenaga, (5) Meningkatkan kualitas hasil belajar peserta didik, (6) Media memungkinkan proses pembelajaran dapat dilakukan di mana saja dan kapan saja, (7) Media dapat menumbuhkan sikap positif peserta didik terhadap materi serta proses belajar dan pembelajaran, (8) Mengubah peran guru ke arah yang lebih positif dan produktif (Wulandari dkk., 2023). Media pembelajaran dapat diklasifikasikan dan dirangkum menjadi 3 bagian, yaitu: (1) Alat-alat Audio yaitu alat-alat yang dapat menghasilkan suara atau bunyi, (2) Alat-alat Visual yaitu alat-alat yang dapat memperlihatkan bentuk seperti buku, komik, (3) Alat-alat Audio Visual yaitu alat-alat yang dapat menghasilkan bentuk dan suara dalam satu unit seperti video dan film.

Kemajuan teknologi memberikan dampak yang besar terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan media pembelajaran. Dengan kemajuan ini, guru dapat menggunakan media yang berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan dan tujuan

pembelajaran, sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik. Beberapa langkah dapat diambil ketika memilih lingkungan belajar. Pendapat Gagne dan Briggs merekomendasikan langkah-langkah berikut dalam pemilihan lingkungan belajar, yaitu: 1) perumusan tujuan pembelajaran, 2) klasifikasi tujuan menurut bidang studi atau jenis studi, 3) pemilihan acara pendidikan yang diselenggarakan, 4) penentuan tujuan penelitian jenis rangsangan. setiap acara, 5) mencantumkan media yang akan digunakan dalam setiap acara pembelajaran, 6) menimbang (berdasarkan kegunaan) media yang digunakan, 7) memutuskan media mana yang akan digunakan, 8) mencatat alasan pemilihan media 9) menulis prosedur yang akan digunakan pada setiap acara, dan 10) menulis naskah percakapan untuk penggunaan media. Penggunaan media pembelajaran dalam proses pembelajaran perlu mempertimbangkan beberapa prinsip, yaitu:

1. Tidak ada satu media pun yang terbaik untuk semua tujuan. Suatu media hanya cocok untuk tujuan pembelajaran tertentu, namun belum tentu cocok untuk tujuan pembelajaran lainnya.
2. Media merupakan bagian integral dari pembelajaran. Artinya media tidak hanya sekedar alat pengajaran bagi guru, namun merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari proses pembelajaran. Definisi media harus selaras dengan unsur desain pembelajaran lainnya..
3. Jenis media yang digunakan harus untuk membantu siswa dalam pembelajarannya. Kemudahan belajar siswa hendaknya menjadi acuan utama dalam pemilihan dan penggunaan media.
4. Penggunaan berbagai bentuk media dalam satu pembelajaran bukan sekedar menarik perhatian, tetapi juga berfungsi sebagai materi pelengkap dan memiliki tujuan berkelanjutan.
5. Pemilihan media harus objektif, yaitu berdasarkan tujuan pembelajaran, bukan berdasarkan preferensi pribadi pendidik.

B. E-comic

Komik adalah rangkaian gambar atau simbol yang memberitahukan ide yang ingin diberikan informasi bagi pembaca. Komik dapat digunakan untuk menyampaikan informasi dengan cara yang populer dan mudah dipahami (Zainal

dkk., 2019). Komik menggabungkan kekuatan gambar dan kata-kata, dan menyusunnya menjadi suatu alur cerita agar informasi lebih mudah diserap. Teks membuatnya lebih mudah dipahami, dan alur cerita membuatnya lebih mudah untuk diingat dan dimengerti, bahkan dalam jangka waktu yang lama (Syahmi dkk., 2022). Komik punya lima keuntungan dalam belajar, misalnya: dapat memotivasi siswa pada saat pembelajaran proses; terdiri dari gambar sebagai medianya yang dapat meningkatkan kualitas pembelajaran; adalah permanen; dapat membangkitkan minat membaca dan mengarahkan siswa untuk melakukannya disiplin membaca terutama bagi yang tidak suka membaca; adalah bagian dari yang populer budaya (Listianingsih dkk., 2021).

E-comic atau komik digital merupakan bentuk komunikasi visual yang memiliki kekuatan untuk menyampaikan informasi secara populer dan mudah dimengerti. Kolaborasi antara teks dan gambar yang merangkai menjadi alur cerita adalah kekuatan *E-comic* (Kurniawan dkk., 2017). *E-comic* yang dikembangkan ini menggunakan media internet dalam penggunaannya maupun dalam publikasinya. Penggunaan situs web maka komik jenis yang dikembangkan ini relatif lebih murah jika dibandingkan komik versi cetak (Maharsi, 2011). Secara sederhana, komik digital bisa dibagi menjadi empat kategori berdasarkan aplikasi digitalnya:

a. Digital Production

Digital production mengacu pada proses berkarya dan produksi komik yang kini bisa dilakukan 100% on screen.

b. Digital Form

Digital form mengacu pada bentuk komik yang berbentuk digital, sehingga kini memiliki kemampuan yang borderless (tidak seperti kertas yang dibatasi ukuran dan format), sehingga komik bisa memiliki bentuk yang tidak terbatas, misalnya sangat memanjang ke samping atau ke bawah, hingga berbentuk spiral. Kemampuan kedua dari bentuk komik secara digital adalah faktor waktu yang terhitung *timeless* (bisa disimpan dalam bentuk digital atau *byte*, dan bisa ditransfer ke dalam berbagai macam media penyimpanan.

c. Digital Delivery

Digital delivery mengacu pada metode distribusi dan penghantaran komik secara digital yang dalam bentuk *paperless* (minim dana percetakan) dan *high mobility* (efisien).

d. *Digital Convergence*

Digital convergence adalah pengembangan komik dalam tautan media lainnya yang juga berbasis digital, misalnya sebagai game, animasi, film, *mobile content*, dan sebagainya.

Ada beberapa karakteristik yang dimiliki komik menurut Danaswari, yaitu sebagai berikut :

1. Pembuatan komik untuk menggambar diperlukan adanya karakter. Karakter dalam komik, yaitu pendeskripsian dari sesuatu yang akan dijelaskan di dalam komik.
2. Balon kata, yaitu unsur utama setiap komik gambar dan kata. Keduanya saling mendeskripsikan satu sama lain. sehingga menunjukkan dialog antar tokoh.
3. Garis gerak, yaitu yang digambar akan terlihat hidup dalam imajinasi pembaca.
4. Latar, yaitu dapat menunjukkan pada pembaca konteks materi yang disampaikan dalam komik tersebut.
5. Panel, yaitu sebagai urutan dari setiap gambar-gambar atau materi dan untuk menjaga kelanjutan dari cerita yang sedang berlangsung

Unsur-unsur pada komik, yakni:

1. Halaman pembuka terdiri dari Judul Serial, Judul Cerita, credits (pengarang, penggambar pensil, penintaan, pengisi warna), indicia (keterangan penerbit, waktu terbitan, pemegang hak cipta).
2. Halaman isi terdiri dari panel tertutup, panel terbuka, balon kata, narasi, efek suara, gang/gutter.
3. Sampul komik tertera nama penerbit, nama serial, judul komik, pembuat komik dan nomor jilid.
4. *Splash page* (Halaman pembuka), bisa dicantumkan juga judul, kreator, cerita, juga ilustrator.

5. *Double-spread page* (Dua halaman penuh) bisa dengan variasi panel-panel. Biasanya untuk memberi kesan “wah” atau dahsyat atau memang perlu ditampilkan secara khusus agar pembaca terbawa suasana.

Berdasarkan hasil pengamatan melalui beberapa sumber di atas maka dilakukannya analisis pentingnya pengembangan komik digital ini mengenai media yang digunakan dalam proses pembelajaran khususnya mata pelajaran biologi, yaitu sebagai berikut: 1) perlunya media penunjang dalam proses pembelajaran, 2) perlunya pengembangan media komik digital yang sesuai dengan keterampilan abad 21, 3) pengembangan media berupa komik digital ini sudah berkemajuan, di mana dalam penggunaannya nanti lebih memudahkan peserta didik karena dapat disimpan dalam gadget maupun laptop, 4) komik digital ini nantinya akan berintegrasi nilai-nilai keislaman yang bersumber dari Al-Qur'an dan hadits, 5) komik digital ini nantinya diharapkan dapat memenuhi kebutuhan sekolah dalam proses pembelajaran sebagai media penunjang yang memiliki teknologi berkemajuan serta terintegrasi nya nilai-nilai spiritual. Berdasarkan hasil analisis di atas, maka perlu dikembangkan media komik digital biologi terintegrasi ayat Al-Qur'an berbasis literasi sains.

Dalam pembuatan *e-comic* ini peneliti menggunakan 2 aplikasi yakni *Ibis Paint X* dan *Canva*. Aplikasi *Ibis Paint X* merupakan aplikasi yang ditawarkan oleh Ibis Inc yang merupakan suatu perusahaan vendor perangkat lunak independen yang dirilis pada tanggal 27 Februari 2014 yang dapat diunduh melalui *play store* yang ada pada setiap gawai dengan ukuran 27 MB harus menggunakan android dengan versi 4.1 dan lebih tinggi. *Ibis Paint X* adalah aplikasi berbasis smartphone yang digunakan untuk menggambar digital dan dapat digunakan untuk mendesain komik secara digital. *Ibis Paint X* didukung dengan fitur yang cukup lengkap dan dapat digunakan secara gratis. (Naimar & Novita, 2022). Aplikasi *Canva* menjadi salah satu platform yang patut diandalkan di masa kini yang memiliki dua fungsi dalam pembelajaran, yakni sebagai fungsi suplemen dan substitusi. Fungsi suplemen adalah memudahkan pendidik meningkatkan proses pembelajaran jarak jauh dan *Canva* sedangkan fungsi substitusi yakni mudah didistribusikan kepada

siswa dan dapat membantu kebutuhan teknologi dalam pembelajaran. (Maolida dkk., 2021)

C. Terintegrasi Ayat-Al-qur'an

Hakikat sains merupakan gejala-gejala alam pada dimensi pengetahuan (keilmuan), dengan begitu, pengetahuan dapat dikaitkan pada dimensi nilai ukhrawi, dimana dengan memperhatikan keteraturan di alam semesta akan semakin meningkatkan keyakinan akan adanya sebuah kekuatan yang Maha dahsyat yang tidak dapat dibantah lagi, yaitu Allah SWT (Latifah & Ratnasari, 2016). Dimensi ini menggambarkan hakikat sains adalah mengaitkan antara aspek logika-material dengan aspek spiritual, yang sementara ini dianggap cakrawala kosong, karena suatu anggapan antara biologi dan agama merupakan dua sisi yang berbeda dan tidak mungkin dipersatukan satu sama lain dalam satu bidang kajian. Pada kenyataannya terdapat benang merah keterkaitan di antara keduanya. Berdasarkan pemaparan diatas maka jelas, siswa dalam pembelajaran sains tidak hanya dituntut untuk mengetahui tentang sains namun juga memahami bahwa keteraturan yang ada dalam alam semesta ini tidak lepas dari kekuasaan Allah SWT sehingga semakin bertambah keyakinan terhadap Tuhan, dan menumbuhkan karakter berwawasan keislaman terhadap siswa (Nurwahidah, 2018)

D. Literasi Sains

Menurut Holbrook, literasi sains adalah suatu penghargaan pada ilmu pengetahuan dengan meningkatkan semangat belajar di dalam diri individu agar memiliki kemampuan berkontribusi pada lingkungan sosial (Oktaviani & Yulia, 2017). Paul de Hart Hurt, mendefinisikan literasi sains menggunakan istilah literasi sains dengan mengartikan *science literacy* sebagai tindakan memahami sains dan mengaplikasikannya bagi kebutuhan masyarakat (Wahyusari, 2017). Sedangkan Miller mendefinisikan literasi sains sebagai kemampuan membaca dan menulis tentang sains dan teknologi. Sedangkan menurut Gormally et al. (dalam Mukhroji, 2016) literasi sains diartikan sebagai kemampuan yang dimiliki seseorang dalam membedakan fakta-fakta sains dari segala macam informasi yang ada, memahami dan menganalisis penggunaan metode penyelidikan saintifik serta kemampuan

untuk menyusun, menganalisis, menginterpretasikan data kuantitatif dan informasi sains.

Sebagaimana menurut pendapat Organization for Economic Co-operation and Development atau OECD (Pratiwi dkk 2018) menyatakan bahwa literasi sains sebagai pemahaman ilmiah dan kemampuan dalam menggunakan pengetahuan untuk mengidentifikasi masalah, mendapat pengetahuan baru, serta dapat menafsirkan fenomena ilmiah dan membuat kesimpulan berdasarkan fakta tentang isu sains (Ridwan & Fachrul, 2020). Karena dengan literasi sains, peserta didik akan bisa belajar lebih lanjut serta hidup di abad 21 ini yang banyak dipengaruhi oleh sains serta teknologi, dengan itu peserta didik diharapkan mampu menyelesaikan permasalahan global (Yuliati, 2017). Definisi lain literasi sains adalah sikap pemahaman terhadap sains dan aplikasinya. Norris dan Philips mengemukakan literasi sains meliputi pemahaman sains dan penerapannya.

Sesuai dengan beberapa kutipan di atas, siswa yang memiliki pengetahuan tentang sains dan memahami konsep dasar sains dapat memperoleh manfaat dari literasi sains dan mampu menggunakan pengetahuan ilmiahnya untuk mengidentifikasi permasalahan dan menarik kesimpulan berdasarkan pengetahuannya sehingga dapat berperan serta dalam masyarakat. Banyak program pemerintah yang mempromosikan kegiatan-kegiatan yang bersifat literasi. Berbagai upaya juga dilakukan untuk mengembangkan kemampuan literasi siswa. Khususnya literasi sains telah menjadi tren penelitian internasional sejak empat dekade lalu (Ni'mah, 2019). Nilai kemampuan literasi sains peserta didik dihitung menggunakan perhitungan persentase antara skor yang benar dengan skor maksimum (Purwanto, 2018). Kriteria penilaian kemampuan literasi sains peserta didik dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. 2 Kriteria Penilaian Kemampuan Literasi Sains Siswa

No	Kategori	Interval
1.	Sangat Tinggi	86-100
2.	Tinggi	76-85
3.	Sedang	60-75
4.	Rendah	55-59

No	Kategori	Interval
5.	Sangat Rendah	≤ 54

(Sumber : Purwanto, 2018)

Untuk mengukur berapa tingkat literasi sains peserta didik maka diperlukan indikator yang tepat sebagai alat ukurnya. Indikator yang digunakan berdasarkan Gromally et.all 2012 yang terdiri 3 indikator dengan 7 komponen kompetensi ilmiah yang diukur:

Tabel 2. 3 Indikator dan Komponen Literasi Sains

Indikator	Komponen
Sains sebagai batang tubuh pengetahuan (<i>a body of knowledge</i>)	1. Mengajukan pertanyaan kepada peserta didik untuk meningkatkan pengetahuan atau informasi
	2. Menyajikan fakta-fakta
	3. Menyajikan konsep-konsep
	4. Menyajikan prinsip-prinsip
Sains sebagai cara untuk menyelidiki (<i>way of investigating</i>)	5. Melibatkan siswa dalam eksperimen
Sains sebagai cara berpikir (<i>way of thinking</i>)	6. Melibatkan siswa untuk berpikir
Interaksi antara sains, teknologi, dan masyarakat (<i>interaction of science, technology, and society</i>)	7. Menggambarkan kegunaan ilmu sains dan teknologi bagi masyarakat

(Sumber : Gromally dkk., 2012)

Dalam perkembangannya, PISA pada tahun 2015 menetapkan literasi sains terdiri atas empat dimensi (aspek) besar yang saling berhubungan yaitu kompetensi (proses sains), pengetahuan atau konten sains, konteks sains, dan sikap.

Tabel 2. 4 Aspek Penetapan Literasi Sains Berdasarkan PISA

Komponen	Dimensi Literasi Sains	Melibatkan
Konten	Mengevaluasi kemampuan sains dengan menggunakan: <ul style="list-style-type: none"> - Pengetahuan Sains - Kemampuan Sains 	<ul style="list-style-type: none"> - Menemukan ide-ide penting yang diperlukan untuk memahami alam dan perubahannya - Melakukan kegiatan kolaborasi (menggabungkan konsep dari fisika, kimia, biologi, ilmu bumi, dan antariksa) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan.
Proses Kognitif	Level Literasi Sains Kognitif menggunakan pengetahuan dan pemahaman ilmiah, seseorang harus memiliki kemampuan untuk: <ul style="list-style-type: none"> - Memahami konsep; - Penggunaan pengetahuan sains teks/artikel; - Menggunakan konsep-konsep atau pengetahuan secara signifikan; - Menganalisis dan mengevaluasi data atau peristiwa; - Memecahkan masalah. 	PISA harus mengacu pada tingkatan proses kognitif literasi sains siswa, seperti: <ul style="list-style-type: none"> - Mengenali pertanyaan ilmiah; - Menemukan bukti; - Menarik kesimpulan; - Memaparkan kesimpulan; - Menunjukkan pemahaman konsep ilmiah.
Konteks Situasi yang Melibatkan Sains dan Teknologi	Konsep <ul style="list-style-type: none"> - Pemahaman Konsep - Pengetahuan Sains 	Merujuk pada pertanyaan-pertanyaan <i>PISA</i> (2000) yang dikelompokkan penerapan sains: <ul style="list-style-type: none"> - Biologi - Bidang lain terkait ilmiah dan teknologi

Komponen	Dimensi Literasi Sains	Melibatkan
	<p>Keterampilan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mengidentifikasi isu-isu sains; -Menjelaskan fenomena sains; -Menggunakan bukti sains. <p>Sikap:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Respons terhadap isu sains; - Minat; - Mendukung inkuiri ilmiah; - Tanggung jawab; 	<ul style="list-style-type: none"> - Konteks kehidupan sehari-hari (bukan di kelas/laboratorium). - Konteks melibatkan masalah penting dalam kehidupan secara umum dan kepedulian pribadi.

(Sumber: Direktorat SMA, 2021)

Aspek konteks dari hubungan antara literasi sains dan materi mutasi menjelaskan bagaimana memahami ide-ide kunci, fakta, dan teori yang menjadi dasar pengetahuan ilmiah, seperti pernyataan tentang konsep dan teori yang menjelaskan berbagai jenis mutasi. Mengidentifikasi pertanyaan ilmiah, memberikan penjelasan ilmiah atas suatu peristiwa, dan menggunakan bukti ilmiah untuk mendukung klaim-seperti fenomena malnutrisi yang disebabkan oleh mutasi yang sering terjadi pada komunitas down syndrome-merupakan salah satu karakteristik kompetensi literasi sains. Selain itu, komponen sikap mendorong rasa ingin tahu, yang pada gilirannya memotivasi siswa untuk mencari informasi tentang kelainan yang disebabkan oleh mutasi untuk memecahkan masalah; oleh karena itu, dimaksudkan agar sikap siswa terhadap sains tumbuh.