

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Hakikat IPA dan Pembelajarannya

Pada hakikatnya, IPA dibangun atas dasar produk ilmiah, proses ilmiah, dan sikap ilmiah. Selain itu, IPA dipandang pula sebagai proses, sebagai produk, dan sebagai prosedur (Marsetio Donosepoetro dalam Trianto, 2012: 137). Trianto (2012: 137) menjelaskan IPA sebagai proses diartikan semua kegiatan ilmiah untuk menyempurnakan pengetahuan tentang alam maupun untuk menemukan pengetahuan baru. Sebagai produk diartikan sebagai hasil proses, berupa pengetahuan yang diajarkan dalam sekolah atau di luar sekolah ataupun bahan bacaan untuk penyebaran atau dissiminasi pengetahuan. Sebagai prosedur dimaksudkan adalah metodologi atau cara yang dipakai untuk mengetahui sesuatu (riset pada umumnya) yang lazim disebut metode ilmiah (*scientific method*).

Collette & Chiappetta (1994: 30) menjelaskan 4 dimensi dari sains, yaitu *science as a way of thinking*, *science as a way of investigating*, *science as a body of knowledge*, dan *science and it's interaction with technology and society*.

a. *Science as a way of thinking*

- 1) *Believe*, kecenderungan para ilmuwan melakukan penelitian terhadap masalah gejala alam dimotivasi oleh kepercayaan bahwa

hukum alam dapat dikonstruksi dari observasi dan diterangkan dengan pemikiran dan penalaran.

- 2) *Curiosity*, kepercayaan bahwa alam dapat dimengerti didorong oleh rasa ingin tahu untuk menemukannya.
 - 3) *Imagination*, para ilmuwan sangat mengandalkan pada kemampuan imajinasinya dalam pemecahan masalah gejala alam.
 - 4) *Reasoning*, penalaran setingkat dengan imajinasi. Para ilmuwan juga mengandalkan penalaran dalam memecahkan masalah gejala alam.
 - 5) *Self-examination*, pemikiran ilmiah adalah sesuatu yang lebih tinggi daripada sekedar suatu usaha untuk mengerti tentang alam. Pemikiran ilmiah juga merupakan sarana untuk memahami dirinya, untuk melihat seberapa jauh para ahli sampai pada kesimpulan tentang alam (Asih Widi Wisudawati, 2015: 24-25).
- b. *Science as a way of investigating*
- 1) *Observation*, para ahli yang ingin mengerti alam dan menemukan hukum alam harus mempelajari objek-objek dan kejadian-kejadian melalui observasi. Dari observasi diperoleh fakta dan rekaman fakta merupakan data, yang selanjutnya diolah menjadi hasil observasi.
 - 2) *Experimentation*, merupakan hal sangat penting dalam metode ilmiah untuk menguak rahasia gejala alam. Eksperimen harus

diikuti observasi yang teliti dan cermat agar diperoleh data yang akurat.

- 3) *Mathematic*, sangat diperlukan untuk menyatakan hubungan antara variabel dalam hukum dan teori. Matematika juga penting untuk membangun suatu model (Asih Widi Wisudawati, 2015: 25).

c. *Science as a body of knowledge*

Carin dan Sund dalam Asih (2015: 24) mendefinisikan IPA sebagai “pengetahuan yang sistematis dan tersusun secara teratur, berlaku umum (*universal*), dan berupa kumpulan data hasil observasi dan eksperimen”. Merujuk pada definisi Carin dan Sund tersebut, maka IPA memiliki 4 unsur utama, yaitu:

- 1) Sikap: IPA memunculkan rasa ingin tahu tentang benda, fenomena alam, makhluk hidup, serta hubungan sebab akibat. Persoalan IPA dapat dipecahkan dengan menggunakan prosedur yang bersifat *open ended*.
- 2) Proses: proses pemecahan masalah pada IPA memungkinkan adanya prosedur yang runtut dan sistematis melalui metode ilmiah. Metode ilmiah meliputi penyusunan hipotesis, perencanaan eksperimen atau percobaan, evaluasi, pengukuran, dan penarikan kesimpulan.
- 3) Produk: IPA menghasilkan produk berupa fakta, prinsip, teori, dan hukum.

- 4) Aplikasi: penerapan metode ilmiah dan konsep IPA dalam kehidupan sehari-hari.

d. *Science and it's interaction with technology and society*

IPA meliputi alam semesta keseluruhan, benda-benda yang ada di permukaan bumi, di dalam perut bumi dan diluar angkasa, baik yang dapat diamati indera maupun yang tidak dapat diamati dengan indera. Oleh karena itu, secara umum IPA dipahami sebagai ilmu kealaman, yaitu ilmu tentang dunia zat, baik makhluk hidup maupun benda mati yang diamati. Secara umum IPA dipahami sebagai ilmu yang lahir dan berkembang lewat langkah-langkah observasi, perumusan masalah, penyusunan hipotesis, pengujian hipotesis melalui eksperimen, penarikan kesimpulan, serta penemuan teori dan konsep. Dapat pula dikatakan bahwa Hakikat IPA adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari gejala-gejala melalui serangkaian proses yang dikenal dengan proses ilmiah yang dibangun atas dasar sikap ilmiah dan hasilnya terwujud sebagai produk ilmiah yang tersusun atas tiga komponen terpenting berupa konsep, prinsip, dan teori yang berlaku secara universal (Trianto, 2012: 141).

Menurut Depdiknas yang dimuat dalam Trianto (2012: 143), hakikat dan tujuan pembelajaran IPA diharapkan dapat memberikan antara lain sebagai berikut.

- a. Kesadaran akan keindahan dan keteraturan alam untuk meningkatkan keyakinan terhadap Tuhan Yang Maha Esa.

- b. Pengetahuan, yaitu pengetahuan tentang dasar dari prinsip dan konsep, fakta yang ada di alam, hubungan saling ketergantungan, dan hubungan antara sains dan teknologi.
- c. Keterampilan dan kemampuan untuk menangani peralatan, memecahkan masalah dan melakukan observasi.
- d. Sikap ilmiah, antara lain skeptis, kritis, sensitif, objektif, jujur, terbuka, benar, dan dapat bekerja sama.
- e. Kebiasaan mengembangkan kemampuan berpikir analitis induktif dan deduktif dengan menggunakan konsep dan prinsip sains untuk menjelaskan berbagai peristiwa alam.
- f. Apresiatif terhadap sains dengan menikmati dan menyadari keindahan keteraturan perilaku alam serta penerapannya dalam teknologi.

Berdasarkan uraian tentang hakikat IPA dan pembelajarannya, maka di sintesis bahwa IPA pada hakikatnya dapat dipandang sebagai sikap, proses, produk, dan aplikasi. Sehingga, empat komponen ini saling terkait satu dengan yang lain dan menjadi satu bagian yang tidak terpisahkan dari IPA.

2. Modul

Modul adalah sebuah bahan ajar yang disusun secara sistematis dengan bahasa yang mudah difahami oleh peserta didik sesuai tingkat pengetahuan dan usia, agar dapat digunakan untuk belajar mandiri dengan bantuan atau bimbingan yang minimal dari pendidik (Andi Prastowo, 2015: 106). Pedoman Umum Pengembangan Bahan Ajar (Diknas, 2004),

modul diartikan sebagai sebuah buku yang ditulis dengan tujuan agar peserta didik dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru. Sementara pada pandangan lainnya, modul dimaknai sebagai seperangkat bahan ajar yang disajikan secara sistematis, sehingga penggunaanya dapat belajar dengan atau tanpa seorang fasilitator atau guru.

Komponen-komponen utama yang perlu tersedia di dalam modul, yaitu:

- a. tinjauan mata pelajaran, merupakan paparan umum mengenai keseluruhan pokok-pokok isi mata pelajaran,
- b. pendahuluan, merupakan pembukaan pembelajaran suatu modul,
- c. kegiatan belajar, merupakan inti dalam pemaparan materi pelajaran,
- d. latihan, merupakan berbagai bentuk kegiatan belajar yang harus dilakukan oleh peserta didik setelah membaca uraian sebelumnya,
- e. rambu-rambu jawaban latihan, merupakan hal-hal yang harus diperhatikan oleh peserta didik dalam mengerjakan soal-soal latihan,
- f. rangkuman, merupakan inti dari uraian materi yang disajikan pada kegiatan belajar dari suatu modul,
- g. tes formatif, merupakan tes untuk mengukur penguasaan peserta didik setelah suatu pokok bahasan selesai dipaparkan dalam satu kegiatan belajar berakhir,
- h. kunci jawaban tes formatif dan tindak lanjut, merupakan lembar yang berisi jawaban dari soal-soal yang telah diberikan dan petunjuk penilaian, dan

i. tindak lanjut, merupakan bagian yang berisi kegiatan yang harus dilakukan peserta didik atas dasar tes formatifnya (Sungkono, 2003).

Sedangkan komponen evaluasi bahan ajar modul mencakup kelayakan isi, kebahasaan, sajian, dan kegrafisan.

a. Komponen kelayakan isi

- 1) Kesesuaian dengan SK, KD
- 2) Kesesuaian dengan perkembangan anak
- 3) Kesesuaian dengan kebutuhan bahan ajar
- 4) Kebenaran substansi materi pembelajaran
- 5) Manfaat untuk penambahan wawasan
- 6) Kesesuaian dengan nilai moral dan nilai-nilai sosial

b. Komponen kebahasaan

- 1) Keterbacaan
- 2) Kejelasan informasi
- 3) Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar
- 4) Pemanfaatan bahasa secara efektif dan efisien (jelas dan singkat)

c. Komponen penyajian

- 1) Kejelasan tujuan (indikator) yang ingin dicapai
- 2) Urutan sajian
- 3) Pemberian motivasi, daya tarik
- 4) Interaksi (pemberian stimulus dan respond)
- 5) Kelengkapan informasi

d. Komponen kegrafisan

- 1) Penggunaan font; jenis dan ukuran
- 2) *Lay out* atau tata letak
- 3) Ilustrasi, gambar, foto
- 4) Desain tampilan (Depdiknas, 2008: 28)

Menurut Daryanto (2013: 9), modul merupakan salah satu bentuk bahan ajar yang dikemas secara utuh dan sistematis, didalamnya memuat seperangkat pengalaman belajar yang terencana dan didesain untuk membantu peserta didik menguasai tujuan belajar yang spesifik. Modul minimal memuat tujuan pembelajaran, materi/substansi belajar, dan evaluasi. Modul berfungsi sebagai sarana belajar yang bersifat mandiri, sehingga peserta didik dapat belajar secara mandiri sesuai dengan kecepatan masing-masing.

Pengembangan modul harus memperhatikan karakteristik yang diperlukan sebagai modul yang mampu meningkatkan motivasi belajar peserta didik.

a. *Self Instruction*

Merupakan karakteristik penting dalam modul, dengan karakter tersebut memungkinkan seseorang belajar secara mandiri dan tidak tergantung pada pihak lain. Untuk memenuhi karakter *self instruction*, maka modul harus:

- 1) memuat tujuan pembelajaran yang jelas dan dapat menggambarkan pencapaian kompetensi;

- 2) memuat materi pembelajaran yang dikemas dalam unit-unit kegiatan yang kecil/spesifik, sehingga memudahkan dipelajari secara tuntas;
- 3) tersedia contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran;
- 4) terdapat soal-soal latihan, tugas, dan sejenisnya yang memungkinkan untuk mengukur penguasaan peserta didik;
- 5) kontekstual, yaitu materi yang disajikan terkait suasana, tugas atau konteks kegiatan, dan lingkungan peserta didik;
- 6) menggunakan bahasa yang sederhana dan komunikatif;
- 7) terdapat rangkuman materi pembelajaran;
- 8) terdapat instrument penilaian, yang memungkinkan peserta didik melakukan penilaian mandiri (*self assessment*);
- 9) terdapat umpan balik atas penilaian peserta didik, sehingga peserta didik mengetahui tingkat penguasaan materi; dan
- 10) terdapat informasi tentang rujukan/pengayaan/referensi yang mendukung materi pembelajaran dimaksud.

b. *Self Contained*

Modul dikatakan *self contained* bila seluruh materi pembelajaran yang dibutuhkan termuat dalam modul tersebut. Tujuan dari konsep ini adalah memberikan kesempatan peserta didik mempelajari materi pembelajaran secara tuntas, karena materi belajar

dikemas kedalam satu kesatuan yang utuh. Jika harus dilakukan pembagian atau pemisahan materi dari satu kompetensi, harus dilakukan dengan hati – hati dan memperhatikan keluasan kompetensi yang harus dikuasai oleh peserta didik.

c. *Stand Alone*

Stand alone atau berdiri sendiri merupakan karakteristik modul yang tidak tergantung pada bahan ajar/media lain, atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan bahan ajar/media lain. Dengan menggunakan modul, peserta didik tidak perlu bahan ajar yang lain untuk mempelajari dan/atau mengerjakan tugas pada modul tersebut. Jika peserta didik masih menggunakan dan bergantung pada bahan ajar lain selain modul yang digunakan, maka bahan ajar tersebut tidak dikategorikan sebagai modul yang berdiri sendiri.

d. *Adaptive*

Modul hendaknya memiliki daya adaptif yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi. Dikatakan adaptif jika modul tersebut dapat menyesuaikan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta fleksibel/luwes digunakan di berbagai perangkat keras (*hardware*).

e. *User Friendly*

Modul hendaknya juga memenuhi kaidah *user friendly* atau bersahabat/akrab dengan pemakainya. Setiap instruksi dan paparan informasi yang tampil bersifat membantu dan bersahabat dengan

pemakainya, termasuk kemudahan pemakai dalam merespon dan mengakses sesuai dengan keinginan. Penggunaan bahasa yang sederhana, mudah dimengerti, serta menggunakan istilah yang umum digunakan merupakan salah satu bentuk *user friendly* (Daryanto, 2013: 9-11).

Adapun tujuan penyusunan atau pembuatan modul sebagai berikut (Andi Prastowo, 2015: 108-109).

- a. agar peserta didik dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan pendidik (yang minimal);
- b. agar peran pendidik tidak terlalu dominan dan otoriter dalam kegiatan pembelajaran;
- c. melatih kejujuran peserta didik;
- d. mengakomodasi berbagai tingkat dan kecepatan belajar peserta didik;
- e. agar peserta didik mampu mengukur sendiri tingkat penguasaan materi yang telah dipelajari.

Andriani menyatakan kegunaan modul dalam proses pembelajaran antara lain sebagai penyedia informasi dasar karena dalam modul disajikan berbagai materi pokok yang masih bisa dikembangkan lebih lanjut; sebagai bahan instruksi atau petunjuk bagi peserta didik; serta sebagai bahan pelengkap dengan ilustrasi dan foto yang komunikatif. Di samping itu, kegunaan lainnya adalah menjadi petunjuk mengajar yang efektif bagi pendidik serta menjadi bahan untuk berlatih bagi peserta didik dalam melakukan penilaian sendiri (Andi Prastowo, 2015: 109).

Berdasarkan uraian tentang modul, maka di sintesis bahwa modul adalah sebuah bahan ajar yang disusun secara sistematis dengan bahasa yang mudah difahami dan dapat digunakan untuk belajar mandiri oleh peserta didik. Karakteristik modul dalam penelitian ini adalah *self instruction, self contained, stand alone, adaptive, dan user friendly*.

3. *Science Environment Technology and Society (SETS)*

Pada dasarnya pendekatan sains teknologi masyarakat dalam pembelajaran dilaksanakan oleh guru melalui topik yang dibahas dengan jalan menghubungkan antara sains dan teknologi yang terkait dengan kegunaannya di masyarakat. Tujuannya antara lain adalah untuk meningkatkan motivasi dan prestasi belajar di samping memperluas wawasan peserta didik (Anna Poedjiadi, 2010: 84). Istilah *Science Environment Technology and Society (SETS)* merupakan suatu pendekatan yang dikembangkan dari suatu pendekatan *Science Technology and Society (STS)* dan dipadukan dengan *Environment Education (EE)* dengan memberikan filosofi baru didalamnya. Esensi dari pendekatan STS dan SETS sebenarnya sama, yang membedakan hanya pada SETS terdapat bahasan dari segi lingkungan. Pada bahasan STS, lebih menekankan pada dampak perkembangan sains dan teknologi bagi masyarakat. Lingkungan sebenarnya terkait dalam istilah tersebut, tetapi yang merasakan dampak teknologi terhadap lingkungan ialah manusia atau masyarakat (Binadja, 2005).

Pendekatan STS dalam pengajaran sains tidak hanya menekankan pada konsep-konsep sains tetapi juga menekankan pada peranan sains dan teknologi yang terjadi di masyarakat. Pendekatan STS merupakan salah satu konsep belajar bermakna untuk peserta didik karena peserta didik diajak langsung mempelajari materi IPA dari dampak teknologi yang ada dilingkungan sekitar (Asih Widi Wisudawati, 2015: 72).

Efek pengiring (*nurturant effect*) dari pendekatan SETS adalah peningkatan kemampuan berfikir kritis, peningkatan kemampuan berfikir tingkat tinggi (*higher order thinking*), dan kemampuan memecahkan masalah yang peserta didik jumpai. Efek pembelajaran (*instructional effect*) yang dapat dicapai melalui pendekatan ini adalah aspek kognitif, afektif, psikomotorik, dan peningkatan pengalaman agama yang dianut (Asih Widi Wisudawati, 2015: 73).

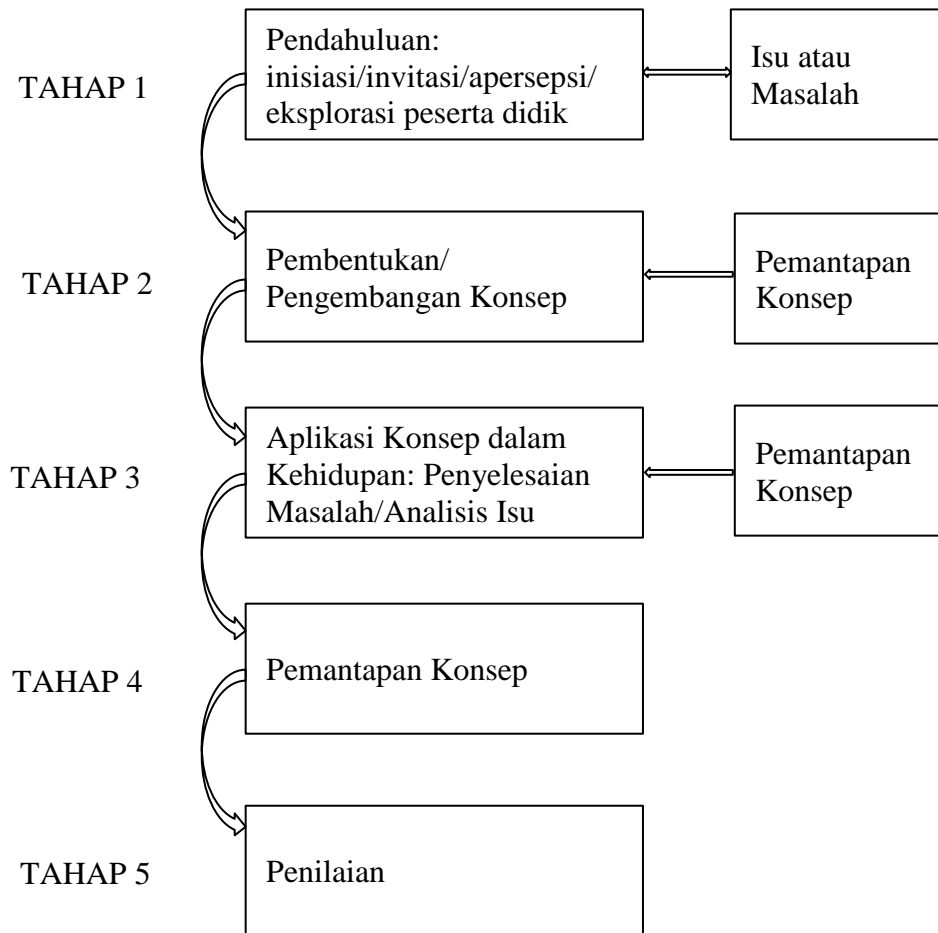
Penerapan pendekatan SETS dalam pembelajaran dapat mengembangkan keterampilan afektif, keterampilan kognitif, dan keterampilan psikomotorik peserta didik. Menurut Anna Poedjiadi (2010: 131-132) ada enam (6) ranah yang terlibat dalam pendekatan SETS sebagai berikut.

- a. Konsep, fakta, generalisasi, diambil dari bidang ilmu tertentu dan merupakan kekhasan masing-masing bidang ilmu.
- b. Proses diartikan dengan bagaimana proses memperoleh konsep atau bagaimana cara-cara memperoleh konsep dalam bidang ilmu tertentu.

- c. Kreativitas mencakup lima (5) perilaku individu, yakni: kelancaran, fleksibilitas, originalitas, elaborasi, dan sensitivitas.
- d. Aplikasi konsep dalam kehidupan sehari-hari yang merupakan “*far transfer of learning*”.
- e. Sikap, yang dalam hal ini mencakup menyadari kebesaran Tuhan, menghargai hasil penemuan para ilmuwan dan penemu produk teknologi, serta peduli terhadap masyarakat yang kurang beruntung.
- f. Cenderung untuk ikut melaksanakan tindakan nyata apabila terjadi sesuatu dalam lingkungannya yang memerlukan peran sertanya.

Pendekatan *Science Environment Technology and Society (SETS)* memiliki tahapan-tahapan dalam implementasinya saat pembelajaran, yaitu pendahuluan, pembentukan konsep, aplikasi konsep, pematapan konsep, dan penilaian. Tahapan-tahapan pembelajaran dengan pendekatan *Science Environment Technology and Society (SETS)* ditunjukkan oleh Gambar 1.

Berdasarkan uraian tentang pendekatan *Science Environment Technology and Society (SETS)*, maka di sintesis bahwa pendekatan SETS adalah pendekatan pembelajaran yang mengaitkan antara aspek sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat dalam menanggapi sebuah isu atau permasalahan.



Gambar 1. Tahapan Pendekatan *Science Environment Technology and Society* (Anna Poedjiadi, 2010: 126)

4. Keterampilan Proses Sains

Keterampilan Proses Sains (KPS) merupakan metode ilmiah yang di dalamnya melatih langkah-langkah untuk menemukan sesuatu melalui eksperimen dan percobaan. Menurut Wahono dalam Septi (2015: 28), keterampilan proses sains (KPS) adalah keterampilan dasar bereksperimen, metode ilmiah, dan berinkuiri. Saat ini KPS memang mempunyai peranan penting dalam membantu peserta didik untuk menemukan konsep dan merupakan langkah penting dalam proses belajar mengajar khususnya dalam menemukan konsep materi IPA.

Dimiyati & Mudjiono (2006: 138) mendefinisikan pendekatan keterampilan proses sebagai wawasan atau anutan pengembangan keterampilan-keterampilan intelektual, sosial dan fisik yang bersumber dari kemampuan-kemampuan mendasar yang pada prinsipnya telah ada dalam diri peserta didik. Sedangkan menurut Patta Bundu (2006: 21), pendekatan keterampilan proses adalah metode untuk memperoleh pengetahuan dengan cara tertentu. Teori-teori sains mengalami perkembangan terus menerus karena adanya aspek proses sains yang juga berjalan dan berkembang terus seiring dengan laju perkembangan ilmu dan teknologi yang diperoleh dengan metode ilmiah.

Pendekatan keterampilan proses adalah pendekatan dalam proses belajar mengajar yang menekankan kepada keterampilan memperoleh pengetahuan dan mengomunikasikan perolehannya itu. Keterampilan proses berarti pula sebagai perlakuan yang diterapkan dalam proses

pembelajaran dengan menggunakan daya pikir dan kreasi secara efektif dan efisien guna mencapai tujuan. Tujuan keterampilan proses adalah mengembangkan kreativitas peserta didik dalam belajar sehingga peserta didik secara aktif dapat mengembangkan dan menerapkan kemampuan-kemampuannya. Peserta didik belajar tidak hanya untuk mencapai hasil, melainkan juga belajar bagaimana belajar (M. Hosnan, 2014: 370).

Pembelajaran dengan pendekatan keterampilan proses memberi kesempatan kepada peserta didik terlibat aktif dalam pembelajaran, sehingga dengan adanya interaksi antara pengembangan keterampilan proses dengan fakta, konsep dan prinsip ilmu pengetahuan akan mengembangkan sikap dan nilai ilmuwan dalam diri peserta didik. Selain itu, pendekatan keterampilan proses memberikan kepada peserta didik pengertian yang tepat tentang hakikat ilmu pengetahuan, serta peserta didik dapat sekaligus belajar proses dan produk ilmu pengetahuan. Pengembangan keterampilan proses sangat diperlukan peserta didik sejak awal, karena pada dasarnya anak memiliki keingintahuan yang besar terhadap sesuatu. Menurut hasil penelitian Piaget dan Bruner terungkap bahwa anak dapat berpikir secara tingkat tinggi bila ia mempunyai cukup pengalaman secara kongkrit dan bimbingan yang memungkinkan pengembangan konsep-konsep dan menghubungkan fakta-fakta yang diperlukan.

Pembagian keterampilan proses sains menurut para tokoh dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pembagian Keterampilan Proses Sains menurut Para Tokoh

Tokoh	Keterampilan Proses Sains
Patta Bundu (2006: 23-24)	Keterampilan dasar: observasi, klasifikasi, komunikasi, pengukuran, prediksi, dan penarikan kesimpulan. Keterampilan terintegrasi: mengidentifikasi variabel, menyusun tabel data, menyusun grafik, menggambarkan hubungan antar variabel, memperoleh dan memproses data, menganalisis investigasi, menyusun hipotesis, merumuskan variabel secara operasional, merancang investigasi, dan melakukan eksperimen.
Dimiyati dan Mudjiono (2006: 140)	Keterampilan dasar: mengobservasi, mengklasifikasi, memprediksi, mengukur, menyimpulkan dan mengkomunikasikan. Keterampilan terintegrasi: mengidentifikasi variabel, membuat tabulasi data, menyajikan data dalam bentuk grafik, menggambarkan hubungan antar variabel, mengumpulkan dan mengolah data, menganalisa penelitian, menyusun hipotesis, mendefinisikan variabel secara operasional, merancang penelitian dan melaksanakan eksperimen.
M. Hosnan (2014: 370)	Mengamati, mengklasifikasi, menafsirkan, meramalkan, menerapkan, merencanakan penelitian, dan mengomunikasikan.

Penjabaran dari beberapa keterampilan proses sains dasar sebagai berikut.

a. Mengamati

Keterampilan melakukan observasi adalah kemampuan menggunakan panca indera untuk memperoleh data atau informasi.

b. Mengklasifikasi

Keterampilan mengklasifikasikan ialah mengelompokkan atas aspek dan ciri-ciri tertentu.

c. Mengomunikasikan

Komunikasi adalah kemampuan untuk menyampaikan hasil pengamatan atau pengetahuan yang dimiliki kepada orang lain, baik secara lisan maupun tulisan.

d. Memprediksi

Prediksi adalah suatu perkiraan yang spesifik pada bentuk observasi yang akan datang.

e. Menginterpretasi Data

Keterampilan menginterpretasi ialah kemampuan memaknakan hubungan antar variabel, mengolah dan mencari satu pola yang mengarahkan pada penyusunan prediksi, hipotesis, atau penarikan kesimpulan (Patta Bundu, 2006: 25-29).

f. Melakukan Percobaan

Melakukan percobaan dapat diartikan sebagai keterampilan untuk mengadakan pengujian terhadap ide-ide yang bersumber dari fakta, konsep, dan prinsip ilmu pengetahuan sehingga dapat diperoleh informasi yang menerima atau menolak ide-ide itu (Dimiyati & Mudjiono, 2006: 150). Melakukan percobaan adalah suatu kegiatan yang mencakup seluruh keterampilan proses (Patta Bundu, 2006: 30).

g. Mengukur

Mengukur dapat diartikan sebagai membandingkan yang diukur dengan satuan ukuran tertentu yang telah ditetapkan sebelumnya.

h. Menyimpulkan

Menyimpulkan dapat diartikan sebagai suatu keterampilan untuk memutuskan keadaan suatu objek atau peristiwa berdasarkan fakta, konsep dan prinsip yang diketahui (Dimiyati & Mudjiono, 2006: 143-144).

Indikator-indikator dalam keterampilan proses sains menurut para tokoh disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Indikator Keterampilan Proses Sains menurut Para Tokoh

Tokoh	Keterampilan Proses Sains	Indikator
Trianto (2012: 144-147)	Mengamati	a. Penggunaan indera-indera tidak hanya penglihatan b. Pengorganisasian objek-objek menurut satu sifat tertentu c. Pengidentifikasian banyak sifat d. Melakukan pengamatan kuantitatif e. Melakukan pengamatan kualitatif
	Mengklasifikasikan	a. Pengidentifikasian suatu sifat umum b. Memilah-milahkan dengan menggunakan dua sifat atau lebih c. Mencari perbedaan dan persamaan d. Membandingkan
	Menginferensi	a. Mengaitkan pengamatan dengan pengalaman atau pengetahuan terdahulu b. Mengajukan penjelasan-penjelasan untuk pengamatan-pengamatan c. Menghubungkan hasil-hasil pengamatan
	Memprediksi	a. Penggunaan data dan pengamatan yang sesuai b. Penafsiran generalisasi tentang pola-pola

Tokoh	Keterampilan Proses Sains	Indikator
		<ul style="list-style-type: none"> c. Pengujian kebenaran dari prediksi-prediksi yang sesuai d. Mengemukakan kemungkinan yang akan terjadi pada keadaan yang belum diamati
	Mengomunikasikan	<ul style="list-style-type: none"> a. Pemaparan pengamatan atau dengan menggunakan perbendaharaan kata yang sesuai b. Pengembangan grafik atau gambar untuk menyajikan pengamatan dan peragaan data c. Perancangan poster atau diagram untuk menyajikan data untuk meyakinkan orang lain
	Mengukur	<ul style="list-style-type: none"> a. Pengukuran panjang, volume, massa, temperatur, dan waktu dalam satuan yang sesuai b. Memilih alat dan satuan yang sesuai untuk tugas pengukuran tertentu tersebut c. Menggunakan alat ukur d. Membaca skala alat ukur
	Menyimpulkan	<ul style="list-style-type: none"> a. Membuat kesimpulan sesuai dengan tujuan
	Menggunakan Bilangan	<ul style="list-style-type: none"> a. Penghitungan b. Pengurutan c. Penyusunan bilangan dalam pola-pola yang benar d. Penggunaan keterampilan matematika yang sesuai
	Penafsiran Data	<ul style="list-style-type: none"> a. Penyusunan data b. Pengenalan pola-pola atau hubungan-hubungan c. Merumuskan inferensi yang sesuai dengan menggunakan data d. Pengikhtisaran secara benar
	Eksperimen	<ul style="list-style-type: none"> a. Merumuskan dan menguji prediksi tentang kejadian-kejadian b. Mengajukan dan menguji hipotesis c. Mengidentifikasi dan mengontrol variabel

Tokoh	Keterampilan Proses Sains	Indikator
		d. Mengevaluasi prediksi dan hipotesis berdasarkan pada hasil-hasil percobaan
	Pengontrolan Variabel	<ul style="list-style-type: none"> a. Pengidentifikasian variabel yang mempengaruhi hasil b. Pengidentifikasian variabel yang diubah dalam percobaan c. Pengidentifikasian variabel yang dikontrol dalam suatu percobaan
	Perumusan Hipotesis	<ul style="list-style-type: none"> a. Perumusan hipotesis berdasarkan pengamatan dan inferensi b. Merancang cara-cara untuk menguji hipotesis c. Merevisi hipotesis apabila data tidak mendukung hipotesis tersebut
	Pendefinisian Operasional	<ul style="list-style-type: none"> a. Memaparkan pengalaman-pengalaman dengan menggunakan objek-objek konkret b. Mengatakan apa yang diperbuat objek – objek tersebut c. Memaparkan perubahan-perubahan atau pengukuran-pengukuran selama suatu kejadian
Patta Bundu (2006: 31)	Observasi (mengamati)	<ul style="list-style-type: none"> a. Menggunakan alat indera sebanyak mungkin b. Mengumpulkan fakta yang relevan dan memadai
	Klasifikasi (menggolongkan)	<ul style="list-style-type: none"> a. Mencari perbedaan b. Mengontraskan c. Mencari kesamaan d. Membandingkan e. Mencari dasar penggolongan
	Aplikasi konsep (menerapkan konsep)	<ul style="list-style-type: none"> a. Menghitung b. Menjelaskan peristiwa c. Menerapkan konsep yang dipelajari pada situasi baru
	Prediksi (meramalkan)	<ul style="list-style-type: none"> a. Menggunakan pola b. Menghubungkan pola yang ada c. Memperkirakan peristiwa yang akan terjadi
	Interpretasi (menafsirkan)	<ul style="list-style-type: none"> a. Mencatat hasil pengamatan

Tokoh	Keterampilan Proses Sains	Indikator
		<ul style="list-style-type: none"> b. Menghubungkan hasil pengamatan c. Membuat kesimpulan
	Menggunakan alat	<ul style="list-style-type: none"> a. Berlatih menggunakan alat dan bahan b. Menjelaskan mengapa dan bagaimana alat digunakan
	Eksperimen (merencanakan dan melakukan percobaan)	<ul style="list-style-type: none"> a. Menentukan alat dan bahan yang digunakan b. Menentukan variabel c. Menentukan apa yang diamati atau diukur d. Menentukan langkah kegiatan e. Menentukan bagaimana data diolah dan disimpulkan
	Mengomunikasikan	<ul style="list-style-type: none"> a. Membaca grafik, tabel, atau diagram b. Menjelaskan hasil percobaan c. Mendiskusikan hasil percobaan d. Menyampaikan laporan secara sistematis
	Mengajukan pertanyaan	<ul style="list-style-type: none"> a. Bertanya b. Meminta penjelasan c. Bertanya tentang latar belakang hipotesis

Berdasarkan uraian tentang keterampilan proses sains, dapat disintesis bahwa keterampilan proses sains adalah keterampilan-keterampilan pada proses pembelajaran IPA yang menekankan peserta didik untuk beraktivitas dan berkreaitivitas dalam memperoleh pengetahuan, keterampilan, dan sikap serta menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari termasuk dalam proses pembelajaran IPA yang melibatkan fisik, mental, dan sosial peserta didik untuk mencapai suatu tujuan. Kemampuan-kemampuan dalam keterampilan proses pada penelitian ini adalah mengamati, memprediksi, melakukan percobaan,

mengklasifikasikan, mengukur, mengomunikasikan, menginterpretasi data, dan menyimpulkan.

5. Penguasaan Konsep

Konsep adalah suatu satuan arti yang mewakili sejumlah objek yang memiliki ciri-ciri yang sama (Winkel, 1996: 82). Sementara Dahar (2006: 64) mendefinisikan konsep sebagai suatu abstraksi mental yang mewakili satu kelas stimulus. Belajar konsep, yakni kesanggupan menempatkan objek yang mempunyai ciri yang sama menjadi satu kelompok (klasifikasi) tertentu. Konsep diperoleh melalui interaksi dengan lingkungan dan banyak terjadi dalam realitas kehidupan. Konsep dinyatakan dalam bentuk simbol bahasa (Nana Sudjana, 2014: 47).

Penguasaan konsep dapat diartikan sebagai kemampuan peserta didik untuk memahami berbagai konsep, baik sebelum proses belajar, selama proses pembelajaran, maupun setelah proses pembelajaran. Dahar mendefinisikan sebagai kemampuan penguasaan peserta didik terhadap konsep dalam memahami makna ilmiah sebuah konsep yang baik dalam teori dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Penguasaan konsep merupakan bagian dari hasil belajar ranah kognitif (Riki Apriyandi Putra, 2014: 498). Kesuksesan belajar tidak hanya bergantung pada domain kognitif saja, namun bergantung pada lingkungan, kondisi belajar, dan pengetahuan sebelumnya peserta didik. Penguasaan peserta didik terhadap konsep dipengaruhi oleh faktor psikologis, yaitu faktor kecerdasan, perhatian, minat, bakat, motivasi, kedewasaan, dan kelelahan. Selain itu,

penguasaan konsep peserta didik juga dipengaruhi oleh strategi belajar (www.mafiaol.com).

Dalam pembelajaran konstruktif, peserta didik melakukan proses kognitif secara aktif, yakni memerhatikan informasi relevan yang datang, menata informasi di otak menjadi gambaran yang koheren, dan memadukan informasi tersebut dengan pengetahuan yang telah tersimpan di otak (Mayer dalam Anderson, 2015: 98).

Ranah kognitif menurut Anas Sudijono (2011: 49-50) adalah ranah yang mencakup kegiatan mental (otak). Menurut Bloom, segala upaya yang menyangkut aktivitas otak adalah termasuk dalam ranah kognitif. Dalam ranah kognitif itu terdapat enam jenjang proses berpikir, mulai dari jenjang terendah sampai dengan jenjang yang paling tinggi. Keenam jenjang tersebut adalah indikator yang dikemukakan oleh Bloom, yaitu: mengingat (C1), memahami (C2), mengaplikasikan (C3), menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta (C6).

a. Mengingat

Proses mengingat adalah mengambil pengetahuan yang dibutuhkan dari memori jangka panjang. Pengetahuan yang dibutuhkan boleh jadi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, atau metakognitif, atau kombinasi dari beberapa pengetahuan ini.

1) Mengenali

Proses mengenali adalah mengambil pengetahuan yang dibutuhkan dari memori jangka panjang untuk

membandingkannya dengan informasi yang baru saja diterima. Dalam mengenali, peserta didik mencari di memori jangka panjang suatu informasi yang identik atau mirip sekali dengan informasi yang baru diterima (seperti terjadi dalam memori kerja). Jika menerima informasi baru, peserta didik menentukan apakah informasi tersebut sesuai dengan pengetahuan yang telah dipelajari sebelumnya atau tidak; peserta didik mencari kesesuaian di antara keduanya. Istilah lain dari mengenali adalah mengidentifikasi.

2) Mengingat Kembali

Proses mengingat kembali adalah mengambil pengetahuan yang dibutuhkan dari memori jangka panjang ketika soalnya menghendaki demikian. Soalnya sering berupa pertanyaan. Dalam mengingat kembali, peserta didik mencari informasi di memori jangka panjang dan membawa informasi tersebut ke memori kerja untuk diproses. Istilah lain untuk mengingat kembali adalah mengambil.

b. Memahami

Peserta didik dikatakan memahami bila dapat mengkonstruksi makna dari pesan-pesan pembelajaran, baik yang bersifat lisan, tulisan atau grafis, yang disampaikan melalui pengajaran, buku, atau layar komputer. Peserta didik memahami ketika mereka menghubungkan pengetahuan “baru” dan pengetahuan lama mereka. Lebih tepatnya,

pengetahuan yang baru masuk dipadukan dengan skema-skema dan kerangka-kerangka kognitif yang telah ada. Lantaran konsep-konsep di otak seumpama blok-blok bangunan yang di dalamnya berisi skema-skema dan kerangka-kerangka kognitif, pengetahuan konseptual menjadi dasar untuk memahami.

1) Menafsirkan

Menafsirkan terjadi ketika peserta didik dapat mengubah informasi dari satu bentuk ke bentuk lain. Nama-nama lainnya adalah menerjemahkan, memparafrasekan, menggambarkan, dan mengklarifikasi.

2) Mencontohkan

Proses kognitif mencontohkan terjadi manakala peserta didik memberikan contoh tentang konsep atau prinsip umum. Mencontohkan melibatkan identifikasi ciri-ciri pokok dari konsep atau prinsip umum dan menggunakan ciri-ciri ini untuk memilih atau membuat contoh. Nama-nama lain untuk mencontohkan adalah mengilustrasikan dan memberi contoh.

3) Mengklasifikasikan

Proses kognitif mengklasifikasikan terjadi ketika peserta didik mengetahui bahwa sesuatu termasuk dalam kategori tertentu. Mengklasifikasikan melibatkan proses mendeteksi ciri-ciri atau pola-pola yang “sesuai” dengan contoh dan konsep atau prinsip tersebut. Mengklasifikasikan adalah proses kognitif yang

melengkapi proses mencontohkan. Jika mencontohkan dimulai dengan konsep atau prinsip umum dan mengharuskan peserta didik menemukan contoh tertentu, mengklasifikasikan dimulai dengan contoh tertentu dan mengharuskan peserta didik menemukan konsep atau prinsip umum. Nama-nama lain dari mengklasifikasikan adalah mengkategorikan dan mengelompokkan.

4) Merangkum

Proses kognitif merangkum terjadi ketika peserta didik mengemukakan satu kalimat yang mempresentasikan informasi yang diterima atau mengabstraksikan sebuah tema. Merangkum melibatkan proses membuat ringkasan informasi. Nama-nama lain untuk merangkum adalah menggeneralisasi dan mengabstraksi.

5) Menyimpulkan

Proses kognitif menyimpulkan menyertakan proses menemukan pola dalam sejumlah contoh. Menyimpulkan terjadi ketika peserta didik dapat mengabstraksikan sebuah konsep atau prinsip yang menerangkan contoh-contoh tersebut dengan mencermati ciri-ciri setiap contohnya dan, yang terpenting, dengan menarik hubungan di antara ciri-ciri tersebut. Proses menyimpulkan melibatkan proses kognitif membandingkan seluruh contohnya. Menyimpulkan dan mengeksekusi sering dipakai secara

bersamaan dalam tugas-tugas kognitif. Nama-nama lain dari menyimpulkan adalah mengekstrapolasi, menginterpolasi, memprediksi, dan menyimpulkan.

6) Membandingkan

Proses kognitif membandingkan melibatkan proses mendeteksi persamaan dan perbedaan antara dua atau lebih objek, peristiwa, ide, masalah, atau situasi. Membandingkan meliputi pencarian korespondensi satu-satu antara elemen-elemen dan pola-pola pada satu objek, peristiwa, atau ide dan elemen-elemen dan pola-pola pada satu objek, peristiwa, atau ide lain. Jika digunakan bersama menyimpulkan dan mengimplementasikan, membandingkan dapat mendukung penalaran dengan analogi. Nama-nama lainnya adalah mengontraskan, memetakan, mencocokkan.

7) Menjelaskan

Proses kognitif menjelaskan berlangsung ketika peserta dapat membuat dan menggunakan model sebab-akibat dalam sebuah sistem. Model ini dapat dapat diturunkan dari teori atau didasarkan pada hasil penelitian atau pengalaman. Nama lain dari menjelaskan adalah membuat model.

c. Mengaplikasikan

Proses kognitif mengaplikasikan melibatkan penggunaan prosedur-prosedur tertentu untuk mengerjakan soal latihan atau menyelesaikan

masalah. Mengaplikasikan berkaitan erat dengan pengetahuan prosedural.

1) Mengeksekusi

Mengeksekusi lebih sering diasosiasikan dengan penggunaan keterampilan dan algoritme ketimbang dengan teknik dan metode. Nama lain untuk mengeksekusi adalah melaksanakan.

2) Mengimplementasikan

Mengimplementasikan prosedurnya harus dibuat dari pengetahuan konseptual dengan bantuan teori, model, atau struktur. Mengaplikasikan sangat terkait dengan pengetahuan prosedural, dan keterkaitan ini terjadi melalui sebagian besar proses kognitif dalam kategori mengaplikasikan, terdapat beberapa proses mengimplementasikan yang menerapkan pengetahuan konseptual. Nama lain dari mengimplementasikan adalah menggunakan.

d. Menganalisis

Menganalisis melibatkan proses memecah-mecah materi menjadi bagian – bagian kecil dan menentukan bagaimana hubungan antar bagian dan antara setiap bagian dan struktur keseluruhan. Kategori-kategori proses memahami, menganalisis, dan mengevaluasi saling terkait dan kerap kali digunakan untuk melakukan tugas-tugas kognitif.

1) Membedakan

Membedakan melibatkan proses memilah-milah bagian-bagian yang relevan atau penting dari sebuah struktur. Secara lebih khusus, membedakan berbeda dengan membandingkan dalam hal penggunaan konteks yang lebih luas untuk menentukan mana informasi yang relevan atau penting dan mana yang tidak. Nama-nama lain untuk membedakan adalah menyendirikan, memilah, memfokuskan, dan memilih.

2) Mengorganisasi

Mengorganisasi melibatkan proses mengidentifikasi elemen-elemen komunikasi atau situasi dan proses mengenali bagaimana elemen – elemen ini membentuk sebuah struktur yang koheren. Dalam mengorganisasi, peserta didik membangun hubungan-hubungan yang sistematis dan koheren antar potongan informasi. Nama-nama lain untuk mengorganisasi adalah menstrukturkan, memadukan, menemukan koherensi, membuat garis besar, dan mendeskripsikan peran.

3) Mengatribusikan

Mengatribusikan terjadi ketika peserta didik dapat menentukan sudut pandang, pendapat, nilai, atau tujuan di balik komunikasi. Mengatribusikan melibatkan proses dekonstruksi, yang di dalamnya peserta didik menentukan tujuan pengarang suatu

tulisan yang diberikan oleh guru. Nama lain untuk mengatribusikan adalah mendekonstruksi.

e. Mengevaluasi

Mengevaluasi didefinisikan sebagai membuat keputusan berdasarkan kriteria dan standart. Kriteria-kriteria yang paling sering digunakan adalah kualitas, efektivitas, efisiensi, dan konsistensi. Standart dapat bersifat kuantitatif ataupun kualitatif. Tidak semua keputusan bersifat evaluatif.

1) Memeriksa

Memeriksa melibatkan proses menguji inkonsistensi atau kesalahan internal dalam suatu operasi atau produk. Jika dipadukan dengan merencanakan dan mengimplementasikan, memeriksa melibatkan proses menentukan seberapa baik rencana itu berjalan. Nama-nama lain untuk memeriksa adalah menguji, mendeteksi, memonitor, dan mengoordinasi.

2) Mengkritik

Mengkritik melibatkan proses penilaian suatu produk atau proses berdasarkan kriteria dan standart eksternal. Mengkritik merupakan inti dari apa yang disebut berfikir kritis. Nama lain dari mengkritik adalah menilai.

f. Mencipta

Mencipta melibatkan proses menyusun elemen-elemen menjadi sebuah keseluruhan yang koheren atau fungsional. Tujuan-tujuan

yang diklasifikasikan dalam mencipta meminta peserta didik membuat produk baru dengan mereorganisasi sejumlah elemen atau bagian menjadi suatu pola atau struktur yang tidak pernah ada sebelumnya. Proses-proses kognitif yang terlibat dalam mencipta umumnya sejalan dengan pengalaman-pengalaman belajar sebelumnya. Meskipun mengharuskan cara pikir kreatif, mencipta bukanlah ekspresi kreatif yang bebas sama sekali dan tidak dihambat oleh tuntutan-tuntutan tugas atau situasi belajar.

1) Merumuskan

Merumuskan melibatkan proses menggambarkan masalah dan membuat pilihan atau hipotesis yang memenuhi kriteria-kriteria tertentu. Ketika merumuskan melampaui batas-batas pengetahuan lama dan teori-teori yang ada, proses kognitif ini melibatkan proses berfikir divergen dan menjadi inti dari apa yang disebut berfikir kreatif. Nama lain dari merumuskan adalah membuat hipotesis.

2) Merencanakan

Merencanakan melibatkan proses merencanakan metode penyelesaian masalah yang sesuai dengan kriteria-kriteria masalahnya, yakni membuat rencana untuk menyelesaikan masalah. Merencanakan adalah mempraktikkan langkah-langkah untuk menciptakan solusi yang nyata bagi suatu masalah. Nama lain dari merencanakan adalah mendesain.

3) Memproduksi

Memproduksi melibatkan proses melaksanakan rencana untuk menyelesaikan masalah yang memenuhi spesifikasi-spesifikasi tertentu. Tujuan-tujuan yang termasuk dalam kategori mencipta bisa atau bisa pula tidak memasukkan orisinalitas atau kekhasan sebagai salah satu spesifikasi. Tujuan yang memasukkan orisinalitas atau kekhasan merupakan tujuan memproduksi. Nama lain dari memproduksi adalah mengkonstruksi (Anderson & Krathwohl, 2015: 99-133).

Berdasarkan uraian tentang penguasaan konsep, dapat di sintesis bahwa penguasaan konsep adalah suatu penguasaan terhadap konsep dalam memahami makna ilmiah sebuah konsep yang baik dalam teori, baik sebelum proses belajar, selama proses pembelajaran, maupun setelah proses pembelajaran dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Indikator-indikator penguasaan konsep dalam penelitian ini adalah mengingat (C1), memahami (C2), mengaplikasikan (C3), menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta (C6).

B. Kajian Keilmuan

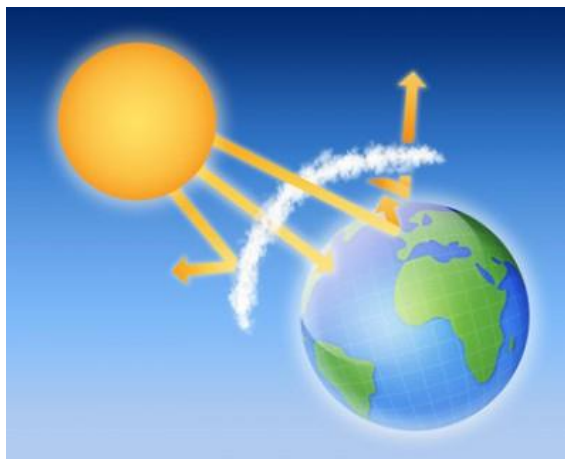
1. Konsep dan Mekanisme Pemanasan Global

a. Pengertian Efek Rumah Kaca

Efek rumah kaca adalah proses pemanasan alami yang terjadi ketika gas-gas rumah kaca di atmosfer bumi memerangkap radiasi panas dari bumi.

b. Proses Terjadinya Efek Rumah Kaca

Prosesnya, yaitu ketika radiasi sinar matahari mengenai permukaan bumi, maka akan menyebabkan bumi menjadi panas. Radiasi panas bumi akan dipancarkan lagi ke atmosfer. Panas yang kembali, dipantulkan oleh bumi terhalang oleh gas rumah kaca sehingga terperangkap dan dipantulkan kembali ke bumi. Proses ini akan menahan beberapa panas yang terperangkap kemudian menyebabkan suhu bumi meningkat. Akibatnya, bumi tetap menjadi hangat dan suhunya semakin meningkat (Wahono Widodo, 2016: 73).



Gambar 2. Efek Rumah Kaca pada Bumi
(Sumber: www.fungsi.web.id)

c. Pengertian Pemanasan Global

Pemanasan global adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan peningkatan suhu rata-rata atmosfer bumi dan lautan secara bertahap, serta sebuah perubahan yang diyakini secara permanen mengubah iklim bumi (Wahono Widodo, 2016: 74).

d. Proses Terjadinya Pemanasan Global

Proses terjadinya pemanasan global dimulai dari energi matahari yang diserap oleh sistem bumi, hasilnya bumi menjadi hangat. Kemudian energi matahari dipantulkan kembali ke angkasa. Ketika energi dilepaskan kembali ke angkasa, energi terperangkap oleh gas-gas rumah kaca sehingga menyebabkan suhu bumi meningkat (Sukis Wariyono, 2008: 249).

2. Penyebab dan Dampak Pemanasan Global

a. Penyebab Pemanasan Global

Segala bentuk aktivitas manusia selalu berdampak bagi lingkungan, baik itu membawa dampak positif ataupun dampak negatif. Begitu pula dengan kondisi atmosfer bumi saat ini yang mengalami perubahan akibat aktivitas manusia. Pembakaran bahan bakar fosil dan penebangan hutan dapat meningkatkan kadar CO₂ di atmosfer. Dikarenakan CO₂ adalah salah satu gas rumah kaca, maka meningkatnya kadar CO₂ di atmosfer akan berkontribusi terjadinya pemanasan global dan kadar CO₂ di atmosfer terus menerus meningkat.

Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya pemanasan global adalah sebagai berikut.

- 1) Emisi CO₂ yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil sebagai pembangkit tenaga listrik.
- 2) Emisi CO₂ yang berasal dari pembakaran gasoline sebagai bahan bakar alat transportasi.
- 3) Emisi metana dari hewan, lahan pertanian, dan dari dasar laut Arktik. Penyebab perubahan iklim dan pemanasan global lainnya adalah pencemaran gas metana. Metana adalah gas rumah kaca yang sangat kuat, peringkat kedua tepat di belakang pencemaran lingkungan yang dihasilkan oleh emisi CO₂.
- 4) *Deforestation* (penebangan liar) yang disertai dengan pembakaran lahan hutan, terutama hutan tropis untuk kayu dan lahan pertanian.
- 5) Penggunaan *chlorofluorocarbons* (CFCs) dalam refrigerator (pendingin) dapat menipiskan lapisan ozon. Freon biasanya digunakan pada AC, lemari es, dan *sprayer*. Molekul ozon dapat menyerap panjang gelombang tertentu dari radiasi ultraviolet matahari sebelum mencapai permukaan bumi. Pada lapisan stratosfer, radiasi matahari memecah molekul gas yang mengandung khlorin atau bromin dan menghasilkan radikal Khlor dan Brom. Radikal-radikal khlorin dan bromin kemudian melalui reaksi berantai memecahkan ikatan gas-gas lain di

atmosfer, termasuk ozon. Molekul-molekul ozon terpecah menjadi oksigen dan radikal oksigen. Dengan terjadinya reaksi ini akan mengurangi konsentrasi ozon di stratosfer. Semakin banyak senyawa yang mengandung Klor dan Brom, maka perusakan lapisan ozon semakin parah.

- 6) Meningkatnya penggunaan pupuk kimia dalam pertanian. Tingginya tingkat penerapan pupuk kaya nitrogen memiliki efek pada penyimpanan panas di lahan pertanian (oksida nitrogen memiliki kemampuan 300 kali lebih banyak untuk menjebak kapasitas panas per unit volume karbon dioksida).

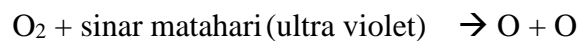
b. Dampak Pemanasan Global

Aktivitas manusia telah mengubah kealamian dari gas rumah kaca di atmosfer. Konsekuensi dari perubahan gas rumah kaca di atmosfer sulit diprediksi, tetapi beberapa dampak yang telah nampak adalah sebagai berikut.

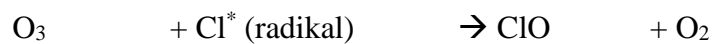
- 1) Temperatur bumi menjadi semakin tinggi.
- 2) Tingginya temperatur bumi dapat menyebabkan lebih banyak penguapan dan curah hujan secara keseluruhan.
- 3) Mencairnya gletzer yang menyebabkan kadar air laut meningkat.
- 4) Hilangnya terumbu karang.
- 5) Kegagalan panen besar-besaran.
- 6) Kepunahan spesies yang semakin meluas.

- 7) Perubahan iklim, yaitu perubahan jangka panjang dalam pola cuaca selama bertahun-tahun.
- 8) Sejak awal revolusi industri, tingkat keasaman permukaan air laut telah meningkat sekitar 30% (www.lingkunganhidup.co).
- 9) Penipisan lapisan ozon. Kerusakan lapisan ozon disebabkan karena bereaksi dengan radikal Klor. Radikal Klor berasal dari senyawa CFCs (*ChloroFluoroCarbons*) yang lebih dikenal dengan sebutan *Freon*.

Terbentuknya ozon:



Kerusakan lapisan ozon:



(Wisnu Arya Wardhana, 2004: 68-69)

c. Menghitung Emisi Gas CO₂

Energi merupakan salah satu sektor penting dalam inventarisasi emisi gas rumah kaca (GRK). Cakupan inventarisasi sektor energi meliputi kegiatan penyediaan dan penggunaan energi. Penyediaan energi meliputi kegiatan-kegiatan: (1) eksplorasi dan eksploitasi sumber-sumber energi primer, (2) konversi energi primer menjadi energi sekunder, dan (3) penyaluran dan distribusi energi.

Sedangkan kegiatan penggunaan energi meliputi: (1) penggunaan bahan bakar di peralatan-peralatan stasioner, dan (2) peralatan-peralatan bergerak/transportasi (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012: 1).

Transportasi beroperasi menggunakan energi yang berasal dari pembakaran bahan bakar minyak (BBM). Jenis BBM meliputi premium, pertalite, pertamax, solar, dan biosolar. Penggunaan BBM pada transportasi menghasilkan emisi gas buang, salah satunya adalah CO₂ (termasuk gas rumah kaca) yang dapat menyebabkan pemanasan global. Oleh sebab itu, kita perlu memperhatikan emisi gas buang yang dihasilkan oleh transportasi sesuai dengan jenis BBM yang digunakan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung emisi gas CO₂ yang dihasilkan oleh transportasi sebagai berikut.

$$E = KE \times FE$$

$$KE = ke \times NK$$

Keterangan :

- E* = Emisi CO₂ (kg CO₂/tahun)
- KE* = Konsumsi Energi (Tera Joule/tahun)
- FE* = Faktor Emisi (kg CO₂/Tera Joule)
- ke* = Jumlah Bahan Bakar (liter)
- NK* = Nilai Kalor (Tera Joule/liter)

Faktor emisi dan nilai kalor dari jenis BBM dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Faktor Emisi CO₂

No.	Bahan Bakar	Faktor Emisi CO ₂ (kg CO ₂ /TJ)
1.	Premium	69.300
2.	Pertalite	69.300
3.	Pertamax	69.300
4.	Solar	74.100

(Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup, 2012: 17)

Tabel 4. Nilai Kalor Bahan Bakar Indonesia

No.	Bahan Bakar	Nilai Kalor (TJ/liter)
1.	Premium	33 x 10 ⁻⁶
2.	Pertalite	33 x 10 ⁻⁶
3.	Pertamax	33 x 10 ⁻⁶
4.	Solar	36 x 10 ⁻⁶

(Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup, 2012: 13)

3. Usaha-usaha Menanggulangi Pemanasan Global

a. Teknologi Ramah Lingkungan

1) *Air Intake System (AIS)*

Cara kerja sistem ini berjalan setelah mesin melakukan pembakaran dan menghasilkan asap. Tepat sebelum asap yang mengandung CO mengalir ke knalpot, secara otomatis akan masuk O₂ dari udara bebas melalui sistem AIS tersebut. Ketika karbon monoksida bertambah dengan oksigen dari AIS, maka emisi akan dipaksa melalui 3 katalis yang berada didalam knalpot. Piranti 3 katalis yang mengandung lapisan senyawa

kimia ini akan mengikat sejumlah partikel dan senyawa beracun buangan mesin (www.vedcmalang.com).

2) *Air Conditioner Thermoelectric (ACT)*

Sebuah teknologi AC ramah lingkungan yang dibuat oleh Mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) menggunakan keping peltier atau keping panas-dingin sebagai pengganti freon. ACT memerlukan listrik sekitar 65 Watt dalam penggunaannya, sehingga dapat digunakan hanya dengan memakai USB laptop atau *powerbank* sebagai sumber energinya (www.news.okezone.com).

3) Musicool

Musicool adalah *refrigerant* dengan bahan dasar *hydrocarbon* alam dan termasuk dalam kelompok *refrigerant* ramah lingkungan, dirancang sebagai alternatif pengganti freon (www.globalindoprima.com).

b. Upaya-upaya untuk Menanggulangi Pemanasan Global

Beberapa usaha yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pemanasan global, di antaranya sebagai berikut.

- 1) Menggunakan energi terbarukan dan mengurangi penggunaan batu bara, gasoline, kayu, dan bahan bakar organik lainnya.
- 2) Meningkatkan efisiensi bahan bakar kendaraan.
- 3) Mengurangi *deforestation*.

- 4) Mengurangi penggunaan produk-produk yang mengandung *chlorofluorocarbons* (CFCs) dengan menggunakan produk-produk yang ramah lingkungan.
- 5) Mendukung dan turut serta pada kegiatan penghijauan.
- 6) Menerapkan sistem 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*).

(Wisnu Arya Wardhana, 2004: 166)

C. Hasil Penelitian yang Relevan

Hasil penelitian Anisa Indriastuti (Juli 2014) yang berjudul “Pengembangan Modul IPA berbasis Kearifan Lokal berpendekatan *Guided Inquiry* dengan Tema “*Science in Dragon Fruit*” untuk Meningkatkan *Scientific Process Skill*” menunjukkan bahwa menurut dosen ahli, Guru IPA, dan teman sejawat memperoleh skor rata-rata 3,62 dan berada pada kategori “Sangat Baik” sehingga modul layak digunakan dan keterampilan proses peserta didik mengalami peningkatan sebesar 16,87 % (dari 79,56 %) dengan pengukuran menggunakan lembar observasi.

Hasil penelitian Askarita Ratna Fitriani (Juni 2013) yang berjudul “Pengembangan Modul IPA Terpadu berbasis Pendekatan Inkuiri Terbimbing dengan Tema “Garputala” untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMP/MTs” menunjukkan bahwa menurut validator dosen ahli dan guru IPA SMP dari keseluruhan komponen tersebut modul IPA terpadu ini termasuk dalam kategori “Baik” dan keterampilan proses sains mengalami peningkatan sebesar $g \geq 0,7$ sehingga masuk kategori “tinggi” dari perhitungan data menggunakan gain skor.

Hasil penelitian Erly Noviana (Juni 2013) yang berjudul “Pengembangan Modul IPA Terpadu Tema “Letusan Gunung Merapi” berbasis Kearifan Lokal dengan Pendekatan Paikem untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa” menunjukkan bahwa menurut penilaian dosen ahli dan guru IPA menghasilkan nilai 32,00 “sangat baik” pada aspek kualitas materi; 33,25 “sangat baik” pada aspek bahasa dan gambar; 36,75 “baik” pada aspek penyajian; dan 17,00 “sangat baik” pada aspek kegrafisan dan dapat meningkatkan motivasi belajar siswa sebesar 21,50 % (dari kriteria sedang menjadi tinggi).

Hasil penelitian Agusta Arif Tri Utama (Mei 2013) yang berjudul “Pengembangan Modul IPA Terpadu Model *Webbed* berbasis Pendekatan Paikem dengan Tema “Rahasis Dibalik Asinnya Garam Dapur” untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa SMP Kelas VII” menunjukkan bahwa Modul layak dikembangkan dengan kualitas yang didapat dari dosen ahli dan guru IPA ditinjau dari aspek isi/materi diperoleh skor 41,00 “baik”, aspek bahasa dan gambar diperoleh skor 24,75 “baik”, dan aspek penyajian diperoleh skor 21,50 “sangat baik” dan dapat meningkatkan kemandirian belajar siswa sebesar 5,94 % melalui angket dan 32,50 % melalui hasil observasi.

Hasil penelitian Muhammad Izzatul Faqih (Maret 2013) yang berjudul “Pengembangan *Self Instructional Module* pada *Integrated Science Instruction* berbasis Pendekatan STM untuk Merintis *Outdoor Learning System* dalam Meningkatkan Kemandirian Siswa SMP” menunjukkan bahwa Modul ini layak

dikembangkan dengan kategori nilai “Baik” dari berbagai aspek penilaian dan dapat meningkatkan kemandirian belajar siswa sebesar 2,70 % melalui angket dan 16,40 % melalui observasi.

Berdasarkan beberapa referensi penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, peneliti akan melakukan penelitian tentang pengembangan modul IPA berbasis *Science Environment Technology and Society (SETS)*. Dengan mengembangkan modul IPA berbasis *Science Environment Technology and Society (SETS)*, peneliti berharap mampu meningkatkan keterampilan proses sains dan pemahaman konsep peserta didik.

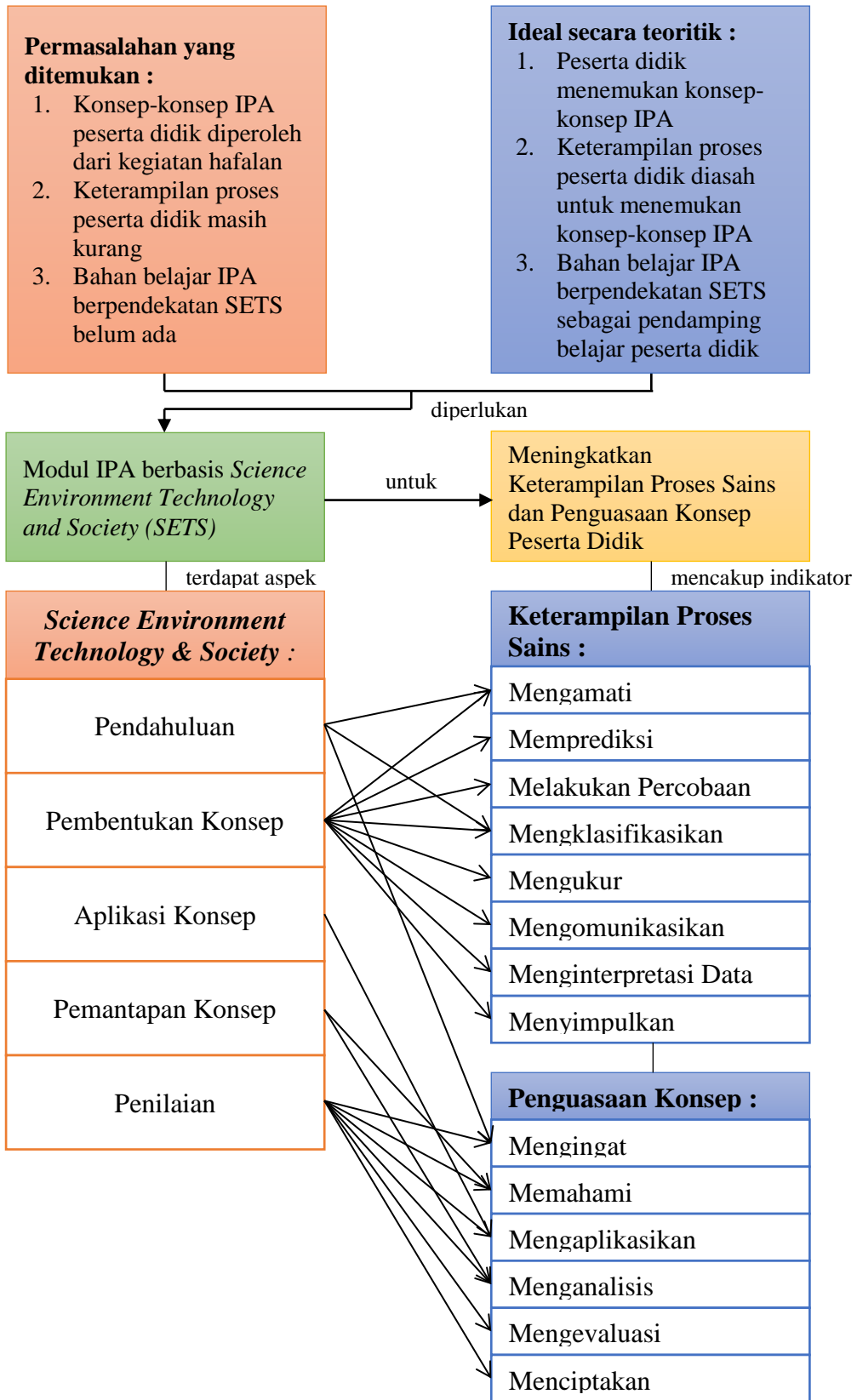
Persamaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah berorientasi untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan penguasaan konsep peserta didik, sedangkan perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah menggunakan pendekatan *Science Environment Technology and Society (SETS)* sebagai dasar penyajian modul IPA.

D. Kerangka Pikir

Identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah konsep-konsep IPA yang dimiliki peserta didik diperoleh dari kegiatan hafalan yang menyebabkan keterampilan proses sains peserta didik kurang terasah, seharusnya peserta didik menemukan dan membangun konsep-konsep IPA melalui proses ilmiah yang dapat mengasah keterampilan proses sains peserta didik. Bahan belajar IPA berbasis SETS sebagai pendamping belajar peserta didik juga belum ada.

Salah satu solusi untuk menjawab permasalahan dalam penelitian ini adalah mengembangkan sebuah bahan belajar modul IPA berbasis *Science Environment Technology and Society (SETS)* yang berorientasi meningkatkan keterampilan proses sains dan penguasaan konsep peserta didik.

Pendekatan SETS memiliki 5 tahapan, yaitu: pendahuluan, pembentukan konsep, aplikasi konsep, pemantapan konsep, dan penilaian. Kelima tahapan ini dapat memfasilitasi peserta didik untuk mencapai indikator-indikator keterampilan proses sains dan penguasaan konsep. Lebih jelasnya, dapat melihat bagan kerangka pikir penelitian pada Gambar 3.



Gambar 3. Kerangka Pikir Penelitian

D. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimanakah kelayakan modul IPA berbasis *Science Environment Technology and Society (SETS)* dalam meningkatkan keterampilan proses sains dan penguasaan konsep peserta didik?
2. Bagaimanakah respon peserta didik terhadap modul IPA berbasis *Science Environment Technology and Society (SETS)*?
3. Apakah terdapat peningkatan keterampilan proses sains peserta didik setelah pembelajaran dengan menggunakan modul IPA berbasis *Science Environment Technology and Society (SETS)*?
4. Apakah terdapat peningkatan penguasaan konsep peserta didik setelah pembelajaran dengan menggunakan modul IPA berbasis *Science Environment Technology and Society (SETS)*?