

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1 Model yang Sudah Ada (Existing Model)

Model yang sudah ada ini adalah beberapa model pengembangan modul berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) yang sudah pernah dibuat dan dilaksanakan oleh perorangan dalam suatu penelitian terdahulu. Modul dari beberapa penelitian pengembangan modul ini menjadi acuan pada penelitian ini dalam pengembangan modul. Berikut adalah model yang sudah ada:

2.1.1 Pengembangan E-Modul Berbasis STEM (Science Technology Engineering And Mathematic) Materi Sistem Pernapasan (2021)

Salah satu penelitian terkait pengembangan bahan ajar adalah studi yang dilakukan oleh Ospa Pea Yuanita dan rekan-rekannya, pada penelitiannya ditemukan, siswa kesulitan memahami apa yang disampaikan oleh guru karena kurangnya keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran di kelas, dan materi sistem pernapasan adalah mata pelajaran yang terdapat banyak komponen yang harus dikuasai siswa terkait materi seperti gambar-gambar sistem pernapasan, namun biasanya hanya dijelaskan secara lisan sehingga karakteristik dari materi yang disampaikan bersifat abstrak. Siswa juga membutuhkan media yang menarik dan simple. Peneliti menggunakan pendekatan STEM karena dari pendekatan tersebut terdiri dari empat aspek yang serasi antara masalah terjadi di dunia nyata dan pembelajaran berbasis masalah. Pendekatan ini mampu menciptakan sebuah sistem pembelajaran secara kohesif dan pembelajaran aktif karena keempat aspek diperlukan secara bersamaan untuk menyelesaikan masalah. Solusi diberikan menunjukkan yakni anak didik mampu menyatukan konsep abstrak dari setiap aspek (Rahmi, 2014).

2.1.2 Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Sebagai Pendukung Pembelajaran Kurikulum 2013 Pada Materi Ayat Jurnal Penyesuaian Perusahaan Jasa Siswa Kelas X Akutansi SMK Negeri 1 Surabaya oleh Lisa Tania dan Joni Susilowibowo (2013)

Salah satu penelitian terkait pengembangan bahan ajar adalah studi yang dilakukan oleh Kadek Aris Priyanthi dan rekan-rekannya dengan judul "Pengembangan E-Modul Berbantuan Simulasi Berorientasi Pemecahan Masalah pada Mata Pelajaran Komunikasi Data (Studi Kasus: Siswa Kelas XI TKJ SMK Negeri 3 Singaraja)." Hasil dari penelitian tersebut berhasil menunjukkan keberhasilan melalui beberapa uji yang dilakukan, dan mendapatkan respon siswa sebesar 67,80%, yang masuk dalam kategori sangat positif terhadap pembelajaran.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti berencana untuk melakukan penelitian pengembangan dengan judul "Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Berbasis Pendekatan Saintifik pada Materi Ayat Jurnal Penyesuaian Perusahaan Jasa Siswa Kelas X Akuntansi."

2.1.3 Pengembangan Modul Berbasis Stem Untuk Siswa SMP

Hasil studi pendahuluan tentang pendidikan STEM yang dilakukan oleh Peneliti di beberapa SMP Negeri Kota Cirebon menunjukkan bahwa belum dilakukannya pembelajaran Sains yang terintegrasi dengan rekayasa, teknologi, dan matematika. Waktu pembelajaran yang disediakan di sekolah dirasa tidak cukup untuk melakukan hal tersebut. Banyaknya materi yang harus disampaikan, dengan waktu yang terbatas, membuat guru hanya mengajar IPA menggunakan metode ceramah. Siswa juga merasa jenuh belajar IPA karena hanya berupa teori saja. Praktikum IPA rata-rata hanya satu kali dalam semester. Siswa merasa takut belajar IPA karena banyaknya teori dan rumus-rumus yang harus dihapalkan.

2.1.4 Buku Saku Digital Berbasis STEM Pengembangan Media Pembelajaran Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah (2021)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi implementasi media pembelajaran berupa buku saku digital berbasis STEM, yang telah dianggap layak untuk digunakan oleh siswa kelas VII yang belum mempelajari materi bilangan dan himpunan. Langkah ini dilakukan dengan maksud menguji efektivitas buku saku digital berbasis STEM terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa. Sayangnya, implementasi media ini mengalami hambatan karena siswa menghadapi keterbatasan dalam menjalankan kegiatan pembelajaran di kelas, yang disebabkan oleh kurangnya variasi dalam media pembelajaran.

2.1.5 Pembelajaran IPA Abad 21 Dengan Literasi Sains Siswa (2019)

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi rendahnya literasi sains siswa. Menurut Angraini (2014) dan Putra (2016) penyebab rendahnya literasi sains yaitu adanya kecenderungan bahwa proses pembelajaran yang tidak mendukung siswa dalam mengembangkan kemampuan literasi sains. Disamping itu, proses penilaian yang biasa dilakukan di sekolah juga menjadi penyebab rendahnya posisi Indonesia dalam studi PISA. Menurut Putra (2016), siswa belum terbiasa mengerjakan soal menggunakan wacana. Menurut siswa, tes literasi lebih sulit dibandingkan dengan soal ujian yang biasa diberikan guru. Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian Putra (2016) bahwa capaian literasi sains siswa SMP di kota Padang rendah yaitu dengan nilai 26,6.

2.2 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan menjadi suatu langkah yang esensial dalam rangka memenuhi kebutuhan pada tahap pengembangan suatu penelitian. Proses ini diperlukan untuk mengembangkan media yang akan digunakan selama pelaksanaan penelitian. Analisis kebutuhan dilakukan dengan memperhatikan aspek-aspek yang penting untuk menyusun penelitian ini secara optimal. Adapun kebutuhan yang harus dipertimbangkan dalam penelitian pengembangan ini mencakup:

2.2.1 Wawancara

Wawancara merupakan suatu bentuk komunikasi antara dua pihak atau lebih, yang dapat dilaksanakan secara langsung atau tatap muka. Dalam proses ini, salah satu pihak berperan sebagai pewawancara, sementara pihak lainnya berperan sebagai responden. Wawancara dapat memiliki berbagai tujuan, seperti memperoleh informasi atau mengumpulkan data. Pewawancara mengajukan pertanyaan dengan harapan mendapatkan jawaban yang diinginkan dari responden (Fadhallah, 2020). Wawancara yang dilakukan dalam konteks penelitian ini bertujuan untuk memahami situasi dan kondisi pembelajaran yang terjadi di sekolah, sehingga menjadi alasan mengapa penelitian ini perlu dilaksanakan di sekolah tersebut.

2.2.2 Uji Validasi

Pengujian validitas media dalam penelitian ini direalisasikan dengan tujuan menghasilkan produk yang valid dan telah diuji oleh validator. Validator yang terdiri dari ahli materi dan ahli media menggunakan instrumen lembar validasi untuk menilai dan mengevaluasi media pembelajaran yaitu Modul yang telah dikembangkan. Hasil dari pengujian ini memastikan bahwa media pembelajaran Modul yang telah dibuat memiliki validitas yang sesuai, telah diakui oleh validator, dan dapat digunakan secara efektif dalam kegiatan pembelajaran selama pelaksanaan penelitian.

2.2.3 Uji Kepraktisan

Pengujian validitas media dalam penelitian ini direalisasikan dengan tujuan menghasilkan produk yang valid dan telah diuji oleh validator. Validator yang terdiri dari ahli materi dan ahli media menggunakan instrumen lembar validasi untuk menilai dan mengevaluasi media pembelajaran Modul yang telah dikembangkan. Hasil dari pengujian ini memastikan bahwa media pembelajaran Modul yang telah dibuat memiliki validitas yang sesuai, telah diakui oleh validator, dan

dapat digunakan secara efektif dalam kegiatan pembelajaran selama pelaksanaan penelitian.

2.2.4 Uji Keefektifan

Uji Keefektifan merupakan kegiatan yang melibatkan latihan atau pertanyaan yang terkait untuk mengukur kemampuan peserta didik dalam keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS). Proses ini dimulai dengan pemberian pretest sebelum penerapan Modul, yang diberikan sebelum pembelajaran menggunakan Modul dimulai. Setelah penerapan Modul dilakukan, peserta didik akan mengikuti post-test untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi atau HOTS mereka. Dengan menggunakan pretest dan post-test, penilaian terhadap peningkatan hasil pembelajaran dengan penerapan Modul dapat diukur secara efektif pada keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik.

2.3 Materi yang Dikembangkan

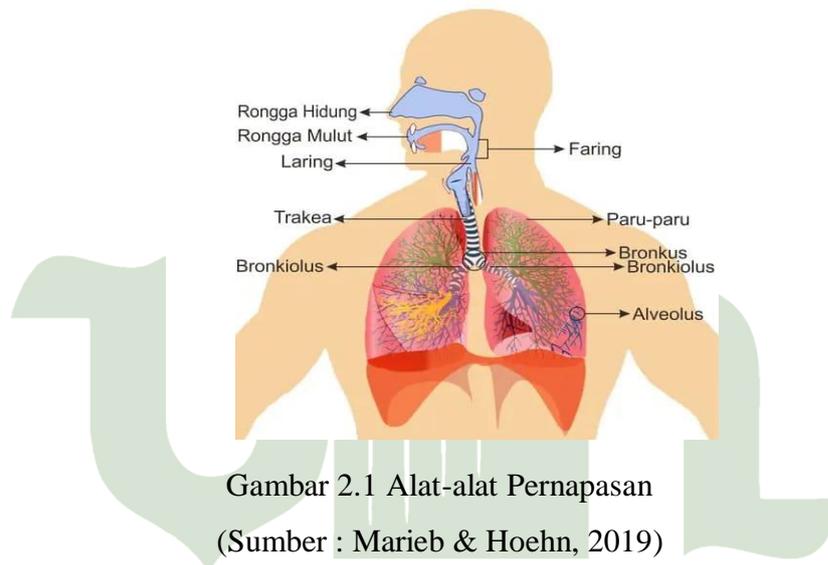
2.3.1 Pengertian Pernapasan

Menurut Sumardjo (2009, p.1), sistem pernapasan atau sistem respirasi adalah suatu organisasi organ yang berfungsi untuk melakukan proses bernapas. Interaksi dalam sistem ini melibatkan berbagai bagian tubuh seperti hidung, tenggorokan, cabang batang tenggorok, dan paru-paru. Di sisi lain, Wijaya (2006, p.84) mendefinisikan sistem pernapasan sebagai susunan saluran yang menghubungkan paru-paru dengan komponen lainnya, seperti rongga hidung, pangkal tenggorok (faring), batang tenggorok (trachea), cabang batang tenggorok (bronchus), anak cabang batang tenggorok (bronchioles), dan paru-paru (pulmo).

2.3.2 Alat Pernapasan

Atau saluran pernapasan, merupakan struktur tabung atau pipa yang berfungsi untuk membawa udara dari atmosfer ke kantong udara (alveolus) pada organ paru-paru. Komponen-komponen saluran dan organ pernapasan mencakup hidung, faring, laring (pangkal tenggorokan), trakea (batang tenggorokan), bronkus (cabang batang tenggorokan), bronkiolus, alveolus dan pulmo (paru-paru).

Berikut gambar alat pernapasan manusia :



Gambar 2.1 Alat-alat Pernapasan
(Sumber : Marieb & Hoehn, 2019)

2.3.3 Mekanisme Pertukaran Gas O_2 dan CO_2

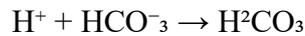
Pelibatkan suatu proses yang kompleks dan bergantung pada perubahan volume rongga dada (toraks) serta perubahan tekanan. Dalam setiap siklus pernapasan, terjadi satu kali inhalasi udara (inspirasi) dan satu kali proses pengeluaran udara (ekspirasi).

Pernapasan atau pertukaran gas pada manusia berlangsung melalui dua tahap yaitu pernapasan luar (eksternal) dan pernapasan dalam (internal).

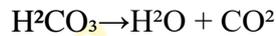
a. Pernapasan Luar (Eksternal)

Pernapasan eksternal adalah proses pertukaran gas yang terjadi di dalam paru-paru. Dalam konteks ini, terjadi difusi gas dari lingkungan eksternal ke dalam aliran darah. Dengan kata lain, pernapasan eksternal merupakan pertukaran gas, seperti oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2), antara udara dan darah. Pada tahap pernapasan eksternal, darah memasuki kapiler paru-paru dan membawa sebagian besar karbon dioksida dalam bentuk ion

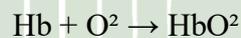
bikarbonat (HCO_3^-), sebagaimana diilustrasikan dalam persamaan reaksi berikut.



Sisa karbon dioksida berdifusi keluar dari dalam darah dan melakukan reaksi sebagai berikut:



Enzim karbonat anhidrase yang terdapat dalam sel-sel darah merah dapat mempercepat reaksi. Ketika reaksi berlangsung, hemoglobin melepaskan ion-ion hidrogen yang telah diangkut; HHb menjadi Hb. Hb merupakan singkatan dari haemoglobin, yaitu jenis protein dalam sel darah merah. Selanjutnya, hemoglobin mengikat oksigen dan menjadi oksihemoglobin (HbO_2).



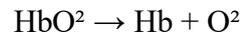
Selama proses pernapasan eksternal, terjadi pertukaran gas di dalam paru-paru, di mana CO_2 keluar dari darah dan O_2 memasuki darah melalui difusi. Difusi O_2 dan CO_2 ini dipengaruhi oleh perbedaan tekanan parsial. Tekanan udara di lingkungan luar adalah 1 atm (760 mmHg), sementara tekanan parsial O_2 di dalam paru-paru sekitar ± 160 mmHg. Tekanan parsial di kapiler darah arteri sekitar ± 100 mmHg, dan di vena sekitar ± 40 mmHg. Kondisi ini menyebabkan terjadinya difusi, di mana O_2 dari udara berpindah ke dalam darah.

Pada sisi lain, tekanan parsial CO_2 di dalam vena adalah sekitar ± 47 mmHg, tekanan parsial CO_2 di dalam arteri adalah sekitar ± 41 mmHg, dan tekanan parsial CO_2 di dalam alveolus adalah sekitar ± 40 mmHg. Perbedaan tekanan parsial ini mengakibatkan terjadinya difusi, di mana CO_2 dapat berpindah dari dalam darah ke dalam alveolus.

b. Pernapasan Dalam (Internal)

Pada pernapasan dalam (pertukaran gas didalam jaringan tubuh) darah masuk kedalam jaringan tubuh, oksigen meninggalkan

hemoglobin dan berdifusi masuk ke dalam cairan jaringan tubuh. Reaksinya sebagai berikut:



Difusi oksigen dari darah ke dalam cairan jaringan dan sebaliknya dapat terjadi karena tekanan oksigen di dalam cairan jaringan lebih rendah daripada di dalam darah. Kondisi ini muncul karena sel-sel secara terus-menerus menggunakan oksigen dalam proses respirasi selular. Hasil dari proses pernapasan di dalam jaringan menyebabkan terjadinya perbedaan komposisi udara yang masuk dan keluar dari paru-paru.

Akibat dari proses pernapasan di dalam jaringan, terjadi perbedaan dalam komposisi udara yang memasuki dan keluar dari paru-paru. Penting dicatat bahwa tekanan parsial O₂ pada kapiler darah arteri sekitar ± 100 mmHg, sementara tekanan parsial O₂ di dalam jaringan tubuh kurang dari 40 mmHg. Sebaliknya, tekanan karbon dioksida tinggi karena sel-sel tubuh secara terus-menerus menghasilkan karbon dioksida. Tekanan parsial CO₂ di dalam jaringan adalah sekitar ± 60 mmHg, sementara di kapiler darah adalah sekitar ± 41 mmHg. Keadaan ini mengakibatkan terjadinya difusi, di mana O₂ dapat bergerak masuk ke dalam jaringan dan CO₂ dapat bergerak keluar dari jaringan.

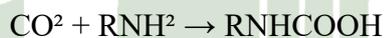
Dalam kondisi normal, tubuh kita menghasilkan sekitar 200 ml karbon dioksida per hari. Pengangkutan CO₂ di dalam darah dapat terjadi melalui tiga mekanisme berikut.

- 1) Sekitar 60–70% CO₂ diangkut dalam bentuk ion bikarbonat (HCO₃⁻) oleh plasma darah, setelah asam karbonat yang terbentuk dalam darah terurai menjadi ion hidrogen (H⁺) dan ion bikarbonat (HCO₃⁻). Ion H⁺ memiliki sifat racun, sehingga ion ini segera berikatan dengan hemoglobin (Hb), sementara ion HCO₃⁻ keluar dari eritrosit dan memasuki

plasma darah. Posisi ion HCO_3^- dalam eritrosit kemudian digantikan oleh ion klorida. Berikut persamaan reaksinya:



- 2) Sekitar 25% dari total CO_2 diikat oleh hemoglobin, membentuk senyawa yang disebut karboksihemoglobin. Secara simpel, reaksi antara CO_2 dan Hb dapat dijelaskan sebagai berikut: $\text{CO}_2 + \text{Hb} \rightarrow \text{HbCO}_2$. Karboksi hemoglobin juga dikenal sebagai karbominohemoglobin karena bagian dari hemoglobin yang berikatan dengan CO_2 adalah gugus asam amino. Reaksinya dapat dinyatakan sebagai berikut.



- 3) Lebih kurang 6–10% dari total CO_2 diangkut oleh plasma darah dalam bentuk senyawa asam karbonat (H_2CO_3). Informasi lebih lanjut mengenai kandungan karbon dioksida dalam proses pernapasan dapat diperoleh melalui kegiatan tertentu.

2.3.4 Mekanisme Pernapasan

Mekanisme pernapasan pada manusia terbagi menjadi 2 macam yaitu pernapasan dada dan pernapasan perut yang meliputi proses inspirasi dan ekspirasi. Proses inspirasi dan ekspirasi melibatkan kontraksi relaksasi otot-otot tulang rusuk dan otot diafragma.

1. Inspirasi

Inspirasi adalah masuknya udara ke dalam paru-paru. Mekanisme pernapasan inspirasi adalah sebagai berikut:

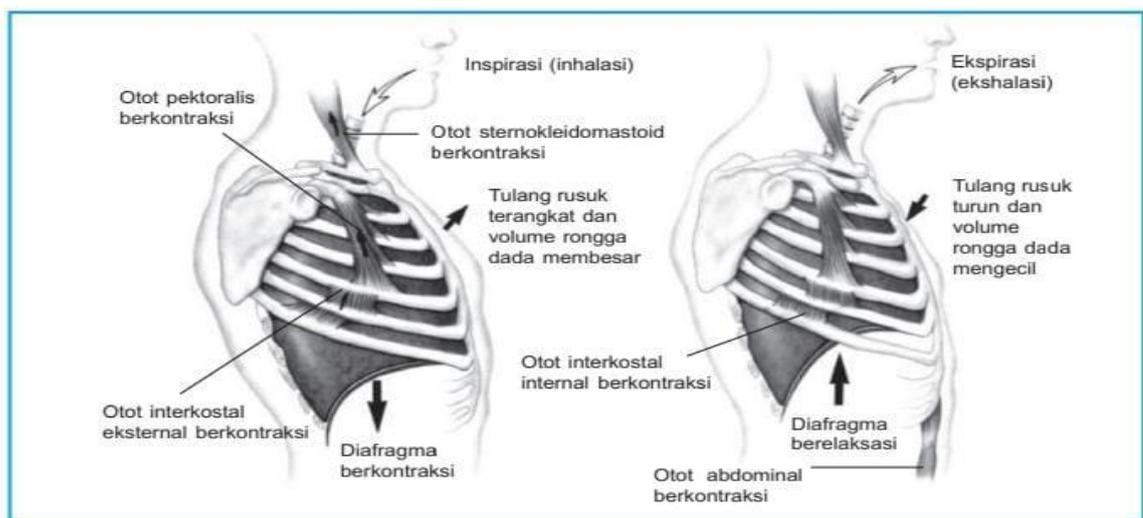
- a. Otot-otot interkonstal berkontraksi akibatnya tulang rusuk terangkat
- b. otot interkostal diikuti oleh kontraksi otot diafragma
- c. Akibat kontraksi kedua otot ini, rongga dada menjadi membesar
- d. Rongga dada yang bertambah besar menyebabkan tekanan udara di paru-paru mengecil.
- e. Akibatnya udara masuk ke dalam paru-paru.

2. Ekspirasi

Ekspirasi adalah keluarnya udara dari dalam paru-paru. Mekanisme pernapasan ekspirasi adalah sebagai berikut.

- a. Otot-otot interkostal berelaksasi akibatnya tulang rusuk turun.
- b. Relaksasi otot interkostal diikuti oleh berelaksasinya otot diafragma.

Berikut gambar perbedaan inspirasi dan ekspirasi



Gambar 2.2 Perbedaan pernapasan ekspirasi & inspirasi

(Sumber : Biologi. Raven dan Johnson)

A. Pernapasan Dada

Otot yang aktif dalam proses pernapasan dada adalah otot antartulang rusuk, yang dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu otot antartulang rusuk eksternal (interkostal eksternal) yang berfungsi untuk mengangkat tulang-tulang rusuk, dan otot antartulang rusuk internal (interkostal internal) yang berperan dalam menurunkan tulang rusuk ke posisi semula.

Mekanisme pernapasan dada terbagi menjadi 2 fase yaitu fase inspirasi dan fase ekspirasi.

1. Fase inspirasi pernapasan dada. Mekanisme inspirasi pernapasan dada terjadi ketika otot antar tulang rusuk (muskulus intercostalis eksternal)

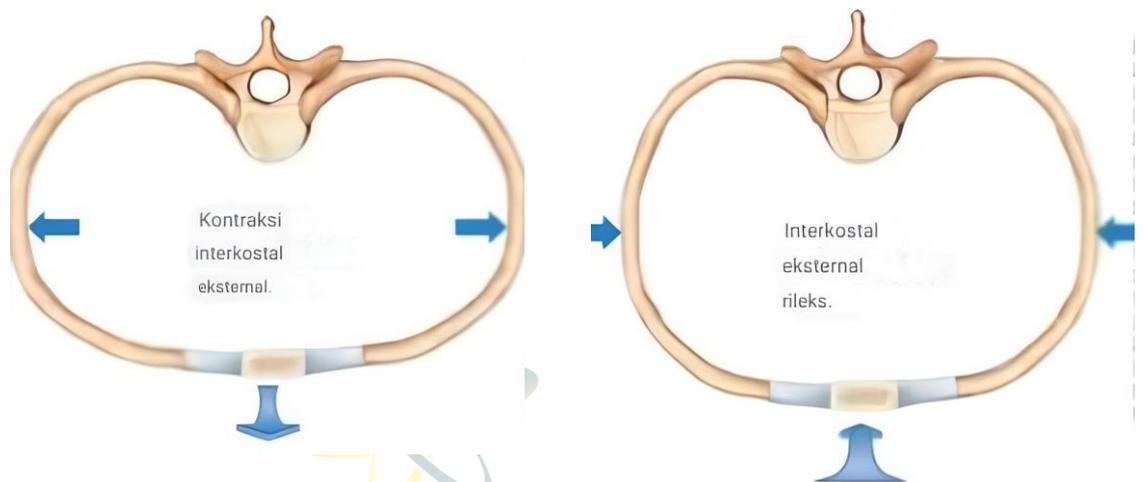
berkontraksi akibatnya tulang rusuk terangkat dan paru-paru mengembang yang mengakibatkan tekanan udara dalam paru-paru menjadi lebih kecil dibandingkan tekanan udara di luar sehingga udara luar masuk ke dalam paru-paru.

2. Fase ekspirasi pernapasan dada. Mekanisme ekspirasi pernapasan dada terjadi ketika otot antar tulang rusuk relaksasi sehingga tulang rusuk menurun dan mengakibatkan paru-paru menyusut, akibatnya tekanan udara dalam paru-paru lebih besar dibandingkan dengan tekanan udara luar sehingga udara keluar dari dalam paru-paru.

B. Pernapasan Perut

Dalam pernapasan perut, otot yang berperan secara aktif adalah otot diafragma dan otot dinding rongga perut. Ketika otot diafragma mengalami kontraksi, diafragma menjadi datar, mengakibatkan peningkatan volume dalam rongga dada. Hal ini mengakibatkan penurunan tekanan udara di dalam rongga dada. Penurunan tekanan udara ini selanjutnya menyebabkan paru-paru mengembang, sehingga udara mengalir ke dalam paru-paru dalam proses inspirasi. Sama halnya dengan pernapasan dada, pernapasan perut juga mengalami fase inspirasi dan fase ekspirasi.

1. Fase inspirasi pernapasan perut. Mekanisme inspirasi pernapasan perut terjadi ketika sekat rongga dada (diafragma) berkontraksi yang mengakibatkan posisi dari melengkung menjadi mendatar dan paru-paru mengembang sehingga tekanan udara dalam paru-paru lebih kecil dibandingkan tekanan udara luar dan udara masuk ke dalam paru-paru.
2. Fase ekspirasi pernapasan perut. Mekanisme ekspirasi pernapasan perut terjadi saat otot diafragma relaksasi yang mengakibatkan posisi dari mendatar kembali melengkung dan paru-paru mengempis akibatnya tekanan udara di paru-paru lebih besar dibandingkan tekanan udara luar dan udara keluar dari dalam paru-paru.



Gambar 2.3 Perbedaan pernapasan eksternal & internal

(Sumber : Marieb & Hoehn, 2019)

Firman Allah dalam Surah Attin ayat 4, yaitu

لَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ فِي أَحْسَنِ تَقْوِيمٍ ٤

Artinya: sungguh, Kami benar-benar telah menciptakan manusia dalam bentuk yang sebaik-baiknya.

Allah SWT sudah menyempurnakan fungsi tubuh manusia dengan proses metabolisme tubuh yang seimbang, hal tersebut sesuai dengan Firman Allah dalam Surah Al-Infithar ayat 7 yaitu:

الَّذِي خَلَقَكَ فَسَوَّبَكَ فَعَدَلَكَ ٧

Artinya : yang telah menciptakanmu lalu menyempurnakan kejadianmu dan menjadikan (susunan tubuh)-mu seimbang?

Keseimbangan tubuh ini harus kita jaga agar sistem kerja tubuh dapat terjadi dengan maksimal dan tidak mengalami gangguan di setiap proses kerja tubuh. Tubuh manusia memiliki sistem metabolisme yang sangat kompleks. Metabolisme tubuh bertujuan untuk memberikan tenaga bagi tubuh untuk melakukan segala aktivitas. Metabolisme dibagi menjadi 2 yaitu anabolisme dan katabolisme. Dalam Ganong, F (2002: 269) menyebutkan istilah “metabolisme secara harfiah berarti perubahan digunakan untuk menyebut semua transformasi kimiawi dan energy yang

terjadi dalam tubuh. Respirasi merupakan proses metabolisme yang merupakan bagian dari katabolisme, yaitu perombakan senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana. Proses respirasi atau reaksi tidak sederhana yang kita bayangkan yaitu sekedar menghirup O₂ dan melepaskan CO₂, namun didalamnya melibatkan reaksi kimia yang sangat rumit. Keterlibatan O₂ dalam proses respirasi adalah sebagai pembakar kalori yang nantinya akan menghasilkan energy yang dikenal dengan istilah ATP, selain menghasilkan energy, dalam proses respirasi juga menghasilkan senyawa sisa yaitu senyawa CO₂ yang akan dikeluarkan pada tahap ekspirasi.

2.3.5 Pengaturan Dan Tingkat Kecepatan Pernapasan

Pernapasan dipengaruhi oleh kondisi di mana kadar oksigen (O₂) dalam darah rendah atau kadar karbon dioksida (CO₂) dalam darah tinggi, yang pada gilirannya dapat menyebabkan perubahan pH darah. Ketika melakukan aktivitas berat, terjadi peningkatan metabolisme di jaringan, terutama di otot. Hal ini mengakibatkan peningkatan kecepatan dan pengurangan durasi pernapasan, sehingga tubuh mengalami sesak napas.

a) Jenis kelamin

Frekuensi pernapasan wanita pada umumnya lebih banyak dari pada laki-laki. Hal ini disebabkan volume paru-paru lebih kecil dari laki-laki sehingga frekuensi bernapasnya lebih banyak.

b) Umur

Bayi dan balita memiliki frekuensi bernapas lebih banyak disbanding orang dewasa. Hal itu disebabkan volume paru-paru yang relative kecil dan sel-sel tubuh sedang berkembang sehingga membutuhkan banyak oksigen. Orang tua juga memiliki frekuensi napas lebih banyak karena kontraksi otot-otot dada dan diafragma tidak sebaik saat masih muda, sehingga udara pernapasan lebih sedikit.

c) Suhu Tubuh

Semakin tinggi suhu tubuh, semakin cepat frekuensi pernapasan. Hal ini berhubungan erat dengan peningkatan proses metabolisme tubuh.

d) Posisi dan Aktivitas Tubuh

Posisi tubuh sangat berpengaruh terhadap frekuensi pernapasan. Pada tubuh yang berdiri, otot-otot kaki akan berkontraksi sehingga diperlukan tenaga untuk menjaga tubuh tetap tegak berdiri. Untuk itu diperlukan banyak O₂ dan diproduksi banyak CO₂. Pada posisi tubuh berdiri, frekuensi pernapasannya meningkat.

e) Kegiatan Tubuh

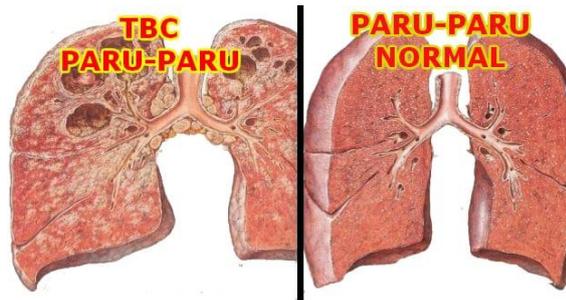
Orang yang banyak melakukan kegiatan memerlukan lebih banyak energi dibandingkan dengan orang yang tidak melakukan kegiatan (santa/tidur). Oleh karena itu, tubuh memerlukan lebih banyak oksigen untuk oksidasi biologi dan lebih banyak memproduksi zat sisa. Tubuh perlu meningkatkan frekuensi pernapasan agar dapat menyediakan oksigen yang lebih banyak. Frekuensi pernapasan setiap orang berbeda-beda tergantung pada kondisinya.

2.3.6 Gangguan Pernapasan

Gangguan, kelainan, dan penyakit yang berkaitan dengan system pernapasan pada manusia sebagai berikut :

a. Tuberkulosis (TBC)

Tuberkulosis merupakan suatu penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, dan penularannya terjadi melalui udara.



Gambar 2.4 penyakit TBC

(Sumber : Modul Biologi Dasar Universitas Esa Unggul)

b. Asma

Asma yaitu gangguan pada rongga saluran pernapasan yang diakibatkan oleh berkontraksinya otot polos pada trakea. Hal ini mengakibatkan penderita susah bernapas.



Gambar 2.5 penyakit asma

(sumber : Modul Biologi Dasar Universitas Esa Unggul)

c. Difteri

Penyakit difteri disebabkan oleh bakteri *Corynebacterium diphtheriae*, dan menunjukkan gejala seperti rasa sakit pada tenggorokan, kesulitan bernapas dan menelan, keluarnya lendir dari mulut dan hidung, demam, serta pembengkakan kelenjar getah bening.

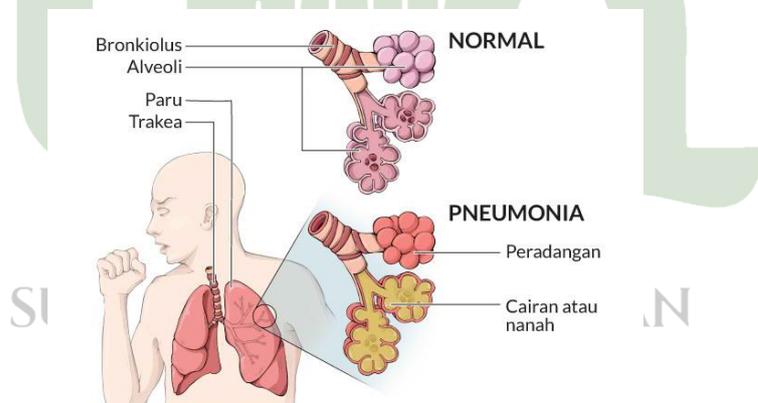


Gambar 2.6 penyakit difteri

(sumber : Modul Biologi Dasar Universitas Esa Unggul)

d. Pneumonia

Pneumonia, atau radang paru-paru, adalah kondisi peradangan pada paru-paru yang dapat menyebabkan penumpukan cairan yang berlebihan di dalam alveolus.

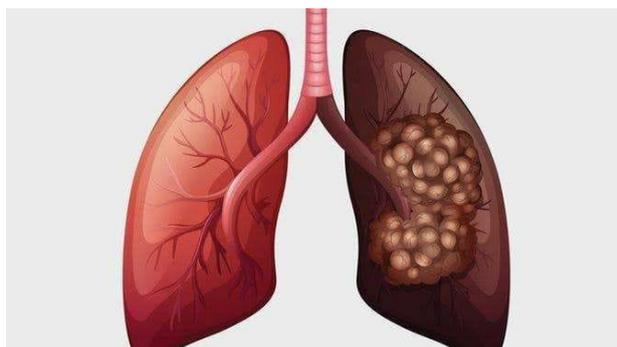


Gambar 2.7 penyakit pneumonia

(sumber : Modul Biologi Dasar Universitas Esa Unggul)

e. Kanker Paru-paru

Kanker paru-paru adalah kelainan pada sel-sel paru-paru yang mengalami pertumbuhan yang cepat (proliferasi).



Gambar 2.8 penyakit kanker paru-paru

(sumber : Modul Biologi Dasar Universitas Esa Unggul)

f. Hiperkapnia

Hiperkapnia terjadi ketika kadar CO₂ dalam cairan tubuh melewati batas normal, yang menyebabkan peningkatan dalam frekuensi pernapasan, konsentrasi ion hidrogen, dan terjadinya asidosis (peningkatan kadar asam dalam darah).

g. Hipoksemia

Hipoksemia terjadi ketika konsentrasi oksigen dalam darah arteri (PaO₂) menurun di bawah nilai normal.

h. Sianosis

Sianosis adalah kondisi di mana kulit dan membran mukosa tampak berwarna kebiruan atau pucat karena rendahnya kandungan oksigen dalam darah.



Gambar 2.9 penyakit sianosis

(sumber : Modul Biologi Dasar Universitas Esa Unggul)

i. Afiksia

Asfiksia adalah keadaan di mana terjadi kekurangan oksigen dalam proses pernapasan, yang dapat berujung pada kematian karena kegagalan fungsi paru-paru.

2.4 Pendekatan yang Digunakan

Pada penelitian ini pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan kuantitatif yang digunakan yaitu kuantitatif deskriptif, data yang didapatkan berupa angka dan diolah menjadi nilai tertentu. Data tersebut didapat dari lembar validasi dan angket pada tiap ahlinya yaitu ahli desain dan ahli materi untuk melihat apakah Modul yang dikembangkan memenuhi aspek kualitas yang valid, praktis dan efektif. Sedangkan pendekatan kualitatif yaitu berupa jawaban para validator seperti kritik, saran dan

tanggapan yang nantinya digunakan sebagai bahan pertimbangan revisi terhadap produk Modul yang dikembangkan (Jayusman, 2020: 15).

2.5 Model Teoritis

2.5.1 Kemampuan Literasi Sains

Literasi sains adalah kemampuan seseorang untuk memahami sains, mengkomunikasikan sains (lisan dan tulisan), serta menerapkan pengetahuan sains untuk memecahkan masalah sehingga memiliki sikap dan kepekaan yang tinggi terhadap diri sendiri dan lingkungannya dalam mengambil keputusan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sains Holbrook (2009). Literasi sains merupakan keterampilan yang penting dan dibutuhkan dalam era digital saat ini sebab terdapat banyak permasalahan-permasalahan yang berkaitan dengan pengetahuan dan teknologi, serta memberdayakan masyarakat untuk membuat keputusan pribadi dan berpartisipasi dalam peremusan kebijakan publik yang berdampak pada kehidupan mereka.

Literasi sains dapat dijadikan sebagai indikator bagi kualitas pendidikan dan sumber daya manusia suatu negara. Indikator literasi sains memuat Gormally (2012) yaitu : (1) mengidentifikasi pendapat ilmiah yang valid, (2) melakukan penelusuran literature yang efektif, (3) memahami elemen-elemen desain penelitian dan bagaimana dampaknya terhadap temuan/kesimpulan, (4) membuat grafik secara tepat dari data, (5) memecahkan masalah menggunakan keterampilan kuantitatif, termasuk statistik dasar, (6) memahami dan menginterpretasikan statistik dasar, dan (7) melakukan inferensi, prediksi dan penarikan kesimpulan berdasarkan data kuantitatif.

Indikator literasi sains yang dikembangkan oleh Gormally (2012) dipilih karena sangat sederhana, mudah diimplementasikan dan telah mencerminkan dari kemampuan literasi sains. Indikator tersebut termuat dalam tiga kompetensi ilmiah yang diukur dalam literasi sains. Menjelaskan fenomena ilmiah, seperti pengertian pernapasan dan mekanisme pernapasan ada pada indikator 1, 2 dan 3. Sedangkan memahami dan mengidentifikasi isu-isu (masalah) pada pernapasan, memecahkan masalah pada gangguan pernapasan ada pada indikator 4,5 dan 6. Menggunakan bukti ilmiah seperti penarikan kesimpulan pada materi pernapasan ada pada indikator 7.

2.5.2 Langkah-langkah Pembelajaran Berbasis STEM

Langkah-langkah Pembelajaran Berbasis STEM Menurut Jolly (2017): (1) define the problem, yaitu kegiatan mengidentifikasi masalah yang diberikan, (2) research, yaitu mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan konteks permasalahan, (3) imagine, yaitu membayangkan solusi permasalahan, (4) plan, yaitu merencanakan pembuatan

solusi, (5) create, yaitu mendesain dan membuat solusi yang telah direncanakan, (6) test and evaluate, menguji dan mengevaluasi solusi yang telah dibuat, (7) redesign, memperbaiki solusi yang telah dibuat (jika diperlukan), (8) communicate, mengkomunikasikan solusi yang telah dibuat. Tahapan pembelajaran berbasis STEM menurut Anne Jolly dimulai dengan pemberian masalah kontekstual yang kemudian dipahami oleh siswa dan dicari solusi permasalahannya. Pada tahapan test and evaluate, jika solusi yang ditawarkan sudah sesuai dengan masalah yang diberikan maka tahapan redesign tidak perlu dilaksanakan. Jika solusi yang ditawarkan belum sesuai dengan masalah yang diberikan, maka siswa harus melalui tahapan redesign (memperbaiki solusi) dengan mengulang kembali tahapan define the problem hingga test and evaluate.

2.5.3 Modul

2.5.3.1 Pengertian Modul

Modul adalah suatu satuan program belajar-mengajar dapat dipelajari oleh anak didik dengan bantuan pendidik. Satuan ini berisikan maksud harus dicapai secara praktis, petunjuk-petunjuk harus dilakukan, materi dan alat-alat diperlukan, alat penilaian pendidik mengukur keberhasilan anak didik dalam mengerjakan modul. Modul di dalam Prastowo (2004) dimaknai menjadi buku yang dimana dituliskan untuk tujuan membuat siswa bisa belajar mandiri tanpa adanya pelatihan dari guru. Dengan menerapkan modul, siswa dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru, adanya kontrol terhadap hasil belajar melalui penggunaan standar kompetensi dalam setiap modul harus dicapai oleh siswa, dan mereka menjadi lebih bertanggung jawab atas segala tindakannya. Diharapkan dengan semakin aktifnya siswa, maka semakin baik pula kualitas hasil belajar diperoleh.

Menurut Lasmiyati dan Harta (2014) modul adalah suatu bahan ajar pembelajaran isinya relatif singkat dan spesifik disusun untuk mencapai maksud pembelajar Modul umumnya memiliki suatu rangkaian aktivitas terkoordinir dengan baik berkaitan dengan materi dan media serta evaluasi.

Sedangkan menurut salah satu ahli, modul akan bermakna jika anak didik dapat dengan mudah menerapkannya. Pembelajaran dengan modul memungkinkan seorang anak didik memiliki kecepatan tinggi dalam belajar akan lebih cepat menyelesaikan satu atau lebih kompetensi dasar dibandingkan dengan anak didik lainnya. Dengan demikian, modul harus menggambarkan

kompetensi dasar akan dicapai oleh anak didik, disajikan dengan menerapkan bahasa baik, menarik, dilengkapi dengan ilustrasi.

Sembilan aspek harus diperhatikan pada saat mengembangkan modul yaitu:

1. Membantu pembaca untuk menemukan cara mempelajari modul
2. Menjabarkan hal-hal perlu pembaca persiapkan sebelum mempelajari modul
3. Menjabarkan hal-hal diharapkan dari pembaca setelah selesai mempelajari modul
4. Memberi pengantar tentang cara pembaca menghadapi atau mempelajari modul yakni berapa lama waktu diperlukan untuk mempelajari bagian tertentu
5. Menjikan materi sejeas mungkin sehingga pembaca dapat mengaitkan materi dipelajari dari modul dengan materi sudah diketahui sebelumnya
6. Memberi dukungan kepada pembaca agar berani mencoba segala langkah diperlukan untuk memahami materi modul
7. Melibatkan pembaca dalam latihan, serta aktivitas akan membantu pembaca berinteraksi dengan materi sedang dipelajari
8. Memberi umpan balik (feedback) pada latihan dan aktivitas dilakukan pembaca
9. Membantu pembaca untuk meringkas dengan sudah dipelajari dari modul.

Modul mempunyai banyak arti berkenaan dengan aktivitas belajar mandiri. Orang bisa belajar kapan saja dan dimana saja secara mandiri. Aktivitas belajar itu sendiri tidak terbatas pada masalah tempat, bahkan orang berdiam ditempat jauh dari pusat penyelenggaraan pun bisa mengikuti pola belajar seperti ini. Modul ialah alat atau sarana dipakai dalam aktivitas pembelajaran.

Pembuatan modul dalam aktivitas pembelajaran mempunyai tiga maksudnya sendiri yakni:

- a. Agar anak didik dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan pendidik

- b. Agar fungsi pendidik tidak terlalu dominan dan otoriter dalam aktivitas pembelajaran
- c. Agar anak didik mampu mengukur sendiri tingkat penguasaan materi dipelajarinya.

2.5.3.2 Karakteristik Modul

Modul menurut Diani (2021) adalah untuk menghasilkan modul mampu untuk menaikkan motivasi dan minat belajar anak didik, pengembangan modul harus memperhatikan karakteristik yakni:

- a. Self Introduction

Self Introduction adalah karakteristik pokok dalam modul dengan karakter tersebut dapat memungkinkan anak didik belajar secara mandiri dan tidak tergantung pada orang lain atau pendidik.

- b. Self Contained

Adalah modul dikatakan Self contained apabila seluruh materi pembelajaran diperlukan termuat didalam modul tersebut. Agar anak didik mampu mempelajari materi pembelajaran secara tuntas, karena materi belajar dikemas dalam satu kesatuan lengkap/utuh.

- c. Berdiri sendiri (Stand alone)

Berdiri sendiri ialah karakteristik modul tidak tergantung pada bahan ajar lain karena tidak harus dipakai secara bersamaan dengan bahan ajar lain.

- d. Adaptif (Adaptive)

Modul sebaiknya memiliki daya adaptasi tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi. Modul dapat dikatakan adaptif apabila dapat menyesuaikan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi

- e. Bersahabat (User Friendly)

Modul sebaiknya memenuhi kaidah user friendly dengan pemakainya. Seitiap instruksi dan paparan informasi tampil bersifat membantu dan bersahabat dengan pemakainya, termasuk kemudahan pemakai dalam merespon sesuai dengan kemauannya. Penggunaan bahasa cukup sederhana dan mudah untuk dimengerti serta menerapkan istilah umum dipakai ialah salah satu bentuk bersahabat atau user friendly.

2.5.3.3 Kelebihan dan Kekurangan Modul

Sebagai salah satu produk media cetak modul memiliki kelebihan dibandingkan dengan media lainnya, sebagai berikut:

- a. Modul dapat memberikan umpan balik sehingga anak didik mengetahui kekurangan mereka dan segera melakukan perbaikan.
- b. Modul didesain menarik dan mudah untuk dipelajari, serta akan menimbulkan motivasi anak didik untuk belajar.
- c. Didalam modul ditetapkan maksud pembelajaran jelas sehingga anak didik terarah untuk mencapai maksud pembelajaran.
- d. Modul itu sendiri bersifat fleksibel karena materi modul dapat dipelajari oleh anak didik dengan cara dan kecepatan berbeda.
- e. Kerjasama dapat terjalin karena dengan menerapkan modul persaingan dapat diminimalisir.
- f. Remedial dapat dilakukan karena modul memberikan kesempatan cukup bagi anak didik untuk dapat menemukan sendiri kelemahannya berdasarkan evaluasi yang telah diberikan.

Selain terdapat kelebihan, menurut Morrison, Ross & Kemp, modul meiliki beberapa kekurangan yakni:

- a. Pendekatan tunggal menyebabkan monoton dan dapat membosankan karena, itu perlu permasalahan menantang, terbuka dan bervariasi
- b. Kemandirian bebas menyebabkan anak didik tidak disiplin dan menunda mengerjakan tugas sebab itu perlu membangun budaya belajar dan batasan waktu
- c. Perencanaan harus matang, memerlukan kerja sama, memerlukan dukungan fasilitas, media, sumber dan lainnya.

2.5.3.4 Tujuan dan Manfaat Modul

Pengembangan produk, termasuk pembuatan modul, pasti memiliki tujuan tertentu yang ingin dicapai. Capaian dari pembuatan modul yang akan ditujukan dalam proses pembelajaran dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Agar peserta didik bisa belajar secara mandiri atau dengan bimbingan pendidik;
- b. Agar para pendidik tidak terlihat menonjol dalam kegiatan pembelajaran;
- c. Melatih kejujuran peserta didik;
- d. Menilai berbagai tingkat dan tingkat kecepatan pembelajaran siswa. Siswa yang memiliki pemahaman tinggi dan dapat dengan cepat menangkap materi pembelajaran akan mampu untuk memproses modul dengan cepat dan dapat belajar secara mandiri sesuai dengan keinginannya. Sebaliknya,

bagi siswa yang kesulitan memahami materi, perlu melakukan ulangan atau pengulangan untuk memastikan pemahaman yang optimal;

- e. Agar peserta didik bisa mengukur level penguasaan materi yang sudah dia pelajari;

Modul memiliki beberapa manfaat antara lain:

- a. Modul berfungsi sebagai dasar informasi yang menyajikan materi pokok pembelajaran. Informasi yang terdapat dalam modul dapat dikembangkan dan digunakan sebagai sumber belajar atau referensi untuk pemahaman lebih lanjut.
- b. Modul sebagai bahan intruksi atau petunjuk bagi peserta didik
- c. Modul sebagai bahan pelengkap dengan ilustrasi dan foto yang komunikatif
- d. Modul dapat menjadi panduan yang efektif bagi peserta didik dan menjadi materi yang dapat digunakan untuk melatih mereka dalam melakukan penilaian.