

Metode, Sikap, Proses, dan Implikasi Ilmiah

Sulistyani, M.Si.

Email: sulistyani@uny.ac.id

Metode Ilmiah sebagai Dasar IPA

- Berlatar belakang Penalaran deduktif (rasionalisme) dan induktif (empirisme) memiliki kelemahan dalam mengungkap kebenaran sehingga dipikirkan cara lain.
- Penalaran deduktif bersifat abstrak dan lepas dari pengalaman, sedangkan penalaran induktif hanya berdasarkan pengamatan panca indera.
- Perpaduan kedua penalaran ini kemudian dikenal sebagai metode ilmiah atau pendekatan ilmiah.

Pengetahuan ilmiah: Pengetahuan yang disusun dengan menerapkan metode ilmiah atau cara pendekatan ilmiah diperoleh melalui kegiatan penelitian ilmiah.

- Penelitian ilmiah dilaksanakan secara sistematis dan terkontrol berdasarkan data empiris, hingga akhirnya menghasilkan kesimpulan yang jika kebenarannya teruji kebenarannya secara berulang-ulang maka disebut sebagai teori.
- Metode ilmiah bersifat objektif, bebas dari keyakinan, perasaan dan prasangka pribadi, serta bersifat terbuka.

Metode Ilmiah

- Rasionalisme memberikan kerangka pemikiran yang koheren dan logis, sedangkan empirisme memberikan kerangka pengujian dalam memastikan kebenarannya.
- Metode ilmiah merupakan cara memperoleh pengetahuan secara ilmiah yang ditempuh melalui suatu rangkaian prosedur tertentu sampai pada kesimpulan yang benar.

Langkah-langkah metode ilmiah

1. Penentuan/Perumusan Masalah

Masalah: segala pertanyaan yang harus dicari pemecahannya dimana banyak alternatif pemecahannya, yaitu bisa melalui penalaran (reasoning), penilaian, maupun penelitian.

Masalah timbul karena adanya kesenjangan antara harapan dan kenyataan, cita-cita dan realita.

Mudah tidaknya seseorang menemukan masalah sangat bergantung kepekaanya terhadap kesenjangan yang terjadi, yang dipengaruhi: latar belakang pendidikan, ketertarikan terhadap suatu bidang, dan perhatian seseorang terhadap praktik kehidupan sehari-hari.

Masalah yang ditemukan harus dirumuskan sedemikian rupa sehingga memungkinkan dianalisis secara logis dan membawa kejelasan arah kegiatan penelitian (pemecahannya).

Kajian Pustaka

- Langkah ini merupakan usaha untuk mendekati pemecahan masalah melalui pengkajian terhadap berbagai acuan /referensi. Contoh: buku, jurnal, majalah, hasil penelitian.
- Berdasarkan referensi tsb, diperoleh teori-teori yang bersifat umum yang digunakan mencari solusi (penalaran deduktif).
- Kejelian peneliti dalam memilih teori yang sesuai dengan permasalahan menentukan kualitas suatu kegiatan penelitian.

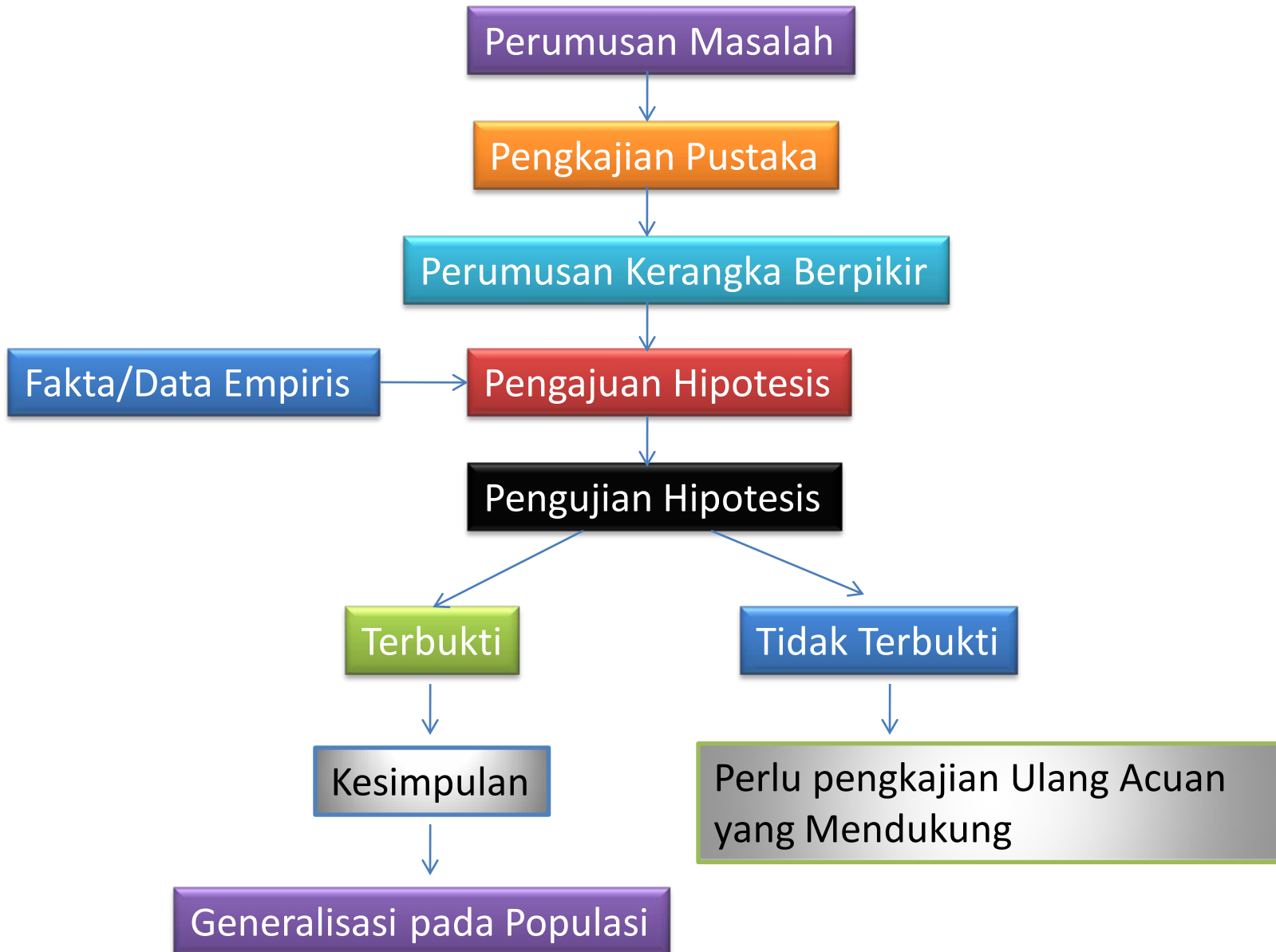
Pengajuan Hipotesis

- Hipotesis: kerangka pemikiran sementara yang menjelaskan hubungan antara unsur-unsur yang membentuk suatu kerangka permasalahan.
- Hipotesis didasarkan pada pendekatan pemecahan masalah secara rasional dengan menggunakan dasar-dasar teori yang diacu.

Pengujian Hipotesis

- Merupakan usaha untuk mengumpulkan fakta-fakta yang relevan dengan deduksi hipotesis yang berupa data empiris.
- Jika kebenaran suatu hipotesis telah terbukti, hipotesis dapat dianggap sebagai teori ilmiah (pengetahuan baru).
- Pengetahuan baru dapat berupa teori baru, kaidah baru, atau sekedar penemuan lanjutan dari teori yang sudah ada.

Bagan Langkah-langkah Metode Ilmiah





Keterbatasan Metode Ilmiah

- Dalam penerapan langkah per langkah tidak selamanya diperoleh hasil seperti yang diharapkan karena berbagai penyebab.
- Semua kesimpulan ilmiah atau kebenaran ilmu termasuk IPA bersifat tentatif, artinya kesimpulan dianggap benar selama belum ada kebenaran ilmu yang dapat menolak kesimpulan itu.
- Tidak dapat menjangkau untuk membuat kesimpulan yang bersangkutan dengan baik dan buruk atau sistem nilai, seni dan keindahan, dan tidak dapat menjangkau untuk menguji adanya Tuhan.

Keunggulan Metode Ilmiah

- Ilmu Pengetahuan (IPA) mempunyai ciri khas, yaitu objektif, metodik, sistematis, dan berlaku umum.
- Orang yang sering menggunakan metode ilmiah akan terbimbing dan terarah sedemikian sehingga tertanam dan terkembang suatu sikap yang disebut sikap ilmiah.

Indikator Sikap Ilmiah

- Mencintai kebenaran yang objektif dan bersikap adil
- Menyadari bahwa kebenaran ilmu tidak absolut
- Tidak percaya pada takhayul, astrologi maupun untung-untungan
- Memiliki rasa ingin tahu lebih banyak
- Tidak berpikir berdasarkan prasangka
- Tidak mudah menerima suatu kesimpulan tanpa adanya bukti-bukti yang nyata
- Optimis dalam menghadapi dan memecahkan masalah
- Teliti dalam berpikir dan bertindak
- Berani menyatakan kesimpulan yang menurut keyakinan ilmiahnya adalah benar.

Perkembangan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)

Definisi IPA

- Awam: IPA sebagai kumpulan informasi ilmiah
- Ilmuwan: Suatu metode untuk menguji hipotesis
- Filosof: Cara bertanya tentang kebenaran yang diketahui
- Menurut H.W. Fowler et. al (1951): “IPA merupakan ilmu yang sistematis dan dirumuskan yang berhubungan dengan gejala-gejala kebendaan dan didasarkan terutama atas pengamatan dan induksi.”
- Menurut Nokes dalam bukunya “Science in Education”: IPA adalah pengetahuan teoritis dengan metode khusus.

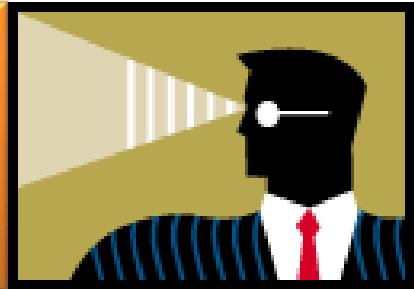
Mengacu kedua definisi di atas, IPA merupakan suatu ilmu teoritis, tetapi teori tersebut didasarkan atas pengamatan, percobaan-percobaan terhadap gejala-gejala alam.

Contoh:

- Maxwell tidak akan sampai menyusun teori gelombang elektromagnetik kalau seandainya Faraday tidak berhasil dalam percobaan-percobaannya mengenai induksi elektromagnet.
- Planet Neptunus tidak akan dikemukakan secara teoritis, andai sebelumnya tidak ada pengamatan yang menyaksikan dalam lintasan planet-planet.

Sejak digunakannya metode ilmiah di dalam penelitian ilmiah, dimulailah IPA modern yang berkembang sangat pesat.

- Menurut Anda, apakah hakekat sains (IPA)?



Hakekat 1: A Body of Knowledge

a. Fakta

- Fakta-fakta IPA memberikan landasan bagi konsep, prinsip, dan teori.
- Fakta merupakan suatu kebenaran dan keadaan suatu objek atau benda, serta merepresentasikan pada apa yang diamati.
- Fakta dapat diidentifikasi berdasar 2 kriteria:
 - Diamati secara langsung
 - Dapat didemonstrasikan secara langsung

b. Konsep

- Abstraksi dari kejadian-kejadian, objek-objek atau fenomena yang memiliki sifat-sifat atau atribut tertentu.
- Sulit mudahnya suatu konsep untuk dipahami tergantung pada tingkat abstraksi konsep-konsep tersebut.
- Contoh; konsep atom, gelombang dan bunyi, simbiosis, dsb.

c. Prinsip dan Hukum

- Sering digunakan secara bergantian karena keduanya dianggap sinonim.
- Keduanya dibentuk dari fakta-fakta dan konsep, bersifat lebih umum dari fakta tetapi juga berkaitan dengan fenomena yang dapat diamati.
- Contoh: hukum kekekalan energi, hukum kekekalan massa, hukum Pascal, dsb.

d. Teori

- Penjelasan tentang sesuatu yang tersembunyi atau tidak dapat diamati secara langsung.
- Suatu teori tidak pernah berubah menjadi fakta atau hukum, melainkan tetap bersifat tentatif sampai terbukti tidak benar atau direvisi.
- Contoh: teori atom, teori Darwin, teori kinetika klasik, dsb.

d. Model

- Merupakan representasi atau wakil dari sesuatu yang tidak dapat kita lihat
- Berguna untuk memahami suatu fenomena alam, membantu menjelaskan dan memahami suatu teori.
- Contoh: model atom Bohr.

Hakekat 2: A Way of Thinking

- IPA merupakan aktivitas manusia yang ditandai proses berpikir yang berlangsung di dalam pikiran orang-orang yang berkecimpung dalam bidang itu.
- Kegiatan mental para ilmuwan memberikan gambaran tentang rasa ingin tahu dan hasrat manusia untuk memahami fenomena alam.
- Kecenderungan para ilmuwan untuk menemukan sesuatu termotivasi oleh rasa percaya bahwa hukum-hukum alam dapat disusun dari hasil observasi dan dijelaskan melalui pikiran dan alasan.

Hakekat 3: A Way of Investigating

- IPA sebagai cara penyelidikan memberikan ilustrasi tentang pendekatan-pendekatan yang digunakan dalam menyusun pengetahuan.
- Dalam IPA digunakan banyak metode yang menunjukkan usaha manusia untuk menyelesaikan masalah.
- Sejumlah metode yang digunakan oleh para ilmuwan didasarkan pada kegiatan laboratorium atau eksperimen yang memfokuskan pada hubungan sebab akibat.
- Proses, yaitu cara bagaimana informasi ilmiah diperoleh diuji dan divalidasikan merupakan hal yang sangat penting dalam IPA.

Perintis-perintis IPA Modern

- Galileo Galilei (1564-1642), Isaac Newton (1642-1727), Robert Boyle (1626-1691), Antoine Laurent Lavoisier (1743-1793).

PENJELASAN

- Penemuan-penemuan Nicolas Copernicus dan Galileo pada awal abad 17 merupakan perintis ilmu pengetahuan, artinya penemuan berdasarkan empiris dengan metode induksi yang objektif dan bukan atas dasar deduksi filosofik atau mitos.
- Contoh: di matahari terdapat gunung-gunung, Jupiter mempunyai 4 buah bulan, di matahari terdapat bercak hitam yang dapat digunakan untuk mengukur kecepatan rotasi matahari.
- IPA kualitatif tidak dapat menjawab pertanyaan yang sifatnya kausal atau hubungan sebab akibat, tetapi hanya mampu menjawab pertanyaan tentang hal-hal yang faktual. Untuk mengatasinya diperlukan IPA kuantitatif.
- Contoh: seseorang memelihara ayam dengan makanan konsentrat, ayam bertelur. Dari 1000 ekor ayam dihasilkan 4000 telur dalam sebulan. Kemudian orang itu menambahkan vitamin dan ayam bertelur lebih banyak sekitar 7000 telur. Dari kejadian tsb diambil kesimpulan: penambahan vitamin menyebabkan ayam bertelur lebih banyak.

Sifat-sifat IPA

a. Relatif

- Fakta: deskripsi dari suatu fenomena/gejala yang diamati, merupakan kenyataan tentang sesuatu yang setiap saat akan sama. Namun kadang fenomena yang sama dapat dideskripsikan berbeda tergantung dari sudut pandang si perumus fakta itu.

Contoh:

- Matahari terbit dan naik di sebelah timur, lalu turun dan tenggelam di sebelah barat. Kebenarannya, bumi berputar ke arah timur, maka matahari seolah-olah bergerak ke barat.
- Ketika kita berada di dalam bis atau kereta api yang sedang berjalan, kita akan melihat tiang-tiang listrik dan pohon-pohon seolah-olah bergerak ke arah yang berlawanan.

Kerelativan suatu fenomena timbul terutama jika si pengamat berada dalam fenomena itu atau si pengamat hanya dapat mengamati sebagian dari fenomena itu. Jadi di dalam IPA diharapkan kita dapat memilih sudut pandang yang tepat agar dapat mendeskripsikan fenomena dengan lebih baik dan mendekati kebenaran.

b. Dinamis

- Setiap saat dapat ditemukan dan dirumuskan konsep-konsep, prinsip, hukum, dan teori baru sehingga IPA dikatakan bersifat dinamis artinya selalu berkembang.
- Kemajuan IPA mendukung perkembangan teknologi yang pada akhirnya dapat menaikkan kesejahteraan manusia.

c. Tentatif

- Hasil/produk IPA masih terbuka kesempatan untuk diuji kebenarannya, artinya kebenarannya bersifat sementara (tentatif).
- Berdasarkan produk IPA yang sudah ada sebelumnya dapat dilakukan kegiatan ilmiah, baik berupa eksperimen berkelanjutan atau eksperimen yang memungkinkan ditemukannya produk IPA yang baru atau menggugurkan produk lama

d. Terbuka

- Proses IPA berlangsung terus sampai batas waktu yang tidak dapat ditentukan.
- Dalam IPA terdapat mekanisme kontrol yang bersifat terbuka untuk dapat diuji kembali oleh siapapun, dimanapun, dan kapanpun.
- Pengetahuan yang diperoleh dalam IPA selalu bertumpu di atas dasar-dasar sebelumnya dalam kerangka yang bersifat kumulatif sehingga bersifat konsisten dan sistematis.

e. Objektif

- Cara mengemukakan produk IPA selalu terlepas dari kebenaran pribadi, artinya bahwa kebenaran IPA bersifat objektif, dilihat dan dipahami siapa saja sama, tidak menimbulkan persepsi yang berbeda.

F. Netral

- Produk IPA dapat digunakan oleh siapa saja terlepas dari bangsa, agama, dan apapun yang dapat membedakan manusia.
- Meskipun bersifat netral, tetapi keputusan untuk melakukan atau tidak melakukan eksperimen dan keputusan untuk memilih fakta yang diperlukan tidak bebas dari nilai.

g. Universal

- Kebenaran produk IPA berlaku umum bagi siapapun, dimanapun, dan kapanpun selama belum ada produk baru yang menyanggah atau memperbaikinya.
- Keuniversalan juga menyangkut kebebasan untuk menggunakan produk IPA sebagai dasar tujuan dalam melakukan kegiatan ilmiah.

h. Sistematis-Metodik

- Sistematis: Penemuan kebenarannya berdasarkan metode ilmiah yang sudah tertentu langkah-langkahnya.
- Metodik: pengujian kebenarannya melalui langkah-langkah yang runtut dan berurutan sesuai pola pikir metode ilmiah.

RUANG LINGKUP IPA

a. Biologi

Bahan kajiannya menekankan pada sejarah perkembangan makhluk hidup, perbedaan makhluk hidup dan benda mati, perkembangan dan variabilitas makhluk hidup, dan keanekaragaman makhluk hidup.

b. Fisika

Memfokuskan pada fenomena yang ditunjukkan oleh materi yang ada di alam semesta, seperti gelombang, bunyi, energi.

c. Kimia

Bahan kajiannya mencakup sifat-sifat, struktur, susunan atau komposisi, perubahan serta energi yang menyertai perubahan materi.

d. Geografi

Bahan kajiannya menekankan pada terjadinya alam semesta dan tata surya, struktur bumi, pembentukan benua dan samudera

Ditinjau dari segi proses, IPA mengandung berbagai keterampilan

- Keterampilan mengidentifikasi dan menentukan variabel tetap/bebas dan variabel berubahnya
- Keterampilan menentukan apa yang diukur dan diamati
- Keterampilan mengamati dan menggunakan sebanyak mungkin indera, mengumpulkan fakta yang relevan, mencari kesamaan dan perbedaan, serta mengklasifikasikan
- Keterampilan menafsirkan hasil pengamatan dan mencari hubungan
- Keterampilan membuat kesimpulan
- Keterampilan meramalkan apa yang akan terjadi berdasarkan hasil pengamatan
- Keterampilan menggunakan alat dan bahan
- Keterampilan menerapkan konsep untuk menjelaskan apa yang terjadi ataupun menyusun hipotesis

Keterampilan IPA dalam Komunikasi

- Keterampilan menyusun laporan secara sistematis
- Keterampilan menjelaskan hasil percobaan atau pengamatan
- Keterampilan mendiskusikan hasil percobaan
- Keterampilan membaca grafik atau tabel
- Keterampilan mengajukan pertanyaan: apa, mengapa, bagaimana