

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Hakikat IPA

Istilah sains berasal dari bahasa latin *scientia* yang berarti pengetahuan. Namun pernyataan ini terlalu luas dalam penggunaannya sehari-hari. Sains dalam arti sempit adalah disiplin ilmu yang terdiri dari *physical sciences* (ilmu fisik) dan *life science* (ilmu biologi). *Physical science* meliputi ilmu-ilmu astronomi, kimia, geologi, mineralogi, dan fisika, sedangkan *life sciences* meliputi biologi (anatomi, fisiologi, zoologi, sitologi, embriologi, mikrobiologi). Istilah sains dimaknai secara khusus sebagai *nature of science* atau Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) (Asri Widowati, 2008: 1).

Sains adalah sebuah usaha manusia yang dapat didefinisikan secara berbeda-beda dari sudut pandang yang berbeda. Orang awam mungkin mendefinisikan *science as a body of scientific information*; seorang saintis mungkin memandangnya sebagai sebuah metode yang teruji hipotesisnya; seorang filsuf mungkin menganggap *science as a way of questioning* sebuah kebenaran dari apa yang diketahui. Semua pandangan tersebut sah, tetapi masing-masing hanya menyajikan definisi sebagian sains, hanya secara bersama mereka mulai menentukan hakikat sains (Collete and Chiappetta, 1994: 30). Collete dan Chiappetta (1994:30)

juga menyatakan bahwa” *therefore, science should be viewed as a way of thinking in the pursuit of understanding nature, as a way of investigating claims about phenomena, and as a body of knowledge that result from inquiry.*” Berdasarkan kalimat tersebut, sains dipandang sebagai cara berpikir dalam mengejar pemahaman alam, sebagai cara menyelidiki klaim tentang fenomena, dan sebagai tubuh pengetahuan yang dihasilkan dari penyelidikan. Chiappetta dan Koballa (2010:105) menambahkan bahwa terdapat 4 dimensi sains di antaranya (1) *science as a way of thinking*, (2) *science as a way of investigating*, (3) *science as a body of knowledge*, and (4) *science and its interactions with technology and society*. Sejalan dengan pendapat tersebut, Zuhdan K Prasetyo (2013:3) mengemukakan bahwa IPA harus dipandang sebagai berpikir, sebagai cara untuk melakukan penyelidikan dan sebagai kumpulan pengetahuan tentang alam. Menurut Carin dan Sund (1989: 4) menyatakan sains adalah sistem untuk mengetahui tentang alam semesta melalui data yang telah dikumpulkan dengan cara observasi dan eksperimen yang terkontrol. IPA berkaitan dengan cara mencari tahu tentang alam yang sistematis sehingga IPA bukan hanya penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, atau prinsip-prinsip saja tetapi juga merupakan suatu proses penemuan.

IPA didefinisikan sebagai pengetahuan yang diperoleh melalui pengumpulan data dengan eksperimen, pengamatan, dan deduksi untuk menghasilkan suatu penjelasan tentang sebuah gejala yang dapat

dipercaya. Ada tiga kemampuan dalam IPA yaitu : (1) kemampuan untuk mengamati apa yang diamati, (2) kemampuan untuk memprediksi apa yang belum diamati, dan kemampuan untuk menguji tindak lanjut hasil eksperimen, (3) dikembangkannya sikap ilmiah. Hakikat IPA meliputi 4 unsur utama yaitu sebagai berikut.

- a. Sikap: rasa ingin tahu tentang benda, fenomena alam, makhluk hidup, serta hubungan sebab akibat yang menimbulkan masalah baru yang dapat dipecahkan melalui prosedur yang benar, IPA bersifat *open ended*.
- b. Proses: prosedur pemecahan masalah melalui metode ilmiah, metode ilmiah menjadi penyusunan hipotesis, perancangan eksperimen, atau percobaan, evaluasi, pengukuran, dan penarikan kesimpulan.
- c. Produk: berupa fakta, prinsip, teori, dan hukum.
- d. Aplikasi: penerapan metode ilmiah dan konsep IPA dalam kehidupan sehari-hari (Tim Pustaka Yustisia, 2007: 282).

Tidak jauh berbeda dengan pendapat di atas, hakikat dari ilmu sains adalah proses penemuan, adapun output dari proses itu adalah sebagai berikut.

- a. Proses : *output* sains berupa proses menginginkan para peserta didik mendapatkan kemampuan: mengamati, mengumpulkan data, mengolah data, menginterpretasikan data, menyimpulkan, mengkomunikasikan dan lain-lain.
- b. Produk : dalam proses penemuan, sains menghasilkan produk

berupa: konsep, dalil, hukum, teori, dan prinsip.

- c. Sikap : selain ada keterampilan proses yang dimiliki serta produk yang dihasilkan, diharapkan pula tumbuh sikap yang muncul setelah proses tersebut dilalui yaitu : terbuka, obyektif, berorientasi pada kenyataan, bertanggung jawab, bekerja sama, dan lain-lain (Parsaroan Siahaan dan Iyon Suyana, 2010:3).

Berdasarkan beberapa pendapat tentang sains atau IPA, dapat ditarik menjadi sebuah pemahaman bahwa sains secara khusus dimaknai sebagai Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Hakikat IPA adalah ilmu pengetahuan alam yang mempelajari gejala-gejala melalui serangkaian proses. Sehingga IPA dipandang sebagai cara berpikir (*as a way of thinking*), sebagai cara menyelidiki (*as a way of investigating*), sebagai batang tubuh pengetahuan (*as a body of knowledge*), serta sains dan interaksinya dengan teknologi dan masyarakat (*science and its interactions with technology and society*). Output dari seluruh proses itu adalah sikap, proses, produk, dan aplikasi.

2. Pembelajaran IPA di SMP

Proses pembelajaran IPA diharapkan dapat memunculkan 4 unsur (sikap, proses, produk, dan aplikasi) sehingga siswa dapat mengalami proses pembelajaran secara utuh, memahami fenomena alam melalui kegiatan pemecahan masalah, metode ilmiah, dan meniru cara ilmuwan bekerja dalam menemukan fakta baru. Kecenderungan pembelajaran IPA pada masa kini adalah siswa hanya mempelajari IPA sebagai produk,

menghafal konsep, teori dan hukum. Keadaan ini diperparah oleh pembelajaran yang berorientasi pada tes/ ujian. Akibatnya IPA sebagai proses, sikap dan aplikasi tidak tersentuh dalam pembelajaran (Tim Pustaka Yustisia, 2007:283). Pembelajaran IPA dipandang sebagai proses dan sekaligus produk yang harus dijadikan pertimbangan dalam memilih strategi atau metode mengajar sehingga proses belajar mengajar (pembelajaran) dapat berlangsung efektif dan efisien. Proses belajar-mengajar IPA secara konvensional hanya mengandalkan olah pikir (*minds-on*), yang berarti memperlakukan IPA sebagai kumpulan pengetahuan (*a body of knowledge*), siswa cenderung hanya menguasai konsep-konsep IPA dengan sedikit bahkan tanpa diperolehnya keterampilan proses. Hal ini berbeda jika pembelajaran dilakukan melalui kegiatan praktik (*practical work*) sehingga siswa tidak hanya melakukan *olah pikir (minds-on)* tetapi juga *olah tangan (hands-on)* (Zuhdan K Prasetyo, 2013:6).

Pendapat lain menyatakan bahwa pembelajaran sains seyogyanya lebih menekankan pada proses, siswa aktif selama pembelajaran untuk membangun pengetahuannya melalui serangkaian kegiatan agar pembelajaran menjadi bermakna bagi siswa. Pembelajaran sains mengharapkan siswa berperan seolah-olah sebagai ilmuwan, menggunakan metode ilmiah untuk mencari jawaban terhadap suatu permasalahan yang sedang dipelajari. Peran siswa seolah-olah sebagai ilmuwan dalam pembelajaran sains mengandung arti bahwa dalam

pembelajaran sains menggunakan pendekatan "keterampilan proses sains" (Parsaroan Siahaan dan Iyon Suyana, 2010:3).

Berdasarkan beberapa pendapat di atas, pembelajaran IPA adalah upaya membelajarkan siswa untuk memahami hakikat IPA: produk, proses, aplikasi, dan mengembangkan sikap ilmiah melalui serangkaian kegiatan agar pembelajaran menjadi bermakna bagi siswa. Proses pembelajaran IPA mengharapkan siswa dapat mengalami proses pembelajaran secara utuh, memahami fenomena alam melalui proses kegiatan untuk menemukan fakta baru. Pembelajaran IPA diciptakan kondisi agar siswa selalu aktif ingin tahu sehingga pembelajaran merupakan kegiatan investigasi terhadap permasalahan alam sekitar.

3. Bahan Ajar

a. Pengertian

Bahan ajar merupakan bagian dari sumber belajar. Bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru/instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Bahan yang dimaksud bisa berupa bahan tertulis maupun bahan tidak tertulis. Pengertian bahan ajar juga dikemukakan di *Website Pendidikan Mengengah Kejuruan (Dikmenjur)*, yaitu bahan ajar merupakan seperangkat materi/substansi pembelajaran (*teaching material*) yang disusun secara sistematis, menampilkan sosok utuh dari kompetensi yang akan dikuasai siswa dalam kegiatan

pembelajaran. Bahan ajar memungkinkan siswa dapat mempelajari suatu kompetensi atau KD secara runtut dan sistematis sehingga secara akumulatif mampu menguasai semua kompetensi secara utuh dan terpadu (Departemen Pendidikan Nasional, 2008 : 6).

Menurut Tri Astuti (2015:318), bahan ajar dapat diartikan sebagai seperangkat materi yang disusun secara sistematis, baik tertulis maupun tidak sehingga terciptanya lingkungan atau suasana yang memungkinkan siswa untuk belajar. Bahan ajar ini dapat berupa pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang harus dipelajari siswa dalam rangka mencapai standar kompetensi atau tujuan yang diharapkan. Pannen dalam Effendi Tri Bahtiar (2015:2) menyatakan bahwa bahan ajar didefinisikan sebagai:

segala bentuk bahan, baik tertulis maupun tidak tertulis, yang digunakan untuk membantu guru atau instruktur dalam melaksanakan proses pembelajaran dan menjadi bahan untuk dipelajari oleh peserta didik dalam rangka mencapai standar kompetensi yang telah ditentukan. Bahan ajar berisikan seperangkat materi yang disusun secara sistematis sehingga guru dan peserta didik dapat menggunakannya dalam proses pembelajaran.

b. Jenis-jenis bahan ajar

Koesnandar dalam Effendi Tri Bahtiar (2015:3), terdapat beberapa jenis bahan ajar.

1) Bahan ajar berdasarkan subyeknya diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu sebagai berikut.

a) Bahan ajar yang sengaja dirancang untuk belajar.

Bentuk bahan ajar ini antara lain buku, *handouts*, lembar

kegiatan siswa (LKS) dan modul. Bahan ajar yang dirancang umumnya digunakan sebagai bahan presentasi, bahan referensi, dan bahan belajar mandiri.

b) Bahan ajar yang tidak dirancang namun dapat dimanfaatkan untuk belajar, misalnya kliping, koran, film, iklan atau berita.

2) Berdasarkan teknologi yang digunakan bahan ajar diklasifikasi menjadi 4 (empat) yaitu sebagai berikut.

a) Bahan ajar cetak (*printed*): *handout*, buku, modul, lembar kegiatan siswa, brosur, leaflet, *wallchart*, foto/gambar, dan model/maket.

b) Bahan ajar audio: radio, piringan hitam, dan compact disk (CD) audio.

c) Bahan ajar audio visual: *video compact disk* (VCD) dan film.

d) Bahan ajar multimedia interaktif: CAI (*Computer Assisted Instruction*), CD multimedia interaktif, dan bahan ajar berbasis web.

Menurut Depdiknas (2008:11), berdasarkan teknologi yang digunakan, bahan ajar dapat dikelompokkan menjadi empat kategori, yaitu bahan cetak (*printed*) seperti antara lain *handout*, buku, modul, lembar kerja siswa, brosur, leaflet, *wallchart*, *foto/gambar*, *model/maket*. Bahan ajar dengar (*audio*) seperti kaset, radio,

piringan hitam, dan *compact disk audio*. Bahan ajar pandang dengar (*audio visual*) seperti *video compact disk*, *film*. Bahan ajar multimedia interaktif (*interactive teaching material*) seperti CAI (*Computer Assisted Instruction*), *compact disk* (CD) multimedia pembelajarn interaktif, dan bahan ajar berbasis web (*web based learning materials*).

Berdasarkan beberapa pengertian dan jenis bahan ajar yang telah diungkapkan di atas, dapat disintesis bahwa bahan ajar adalah segala bentuk bahan baik tertulis maupun tidak tertulis yang berisi seperangkat materi yang disusun secara sistematis. Bahan ajar memungkinkan siswa dapat mempelajari suatu kompetensi atau KD secara runtut dan sistematis sehingga secara akumulatif mampu menguasai semua kompetensi secara utuh dan terpadu. Menurut beberapa pendapat yang telah dikemukakan di atas, modul termasuk jenis bahan ajar cetak yang akan dikembangkan dalam penelitian.

4. Modul

a. Pengertian

Menurut Departemen Pendidikan Nasional (2008 : 13) dan Abdul Majid (2013 : 176) , modul adalah sebuah buku yang ditulis dengan tujuan agar peserta didik dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru.

Pendapat lain dari Asep Herry Hernawan dkk, modul merupakan satu unit program pembelajaran yang terencana, didesain

guna membantu peserta mencapai tujuan pelatihan. Paket program pembelajaran yang bersifat *self-contained* dan *self instruction*, yaitu bahan pembelajaran mandiri. Siswa diberikan kesempatan untuk mengelola waktu belajarnya dan memahami materi pelajaran secara mandiri. Model pembelajaran yang menerapkan pendekatan sistem/teknologi instruksional berbeda dengan handout, buku teks, dan bahan tertulis lain pada umumnya berbentuk *printed material*.

Beberapa pengertian yang diungkapkan oleh Bambang Sutedjo(2008:35), yaitu, modul adalah: suatu unit bahan yang dirancang secara khusus sehingga dipelajari oleh pelajar secara mandiri; modul merupakan program pembelajaran yang utuh, disusun secara sistematis, mengacu pada tujuan pembelajaran yang jelas dan terukur; modul memuat tujuan pembelajaran, bahan dan kegiatan untuk mencapai tujuan serta evaluasi terhadap pencapaian tujuan pembelajaran; dan modul biasanya digunakan sebagai bahan belajar mandiri. Selain itu pengertian yang dikemukakan oleh Direktorat Tenaga Kependidikan (2008:3), modul merupakan bahan ajar cetak yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta pembelajaran. Modul untuk belajar mandiri karena didalamnya telah dilengkapi petunjuk belajar sendiri. Artinya, pembaca dapat melakukan kegiatan belajar tanpa kehadiran pengajar secara langsung. Modul merupakan alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi

yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.

b. Karakteristik modul

Karakteristik modul menurut Bambang Sutedjo (2008:36) yaitu: (1) dirancang untuk sistem pembelajaran mandiri; (2) program pembelajaran yang utuh dan sistematis; (3) mengandung tujuan, bahan/kegiatan dan evaluasi; (4) disajikan secara komunikatif dua arah; (5) diupayakan agar dapat mengganti beberapa peran pengajar, (6) cakupan bahasan terfokus dan terstruktur; dan (7) mementingkan aktivitas belajar pemakai. Bambang Sutedjo (2008:37) menambahkan, modul yang baik ditentukan berdasarkan: (1) kecermatan (*accuracy*), (2) ketepatan (*matching*), (3) kecukupan (*sufficiency*), (4) keterbacaan (*readability*), (5) bahasa (*fluency*), (6) ilustrasinya (*attractiveness*), dan (7) perwajahnya (*impression*).

Dinyatakan oleh Direktorat Tenaga Kependidikan (2008:3) dalam Diktat Penulisa Modul bahwa sebuah modul bisa dikatakan baik dan menarik apabila terdapat karakteristik sebagai berikut.

1) *Self Instructional*

Melalui modul tersebut seseorang atau peserta belajar mampu membelajarkan diri sendiri, tidak tergantung pada pihak lain. Untuk memenuhi karakteristik *self instructional*, maka dalam modul memiliki ciri sebagai berikut.

- a) Berisi tujuan yang dirumuskan dengan jelas.

- b) Berisi materi pembelajaran yang dikemas ke dalam unit-unit kecil/ spesifik sehingga memudahkan belajar secara tuntas.
- c) Menyediakan contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan pembelajaran.
- d) Menampilkan soal-soal latihan, tugas dan sejenisnya yang memungkinkan pengguna memberikan respon dan mengukur tingkat penguasaannya.
- e) Kontekstual yaitu materi-materi yang disajikan terkait dengan suasana atau konteks tugas dan lingkungan penggunanya.
- f) Menggunakan bahasa yang sederhana dan komunikatif.
- g) Terdapat rangkuman materi pembelajaran.
- h) Terdapat instrumen penilaian/ *assesment* yang memungkinkan pengguna melakukan ”*self assesment*”.
- i) Terdapat instrumen yang dapat digunakan penggunanya mengukur atau mengevaluasi tingkat penguasaan materi.
- j) Terdapat umpan balik atas penilaian sehingga penggunanya mengetahui tingkat penguasaan materi.
- k) Tersedia informasi tentang rujukan/ pengayaan/ referensi yang mendukung materi pembelajaran yang dimaksud.

2) *Self Contained*

Seluruh materi pembelajaran dari satu unit kompetensi atau sub kompetensi yang dipelajari terdapat di dalam satu

modul secara utuh. Tujuan konsep ini adalah memberikan kesempatan pembelajar mempelajari materi pembelajaran yang tuntas, karena materi dikemas ke dalam satu kesatuan yang utuh. Jika harus dilakukan pembagian atau pemisahan materi dari satu unit kompetensi harus dilakukan dengan hati-hati dan memperhatikan keluasan kompetensi yang harus dikuasai.

3) *Stand Alone* (berdiri sendiri)

Modul yang dikembangkan tidak bergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan media pembelajaran lain. Dengan menggunakan modul, pembelajar tidak tergantung dan harus menggunakan media yang lain untuk mempelajari dan atau mengerjakan tugas pada modul tersebut. Jika masih menggunakan dan bergantung pada media lain selain modul yang digunakan maka media tersebut tidak dikategorikan sebagai media yang berdiri sendiri.

4) *Adaptive*

Modul hendaknya memiliki daya adaptif yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi. Dikatakan adaptif jika modul dapat menyesuaikan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta fleksibel digunakan. Modul yang adaptif adalah jika isi materi pembelajaran dapat digunakan sampai dengan kurun waktu tertentu.

5) *User Friendly*

Modul hendaknya bersahabat dengan pemakainya. Setiap instruksi dan paparan informasi yang tampil bersifat membantu dan bersahabat dengan pemakainya, termasuk kemudahan pemakai dalam merespon, mengakses sesuai keinginan. Penggunaan bahasa sederhana, mudah dimengerti serta menggunakan istilah yang umum digunakan merupakan salah satu bentuk *user friendly*.

c. Elemen mutu modul

Menurut Azhar Arsyad, M.A.(2006: 87), terdapat beberapa elemen sebuah modul yang disajikan di bawah ini.

1) Konsistensi

- a) Gunakan konsistensi format dari halaman ke halaman. Usahakan agar tidak menggabungkan cetakan huruf dan ukuran huruf.
- b) Usahakan untuk konsistensi dalam jarak spasi. Jarak antara judul dan baris pertama serta garis sampng supaya sama dan antara judul dan teks utama. Spasi tidak sama sering dianggap buruk, tidak rapi dan oleh karena itu tidak memerlukan perhatian sungguh-sungguh.

2) Format

- a) Jika format panjang sering digunakan, wajah satu kolom lebih sesuai; sebaliknya jika paragraf tulisan pendek-pendek, wajah dua kolom akan lebih sesuai.
- b) Isi yang berbeda supaya dipisahkan dan dilabel secara visual.
- c) Taktik dan strategi pembelajaran yang berbeda sebaiknya dipisahkan dan dilabel secara visual.

3) Organisasi

- a) Upayakan untuk selalu menginformasikan siswa/ pembaca mengenai dimana mereka atau sejauh mana mereka dalam teks itu. Siswa harus mampu melihat sepintas bagian awal atau bab berapa mereka baca. Jika memungkinkan, siapkan piranti yang memberikan orientasi kepada siswa tentang posisinya dalam teks secara keseluruhan.
- b) Susunlah teks sedemikian rupa sehingga informasi mudah diperoleh.
- c) Kotak-kotak dapat digunakan untuk memisahkan bagian-bagian dari teks.

4) Daya tarik

Perkenalkan setiap bab atau bagian baru dengan cara yang berbeda. Ini diharapkan dapat memotivasi siswa untuk membaca terus.

5) Ukuran huruf

- a) Pilihlah ukuran huruf yang sesuai dengan siswa, pesan, dan lingkungannya. Ukuran huruf biasanya dalam poin per inci. Misalnya ukuran 24 poin per inci. Ukuran huruf yang baik untuk teks (buku teks atau buku penuntun) adalah 12 poin.
- b) Hindari penggunaan huruf kapital untuk seluruh teks karena dapat membuat proses membaca itu sulit.

6) Ruang (spasi) kosong

Gunakan spasi kosong lowong tak berisi teks atau gambar untuk menambah kontras. Hal ini penting untuk memberikan kesempatan siswa/ pembaca untuk beristirahat pada titik-titik tertentu pada saat matanya bergerak menyusuri teks. Ruang kosong dapat berbentuk:

- a) ruang sekitar judul;
- b) batas tepi (marjin); batas tepi yang luas memaksa perhatian siswa/ pembaca untuk masuk ke tengah-tengah halaman;
- c) spasi antar kolom; semakin lebar kolomnya, semakin luas spasi di antaranya;
- d) permulaan paragraf diindentasi;
- e) penyesuaian spasi antarbaris atau antarparagraf.

- f) sesuaikan spasi antarbaris untuk meningkatkan tampilan dan tingkat keterbacaan;
- g) tambahkan spasi antarparagraf untuk meningkatkan tingkat keterbacaan.

d. Struktur modul

Modul memiliki beberapa komponen yang terstruktur, berikut ini beberapa struktur modul. Menurut Abdul Majid (2013: 176), komponen modul, yaitu : (1) petunjuk belajar (petunjuk guru/ siswa), (2) kompetensi yang akan dicapai, (3) informasi pendukung, (4) latihan-latihan, (5) petunjuk kerja, dapat berupa Lembar Kerja (LK), dan (6) evaluasi.

Tidak jauh berbeda dengan pendapat Abdul Majid, dalam Departemen Pendidikan Nasional dikemukakan bahwa modul berisi paling tidak tentang (1) petunjuk belajar (petunjuk siswa/guru), (2) kompetensi yang akan dicapai, (3) konten atau isi materi, (4) informasi pendukung, (5) latihan-latihan, (6) petunjuk kerja dapat berupa lembar kerja, (7) evaluasi, dan (8) balikan terhadap hasil evaluasi.

Bambang Sutedjo (2008:36) lebih merinci komponen sebuah modul berisi sebagai berikut.

1) Pendahuluan

Pendahuluan setidaknya memuat lima elemen, yaitu: (a) tujuan, (b) pengenalan terhadap topik yang akan dipelajari, (c) informasi tentang pelajaran, (d) hasil belajar, dan (e) orientasi.

2) Kegiatan belajar

Struktur kegiatan belajar meliputi: (a) kegiatan belajar (judul), (b) tujuan, (c) materi pokok, (d) uraian materi, berisi penjelasan, dan (e) tes mandiri.

3) Penutup

Penutup meliputi : (a) salam, rangkuman, aplikasi, tindak lanjut, kaitan dengan modul berikutnya, (b) daftar kata penting, (c) daftar pustaka, dan (d) kunci tes mandiri.

d. Evaluasi dan Revisi Modul

Setelah selesai menulis bahan ajar, selanjutnya yang perlu dilakukan adalah evaluasi terhadap bahan ajar tersebut. Evaluasi ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah bahan ajar telah baik ataukah masih ada hal yang perlu diperbaiki. Teknik evaluasi bisa dilakukan dengan beberapa cara, misalnya evaluasi teman sejawat ataupun uji coba kepada siswa secara terbatas. Respondenpun bisa ditentukan apakah secara bertahap mulai dari *one to one*, *group*, ataupun *class*. Komponen evaluasi mencakup kelayakan isi, kebahasaan, sajian, dan kegrafikan.

- 1) Komponen kelayakan isi mencakup, antara lain: (a) kesesuaian dengan SK, KD; (b) kesesuaian dengan perkembangan anak; (c) kesesuaian dengan kebutuhan bahan ajar; (d) kebenaran substansi materi pembelajaran; (e) manfaat untuk penambahan wawasan; dan (f) kesesuaian dengan nilai moral, dan nilai-nilai sosial.
- 2) Komponen kebahasaan antara lain mencakup: (a) keterbacaan, (b) kejelasan informasi; (c) kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar; dan (d) pemanfaatan bahasa secara efektif dan efisien (jelas dan singkat).
- 3) Komponen penyajian antara lain mencakup: (a) kejelasan tujuan (indikator) yang ingin dicapai; (b) urutan sajian; (c) pemberian motivasi, daya tarik; (d) interaksi (pemberian stimulus dan respon); dan (e) kelengkapan informasi (Departemen Pendidikan Nasional, 2008:28)
- 4) Komponen kegrafikan antara lain mencakup: (a) penggunaan font, jenis dan ukuran; (b) lay out atau tata letak; (c) ilustrasi, gambar, foto; dan (d) desain tampilan.

Berdasarkan beberapa pengertian modul di atas, pada penelitian ini modul adalah sebuah bahan ajar cetak yang terencana, didesain guna membantu siswa mencapai tujuan pembelajaran secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru. Struktur modul yang dikembangkan mengacu dari 3 pendapat di atas, sehingga modul terdiri dari komponen:

(1) peta kompetensi; (2) petunjuk penggunaan modul; (3) peta konsep; (4) kegiatan belajar meliputi: (a) judul kegiatan, (b) materi pokok, (c) petunjuk kerja, (d) latihan, (e) tes formatif, (f) umpan balik; (5) rangkuman; (6) uji kompetensi; (7) umpan balik; (8) daftar pustaka; (9) glosarium, dan (10) kunci jawaban. Komponen evaluasi mencakup kelayakan isi, kebahasaan, sajian, dan kegrafikan.

5. *Nature of Science* (NOS)

a. Pengertian

Nature of Science atau disingkat dengan istilah NOS menurut Lederman (1992 dan 2007) dalam Lederman dkk (2013 : 140) biasanya mengacu pada epistemologi ilmu pengetahuan, ilmu sebagai cara untuk mengetahui, atau nilai-nilai dan keyakinan yang melekat pada pengembangan pengetahuan ilmiah. Pendapat yang sama dikemukakan Lederman and Lederman (2004 : 36), ungkapan NOS biasanya mengacu pada nilai-nilai dan asumsi yang melekat pada pengetahuan ilmiah dan pengembangan pengetahuan ilmiah. Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwart (2002) dan Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar & Duschl (2003) dalam Sri Rahayu (2014 : 6) menambahkan bahwa NOS mencakup konsepsi tentang ilmu pengetahuan, nilai-nilai, dan keyakinan dalam memperoleh pengetahuan sains tersebut, serta pengaruhnya terhadap masyarakat, budaya, dan teknologi dalam sains.

b. NOS dalam Pembelajaran IPA

Pengajaran dengan NOS bertujuan untuk mengarahkan siswa dan guru IPA mengembangkan pemahaman epistemologi tentang pengetahuan sains dan pengetahuan yang dihasilkan alam. Lebih lanjut, pengajaran dengan NOS yang efektif lebih baik dicapai melalui suatu kerangka reflektif yang eksplisit (Abd-El-Khalick, 2012:4). Pendapat di atas didukung oleh Noer Hardianty (2015:442) bahwa di SMP dan SMA pembelajaran NOS dilakukan dengan pendekatan secara eksplisit dan mengintegrasikan pengajaran NOS pada isu *socioscientific*. Meskipun cara yang dilakukan untuk mengajarkan NOS berbeda untuk setiap jenjang, pemahaman NOS siswa meningkat cukup signifikan. Peningkatan pemahaman NOS yang cukup signifikan ini terlihat dari hasil *pre-post test*. Pembelajaran NOS secara eksplisit lebih efektif dari pada pembelajaran NOS secara implisit dalam meningkatkan pemahaman NOS siswa. Siswa yang menerima pembelajaran NOS secara eksplisit menunjukkan peningkatan dalam pemahaman NOS secara signifikan dan mampu menerapkan pemahamannya terhadap situasi baru tetapi siswa dalam yang menerima pembelajaran NOS implisit tidak mengalami peningkatan pemahaman NOS secara signifikan. Pembelajaran NOS secara eksplisit memfasilitasi siswa untuk mengembangkan pemahaman NOS melalui diskusi dan tanya jawab dalam pembelajaran di kelas. Hal ini sesuai dengan pendapat Abd

El- Khalick *et al* (1998), NOS perlu diajarkan secara eksplisit kepada siswa dengan sengaja berfokus pada berbagai aspek NOS selama pembelajaran di kelas melalui diskusi dan tanya jawab. Mengajar NOS secara eksplisit dan reflektif juga dapat dilakukan pada siswa sekolah menengah. Siswa disajikan wacana (konteks) dan kemudian diajak untuk merefleksikan aspek- aspek NOS tertentu yang berkaitan dengan wacana tersebut.

Melek Nur dan Fitnat (2015:41) memberikan pandangan terkait dengan pembelajaran refleksi secara eksplisit. Contohnya, pembelajaran dengan membandingkan teori. Bagian pertama dalam membandingkan teori dengan memberikan siswa informasi untuk dibaca dan didiskusikan., setelah itu guru menanyakan beberapa pertanyaan seperti “Bagaimana Bergmen dan Bertholle menjelaskan pembentukan reaksi kimia? Dan menurut kalian apa itu afinitas kimia?” dan sebuah diskusi kelas terjadi. Setelah beberapa siswa menanggapi, guru mengingatkan bahwa mereka mempelajari model atom di kelas 9 dan atom pertama diusulkan pada tahun 1800 oleh Dalton dan konsep elektron di akhir tahun 1800 oleh Thomson. Guru memastikan bahwa topik afinitas kimia adalah topik diskusi yang menyenangkan. Guru menyajikan konsep afinitas kimia, kelompok kecil dan kelas mendiskusikan untuk mencari jawaban dari pertanyaan “Apakah kalian setuju dengan Bregman bahwa semua reaksi kimia itu rumit dan berlangsung dengan arah?” Sebagai siswa

yang memahami hal tersebut, akan mengalami dilema ketika mendapat pertanyaan yang seperti itu. Kemudian guru membagikan bagian kedua dari informasi tanpa menjawab langsung. Siswa diminta untuk menyelesaikannya secara individu dan mendiskusikannya dengan berpasangan. Siswa menjawab pertanyaan tersebut untuk membentuk dan membagikan opini mereka mengenai teori, hipotesis, data dan inferensi 2 ilmuwan tentang pembentukan reaksi kimia. Diskusi tersebut telah mengarah pada kesimpulan bahwa Berthollet tidak sepenuhnya membantah teori Bergman tapi mendukungnya, dengan demikian siswa memahami bagaimana sepotong informasi ilmiah tentang konsep kesetimbangan kimia muncul dan cara memperoleh pengetahuan. Melalui proses diskusi secara refleksi ini, siswa dapat memahami aspek NOS diantaranya pengetahuan sains bersifat tentatif, adanya perbedaan observasi dan inferensi, peran imajinasi dan kreativitas dalam pembentukan pengetahuan sains.

c. Aspek NOS

Terdapat 7 Aspek NOS menurut Lederman dan Lederman (2004 : 37), yaitu siswa harus menyadari : (1) perbedaan antara observasi dan inferensi; (2) perbedaan antara hukum ilmiah dan teori; (3) semua pengetahuan ilmiah, setidaknya sebagian, berdasarkan dan / atau berasal dari pengamatan alam; (4) meskipun pengetahuan ilmiah berdasarkan empiris, hal itu tetap melibatkan

imajinasi dan kreativitas manusia; (5) pengetahuan ilmiah adalah setidaknya sebagian subjektif; (6) ilmu mempengaruhi dan dipengaruhi oleh berbagai elemen dan konteks budaya di mana ia dipraktikkan; dan (7) pengetahuan ilmiah dapat berubah (*tentative*). Sedangkan menurut Ledermen, Lederman and Antink (2013 : 140), karakteristik NOS antara lain : (1) Perbedaan penting antara observasi dan inferensi; (2) perbedaan antara hukum ilmiah dan teori; (3) pengetahuan ilmiah adalah, setidaknya sebagian, berdasarkan dan / atau berasal dari pengamatan alam (yaitu, empiris), itu tetap melibatkan imajinasi dan kreativitas manusia; (4) pengetahuan ilmiah adalah subjektif atau teori-sarat; (5) ilmu sebagai usaha manusia dipraktikkan dalam konteks budaya yang lebih besar dan praktisi (ilmuwan) adalah produk dari budaya itu; dan (6) pengetahuan ilmiah tidak pernah absolut atau tertentu.

Sedikit berbeda dengan kedua pendapat di atas, dalam dokumen NGSS (*Next Generation Science Standards*) (2013 : 4) disampaikan bahwa terdapat pemahaman dasar tentang NOS dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. *Understanding about the Nature of Science*

No.	Kategori	Indikator
1.	Penyelidikan sains menggunakan metode yang bervariasi	<p>a. Penyelidikan sains menggunakan berbagai metode dan alat untuk melakukan pengukuran dan pengamatan.</p> <p>b. Penyelidikan sains dipandu oleh seperangkat nilai-nilai untuk memastikan keakuratan pengukuran,</p>

No.	Kategori	Indikator
		<p>pengamatan, dan objektivitas temuan.</p> <p>c. Ilmu tergantung pada penjelasan evaluasi yang diusulkan.</p> <p>d. Nilai-nilai ilmiah berfungsi sebagai kriteria dalam membedakan antara ilmu pengetahuan dan non-sains.</p>
2.	Pengetahuan sains didasarkan pada fakta empiris	<p>a. Ilmu pengetahuan didasarkan pada hubungan logis dan konseptual antara bukti dan penjelasan.</p> <p>b. Disiplin ilmu berbagi aturan umum untuk memperoleh dan mengevaluasi bukti empiris.</p>
3.	Pengetahuan sains bersifat terbuka terhadap perbaikan mengingat adanya fakta baru	<p>a. Penjelasan ilmiah tunduk pada revisi dan perbaikan dalam terang bukti baru.</p> <p>b. Kepastian dan daya tahan temuan ilmu bervariasi.</p> <p>c. Pemuan sains sering direvisi dan / atau ditafsirkan kembali berdasarkan bukti baru.</p>
4.	Model sains, hukum, mekanisme, dan teori menjelaskan fenomena alam	<p>a. Teori adalah penjelasan untuk fenomena diamati.</p> <p>b. Teori ilmu didasarkan pada tubuh bukti dikembangkan dari waktu ke waktu.</p> <p>c. Hukum adalah keteraturan atau deskripsi matematis dari fenomena alam.</p> <p>d. Sebuah hipotesis digunakan oleh para ilmuwan sebagai sebuah ide yang mungkin menyumbangkan pengetahuan baru yang penting untuk evaluasi teori ilmiah.</p> <p>e. Istilah "teori" seperti yang digunakan dalam ilmu sangat berbeda dari penggunaan umum di luar ilmu pengetahuan. Teori adalah penjelasan untuk fenomena diamati.</p>
5.	Sains adalah cara untuk mengetahui	<p>a. Sains merupakan sebuah tubuh pengetahuan dan proses dan praktek yang digunakan untuk menambah tubuh pengetahuan.</p> <p>b. Pengetahuan sains kumulatif dan banyak orang, dari berbagai generasi dan bangsa, telah memberikan</p>

No.	Kategori	Indikator
		<p>kontribusi pengetahuan sains.</p> <p>c. Ilmu adalah cara untuk mengetahui digunakan oleh banyak orang, bukan hanya para ilmuwan.</p>
6.	Pengetahuan sains menerima adanya urutan dan konsistensi pada sistem di alam	<p>a. Sains mengasumsikan bahwa objek dan peristiwa dalam sistem alam terjadi dalam pola yang konsisten yang dimengerti melalui pengukuran dan observasi.</p> <p>b. Sains dengan hati-hati mempertimbangkan dan mengevaluasi anomali dalam data dan bukti.</p>
7.	Sains merupakan hasil usaha manusia	<p>a. Pria dan wanita dari latar belakang sosial, budaya, dan etnis yang berbeda bekerja sebagai ilmuwan dan insinyur.</p> <p>b. Para ilmuwan dan insinyur mengandalkan kualitas manusia seperti ketekunan, ketelitian, penalaran, logika, imajinasi dan kreativitas.</p> <p>c. Para ilmuwan dan insinyur dipandu oleh kebiasaan pikiran seperti kejujuran intelektual, toleransi ambiguitas, skeptisisme dan keterbukaan untuk ide-ide baru.</p> <p>d. Kemajuan teknologi mempengaruhi kemajuan ilmu pengetahuan dan ilmu pengetahuan telah dipengaruhi teknologi.</p>
8.	Sains menjawab pertanyaan tentang dunia alam dan material	<p>a. Pengetahuan ilmiah dibatasi oleh kapasitas manusia, teknologi, dan bahan.</p> <p>b. Ilmu membatasi penjelasan untuk sistem yang meminjamkan diri untuk observasi dan bukti empiris.</p> <p>c. Pengetahuan sains bisa menggambarkan konsekuensi dari tindakan tetapi tidak bertanggung jawab atas keputusan masyarakat.</p>

Empat pertama dari pemahaman ini berhubungan erat dengan praktek dan empat yang kedua dengan konsep.

Berdasarkan beberapa sumber, dapat disimpulkan bahwa NOS merupakan hakikat sains dalam segi epistemologis yang mencakup ilmu pengetahuan, nilai dan asumsi yang melekat pada ilmu pengetahuan serta pengaruhnya terhadap masyarakat, budaya, dan dan teknologi dalam sains. Penelitian ini mengembangkan modul bermuatan NOS yang meliputi 5 aspek NOS yaitu pada nomor 1,2,3,5, dan 6.

6. Literasi Sains

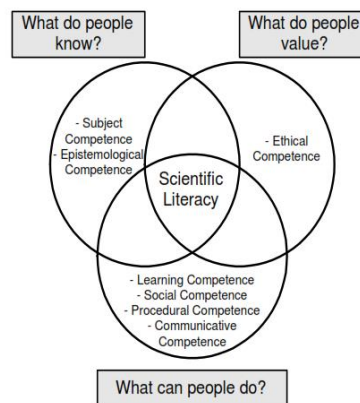
a. Pengertian

Menurut OECD (1999 : 60), literasi sains adalah kemampuan menggunakan pengetahuan ilmiah untuk mengidentifikasi pertanyaan dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti untuk memahami dan membantu membuat keputusan tentang alam dan perubahan yang dibuat oleh aktivitas manusia. George E. DeBoer (2000 : 590) menambahkan bahwa literasi sains berarti bahwa seseorang bisa bertanya, mencari, atau menentukan jawaban pertanyaan yang berasal dari rasa ingin tahu tentang pengalaman sehari-hari. Ini berarti bahwa seseorang memiliki kemampuan untuk menggambarkan, menjelaskan, dan memprediksi fenomena alam. Literasi sains memerlukan kemampuan membaca dengan memahami artikel tentang ilmu pengetahuan dalam pers populer dan untuk terlibat dalam percakapan sosial tentang keabsahan kesimpulan. Literasi sains menyiratkan bahwa seseorang dapat mengidentifikasi isu-isu ilmiah yang mendasari keputusan nasional dan lokal dan

mengungkapkan keadaan yang ilmiah dan informasi teknologi. Seorang warga melek harus dapat mengevaluasi kualitas informasi ilmiah atas dasar sumber dan metode yang digunakan untuk menghasilkan itu. literasi sains juga menyiratkan kapasitas mengemukakan dan mengevaluasi argumen berdasarkan bukti dan menerapkan kesimpulan dari argumen tersebut tepat. Literasi sains memberikan pemahaman yang luas dari ilmu yang cepat berkembang. Dalam dokumen PISA (2015: 7) dinyatakan bahwa literasi sains adalah kemampuan untuk terlibat dengan isu-isu terkait ilmu pengetahuan, dan dengan ide-ide ilmu pengetahuan, sebagai warga yang reflektif.

b. Dimensi dalam Literasi Sains

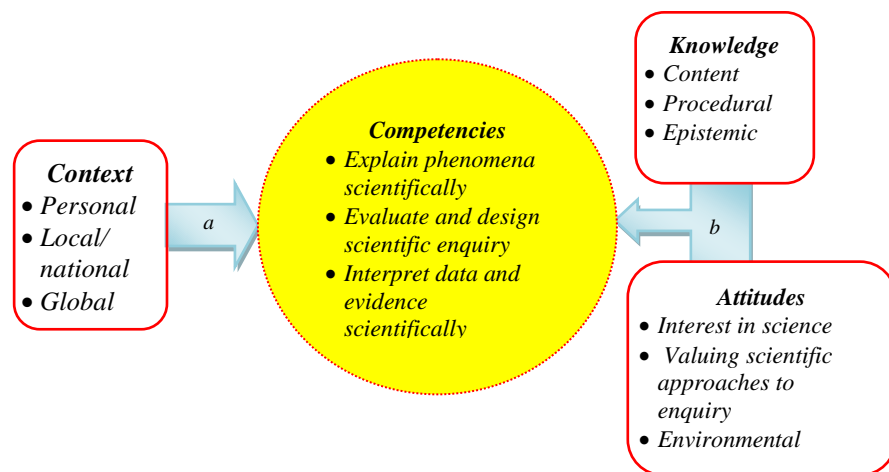
Pemahaman literasi sains dilihat dari sudut pandang: (1) mereka yang menganjurkan peran sentral untuk pengetahuan sains, dan (2) mereka yang melihat literasi sains mengacu pada kegunaan masyarakat.



Gambar 1. *The Gräber model* untuk literasi sains
 Sumber : Holbrook and Rannikmae (2009: 278)

Model Gräber pada gambar 1 mengilustrasikan bahwa literasi sains didasarkan pada kompetensi. Model ini mempertimbangkan kembali keseimbangan antara berbagai kompetensi dan refleksi pada kontribusi pendidikan sains untuk orang dewasa. Pandangan ini menjunjung kebutuhan literasi sains lebih tinggi dari pengetahuan dan mengintegrasikan komponen nilai-nilai pendidikan sebagai komponen penting dari ilmu pendidikan. (Holbrook 1998; Holbrook & Rannikmae, 2007; UNESCO, 2003).

Berbeda dengan kompetensi yang telah disajikan oleh Holbrook dan Rannikmae, PISA 2015 telah membuat kerangka asesmen literasi sains sebagai berikut.



Keterangan :

a : Requires individuals to display

b : How an individual does this influenced by

Gambar 2. Kerangka Asesmen Literasi Sains PISA 2015

Sumber: Diadaptasi dari Draft PISA 2015

Berdasarkan gambar 2 tersebut, PISA 2015 mendefinisikan literasi sains dapat dikarakteristikan yang terdiri dari 4 aspek yang saling berhubungan.

Tabel 2. Aspek Literasi Sains

Konteks	Personal, lokal, nasional dan isu global, baik saat ini dan sejarah, yang menuntut beberapa pemahaman ilmu pengetahuan dan teknologi.
Pengetahuan	Pemahaman tentang fakta-fakta utama, konsep dan teori penjelasan yang membentuk dasar pengetahuan ilmiah. Pengetahuan tersebut meliputi pengetahuan tentang alam dan artefak teknologi (konten pengetahuan), pengetahuan tentang bagaimana ide-ide tersebut diproduksi (pengetahuan prosedural) dan pemahaman tentang alasan yang mendasari untuk prosedur ini dan pembenaran untuk mereka gunakan (pengetahuan epistemic).
Kompetensi	Kemampuan untuk menjelaskan fenomena ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, dan menafsirkan data dan bukti ilmiah.
Sikap	Satu set sikap terhadap ilmu pengetahuan ditandai dengan minat dalam ilmu pengetahuan dan teknologi; menilai pendekatan ilmiah untuk penyelidikan, dimana tepat, dan persepsi dan kesadaran akan masalah lingkungan.

OECD/PISA mendefinisikan literasi sains terdiri dari tiga aspek sebagai berikut.

- 1) Proses ilmiah, meliputi pengetahuan sains, meskipun dalam penilaian pengetahuan ini tidak harus berhasil.
- 2) Konsep ilmiah, pemahaman yang akan dinilai oleh aplikasi yang termuat dalam area, dan
- 3) Situasi, penilaian tugas yang ditampilkan.

PISA 2015 mendefinisikan literasi sains merupakan evolusi dari ide-ide sebelumnya. Perbedaan utama adalah gagasan “Pengetahuan tentang sains” telah dispesifikasikan menjadi 2 yaitu pengetahuan prosedural dan pengetahuan epistemik (PISA, 2015: 10). Tiga kompetensi literasi sains memerlukan 3 bentuk pengetahuan sebagai berikut.

1) Pengetahuan konten

Pengetahuan yang akan dinilai akan dipilih dari bidang utama fisika, kimia, biologi, bumi dan ruang ilmu sehingga pengetahuan: (a) memiliki relevansi dengan situasi kehidupan nyata, (b) merupakan konsep ilmiah penting atau teori penjelasan utama yang memiliki kegunaan, dan (c) sesuai dengan tingkat perkembangan 15 tahun.

2) Pengetahuan prosedural

Tujuan mendasar dari ilmu adalah untuk menghasilkan penjelasan tentang alam. Penjelasan tentatif pertama kali dikembangkan dan kemudian diuji melalui penyelidikan empiris. Penyelidikan empiris bergantung pada konsep tertentu seperti gagasan dependen dan independen variabel, kontrol variabel, jenis pengukuran, bentuk kesalahan, metode untuk meminimalkan kesalahan, pola umum diamati pada data, dan metode penyajian data. Ini adalah pengetahuan tentang konsep-konsep dan prosedur yang penting untuk penyelidikan ilmiah

yang mendukung pengumpulan, analisis dan interpretasi data ilmiah.

3) Pengetahuan epistemik

Pengetahuan epistemik adalah pengetahuan tentang konstruksi dan mendefinisikan ciri penting untuk proses pembangunan pengetahuan dalam sains dan peran mereka dalam membenarkan pengetahuan yang dihasilkan oleh sains misalnya, hipotesis, teori atau observasi dan perannya dalam memberikan kontribusi untuk bagaimana kita tahu apa yang kita tahu.

Seseorang melek ilmiah bersedia untuk terlibat dalam percakapan yang masuk akal tentang ilmu pengetahuan dan teknologi yang memerlukan kompetensi yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Kompetensi Literasi Sains

Kompetensi	Indikator Pencapaian
1) Menjelaskan fenomena ilmiah	a) Mengingat kembali dan mengaplikasi pengetahuan sains b) Mengidentifikasi, menggunakan, dan menjelaskan model secara umum dan merepresentasikannya c) Membuat dan membenarkan prediksi d) Menawarkan hipotesis-hipotesis beserta penjelasannya e) Menjelaskan penerapan yang berpotensi pada pengetahuan sains untuk masyarakat
2) Mengevaluasi dan mendesain penyelidikan	a) Mengidentifikasi pertanyaan yang diberikan dalam pembelajaran ilmiah

Kompetensi	Indikator Pencapaian
	<ul style="list-style-type: none"> b) Membedakan pertanyaan yang memungkinkan untuk penyelidikan ilmiah c) Mengajukan cara menyelidiki yang diberikan pada pertanyaan ilmiah d) Mengevaluasi cara menyelidiki yang diberikan pada pertanyaan ilmiah e) Mendeskripsikan dan mengevaluasi berbagai cara yang digunakan <i>scientist</i> untuk memastikan reliabilitas data, objektivitas dan generalisasi penjelasan
3) Menafsirkan data dan bukti ilmiah	<ul style="list-style-type: none"> a) Mengubah data dari satu representasi ke representasi yang lain b) Menganalisis dan menginterpretasi data dan membuat kesimpulan yang tepat c) Mengidentifikasi asumsi-asumsi, bukti-bukti dan alasan-alasan yang dihubungkan dengan <i>literature</i> d) Membedakan antara argumen yang didasarkan bukti-bukti ilmiah dan teori yang keduanya berdasarkan pertimbangan-pertimbangan lain e) Mengevaluasi argument ilmiah dan bukti-bukti dari sumber lain (seperti koran, internet dan jurnal)

Sumber : PISA (2015 : 7)

Berdasarkan beberapa pendapat yang dikemukakan, peneliti mensintesis bahwa literasi sains adalah kemampuan menggunakan pengetahuan ilmiah untuk mengidentifikasi isu-isu ilmiah dengan mengemukakan dan mengevaluasi argumen berdasarkan bukti, menarik kesimpulan dan mengambil keputusan dengan tepat. Kompetensi literasi sains yang digunakan antara lain: (a) menjelaskan fenomena ilmiah, (b)

mengevaluasi dan mendesain penyelidikan, (c) menafsirkan data dan bukti ilmiah .

7. Keterkaitan antara NOS dan Literasi Sains

Menurut Abd-El-Khalick & BouJoude (1997:673) dalam Sri Rahayu (2014:5), pemahaman tentang hakikat sains (NOS) ditetapkan sebagai salah satu karakteristik yang diharapkan bagi seseorang yang memiliki literasi sains (*scientific literacy*). Orang yang berliterasi sains secara umum harus mengembangkan pemahaman konsep, prinsip, teori, dan proses sains serta menyadari adanya hubungan kompleks antara sains, teknologi, dan masyarakat dan yang lebih penting adalah pemahaman tentang NOS. Driver, Leach, Miller & Scott(1999) dalam Sri Rahayu (2014:6) mengungkapkan manfaat memasukkan NOS ke dalam standar/ kurikulum, diantaranya dapat meningkatkan hasil belajar tentang materi sains, minat terhadap sains, dan pengambilan keputusan terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan sains Millar (Score,2014) dalam Sri Rahayu (2014:6) menekankan pentingnya pemahaman NOS yaitu “*An understanding of the nature of science is essential to able to evaluate, the strength of evidence supporting scientific claims.*” Jadi, pada prinsipnya pemahaman tentang NOS sangat diperlukan dalam mewujudkan masyarakat berliterasi sains.

Mengingat pentingnya memasukkan aspek NOS untuk meningkatkan literasi sains siswa, beberapa penelitian berupaya untuk mengkaji cara-cara yang efektif untuk meningkatkan pemahaman guru

tentang hakikat sains (Akerson, Abd-El-Khalick & Lederman, 2000 dalam Sri Rahayu, 2014:6). Menurut Lederman (1998) dalam Sri Rahayu (2014:6) ada tiga strategi pembelajaran yang utama untuk mengajarkan NOS selama empat dekade, yaitu melalui pendekatan sejarah, pendekatan eksplisit dan pendekatan implisit. Pembelajaran NOS yang dilakukan dalam penelitian ini melalui pendekatan eksplisit.

B. Kajian Keilmuan

Materi yang dikaji dalam Modul IPA bermuatan NOS yaitu sistem pernapasan pada manusia. Adapun Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) materi sistem pernapasan pada manusia dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD)

Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar	Topik
1. Memahami berbagai sistem dalam kehidupan manusia.	1.5 Mendeskripsikan sistem pernapasan pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan.	Sistem Pernapasan pada Manusia

Berdasarkan Standar Kompetensi(SK) dan Kompetensi Dasar (KD) tersebut, topik sistem pernapasan pada manusia dapat dibagi menjadi 3 subtopik yaitu: organ-organ dan mekanisme pernapasan; kapasitas paru-paru manusia; dan gangguan pada sistem pernapasan manusia.

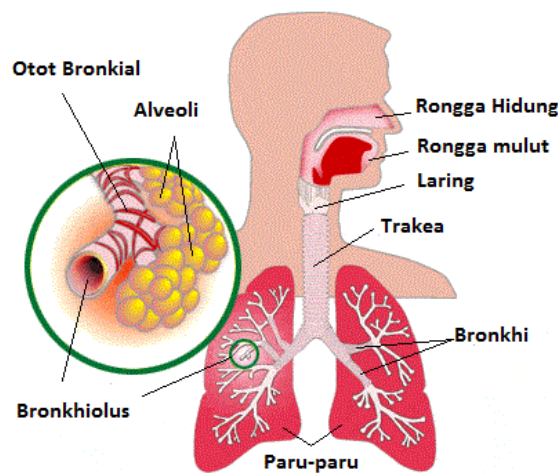
Menurut I Gusti Ayu Tri Agustiana (2014: 3) bernapas adalah menghirup udara dan menghembuskannya kembali ke lingkungan. Setiap saat kita bernapas menggunakan paru-paru. Kita menghirup udara yang berupa

oksigen (O₂) yang masuk melalui hidung, diteruskan ke paru-paru, kemudian dikeluarkan kembali dalam bentuk karbondioksida (CO₂).

1. Organ-organ dan Mekanisme Pernapasan Manusia

a. Organ Sistem Pernapasan

Sistem pernapasan terdiri atas organ-organ pernapasan. Organ-organ ini meliputi rongga hidung, faring, laring, trakea, bronkus, dan paru-paru.



Gambar 3. Organ-organ Sistem Pernapasan
Sumber : Muhammad Jumani (2014)

1) Hidung

Hidung merupakan organ pernapasan yang letaknya paling luar, berfungsi untuk menghirup udara. Pada permukaan rongga hidung terdapat rambut-rambut halus dan selaput lendir yang berfungsi menyaring udara yang masuk dari debu atau benda lainnya. Di dalam rongga hidung terjadi penyesuaian suhu dan kelembapan udara sehingga udara yang masuk ke paru-paru tidak terlalu kering ataupun terlalu lembab. Selain sebagai organ

pernapasan, hidung merupakan indera pembau yang sangat sensitif. Dengan kemampuan tersebut, manusia dapat terhindar dari menghirup gas-gas beracun atau berbau busuk. Dari rongga hidung, udara selanjutnya akan mengalir ke tenggorokan.

2) Tenggorokan

Tenggorokan merupakan bagian organ pernapasan. Tenggorokan berupa suatu pipa yang dimulai dari pangkal tenggorokan (laring), batang tenggorokan (trakea), dan cabang batang tenggorokan (bronkus).

a) Pangkal Tenggorokan (Laring)

Setelah melewati hidung, udara masuk menuju pangkal tenggorokan (laring) melalui faring. Faring terletak di hulu tenggorokan dan merupakan persimpangan antara rongga mulut ke kerongkongan dan rongga hidung ke tenggorokan. Setelah melalui laring, udara selanjutnya menuju ke batang tenggorokan (trakea). Pada batang tenggorokan ini terdapat suatu katup epiglottis. Katup ini bekerja dengan cara membuka jika bernapas atau berbicara dan menutup saat menelan makanan. Dengan adanya katup tersebut, udara akan masuk ke paru-paru dan makanan akan menuju lambung. Di bawah epiglottis, terdapat pita suara. Ketika udara melewati pita suara, pita suara akan bergetar dan menghasilkan udara.

b) Batang Tenggorokan (Trakea)

Batang tenggorokan tersusun dari cincin-cincin tulang rawan dan terletak di dapan kerongkongan. Batang tenggorokan memanjang dari leher ke rongga dada atas. Di dalam rongga dada, batang tenggorokan ini bercabang dua. Setiap cabangnya masuk menuju paru-paru kanan dan paru-paru kiri.

c) Cabang Batang Tenggorokan (Bronkus)

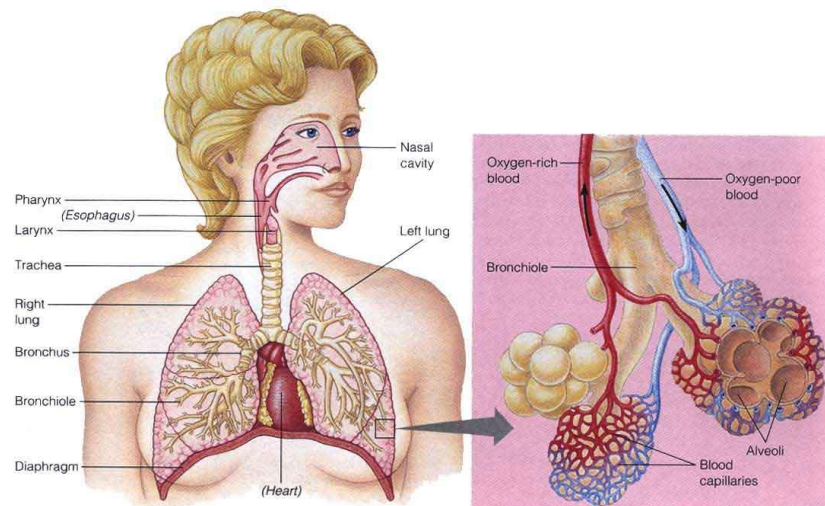
Cabang batang tenggorokan (bronkus) merupakan cabang dari trakea. Bronkus terbagi menjadi dua yaitu menuju paru-paru kanan dan menuju paru-paru kiri. Bronkus bercabang lagi menuju bronkiolus. Setiap cabang tersebut berakhir pada gelembung paru-paru atau alveolus. Alveolus merupakan tempat terjadinya difusi oksigen ke dalam darah.

3) Paru-paru

Paru-paru terletak di dalam rongga dada dan dibatasi dengan rongga perut oleh diafragma. Paru-paru merupakan cabang-cabang suatu saluran yang ujungnya bergelembung (alveoli) tempat terjadinya pertukaran gas-gas. Paru-paru terbagi menjadi paru-paru kanan dan paru-paru kiri. Paru-paru kanan terdiri atas tiga belahan, sedangkan paru-paru kiri hanya dua

belahan. Paru-paru kanan lebih besar daripada yang kiri (I Gusti Ayu Tri Agustiana, 2014: 228).

b. Proses Pernapasan



Gambar : Sistem respirasi pada manusia (kiri) dan struktur alveolus (kanan). (Sumber : Campbell et al. 1999).

Gambar 4. Sistem Pernapasan pada Manusia
Sumber : Campbell et.al, 2004: 62

Paru-paru terletak dalam rongga dada. Paru-paru mempunyai tekstur mirip spons dan berbentuk seperti sarang lebah dengan epitelium lembap yang berfungsi sebagai permukaan respirasi. Luas total permukaan epitelium (sekitar 100 m^2 pada manusia) sudah cukup untuk melakukan pertukaran gas untuk keseluruhan tubuh. Sebuah sistem saluran yang bercabang mengirimkan udara ke paru-paru. Udara melalui lubang hidung, kemudian disaring oleh rambut, dihangatkan, dilembapkan, dan dicek jika ada bebaunan, sementara udara mengalir melalui berbagai ruang dalam rongga hidung. Rongga hidung mengarah ke faring, semacam persimpangan di mana jalur untuk udara dan makanan saling silang. Ketika makanan

ditelan, laring (bagian atas saluran respirasi) bergerak ke atas dan merebahkan epiglottis di atas glotis (pembukaan pada batang tenggorokan). Hal tersebut membuat makanan bisa turun masuk ke esofagus hingga ke lambung). Pada waktu-waktu lain, glotis berada dalam keadaan terbuka dan kita dapat bernapas.

Dinding laring diperkuat dengan tulang rawan. Pada manusia dan mamalia lain, laring diadaptasikan sebagai kotak suara. Ketika udara dihembuskan, udara tersebut akan melintasi sepasang pita suara dalam laring, kemudian suara dihasilkan ketika otot sadar dalam kotak suara menjadi tegang dan merenggangkan pita suara tersebut sehingga pita suara bergetar. Dari laring, udara lewat ke dalam trakea. Cincin tulang rawan mempertahankan bentuk trakea. Trakea bercabang menjadi dua bronki, masing-masing menuju ke tiap belahan paru-paru. Di dalam paru-paru bronkus bercabang secara berulang-ulang menjadi pipa yang semakin halus yang disebut bronkiolus.

Bagian ujung bronkiolus yang paling kecil berakhir dan membentuk sekumpulan kantung udara yang disebut alveoli. Epitelium tipis yang terdiri dari jutaan alveoli di dalam paru-paru berfungsi sebagai permukaan respirasi. Oksigen di udara yang dikirimkan ke alveoli akan larut dalam lapisan tipis yang lembap dan berdifusi melewati epitelium dan masuk ke dalam suatu jaringan kapiler yang mengelilingi masing-masing alveolus. Karbondioksida

berdifusi dari kapiler menembus epitelium alveolus dan masuk ke dalam ruang udara (Campbell et.al, 2004: 62).

c. Mekanisme Pernapasan

Bernapas terdiri dari menghirup dan menghembuskan udara (inspirasi dan ekspirasi).

1) Inspirasi (inhalasi)

Inspirasi adalah proses dimana oksigen masuk ke dalam paru-paru. Mekanisme inspirasi adalah kontraksi antara otot diafragma dan otot intercostal dengan aktif akan meningkatkan ukuran dada sehingga secara pasif paru-paru di dorong untuk mengembang. Hal ini akan menyebabkan ukuran alveoli menjadi meningkat dan menurunkan tekanan, sehingga tekanan di dalam alveoli lebih rendah di banding tekanan di atmosfer. Hal ini menyebabkan udara masuk ke dalam paru-paru (Giri Wiarto, 2014: 3).

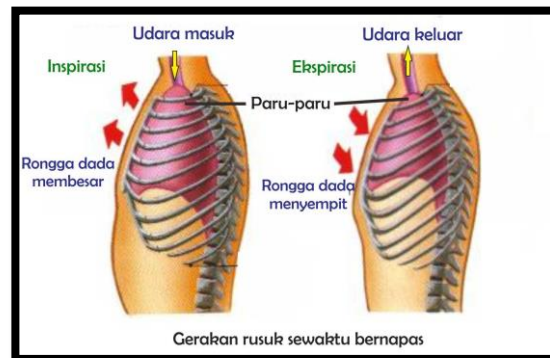
2) Ekspirasi (ekshalasi)

Ekspirasi merupakan proses di mana udara yang berada di dalam paru-paru dikeluarkan ke luar tubuh. Terjadi ekspirasi adalah karena otot diafragma mengalami relaksasi. Elastisitas paru dan rongga dada menyebabkan naik dan turunnya tekanan udara di dalam paru-paru. Tekanan yang ada di dalam paru-paru meningkat menyebabkan udara terdorong keluar tubuh melalui hidung (Giri Wiarto, 2014: 4).

Proses bernapas ada 2 bentuk pernapasan yaitu pernapasan luar dan pernapasan dalam. Pernapasan luar adalah suatu proses pertukaran oksigen dan karbondioksida yang terjadi di dalam paru-paru. Sedangkan pernapasan dalam adalah suatu proses pertukaran oksigen dan karbondioksida yang berjalan di dalam jaringan tubuh. Selain itu terdapat dua jenis pernapasan, yaitu :

1) Pernapasan dada

Pernapasan dada adalah pernapasan yang melibatkan otot antar tulang rusuk. Pernapasan dada terjadi ketika rangka dada terbesar bergerak. Ini terdapat pada rangka yang lunak, yaitu : pada anak-anak muda dan pada perempuan. Cara melakukan pernapasan ini dengan menggunakan daya tampung dada untuk menyimpan oksigen. Mekanismenya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5. Inspirasi dan ekspirasi pernapasan dada
Sumber : Ilma Riksa Isfiani (2014)

a) Inspirasi

Tahap ini berupa berkontraksinya otot antartulang rusuk sehingga rongga dada membesar akibatnya tekanan dalam

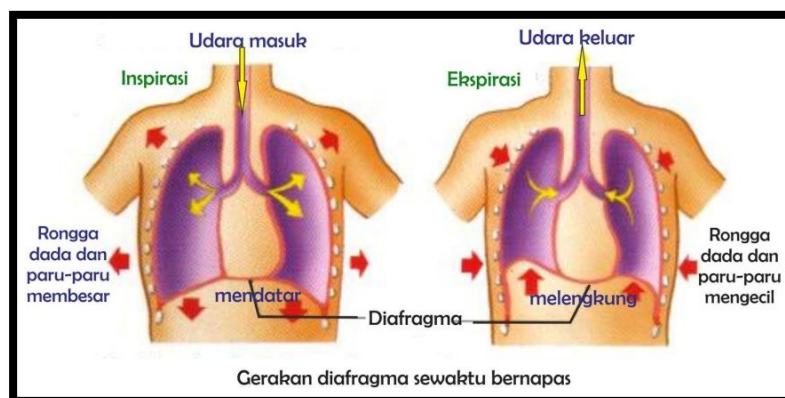
rongga dada menjadi lebih kecil daripada tekanan di luar sehingga udara luar yang kaya oksigen masuk.

b) Ekspirasi

Tahap ini merupakan tahap relaksasi atau kembalinya otot antara tulang rusuk ke posisi semula yang diikuti oleh turunnya tulang rusuk sehingga rongga dada menjadi kecil. Hal ini mengakibatkan tekanan di dalam rongga dada lebih besar daripada tekanan luar, sehingga udara dalam rongga dada yang kaya karbondioksida keluar.

2) Pernapasan perut

Pernapasan ini juga disebut pernapasan diafragma, karena ketika bernapas diafragma naik-turun. Pernapasan ini menggunakan dua rongga utama dalam menyimpan udara yaitu rongga dada dan rongga perut. Mekanismenya dapat dilihat melalui gambar 6.



Gambar 6. Inspirasi dan ekspirasi pernapasan perut
Sumber : Ilma Riksa Isfiani (2014)

a) Inspirasi

Saat inspirasi (menarik napas), diafragma berkontraksi sehingga kedudukannya mula-mula melengkung menjadi datar. Hal ini mengakibatkan rongga dada membesar dan volum paru-paru juga membesar sehingga tekanan dalam paru-paru mengecil. Isi rongga perut tertekan, akibatnya udara luar yang kaya akan oksigen masuk ke dalam paru-paru.

b) Ekspirasi

Saat ekspirasi (menghembuskan napas), otot-otot diafragma mengendur (relaksasi) dan diafragma berada pada kedudukan semula (berbentuk cekung) sehingga rongga dada mengecil dan udara yang kaya karbondioksida tertekan keluar (Giri Wiarto, 2014:3).

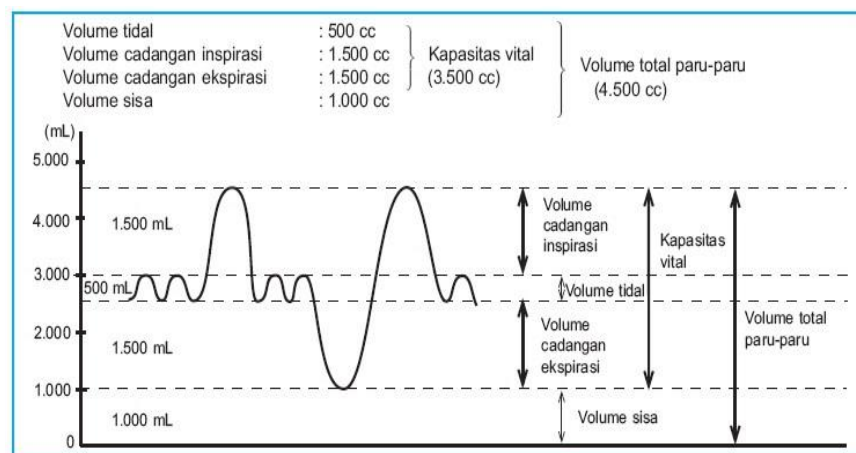
2. Kapasitas Paru-paru Manusia

Macam-macam kapasitas paru-paru sebagai berikut.

- a. Kapasitas inspirasi adalah hasil dari volume tidal, kira-kira 500 ml ditambah dengan volume cadangan inspirasi. Kapasitas inspirasi merupakan jumlah udara yang dapat dihirup oleh seseorang mulai inspirasi atau ekspirasi normal dan mengembangkan paru-parunya sampai jumlahnya maksimum (kira-kira 1500 ml).
- b. Kapasitas residu fungsional adalah hasil dari cadangan ekspirasi ditambah dengan volume residu. Besarnya kapasitas residu

fungsi adalah udara yang tersisa dalam paru-paru pada akhir ekspirasi normal (kira-kira 1000 ml).

- c. Kapasitas vital adalah hasil dari volume cadangan inspirasi ditambah dengan volume tidal dari volume cadangan ekspirasi. Kapasitas vital ini adalah jumlah udara maksimum yang dapat dikeluarkan dari paru-paru seseorang setelah terlebih dahulu mengisi paru-paru secara maksimum dan kemudian mengeluarkan sebanyak-banyaknya (kira-kira 3500 ml).
- d. Kapasitas paru-paru total adalah volume maksimum dimana paru-paru dapat dikembangkan sebesar mungkin dengan inspirasi paksa (kira-kira 5000 ml) atau sama dengan kapasitas vital ditambah dengan volume residu. (Nyoman Wijana, 2015:188)



Sumber: Biology For Advanced Level, Glenn dan Susan Toole

Gambar 7. Volume respirasi normal
Sumber : Glenn dan Susan Toole

Volume maksimum udara yang dapat ditampung oleh paru-paru, volume paru-paru total sebesar 5,7 liter pada pria dan 4,2 liter pada wanita. Biasanya paru-paru terisi kurang dari setengah volumenya.

Kapasitas vital, volume maksimum yang dapat menggerakkan udara masuk dan keluar dalam satu siklus ialah satu ukuran kesehatan paru-paru. **Volume tidal**-volume yang menggerakkan udara masuk dan keluar dalam satu siklus respirasi normal-sekitar 0,5 liter. Paru-paru tidak pernah sepenuhnya kosong. Jadi, udara di dalam selalu merupakan campuran udara inhalasi yang segar dan udara kotor yang tertinggal dalam ekshalasi sebelumnya. Meskipun demikian, terdapat banyak oksigen dalam pertukaran (Cecie Starr dkk, 2009: 293).

Menurut Nyoman Wijaya (2015: 188), frekuensi paru-paru merupakan kecepatan bernafas. Frekuensi pernapasan pada setiap orang berbeda-beda. Frekuensi pernapasan dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut.

a. Jenis kelamin

Secara umum laki-laki lebih banyak membutuhkan oksigen dibandingkan perempuan, karena laki-laki memiliki aktivitas lebih tinggi dibandingkan perempuan sehingga energi tersebut lebih banyak dibutuhkan.

b. Usia

Umumnya makin bertambah umur seseorang, irama pernapasannya semakin lambat. Hal ini berkaitan dengan makin berkurangnya kebutuhan energi. Usia balita sampai remaja merupakan masa pertumbuhan fisik yang sangat membutuhkan energi yang berarti laju metabolisme dalam tubuh juga akan lebih cepat, sehingga

membutuhkan banyak oksigen dan juga mengeluarkan lebih banyak karbondioksida.

c. Suhu tubuh

Manusia merupakan jenis makhluk hidup yang bersifat homoterm, yang berarti suhu tubuhnya relative konstan, yaitu 36-37°C. suhu tubuh konstan karena manusia mampu mengatur produksi panas tubuhnya dengan cara meningkatkan laju metabolisme tubuh. Semakin rendah suhu akan semakin cepat pernapasan.

d. Posisi tubuh

Posisi tubuh menentukan banyaknya otot dan organ tubuh yang bekerja. Hal ini berarti menentukan kebutuhan energi untuk mendukungnya.

e. Aktivitas tubuh

Semakin banyak organ tubuh yang bekerja dan semakin berat kerja organ tersebut, semakin tinggi kebutuhan energi yang diperlukan, sehingga laju metabolisme dan irama pernapasan semakin cepat.

3. Gangguan pada Sistem Pernapasan Manusia

Berikut ini beberapa gangguan penyakit yang sering muncul dalam kehidupan sehari-hari.

Tabel 5. Gangguan pada sistem pernapasan manusia

No.	Gangguan/ Penyakit	Penyebab	Gejala
1.	Flu	Virus	Bersin, sumbatan, dan sekret hidung
2.	Faringitis	Virus, kadang streptokokus	Demam, nyeri tenggorokan

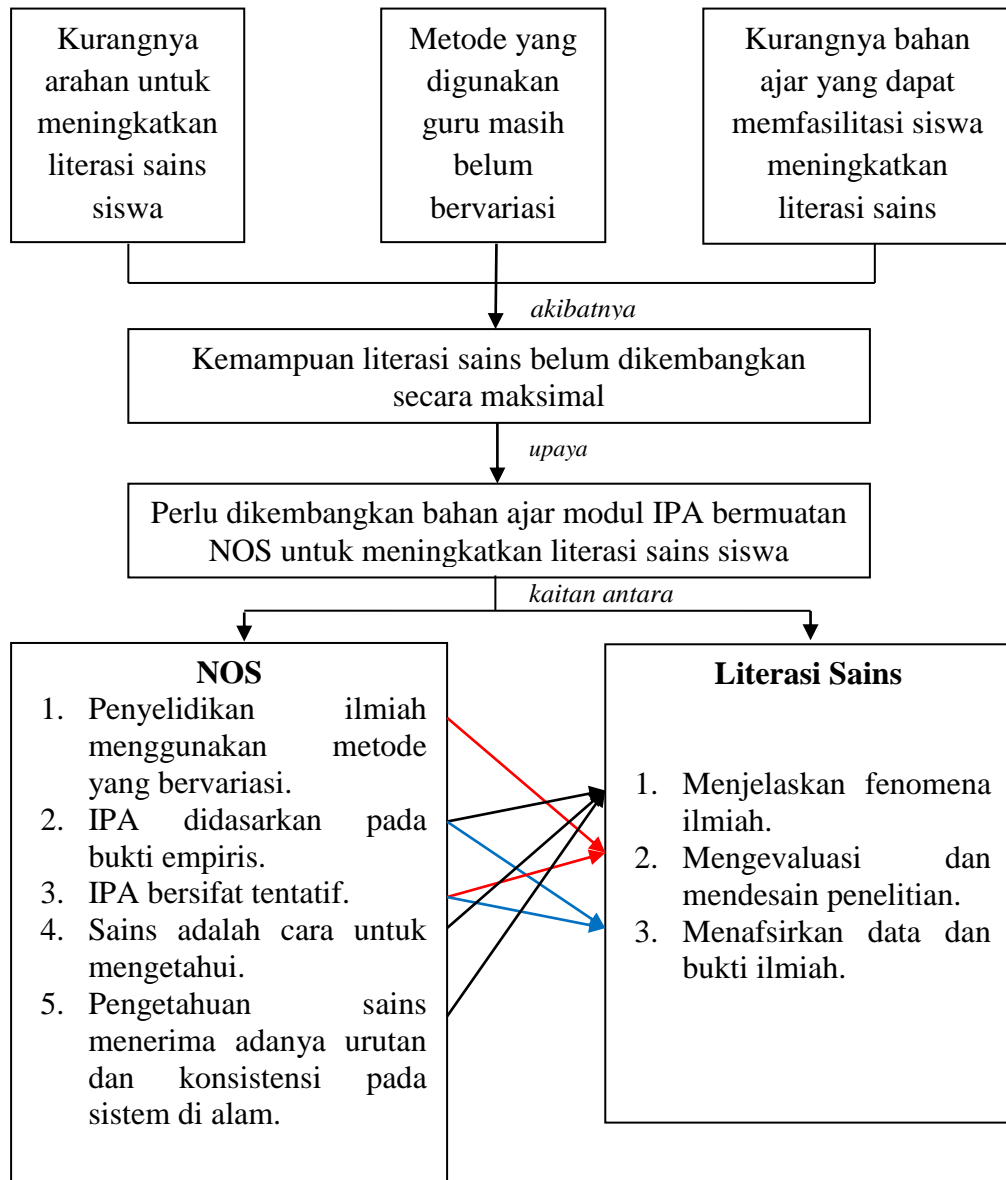
No.	Gangguan/ Penyakit	Penyebab	Gejala
3.	Laringitis	Virus, kadang pneumokokus atau <i>Haemophilus sp</i>	Demam, suara serak
4.	Epiglottitis	<i>Haemophilus influenza</i> (kadang pneumokokus)	Demam, nyeri tenggorokan, stridor, penyempitan saluran pernapasan atas.
5.	Bronkitis	Virus, kadang pneumokokus atau <i>Haemophilus sp</i>	Batuk kering, sakit tenggorokan, sesak napas, hidung tersumbat, nyeri pada dada, demam ringan.
6.	Sinusitis	Berbagai bakteri, 15% virus	Nyeri kepala, nyeri wajah, hidung tersumbat

(Patrick Davey, 2006: 177)

B. Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir penelitian menjelaskan bahwa kemampuan yang saat ini dibutuhkan seiring dengan perkembangan IPTEK adalah literasi sains. Terdapat beberapa permasalahan yang mendukung penelitian ini antara lain: (1) kurangnya arahan untuk meningkatkan literasi sains siswa, (2) metode yang digunakan guru masih belum bervariasi, (3) kurangnya bahan ajar yang dapat memfasilitasi siswa meningkatkan literasi sains. Berdasarkan permasalahan tersebut mengakibatkan kemampuan literasi sains siswa masih rendah sehingga perlu upaya untuk meningkatkan kemampuan literasi sains. Pengembangan bahan ajar modul IPA bermuatan NOS menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan literasi sains siswa. Aspek NOS dapat meningkatkan literasi sains karena terdapat keterkaitan di antara keduanya. NOS mampu merefleksikan kegiatan yang telah dilakukan siswa sehingga siswa dapat menggunakan pengetahuan ilmiah dalam untuk mengidentifikasi isu-isu

ilmiah dengan mengemukakan dan mengevaluasi argumen berdasarkan bukti, menarik kesimpulan dan mengambil keputusan dengan tepat. Kerangka pikir penelitian disajikan dalam bentuk skema pada gambar 8.



Gambar 8. Kerangka Pikir Penelitian

C. Penelitian yang Relevan

1. Ulfaturrohmi, Hunaepi, dan Putri Indah Lesmana (2016) dengan judul Pembelajaran *Nature of Science* (NOS) Berbantuan LKS untuk

meningkatkan kemampuan kognitif dan menumbuhkan literasi sains siswa di SMA Negeri 1 Pemenang.

Hasil Penelitian :

Penerapan pembelajaran NOS dapat meningkatkan kemampuan kognitif dan menumbuhkan literasi sains siswa kelas X.A SMAN 2 Pemenang tahun pelajaran 2013/2014. Hal ini dapat dilihat dari data penelitian berupa kemampuan kognitif siswa diperoleh hasil ketuntasan belajar 61,53% pada siklus pertama dan 85,00% pada siklus kedua sedangkan kemampuan literasi sains diperoleh hasil rata-rata sebesar 72 pada siklus pertama dengan kategori tinggi dan 85,93 pada siklus kedua yang termasuk dalam kategori sangat tinggi.

2. Maharani Savitri dan Anita Marina (2015) dengan judul Rekonstruksi Bahan Ajar Bermuatan *View of Nature of Science* untuk Pembelajaran IPA di SMP (Sebuah Kajian Teoritis)

Hasil Penelitian :

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan, rekonstruksi bahan ajar perlu dilakukan pada mata pelajaran IPA baik di tingkat SMP/MTs ataupun di tingkat SMA/MA dengan tujuan untuk menghasilkan dokumen kurikulum berupa bahan ajar yang sesuai perkembangan kognitif siswa. Dengan memasukkan NOS ke dalam standar/kurikulum diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar tentang materi sains, minat terhadap sains, dan pengambilan keputusan terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan sains.

3. Anis Ardyany Puspaningtyas (2015) dengan judul Pengembangan Bahan Ajar IPA Terpadu Berbasis Literasi Sains Bertema Perubahan Zat di Lingkungan

Hasil Penelitian :

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*) yang menghasilkan produk berupa bahan ajar literasi sains bertema perubahan zat di lingkungan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bahan ajar IPA terpadu berbasis literasi sains yang dikembangkan tergolong layak, mudah dipahami dan efektif dalam meningkatkan literasi sains siswa.

D. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana kelayakan bahan ajar modul bermuatan NOS pada materi sistem pernapasan untuk meningkatkan literasi sains siswa kelas VIII SMP N 2 Mlati menurut dosen ahli?
2. Bagaimana kelayakan bahan ajar modul bermuatan NOS pada materi sistem pernapasan untuk meningkatkan literasi sains siswa kelas VIII SMP N 2 Mlati menurut guru?
3. Bagaimana peningkatan literasi sains siswa kelas VIII SMP N 2 Mlati setelah menggunakan bahan ajar modul bermuatan NOS?
4. Bagaimana respon siswa kelas VIII SMP N 2 Mlati terhadap modul IPA bermuatan NOS untuk meningkatkan literasi sains siswa yang telah dikembangkan?