

# Filsafat Ilmu

Version 0.0

2 Maret 2025

**Subiono**



**Subiono** — Email: [subiono2008@matematika.its.ac.id](mailto:subiono2008@matematika.its.ac.id)

**Alamat:** Departemen Matematika  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Sukolilo Surabaya  
Indonesia

## Copyright

© 2025 The Author.



# Kata Pengantar

Alhamdulillahirabbilalamin, segala puji hanyalah milikmu ya Allah yang telah memberikan "kebebasan bertanggung jawab" kepada manusia untuk suatu kebaikan dalam melaksanakan amanatnya di hamparan bumi yang dihuni manusia. Sholawat dan Salam kepadamu ya Nabi Muhammad beserta para keluarganya dan para pengikutnya sampai nanti di hari akhir.

Engkaulah Yaa-Allah yang menciptakan langit, bumi, dan segala yang ada di antara keduanya tanpa bantuan siapa pun. Dia adalah Al-Khaliq (Sang Pencipta) dan Al-Bari' (Yang Maha Mengadakan).

Tidak ada sesuatu pun yang terjadi di alam semesta ini kecuali atas izin dan kehendak-Nya. Allah tidak terbatas oleh ruang dan waktu, dan kuasa-Nya meliputi segala hal.

Allah memiliki ilmu yang meliputi segala sesuatu, baik yang tampak maupun yang tersembunyi. Dia mengetahui isi hati manusia, masa lalu, masa kini, dan masa depan.

Allah adalah Al-Ghaniyy (Maha Kaya) dan As-Shamad (Tempat bergantung segala sesuatu). Dia tidak membutuhkan makhluk-Nya, tetapi semua makhluk bergantung kepada-Nya.

Allah Maha Pengasih dan Maha Penyayang. Dia selalu membuka pintu ampunan bagi hamba-Nya yang bertaubat dan berusaha kembali ke jalan yang benar.

Allah, tidak ada Tuhan (yang berhak disembah) melainkan Dia yang Maha Hidup, yang terus-menerus mengurus (makhluk-Nya); tidak mengantuk dan tidak tidur. Kepunyaan-Nya apa yang di langit dan di bumi. Tiada yang dapat memberi syafa'at di sisi-Nya tanpa izin-Nya. Dia mengetahui apa yang di hadapan mereka dan apa yang di belakang mereka, dan mereka tidak mengetahui sesuatu pun tentang ilmu-Nya melainkan apa yang Dia kehendaki. Kursi-Nya meliputi langit dan bumi. Dan Dia tidak merasa berat memelihara keduanya, dan Dia Maha Tinggi lagi Maha Besar.

Yaa-Allah, dengan demikian suatu hal yang sangat tidak pantas seorang manusia melakukan kepongahan dengan ilmunya, **khususnya penulis**. Dengan serendah-rendahnya dihadapanmu **penulis** menyajikan tulisan ini sebagai jawaban untuk masalah real-problem yang ada di dunia ini, itu juga sebagian besar disebabkan oleh manusia itu sendiri oleh karena itu maafkan kesalahan kami dan ampunilah dosa-dosa kami.

Akhirnya, dengan segala kerendahan hati penulis memohon kepada Mu-Yaa-Allah semoga tulisan kecil ini bisa bermanfaat bagi para pembaca.

Surabaya, awal Ramadhan: 1 Maret 2025

Penulis

# Daftar Isi

<b>Kata Pengantar</b>	<b>i</b>
<b>1 Apa itu Filsafat?[1, 2, 3, ?]</b>	<b>1</b>
1.1 Sejarah Perkembangan Filsafat	1
1.1.1 Filsafat Klasik (Yunani Kuno)	1
1.2 Ciri Utama Filsafat Klasik	8
1.2.1 Fokus pada Realitas, Eksistensi, dan Moralitas	9
1.2.2 Menggunakan Rasionalitas dan Logika sebagai Alat Utama Berpikir	9
1.3 Filsafat Abad Pertengahan (300 M - 1500 M)	10
1.3.1 Karakteristik Utama	10
1.3.2 Tokoh-Tokoh Penting	12
1.3.3 Dampak Filsafat Abad Pertengahan	12
1.4 Filsafat Modern (1500 M - 1800 M)	13
1.4.1 Tokoh-Tokoh Utama	13
1.4.2 Ciri Utama Filsafat Modern	14
1.5 Filsafat Kontemporer (1800 M - Sekarang)	14
1.5.1 Tokoh-Tokoh Utama	14
1.5.2 Ciri Utama Filsafat Kontemporer	15
1.6 Kesimpulan	15
1.6.1 Apa itu Filsafat?	15
1.6.2 Ringkasan Perkembangan Filsafat	16
1.6.3 Kesimpulan Umum	17
<b>2 Apa Itu Ilmu?</b>	<b>19</b>
2.1 Pengantar	19

2.2	Definisi Ilmu . . . . .	19
2.3	Karakteristik Ilmu . . . . .	20
2.4	Cabang-Cabang Ilmu . . . . .	22
2.4.1	Ilmu Alam (Natural Sciences) . . . . .	22
2.4.2	Ilmu Sosial (Social Sciences) . . . . .	22
2.4.3	Ilmu Formal (Formal Sciences) . . . . .	23
2.4.4	Ilmu Terapan (Applied Sciences) . . . . .	23
2.5	Metode Ilmiah . . . . .	24
2.6	Kesimpulan . . . . .	25
<b>3</b>	<b>Apa Itu Filsafat Ilmu? [30, 31]</b>	<b>27</b>
3.1	Filsafat Ilmu . . . . .	28
3.1.1	Apa itu Real Problem? . . . . .	35
3.1.2	Memilih Real Problem yang Layak untuk Diabstraksikan . . . . .	39
3.1.3	Real Problem Berdasarkan Ontologi, Epistemologi dan Aksiologi . . . . .	42
3.1.4	Kesimpulan Pembahasan . . . . .	48
3.1.5	Cabang-Cabang Filsafat Ilmu . . . . .	48
3.1.6	Metode dalam Filsafat Ilmu . . . . .	49
3.1.7	Pentingnya Filsafat Ilmu . . . . .	49
3.2	Ringkasan: . . . . .	49
3.3	Mendefinisikan ilmu . . . . .	50
3.3.1	Penjelasan ilmiah . . . . .	50
3.3.2	Membenarkan sains . . . . .	51
3.3.3	Observasi tidak dapat dipisahkan dari teori . . . . .	52
3.3.4	Tujuan ilmu pengetahuan . . . . .	52
3.3.5	Nilai dan ilmu . . . . .	53
3.4	Sejarah . . . . .	53
3.4.1	Pra-modern . . . . .	53
3.4.2	Modern . . . . .	53
3.4.3	Positivisme logis . . . . .	54
3.4.4	Thomas Kuhn . . . . .	55
3.5	Pendekatan saat ini . . . . .	56
3.5.1	Asumsi aksiomatik Naturalisme . . . . .	56
3.5.2	Metodologis Naturalisme . . . . .	57
3.6	Ilmu dan ilmu semu . . . . .	59
3.7	Inferensi ilmiah . . . . .	61

3.7.1 Deduksi dan induksi . . . . .	61
3.8 Masalah Hume . . . . .	64
3.9 Inferensi penjelasan terbaik . . . . .	66
3.10 Inferensi kausal . . . . .	68
3.11 Probabilitas dan inferensi ilmiah . . . . .	70
3.12 Aturan pengkondisian . . . . .	72
3.13 Penjelasan dalam ilmu . . . . .	74
3.13.1 Penjelasan model hukum cakupan Hempel . . . . .	74
3.13.2 Kasus (i): masalah simetri . . . . .	77
3.13.3 Kasus (ii): masalah ketidakrelevanan . . . . .	78
3.13.4 Penjelasan dan kausalitas . . . . .	79
3.13.5 Bisakah ilmu menjelaskan semuanya? . . . . .	81
3.13.6 Penjelasan dan pereduksian . . . . .	83
3.14 Realisme dan anti-realisme . . . . .	84
3.14.1 Realisme ilmiah dan anti-realisme . . . . .	85
3.14.2 Argumen 'tampa keajaiban' . . . . .	87
3.14.3 Perbedaan yang dapat diamati/tidak dapat diamati . . . . .	90
3.14.4 Argumen penentuan yang kurang . . . . .	92
3.15 Perubahan ilmiah dan revolusi ilmiah . . . . .	95
3.15.1 Teori revolusi ilmiah Kuhn . . . . .	96
3.15.2 Ketidaksetaraan dan muatan teori data . . . . .	99
3.15.3 Kuhn dan rasionalitas ilmu pengetahuan . . . . .	102
3.15.4 Warisan Kuhn . . . . .	104
3.16 Masalah filosofis dalam fisika, biologi dan psikologi . . . . .	105
3.16.1 Leibniz versus Newton dalam ruang absolut . . . . .	105
3.16.2 Apa yang dimaksud dengan spesies biologis? . . . . .	110
3.16.3 Apakah pikiran bersifat modular? . . . . .	115
3.16.4 Ilmu dan kritiknya . . . . .	120
3.16.5 Ilmiah . . . . .	120
3.16.6 Ilmu dan agama . . . . .	124
3.16.7 Apakah ilmu bebas nilai? . . . . .	126

# Bab 1

## Apa itu Filsafat?[1, 2, 3, ?]

Filsafat berasal dari bahasa Yunani “**philosophia**”, yang terdiri dari dua kata:

- “**philo**” (φιλο) yang berarti cinta atau kecenderungan terhadap sesuatu.
- “**sophia**” (σοφία) yang berarti kebijaksanaan atau pengetahuan.

Sehingga, secara harfiah, filsafat berarti “**cinta akan kebijaksanaan**” atau “**cinta terhadap pengetahuan**”.

Definisi filsafat secara umum adalah sebagai kajian mendalam dan sistematis tentang hakikat realitas, pengetahuan, eksistensi, etika, dan logika yang dilakukan melalui pemikiran kritis dan rasional.

### 1.1 Sejarah Perkembangan Filsafat

Filsafat adalah usaha manusia dalam mencari kebenaran, memahami hakikat realitas, dan menggalikan prinsip-prinsip mendasar yang mengatur keberadaan. Perkembangan filsafat dapat ditelusuri sejak zaman kuno hingga era kontemporer, di mana setiap periode menawarkan pemikiran yang khas sesuai dengan kondisi sosial, budaya, dan ilmiah pada masanya.

#### 1.1.1 Filsafat Klasik (Yunani Kuno)

Filsafat berakar dari peradaban kuno, terutama di Yunani, India, dan Tiongkok. Di Yunani, filsafat diawali oleh Thales, yang berusaha menjelaskan alam tanpa menggunakan mitologi. Pemikir lain seperti Herakleitos dan Parmenides memperdebatkan sifat perubahan dan keberadaan.

Tiga filsuf besar Yunani - Socrates, Plato, dan Aristoteles - membentuk dasar pemikiran filsafat Barat. Socrates menekankan metode dialektika untuk mencari kebenaran, Plato mengem-



bangkan teori dunia ide, sementara Aristoteles membangun sistem logika dan metafisika yang berpengaruh hingga saat ini.

Di India, ajaran filsafat berkembang dalam bentuk Upanishad, Buddhisme, dan Jainisme, yang mengeksplorasi konsep kesadaran, karma, dan pembebasan diri. Sementara di Tiongkok, Konfusianisme dan Taoisme menjadi aliran pemikiran utama yang menekankan etika, harmoni, dan keseimbangan dengan alam. **Era: 600 SM - 300 M**

Pada masa ini, filsafat berkembang di Yunani dan dianggap sebagai *awal dari filsafat Barat*.

### **Tokoh utama:**

- **Thales** (624-546 SM): Menganggap bahwa segala sesuatu berasal dari air (monisme). Thales adalah tokoh utama dalam sejarah filsafat yang pertama kali menggunakan rasio untuk memahami realitas. Dengan gagasannya tentang air sebagai prinsip dasar dan pendekatan rasionalnya terhadap alam, ia membuka jalan bagi perkembangan filsafat dan ilmu pengetahuan. Warisannya terus berpengaruh dalam pemikiran manusia hingga saat ini.

Thales dari Miletus (624-546 SM) adalah filsuf pertama dalam sejarah filsafat Barat yang mencoba menjelaskan alam dan eksistensi manusia menggunakan rasio, bukan mitologi. Ia dianggap sebagai pelopor filsafat alam karena mencari prinsip dasar (*arkhé*) dari segala sesuatu.

### **Pemikiran Filsafat Thales**

Thales dikenal sebagai monis, yaitu pemikir yang percaya bahwa segala sesuatu berasal dari satu unsur fundamental. Ia berpendapat bahwa air adalah *arkhé*, yaitu unsur dasar yang menjadi asal-muasal segala sesuatu di dunia. Alasannya:

1. Air dapat berubah bentuk menjadi padat (es), cair, dan gas (uap), sehingga bersifat dinamis.
2. Air diperlukan bagi kehidupan, baik manusia, hewan, maupun tumbuhan.
3. Air hadir dalam berbagai fenomena alam seperti hujan, sungai, dan lautan.

Pandangan ini menandai awal pemikiran filsafat yang berusaha mencari penjelasan rasional tentang alam tanpa bergantung pada mitos atau dewa-dewa.

### **Kontribusi Thales dalam Filsafat**

1. Mengawali Tradisi Rasionalisme
  - Thales mengubah cara manusia memahami dunia dari pendekatan mitologis ke pendekatan rasional dan ilmiah.
  - Ia meneliti alam dengan prinsip sebab-akibat, bukan dengan kisah-kisah dewa.
2. Memunculkan Konsep Arkhé
  - Dengan menyatakan bahwa air adalah unsur dasar segala sesuatu, Thales membuka jalan bagi pemikir setelahnya (seperti Anaximenes dan Herakleitos) untuk mencari prinsip utama lainnya.

### 3. Mendasari Ilmu Pengetahuan

- Selain filsafat, Thales juga berkontribusi dalam matematika dan astronomi.
  - Ia memperkenalkan konsep geometri ke Yunani dan meramalkan gerhana matahari pada tahun 585 SM.
- **Socrates (469-399 SM):** Mengembangkan metode dialektika untuk menemukan kebenaran. Socrates adalah figur penting dalam sejarah filsafat yang menekankan pentingnya berpikir kritis, mencari kebenaran, dan hidup dengan kebajikan. Melalui metode dialektika, ia membuka jalan bagi filsafat sebagai disiplin ilmu yang berbasis rasionalitas dan pencarian pengetahuan. Meskipun ia dihukum mati, gagasannya tetap hidup dan membentuk dasar pemikiran Barat hingga saat ini.

Socrates (469-399 SM) adalah salah satu filsuf terbesar dalam sejarah Yunani Kuno yang mengubah cara berpikir manusia tentang moralitas, kebenaran, dan kebijaksanaan. Ia tidak meninggalkan tulisan apa pun, tetapi pemikirannya dikenal melalui murid-muridnya, terutama Plato. Socrates berkontribusi besar dalam pengembangan metode dialektika, yaitu cara berpikir kritis melalui dialog dan pertanyaan untuk mencapai pemahaman yang lebih dalam.

### Pemikiran dan Filsafat Socrates

#### 1. Metode Dialektika (Metode Socratic)

Socrates percaya bahwa kebijaksanaan tidak datang dari menerima jawaban begitu saja, tetapi dari proses bertanya. Ia mengembangkan **Metode Socratic**, yaitu teknik bertanya secara mendalam kepada seseorang untuk menguji konsistensi pemikirannya. Proses ini biasanya melibatkan langkah-langkah berikut:

- (a) Mengajukan pertanyaan awal tentang suatu konsep moral atau kebenaran.
- (b) Menggali jawaban dengan bertanya lebih lanjut, mengungkap kontradiksi atau kelemahan dalam pemahaman awal.
- (c) Memaksa seseorang untuk merevisi pemikirannya dan mencari definisi yang lebih tepat.

Metode ini menjadi dasar bagi logika, filsafat, dan pendidikan kritis di era modern.

#### 2. "Aku Tahu bahwa Aku Tidak Tahu"

Socrates terkenal dengan pernyataannya:

*"Yang saya tahu adalah bahwa saya tidak tahu apa-apa."*

Pernyataan ini bukan tanda ketidaktahuan, melainkan kesadaran akan keterbatasan pengetahuan manusia. Socrates menekankan bahwa kebijaksanaan sejati dimulai dari kesediaan untuk mempertanyakan segala sesuatu dan menghindari kepercayaan buta terhadap tradisi atau opini umum.

#### 3. Filsafat Moral: Kebaikan dan Kebahagiaan

Socrates meyakini bahwa kebajikan (*areté*) adalah satu-satunya jalan menuju kebahagiaan sejati. Ia menolak gagasan bahwa kekayaan atau kekuasaan adalah sumber

kebahagiaan. Sebaliknya, ia mengajarkan bahwa kehidupan yang baik adalah kehidupan yang diperiksa secara kritis (*The unexamined life is not worth living*).

Baginya, seseorang yang bertindak dengan kebajikan akan selalu berbuat benar karena kebajikan identik dengan pengetahuan. Orang yang berbuat jahat, menurut Socrates, melakukannya karena ketidaktahuan, bukan karena niat buruk.

### **Pengadilan dan Kematian Socrates**

Pemikiran kritis Socrates membuatnya memiliki banyak pengikut, tetapi juga banyak musuh, terutama di kalangan elite politik dan agamawan Athena. Ia dianggap merusak moral anak muda dan menentang kepercayaan tradisional.

Pada tahun 399 SM, Socrates diadili dengan tuduhan menyesatkan pemuda Athena dan tidak mengakui dewa-dewa resmi. Meskipun ia dapat melarikan diri, ia memilih untuk tetap menerima hukuman. Dalam persidangannya, ia tetap mempertahankan prinsipnya, menyatakan bahwa lebih baik mati daripada hidup tanpa mencari kebenaran.

Ia akhirnya dihukum mati dengan meminum racun **cicut** (hemlock). Keputusannya untuk tetap menjalani hukuman menunjukkan komitmennya terhadap filsafat dan prinsip moralnya.

### **Warisan Socrates dalam Filsafat**

#### **1. Pengaruh terhadap Plato dan Aristoteles**

- Pemikiran Socrates diteruskan oleh **Plato**, yang mendokumentasikan dialog-dialognya dan mengembangkan teori dunia ide.
- **Plato** kemudian mengajar Aristoteles, yang menjadi fondasi filsafat Barat.

#### **2. Metode Socratic dalam Pendidikan**

- Teknik bertanya kritis masih digunakan dalam pendidikan, hukum, dan filsafat untuk mengasah pemikiran logis.

#### **3. Dasar Filsafat Moral dan Etika**

- Konsep bahwa kebajikan adalah pengetahuan masih menjadi perdebatan dalam filsafat moral modern.

- **Plato** (427-347 SM): Menyusun teori idealisme, di mana dunia nyata hanyalah bayangan dari dunia ide. Plato adalah seorang filsuf besar yang memperkenalkan **teori idealisme**, **konsep dunia ide**, dan **negara ideal**. Ia mengajarkan bahwa realitas sejati tidak ditemukan dalam dunia fisik, tetapi dalam dunia ide yang lebih tinggi. Selain itu, pemikirannya tentang jiwa dan moralitas telah membentuk dasar etika dalam filsafat Barat. Dengan mendirikan Akademi, ia memastikan bahwa gagasannya akan terus hidup dan memengaruhi generasi berikutnya.

Filosofi Plato tetap relevan hingga kini, tidak hanya dalam filsafat, tetapi juga dalam politik, pendidikan, dan pemikiran modern tentang realitas.

Plato (427-347 SM) adalah salah satu filsuf paling berpengaruh dalam sejarah filsafat Barat. Ia merupakan murid Socrates dan guru dari Aristoteles. Pemikirannya membentuk dasar bagi berbagai disiplin ilmu, mulai dari metafisika, epistemologi, politik, hingga etika. Ia dikenal sebagai pendiri teori idealisme, yang menyatakan bahwa dunia nyata hanyalah bayangan dari dunia ide yang lebih sempurna dan abadi.

### **Pemikiran Filsafat Plato**

#### **1. Teori Idealisme dan Dunia Ide**

Plato percaya bahwa realitas yang kita alami sehari-hari hanyalah bayangan dari dunia yang lebih tinggi, yaitu dunia ide (alam transendental). Menurutnya:

- Dunia nyata bersifat semu dan berubah-ubah, sehingga tidak dapat dijadikan dasar kebenaran mutlak.
- Dunia ide adalah realitas sejati, tempat bentuk-bentuk murni dari segala sesuatu yang ada.

Contohnya, di dunia ini terdapat banyak kursi dengan berbagai bentuk dan bahan, tetapi semuanya hanyalah tiruan dari "**ide kursi**" yang sempurna yang ada di dunia ide.

#### **Mitos Gua Plato**

Untuk menjelaskan teorinya, Plato menggunakan Mitos Gua, yang menggambarkan bagaimana manusia hidup dalam ilusi:

- Bayangkan sekelompok orang yang terkurung di dalam gua sejak lahir, hanya bisa melihat bayangan di dinding gua yang diproyeksikan oleh api.
- Mereka mengira bayangan itu adalah realitas sejati.
- Jika seseorang keluar dari gua dan melihat dunia luar yang penuh cahaya, ia akan menyadari bahwa apa yang selama ini dilihat hanyalah refleksi dari sesuatu yang lebih nyata.

Melalui mitos ini, Plato menjelaskan bahwa **manusia sering tertipu oleh indra dan hanya filsafat yang dapat membawa kita pada kebenaran sejati.**

#### **2. Epistemologi: Pengetahuan sebagai Ingatan**

Plato percaya bahwa pengetahuan sejati tidak berasal dari pengalaman indrawi, tetapi dari ingatan jiwa terhadap dunia ide yang pernah ia kenal sebelum lahir. Konsep ini disebut anamnesis, yaitu proses mengingat kembali kebenaran yang telah ada dalam jiwa kita.

Metode untuk mencapai kebenaran ini adalah dengan berpikir secara rasional, bukan sekadar mengandalkan pengalaman atau pengamatan indrawi.

#### **3. Filsafat Politik: Republik Ideal**

Dalam karyanya yang terkenal, *The Republic*, Plato membahas konsep negara ideal yang dipimpin oleh filosof-raja, yaitu seseorang yang memiliki kebijaksanaan dan pemahaman mendalam tentang dunia ide. Menurutnya, masyarakat harus dibagi menjadi tiga kelas:

- (a) **Kaum penguasa (filsuf-raja):** Bertugas memimpin dengan kebijaksanaan.
- (b) **Kaum prajurit:** Bertugas menjaga keamanan dan ketertiban.
- (c) **Kaum pekerja:** Bertugas memenuhi kebutuhan ekonomi.

Plato berpendapat bahwa keadilan tercapai jika setiap kelas menjalankan perannya dengan baik tanpa saling mengganggu.

#### 4. **Etika dan Konsep Jiwa**

Plato juga mengembangkan teori tentang jiwa manusia yang terdiri dari tiga bagian:

- (a) **Rasional (akal/pikiran):** Mewakili kebijaksanaan dan pengetahuan.
- (b) **Spiritual (kemauan/keberanian):** Mewakili kehormatan dan keberanian.
- (c) **Nafsu (keinginan):** Mewakili dorongan biologis dan materi.

Plato mengajarkan bahwa kehidupan yang baik adalah kehidupan yang harmonis, di mana akal mengendalikan spiritual dan nafsu, sehingga manusia dapat mencapai kebajikan (*areté*).

#### **Akademi Plato dan Warisannya**

Plato mendirikan Akademi di Athena, yang merupakan lembaga pendidikan pertama dalam sejarah Barat. Akademi ini menjadi pusat studi filsafat, matematika, dan ilmu pengetahuan, serta melahirkan banyak pemikir besar, termasuk Aristoteles.

Melalui tulisan-tulisannya dalam bentuk dialog, Plato berhasil mengabadikan pemikiran Socrates dan mengembangkan sistem filsafatnya sendiri. Karyanya menjadi fondasi bagi filsafat dan ilmu pengetahuan hingga zaman modern.

- **Aristoteles (384-322 SM):** Menekankan **logika, empirisme, dan sistematisasi ilmu pengetahuan**. Aristoteles bukan hanya seorang filsuf, tetapi juga ilmuwan, logikawan, dan pendidik yang membentuk cara manusia berpikir tentang dunia. Ia menekankan logika, empirisme, dan sistematisasi ilmu pengetahuan, serta menciptakan metode berpikir yang masih digunakan hingga sekarang.

Sebagai salah satu pemikir terbesar dalam sejarah, warisannya tetap hidup dalam berbagai bidang ilmu, menjadikannya **filsuf sejati** pada zamannya dan hingga saat ini.

#### **Pemikiran Filsafat Aristoteles**

##### **1. Logika: Dasar Berpikir Ilmiah**

Aristoteles adalah pelopor dalam logika formal, yang masih digunakan dalam filsafat dan matematika hingga saat ini. Ia mengembangkan silogisme, yaitu cara berpikir deduktif di mana kesimpulan diambil dari dua premis. Contohnya:

- (a) **Semua manusia pasti mati.** (Premis mayor)
- (b) **Socrates adalah manusia.** (Premis minor)
- (c) **Maka, Socrates pasti mati.** (Kesimpulan)

Silogisme ini menjadi dasar bagi **logika deduktif** dan digunakan dalam ilmu pengetahuan untuk menarik kesimpulan yang sah dari premis-premis yang diketahui.

## 2. Epistemologi: Empirisme dan Metode Induktif

Aristoteles menolak gagasan Plato bahwa **pengetahuan berasal dari dunia ide**. Sebaliknya, ia percaya bahwa **pengetahuan berasal dari pengalaman** (*empirisme*).

Metode yang dikembangkan adalah **induksi**, yaitu menarik kesimpulan umum berdasarkan pengamatan terhadap banyak kasus individu. Misalnya, setelah mengamati banyak burung, seseorang dapat menyimpulkan bahwa **semua burung memiliki sayap**.

Prinsip ini menjadi dasar **metode ilmiah modern**, yang menekankan observasi, eksperimen, dan pengujian hipotesis.

## 3. Metafisika: Konsep Substansi dan Perubahan

Dalam metafisika, Aristoteles mengembangkan teori tentang **substansi** (*ousia*), yaitu inti dari segala sesuatu. Ia membedakan antara:

- **Materi** (*hyle*): Bahan dasar yang membentuk suatu benda.
- **Bentuk** (*eidos*): Sifat atau esensi yang membuat sesuatu menjadi dirinya sendiri.

Selain itu, ia menjelaskan konsep perubahan (aktualisasi) dengan gagasan tentang potensi dan aktualitas. Misalnya:

- Sebuah biji pohon memiliki potensi untuk menjadi pohon.
- Jika mendapatkan air dan sinar matahari, biji itu akan tumbuh dan menjadi pohon yang nyata (aktual).

Konsep ini penting dalam filsafat alam dan biologi.

## 4. Etika: Konsep Kebahagiaan dan Kebajikan

Aristoteles mengembangkan teori etika yang disebut **Etika Eudaimonia**, yang menekankan bahwa tujuan akhir manusia adalah **kebahagiaan sejati** (*eudaimonia*).

Kebahagiaan sejati bukan hanya kesenangan sementara, tetapi kondisi hidup yang baik dan bermakna, yang dicapai dengan menjalani hidup berdasarkan **kebajikan** (*areté*).

Aristoteles membagi kebajikan menjadi:

- (a) **Kebajikan intelektual**: Berkaitan dengan kebijaksanaan dan pemahaman.
- (b) **Kebajikan moral**: Berkaitan dengan keseimbangan (moderasi), seperti keberanian, keadilan, dan kemurahan hati.

Menurutnya, kebajikan ditemukan dalam **jalan tengah** (*golden mean*), yaitu tidak terlalu berlebihan dan tidak terlalu kekurangan. Contohnya:

- **Keberanian** adalah jalan tengah antara **pemberani yang berlebihan** (*nekad*) dan **pemberani yang kurang** (*penakut*).

## 5. Filsafat Politik: Negara dan Keadilan

Dalam *Politics*, Aristoteles membahas berbagai bentuk pemerintahan dan menyimpulkan bahwa sistem terbaik adalah monarki, aristokrasi, atau demokrasi konstitusional, asalkan pemimpin bertindak untuk kebaikan rakyat.

Ia mengkritik tirani, oligarki, dan demokrasi murni, karena cenderung merugikan rakyat dan mengarah pada ketidakadilan.

Menurutnya, negara harus berfungsi untuk mewujudkan kebajikan warganya, bukan sekadar alat kekuasaan.

#### 6. **Sains dan Biologi: Klasifikasi Makhluk Hidup**

Aristoteles adalah salah satu ilmuwan pertama yang mencoba mengklasifikasikan makhluk hidup berdasarkan ciri-cirinya. Ia membagi dunia alam menjadi:

- Hewan berdarah merah (seperti mamalia dan burung).
- Hewan tanpa darah merah (seperti serangga dan moluska).

Konsep ini menjadi dasar bagi taksonomi modern dalam biologi.

Selain itu, ia juga mempelajari anatomi hewan, reproduksi, dan perkembangan makhluk hidup, yang menjadikannya salah satu pionir dalam ilmu biologi.

#### **Aristoteles dan Akademinya: Lyceum**

Untuk menyebarkan ilmu pengetahuannya, Aristoteles mendirikan Lyceum, sebuah sekolah filsafat dan penelitian yang menekankan **pengamatan empiris dan pengumpulan data sistematis**.

Berbeda dengan Akademi Plato yang lebih teoritis, Lyceum lebih fokus pada **penelitian ilmiah dan logika**. Murid-muridnya melakukan observasi langsung terhadap alam, menjadikannya cikal bakal **pendidikan berbasis riset**.

#### **Warisannya dalam Ilmu Pengetahuan dan Filsafat**

Pemikiran Aristoteles memiliki dampak yang luas dan bertahan hingga ribuan tahun, terutama dalam:

- (a) **Logika**: Menjadi dasar bagi ilmu pengetahuan dan argumentasi.
- (b) **Metode ilmiah**: Prinsip empirisme dan induksi digunakan dalam penelitian modern.
- (c) **Etika dan filsafat moral**: Konsep eudaimonia masih menjadi dasar dalam kajian etika.
- (d) **Politik dan pemerintahan**: Teorinya tentang negara dan keadilan masih dipelajari dalam ilmu politik.
- (e) **Biologi dan sains alam**: Menjadi dasar bagi klasifikasi makhluk hidup.

Bahkan pada Abad Pertengahan, pemikir seperti **Thomas Aquinas** menggunakan filsafat Aristoteles untuk mendukung teologi Kristen. Pemikirannya juga sangat berpengaruh dalam **Renaissance, Pencerahan, hingga filsafat modern**.

## 1.2 Ciri Utama Filsafat Klasik

Filsafat klasik merujuk pada periode awal perkembangan filsafat yang berpusat di dunia Yunani kuno dan terus berlanjut hingga era Romawi. Pada masa ini, pemikiran filsafat berkembang pesat

dengan tujuan utama untuk memahami hakikat realitas, eksistensi, dan moralitas melalui metode rasional. Para filsuf klasik berupaya menjawab pertanyaan mendasar tentang kehidupan, alam semesta, serta hubungan antara manusia dan dunia di sekitarnya.

Filsafat klasik ditandai oleh penggunaan rasionalitas dan logika sebagai alat utama dalam pencarian kebenaran. Para pemikir besar seperti **Socrates, Plato, dan Aristoteles** berkontribusi dalam membentuk sistem filsafat yang sistematis dan argumentatif. Selain itu, periode ini juga melahirkan berbagai aliran pemikiran, termasuk *Stoikisme, Epikureanisme, dan Skeptisisme*, yang memberikan landasan bagi perkembangan filsafat di era selanjutnya.

Secara umum, filsafat klasik tidak hanya berorientasi pada spekulasi metafisik tetapi juga menekankan pentingnya etika dan politik dalam kehidupan manusia. Pemikiran pada periode ini menjadi dasar bagi perkembangan filsafat abad pertengahan dan modern, menjadikannya sebagai fondasi utama bagi berbagai disiplin ilmu dan pemikiran filosofis di masa depan.

### 1.2.1 Fokus pada Realitas, Eksistensi, dan Moralitas

- **Realitas**

- Mempelajari hakikat keberadaan dunia dan segala isinya.
- Contoh:
  - \* Plato dengan *teori dunia ide*.
  - \* Aristoteles dengan konsep *substansi dan bentuk*.

- **Eksistensi**

- Mengkaji keberadaan manusia dan makna hidup.
- Contoh:
  - \* Socrates dengan "*kenali dirimu sendiri*".
  - \* Para filsuf pra-Sokrates yang mencari prinsip dasar alam (Thales, Anaximander, Heraclitus).

- **Moralitas**

- Membahas nilai baik dan buruk serta bagaimana manusia harus hidup.
- Contoh:
  - \* Etika eudaimonia Aristoteles (*hidup baik berdasarkan kebajikan*).
  - \* Konsep keadilan dalam *The Republic* karya Plato.

### 1.2.2 Menggunakan Rasionalitas dan Logika sebagai Alat Utama Berpikir

- **Rasionalitas**



- Filsafat klasik menekankan akal sebagai alat utama untuk memahami kebenaran.
- Contoh:
  - \* Metode dialektika Socrates dalam mencari kebenaran melalui tanya-jawab.

- **Logika**

- Diformalkan oleh Aristoteles dalam bentuk **silogisme** dan kaidah berpikir yang benar.
- Contoh:
  - \* *Semua manusia pasti mati. Socrates adalah manusia. Maka, Socrates pasti mati.*

- **Menolak mitos dan dogma**

- Para filsuf klasik menantang kepercayaan tradisional dengan pemikiran kritis dan sistematis.

## 1.3 Filsafat Abad Pertengahan (300 M - 1500 M)

Filsafat Abad Pertengahan berkembang dalam rentang waktu 300 M - 1500 M dan sangat dipengaruhi oleh ajaran agama, terutama **Kristen, Islam, dan Yahudi**. Pada periode ini, filsafat tidak hanya berfungsi sebagai alat rasional untuk memahami alam semesta tetapi juga sebagai sarana untuk memahami **teologi dan dogma keagamaan**.

Filsafat abad pertengahan berfokus pada **hubungan antara akal dan iman**, mencoba menjawab pertanyaan mendasar tentang **keberadaan Tuhan, penciptaan, moralitas, dan sifat realitas**. Para filsuf abad ini berusaha untuk **mensistematisasi pemikiran Yunani Kuno**, terutama dari Plato dan Aristoteles, agar selaras dengan ajaran agama.

### 1.3.1 Karakteristik Utama

#### 1. Pengaruh Agama yang Kuat:

Filsafat abad pertengahan sangat dipengaruhi oleh ajaran Kristen, Islam, dan Yahudi. Para filsuf pada masa ini melihat filsafat sebagai alat untuk memahami wahyu Tuhan. Oleh karena itu, pemikiran mereka tidak terlepas dari doktrin agama.

Di dunia Kristen, gereja memiliki peran besar dalam membentuk filsafat, yang kemudian berkembang menjadi Skolastisisme. Di dunia Islam, filsafat berkembang melalui penerjemahan dan pengembangan filsafat Yunani oleh para pemikir Muslim.

#### 2. Sintesis antara Akal dan Iman:

Para filsuf abad pertengahan percaya bahwa akal dan wahyu tidak bertentangan, melainkan dapat saling melengkapi.

- **Santo Agustinus** (354-430 M) mengadaptasi ajaran Neoplatonisme ke dalam teologi Kristen. Baginya, iman adalah awal dari pengetahuan, tetapi akal juga diperlukan untuk memahami kebenaran Tuhan.
- **Thomas Aquinas** (1225-1274 M) menggunakan filsafat Aristoteles untuk mendukung ajaran Kristen. Ia mengembangkan Skolastisisme, metode berpikir yang menggabungkan rasionalisme Aristotelian dengan ajaran agama.
- Dalam Islam, **Al-Farabi**, **Ibnu Sina**, dan **Ibnu Rusyd** mencoba menyesuaikan pemikiran filsafat Yunani dengan konsep Islam.

### 3. Argumen Rasional tentang Keberadaan Tuhan:

Mengembangkan argumen ontologis dan kosmologis. Para filsuf abad pertengahan berusaha membuktikan keberadaan Tuhan secara rasional melalui berbagai argumen filosofis:

- Anselmus dari Canterbury mengembangkan Argumen Ontologis, yang menyatakan bahwa Tuhan adalah "sesuatu yang paling sempurna", sehingga keberadaan-Nya tidak dapat disangkal.
- Thomas Aquinas mengajukan Lima Bukti Keberadaan Tuhan (*Quinque Viae*), yang meliputi konsep sebab pertama dan gerak utama.
- Ibnu Sina dalam filsafat Islam mengembangkan konsep wujud wajib dan wujud mungkin, yang menjadi dasar metafisika keberadaan Tuhan.

### 4. Fokus pada Metafisika dan Teologi:

Membahas hakikat Tuhan, jiwa, dan alam semesta. Metafisika dan teologi menjadi dua tema utama dalam filsafat abad pertengahan. Para filsuf mencoba menjelaskan hakikat Tuhan, jiwa manusia, dan hubungan antara dunia material dan spiritual.

Pertanyaan yang sering muncul dalam filsafat abad pertengahan antara lain:

- Bagaimana hubungan antara Tuhan dan ciptaan-Nya?
- Apakah manusia memiliki kebebasan atau ditentukan oleh takdir?
- Apa hubungan antara dunia material dan dunia spiritual?

### 5. Konflik dan Perdebatan:

Beberapa filsuf menghadapi pertentangan dengan dogma agama. Beberapa filsuf mengalami konflik dengan doktrin agama yang berlaku.

- Ibnu Rusyd (Averroes) dalam filsafat Islam menghadapi perlawanan dari kalangan teolog karena pendekatan rasionalnya.
- Maimonides, filsuf Yahudi, berusaha menyesuaikan filsafat Aristoteles dengan ajaran Yahudi, tetapi menghadapi kritik dari kaum tradisional.
- Di dunia Kristen, pemikiran skolastik sering menghadapi pertentangan antara kaum rasionalis dan kaum mistik. Pemikiran Skolastik adalah metode filsafat dan teologi

yang berkembang di Abad Pertengahan, khususnya di Eropa, dengan tujuan mensistematisasi dan menyelaraskan pemikiran rasional (filsafat) dengan doktrin agama (teologi).

Metode ini sangat dipengaruhi oleh logika Aristoteles dan sering digunakan untuk menganalisis, mengklarifikasi, dan membuktikan ajaran agama secara rasional.

### 1.3.2 Tokoh-Tokoh Penting

- **Santo Agustinus (354-430 M)**  
Santo Agustinus mengembangkan Neoplatonisme dalam teologi Kristen. Ia menekankan bahwa iman dan wahyu harus mendahului akal, tetapi akal tetap penting dalam memahami Tuhan.
- **Thomas Aquinas (1225-1274 M)**  
Thomas Aquinas memperkenalkan Skolastisisme dan merumuskan Lima Bukti Keberadaan Tuhan. Ia percaya bahwa akal dapat digunakan untuk memahami Tuhan secara logis.
- **Al-Farabi (872-950 M)**  
Filsuf Islam yang mengembangkan konsep negara ideal berdasarkan filsafat Plato dan Aristoteles. Ia juga menulis tentang hubungan antara akal dan wahyu dalam Islam.
- **Avicenna (Ibnu Sina) (980-1037 M)**  
Mengembangkan konsep wujud wajib dan wujud mungkin dalam metafisika, serta menulis karya besar dalam filsafat dan kedokteran.
- **Averroes (Ibnu Rusyd) (1126-1198 M)** Menafsirkan Aristoteles dan mengembangkan konsep dualitas kebenaran, di mana akal dan wahyu dapat berjalan berdampingan.
- **Maimonides (1138-1204 M)** Filsuf Yahudi yang berusaha menghubungkan filsafat Aristotelian dengan doktrin Yahudi, terutama dalam bukunya *The Guide for the Perplexed*.

### 1.3.3 Dampak Filsafat Abad Pertengahan

Filsafat abad pertengahan memiliki dampak besar terhadap perkembangan pemikiran selanjutnya:

- Menjadi dasar bagi filsafat modern dan Pencerahan.
- Memengaruhi perkembangan teologi di Eropa, dunia Islam, dan Yahudi.
- Mendorong perkembangan ilmu logika dan metafisika di universitas abad pertengahan.
- Penerjemahan karya Aristoteles ke dalam bahasa Latin memperkaya tradisi intelektual Barat.

## 1.4 Filsafat Modern (1500 M - 1800 M)

Filsafat modern berkembang pada periode 1500 M - 1800 M, ditandai dengan pergeseran dari filsafat yang berorientasi teologis ke arah yang lebih rasional dan ilmiah. Pada masa ini, para filsuf lebih fokus pada rasionalitas, metode ilmiah, dan epistemologi, yakni bagaimana manusia memperoleh pengetahuan.

### 1.4.1 Tokoh-Tokoh Utama

#### René Descartes (1596-1650): Rasionalisme

René Descartes dianggap sebagai bapak filsafat modern. Ia mengembangkan **rasionalisme**, yang menyatakan bahwa akal merupakan sumber utama pengetahuan.

Konsep terkenalnya adalah:

*Cogito, ergo sum* (Aku berpikir, maka aku ada).

Ia juga mengembangkan metode **keraguan metodis**, di mana ia meragukan semua hal hingga menemukan kebenaran yang tak terbantahkan.

#### John Locke dan David Hume: Empirisme

- **John Locke** (1632-1704) berpendapat bahwa manusia lahir sebagai *tabula rasa* (lembaran kosong), dan semua pengetahuan diperoleh melalui pengalaman.
- **David Hume** (1711-1776) menegaskan bahwa konsep-konsep kita tentang realitas berasal dari pengalaman sensoris, dan ia mengkritik gagasan kausalitas yang tidak bisa dibuktikan secara empiris.

#### Immanuel Kant (1724-1804): Sintesis Rasionalisme dan Empirisme

Immanuel Kant mencoba menyatukan dua aliran sebelumnya. Ia berpendapat bahwa:

- Pengetahuan berasal dari pengalaman (**empirisme**).
- Namun, akal manusia memiliki struktur bawaan yang membentuk pengalaman (**rasionalisme**).

Kant juga membedakan antara **fenomena** (dunia yang bisa kita pahami) dan **noumena** (realitas sejati yang tidak bisa kita akses).

### 1.4.2 Ciri Utama Filsafat Modern

1. **Fokus pada Pengetahuan dan Sains** Menggunakan metode ilmiah dan pendekatan rasional dalam memahami dunia.
2. **Kritik terhadap Dogma Agama dan Tradisi Lama** Menolak otoritas absolut dari gereja dan tradisi lama.
3. **Perkembangan Epistemologi**
  - Rasionalisme: Menyatakan bahwa akal adalah sumber utama pengetahuan.
  - Empirisme: Menekankan pengalaman sebagai sumber utama pengetahuan.
  - Sintesis Kantian: Menggabungkan kedua aliran tersebut.

## 1.5 Filsafat Kontemporer (1800 M - Sekarang)

Filsafat kontemporer berkembang sejak abad ke-19 hingga saat ini, dengan fokus utama pada ilmu pengetahuan, politik, bahasa, dan kesadaran manusia. Berbeda dengan filsafat modern yang masih berakar pada rasionalitas dan epistemologi klasik, filsafat kontemporer lebih menekankan relativisme, pluralisme, dan kritik terhadap sistem sosial yang ada.

### 1.5.1 Tokoh-Tokoh Utama

#### Karl Marx (1818-1883): Materialisme Historis

Karl Marx mengembangkan konsep **materialisme historis**, yang menyatakan bahwa sejarah manusia ditentukan oleh faktor ekonomi dan perjuangan kelas. Ia mengkritik sistem kapitalisme sebagai sistem yang menciptakan ketimpangan sosial dan eksploitasi kelas pekerja.

Marx berpendapat bahwa perubahan sosial hanya dapat terjadi melalui **revolusi proletariat**, yang akan menggantikan kapitalisme dengan sosialisme.

#### Friedrich Nietzsche (1844-1900): Nihilisme dan Kritik Moralitas

Nietzsche dikenal dengan pernyataannya:

*"Tuhan telah mati?",* yang menandakan runtuhnya nilai-nilai moral tradisional.

Ia menolak moralitas yang dikendalikan oleh agama dan budaya Barat, serta memperkenalkan konsep **Übermensch (Manusia Unggul)**, yaitu individu yang mampu melampaui nilai-nilai moral konvensional dan menciptakan maknanya sendiri.

### **Ludwig Wittgenstein (1889-1951): Filsafat Bahasa**

Wittgenstein mengembangkan teori bahwa cara manusia memahami dunia sangat bergantung pada bahasa yang digunakan. Dalam *Tractatus Logico-Philosophicus*, ia berpendapat bahwa:

"Batas bahasa adalah batas dunia kita."

Pemikirannya menegaskan bahwa segala sesuatu yang tidak dapat diekspresikan dengan bahasa tidak dapat dipahami secara rasional.

### **Martin Heidegger (1889-1976): Eksistensialisme dan Fenomenologi**

Heidegger membahas konsep **Dasein** (keberadaan manusia), dengan menekankan bahwa manusia hidup dalam konteks waktu dan sejarah. Ia berargumen bahwa kebanyakan manusia hidup dalam keadaan "*ketidakauntentikan*", di mana mereka mengikuti norma sosial tanpa memahami makna sejati dari eksistensinya.

## **1.5.2 Ciri Utama Filsafat Kontemporer**

### **1. Menekankan Relativisme, Pluralisme, dan Skeptisisme**

- Tidak ada kebenaran mutlak, realitas tergantung pada perspektif individu dan sosial.
- Mengakui keberagaman cara berpikir dan interpretasi dunia.

### **2. Kritik terhadap Filsafat Tradisional**

- Menolak pendekatan klasik yang mengandalkan sistem rasional absolut.
- Fokus pada kritik terhadap ideologi, kekuasaan, dan struktur sosial.

### **3. Perkembangan Filsafat Ilmu**

- Menganalisis batas-batas metode ilmiah dan validitas pengetahuan.

## **1.6 Kesimpulan**

### **1.6.1 Apa itu Filsafat?**

Filsafat adalah ilmu yang mencari pemahaman mendalam tentang kebenaran, realitas, dan keberadaan manusia di dunia. Kata *filsafat* berasal dari bahasa Yunani *philosophia*, yang berarti "cinta akan kebijaksanaan."

Filsafat tidak hanya bertanya "**apa yang benar?**", tetapi juga "**mengapa itu benar?**" dan "**bagaimana kita bisa mengetahuinya?**". Para filsuf menggunakan logika, pemikiran kritis,

dan argumen rasional untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan besar tentang kehidupan, alam semesta, dan moralitas.

Secara umum, filsafat terbagi ke dalam beberapa cabang utama:

- **Metafisika** → Membahas hakikat realitas dan keberadaan.
- **Epistemologi** → Mengkaji sumber, batas, dan keabsahan pengetahuan.
- **Etika** → Menyelidiki konsep baik dan buruk dalam tindakan manusia.
- **Logika** → Mempelajari prinsip berpikir yang benar dan rasional.
- **Estetika** → Menganalisis keindahan, seni, dan ekspresi kreatif.

Filsafat tidak selalu memberikan jawaban yang pasti, tetapi lebih kepada cara berpikir yang mendalam dan sistematis agar kita bisa memahami dunia dengan lebih baik.

## 1.6.2 Ringkasan Perkembangan Filsafat

Berikut adalah ringkasan perkembangan filsafat berdasarkan periodisasi sejarahnya:

### 1. Filsafat Klasik (600 SM - 300 M)

- Fokus pada realitas, eksistensi, moralitas, dan logika.
- Tokoh utama: Thales, Socrates, Plato, Aristoteles.

### 2. Filsafat Abad Pertengahan (300 M - 1500 M)

- Dipengaruhi oleh agama (Kristen, Islam, Yahudi).
- Integrasi filsafat Yunani dengan teologi.
- Tokoh utama: Agustinus, Thomas Aquinas, Al-Farabi, Ibnu Sina.

### 3. Filsafat Modern (1500 M - 1800 M)

- Fokus pada rasionalisme, empirisme, dan metode ilmiah.
- Kritik terhadap dogma agama dan tradisi lama.
- Tokoh utama: René Descartes, John Locke, David Hume, Immanuel Kant.

### 4. Filsafat Kontemporer (1800 M - Sekarang)

- Berfokus pada ilmu pengetahuan, politik, bahasa, dan kesadaran manusia.
- Menekankan relativisme, pluralisme, dan kritik terhadap filsafat tradisional.
- Tokoh utama: Karl Marx, Friedrich Nietzsche, Ludwig Wittgenstein, Martin Heidegger.

### 1.6.3 Kesimpulan Umum

Filsafat telah berkembang dari pencarian hakikat realitas dalam filsafat klasik, pengaruh agama dalam filsafat abad pertengahan, transisi ke rasionalisme dan empirisme dalam filsafat modern, hingga kritik dan pendekatan multidisipliner dalam filsafat kontemporer.

Filsafat tidak hanya sekadar mencari jawaban atas pertanyaan eksistensial, tetapi juga memberikan cara berpikir yang lebih mendalam, sistematis, dan kritis dalam memahami dunia dan kehidupan manusia. Oleh karena itu, filsafat tetap menjadi salah satu bidang ilmu yang relevan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk sains, politik, etika, dan seni.





# Bab 2

## Apa Itu Ilmu?

### 2.1 Pengantar

Ilmu merupakan sistem pengetahuan yang dikembangkan berdasarkan metode sistematis, yang terdiri dari observasi, eksperimen, dan analisis rasional. Kata "ilmu" berasal dari bahasa Latin *scientia*, yang berarti "pengetahuan". Dalam perkembangannya, ilmu tidak hanya mengumpulkan informasi tetapi juga mencoba menjelaskan berbagai fenomena alam dan sosial berdasarkan bukti yang dapat diuji [11].

### 2.2 Definisi Ilmu

Beberapa definisi ilmu menurut para filsuf dan ilmuwan:

- **Karl Popper** → Ilmu adalah sistem hipotesis yang dapat diuji dan difalsifikasi melalui eksperimen [12].

Karl Popper mendefinisikan ilmu sebagai sistem hipotesis yang dapat diuji dan difalsifikasi melalui eksperimen. Menurut Popper, suatu teori ilmiah harus memiliki potensi untuk dibuktikan salah (falsifiability). Artinya, sebuah teori tidak bisa disebut ilmiah jika tidak memungkinkan adanya pengujian yang dapat menunjukkan bahwa teori tersebut salah.

#### Contoh konkret:

Teori gravitasi Newton awalnya dianggap sebagai hukum universal. Namun, pengamatan tentang perilaku orbit planet Merkurius yang tidak sepenuhnya sesuai dengan prediksi Newton menunjukkan adanya kelemahan dalam teori ini. Kemudian, teori relativitas umum Einstein membuktikan bahwa gravitasi tidak sekadar gaya tarik-menarik antar benda, tetapi akibat kelengkungan ruang-waktu. Ini menunjukkan bagaimana ilmu berkembang melalui falsifikasi.

- **Francis Bacon** → Ilmu adalah alat untuk memahami alam melalui eksperimen dan metode induktif [13].

Francis Bacon berpendapat bahwa ilmu adalah alat untuk memahami alam dengan menggunakan eksperimen dan metode induktif. Bacon menekankan bahwa pengumpulan data empiris melalui observasi dan eksperimen merupakan dasar dari ilmu pengetahuan. Ia menolak pendekatan deduktif yang hanya mengandalkan akal tanpa pengujian langsung terhadap realitas.

**Contoh konkret:**

Dalam bidang kedokteran, metode induktif diterapkan ketika para ilmuwan mengamati pola penyakit dan menemukan penyebabnya. Misalnya, dalam penemuan vaksin, para peneliti pertama-tama mengamati bagaimana beberapa orang yang terpapar virus tertentu dapat menjadi kebal. Melalui eksperimen, mereka kemudian mengembangkan vaksin yang meniru proses alami tubuh dalam membangun kekebalan.

- **Immanuel Kant** → Ilmu adalah sistem pengetahuan yang disusun berdasarkan prinsip rasional [14].

Immanuel Kant mendefinisikan ilmu sebagai sistem pengetahuan yang dibangun berdasarkan prinsip-prinsip rasional. Menurut Kant, ilmu tidak hanya bersumber dari pengalaman empiris tetapi juga dari struktur rasional yang membentuk pengalaman tersebut. Ilmu harus memiliki dasar-dasar yang logis dan tersusun secara sistematis.

**Contoh konkret:**

Dalam matematika, konsep-konsep seperti geometri Euclidean tidak semata-mata berasal dari pengalaman empiris, tetapi juga dari konstruksi rasional yang mengikuti prinsip logis tertentu. Misalnya, aksioma bahwa "melalui dua titik hanya dapat dibuat satu garis lurus" adalah prinsip yang diterima secara rasional dan menjadi dasar dari teori geometri.

## Kesimpulan

Ilmu adalah sistem pengetahuan yang diperoleh melalui metode yang sistematis, rasional, dan dapat diuji. Ilmu berkembang melalui observasi, eksperimen, serta pengujian hipotesis, seperti yang dijelaskan oleh Karl Popper (falsifikasi), Francis Bacon (induksi empiris), dan Immanuel Kant (rasionalisme). Secara umum, ilmu bertujuan untuk memahami dan menjelaskan fenomena alam serta kehidupan dengan cara yang objektif dan terstruktur.

## 2.3 Karakteristik Ilmu

Ilmu memiliki beberapa karakteristik utama yang membedakannya dari bentuk pengetahuan lainnya. Karakteristik ini memastikan bahwa ilmu dapat digunakan sebagai alat yang andal dalam memahami fenomena alam dan kehidupan. Berikut adalah lima karakteristik utama ilmu beserta contoh konkret untuk masing-masing.

1. **Empiris** → Berdasarkan pengalaman dan observasi nyata [11].

Ilmu didasarkan pada pengalaman nyata dan observasi terhadap fenomena yang dapat diuji. Data ilmiah dikumpulkan melalui eksperimen dan pengamatan langsung, bukan hanya spekulasi atau dugaan semata.

**Contoh konkret:**

Dalam bidang kedokteran, studi tentang efektivitas obat dilakukan melalui uji klinis yang melibatkan pasien nyata. Misalnya, dalam pengembangan vaksin COVID-19, para ilmuwan melakukan serangkaian eksperimen untuk mengamati bagaimana tubuh merespons vaksin sebelum disetujui untuk penggunaan massal.

2. **Sistematis** → Disusun dalam pola yang terorganisir untuk memastikan keakuratan data [28].

Ilmu disusun secara sistematis dengan metode yang jelas agar data yang dikumpulkan dapat diinterpretasikan secara akurat dan konsisten. Informasi ilmiah harus mengikuti pola logis yang memungkinkan analisis yang mendalam dan terstruktur.

**Contoh konkret:**

Dalam penelitian cuaca, data suhu, tekanan udara, dan kelembaban dikumpulkan secara sistematis menggunakan sensor dan satelit. Data ini kemudian dianalisis menggunakan model matematika untuk memprediksi pola cuaca secara akurat.

3. **Rasional** → Menggunakan logika dan akal sehat dalam setiap penyelidikan ilmiah [29].

Ilmu berlandaskan pada pemikiran logis yang dapat dijelaskan melalui prinsip-prinsip akal sehat dan tidak hanya berdasarkan kepercayaan atau asumsi yang tidak dapat diuji.

**Contoh konkret:**

Dalam fisika, teori relativitas Einstein dikembangkan berdasarkan prinsip logis tentang bagaimana ruang dan waktu berinteraksi dengan gravitasi. Perhitungan matematis dan eksperimen kemudian membuktikan bahwa teori ini benar.

4. **Objektif** → Tidak dipengaruhi oleh subjektivitas pribadi, melainkan berdasarkan bukti empiris [15].

Ilmu harus bebas dari bias dan subjektivitas pribadi. Hasil ilmiah harus didasarkan pada fakta yang dapat diuji secara independen oleh siapa pun dengan menggunakan metode yang sama.

**Contoh konkret:**

Dalam penelitian psikologi, uji coba buta ganda (double-blind test) sering digunakan untuk memastikan bahwa baik subjek penelitian maupun peneliti tidak terpengaruh oleh ekspektasi tertentu. Misalnya, dalam pengujian efektivitas obat, baik pasien maupun dokter yang memberikan obat tidak mengetahui apakah yang diberikan adalah obat aktif atau plasebo.

5. **Verifikatif** → Dapat diuji dan dibuktikan kebenarannya melalui eksperimen yang berulang [12].

Ilmu harus memungkinkan pengujian ulang dan pembuktian oleh ilmuwan lain untuk memastikan keakuratan suatu temuan. Jika suatu hipotesis tidak dapat diuji atau direplikasi, maka tidak dapat dianggap sebagai ilmu.

**Contoh konkret:**

Teori evolusi oleh Charles Darwin telah diuji dan diverifikasi melalui berbagai penelitian genetika dan fosil. Bukti DNA menunjukkan kesamaan genetik antara berbagai spesies, memperkuat teori bahwa makhluk hidup berevolusi dari nenek moyang yang sama.

## 2.4 Cabang-Cabang Ilmu

Ilmu terbagi dalam beberapa cabang utama, yang mencerminkan beragam aspek kehidupan dan pengetahuan. Cabang-cabang ilmu ini membantu manusia dalam memahami dunia serta mengembangkan berbagai teknologi dan teori yang berguna dalam kehidupan sehari-hari.

### 2.4.1 Ilmu Alam (Natural Sciences)

Ilmu alam mempelajari fenomena fisik dan biologis yang dapat diobservasi secara empiris melalui metode ilmiah. Ilmu ini mencakup:

- **Fisika** → Studi tentang materi, energi, dan hukum alam [16]. Misalnya, hukum Newton tentang gerak menjelaskan bagaimana objek bergerak dan berinteraksi dalam ruang dan waktu.
- **Kimia** → Ilmu tentang struktur, sifat, dan perubahan materi [17]. Contohnya adalah reaksi pembakaran yang mengubah bahan bakar dan oksigen menjadi energi panas dan karbon dioksida.
- **Biologi** → Studi tentang makhluk hidup dan ekosistem [18]. Misalnya, penelitian tentang DNA memungkinkan pemahaman lebih lanjut tentang genetika dan evolusi spesies.

### 2.4.2 Ilmu Sosial (Social Sciences)

Ilmu sosial mempelajari perilaku manusia dan struktur sosial yang membentuk masyarakat. Cabang-cabang utama ilmu sosial meliputi:

- **Sosiologi** → Studi tentang masyarakat dan interaksi sosial [19]. Contohnya adalah analisis dampak urbanisasi terhadap pola kehidupan masyarakat di perkotaan.
- **Ekonomi** → Ilmu tentang produksi, distribusi, dan konsumsi sumber daya [20]. Sebagai contoh, teori penawaran dan permintaan digunakan untuk memahami fluktuasi harga barang di pasar.

- **Psikologi** → Studi tentang pikiran dan perilaku manusia [21]. Contohnya adalah penelitian tentang efek stres terhadap kesehatan mental dan fisik seseorang.

### 2.4.3 Ilmu Formal (Formal Sciences)

Ilmu formal menggunakan sistem logis dan matematis dalam menganalisis konsep dan struktur abstrak. Beberapa cabang utama dalam ilmu formal antara lain:

- **Matematika** → Studi tentang struktur, pola, dan hubungan kuantitatif [22]. Contoh penerapannya adalah teori bilangan yang digunakan dalam kriptografi untuk keamanan data.
- **Logika** → Ilmu tentang penalaran dan inferensi yang sah [23]. Misalnya, logika proposisional digunakan dalam kecerdasan buatan untuk pengambilan keputusan.
- **Ilmu Komputer** → Studi tentang algoritma, pemrograman, dan kecerdasan buatan [24]. Contohnya adalah pengembangan jaringan saraf tiruan dalam machine learning untuk pengenalan wajah.

### 2.4.4 Ilmu Terapan (Applied Sciences)

Ilmu terapan merupakan cabang ilmu yang menerapkan teori ilmiah untuk kepentingan praktis, membantu menyelesaikan masalah di berbagai bidang. Beberapa cabang utama dalam ilmu terapan meliputi:

- **Teknik** → Menggunakan prinsip fisika dan matematika untuk menciptakan teknologi baru [25]. Misalnya, rekayasa sipil memungkinkan pembangunan jembatan yang tahan gempa.
- **Kedokteran** → Studi tentang kesehatan dan pengobatan manusia [26]. Contohnya adalah pengembangan vaksin yang membantu mencegah penyebaran penyakit menular.
- **Farmasi** → Ilmu yang berfokus pada obat dan terapi medis [27]. Misalnya, penelitian farmasi memungkinkan penemuan obat baru untuk mengobati penyakit kronis seperti diabetes.

## Kesimpulan

Cabang-cabang ilmu ini saling berhubungan dan sering kali berkolaborasi untuk mengembangkan solusi bagi tantangan yang dihadapi manusia. Dengan memahami dan mengaplikasikan berbagai disiplin ilmu, kita dapat menciptakan inovasi dan penemuan yang bermanfaat bagi peradaban.

## 2.5 Metode Ilmiah

Metode ilmiah adalah prosedur sistematis yang digunakan untuk memperoleh ilmu yang dapat diuji dan dipertanggungjawabkan. Proses ini memastikan bahwa pengetahuan yang diperoleh bersifat objektif dan dapat direplikasi oleh peneliti lain. Berikut adalah tahapan utama dalam metode ilmiah beserta contoh konkret dalam penerapannya.

1. **Observasi** → Mengamati fenomena yang terjadi secara sistematis [11].

Observasi adalah langkah pertama dalam metode ilmiah, di mana seorang peneliti mengamati suatu fenomena secara sistematis untuk mengidentifikasi pola atau masalah yang menarik untuk diteliti.

**Contoh konkret:**

Seorang ahli biologi mengamati bahwa populasi lebah di suatu daerah mengalami penurunan drastis dalam beberapa tahun terakhir. Ia mencatat pola perubahan lingkungan, keberadaan pestisida, serta perubahan iklim yang mungkin berkontribusi terhadap penurunan populasi lebah.

2. **Merumuskan Hipotesis** → Membuat dugaan awal berdasarkan pengamatan [12].

Setelah melakukan observasi, ilmuwan merumuskan hipotesis, yaitu dugaan sementara yang menjelaskan fenomena yang diamati.

**Contoh konkret:**

Dari observasi penurunan populasi lebah, seorang peneliti membuat hipotesis bahwa penggunaan pestisida tertentu berkontribusi terhadap kematian lebah.

3. **Eksperimen** → Menguji hipotesis melalui percobaan yang terkontrol [15].

Untuk menguji hipotesis, eksperimen dilakukan dalam kondisi yang dikontrol guna memastikan validitas hasil yang diperoleh.

**Contoh konkret:**

Seorang ilmuwan melakukan percobaan dengan membagi dua kelompok lebah: satu kelompok terpapar pestisida tertentu, dan kelompok lainnya tidak. Hasilnya kemudian dibandingkan untuk melihat apakah terdapat perbedaan signifikan dalam tingkat kematian lebah antara kedua kelompok.

4. **Analisis Data** → Menarik kesimpulan berdasarkan hasil eksperimen dan statistik [16].

Setelah eksperimen dilakukan, data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode statistik untuk menentukan apakah hipotesis didukung oleh bukti empiris.

**Contoh konkret:**

Setelah menganalisis hasil eksperimen, ditemukan bahwa lebah yang terpapar pestisida memiliki tingkat kematian lebih tinggi dibandingkan yang tidak terpapar. Dengan demikian, hipotesis awal mendapat dukungan data.

5. **Publikasi & Evaluasi** → Mempublikasikan hasil agar diuji oleh ilmuwan lain [28].

Setelah kesimpulan diperoleh, hasil penelitian harus dipublikasikan agar dapat diverifikasi oleh komunitas ilmiah melalui peer review.

**Contoh konkret:**

Peneliti menerbitkan studinya dalam jurnal ilmiah tentang dampak pestisida terhadap populasi lebah. Ilmuwan lain kemudian mengulangi eksperimen dalam kondisi berbeda untuk memverifikasi temuan tersebut.

## Kesimpulan

Metode ilmiah adalah pendekatan sistematis dalam memperoleh pengetahuan yang dapat diuji dan direplikasi. Dengan melalui tahapan observasi, perumusan hipotesis, eksperimen, analisis data, serta publikasi dan evaluasi, ilmu pengetahuan berkembang secara objektif dan berbasis bukti.

## 2.6 Kesimpulan

Ilmu adalah sistem pengetahuan yang berkembang melalui metode ilmiah untuk memahami dunia secara rasional dan objektif. Dengan cabang-cabang yang luas dan metode yang ketat, ilmu telah membantu manusia dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk teknologi, kesehatan, dan ekonomi. Misalnya, kemajuan dalam bidang teknik telah memungkinkan pembangunan infrastruktur yang lebih efisien, sementara penemuan dalam bidang kedokteran telah meningkatkan harapan hidup manusia melalui pengembangan vaksin dan obat-obatan.

Namun, ilmu juga memiliki keterbatasan. Ilmu hanya dapat menjawab pertanyaan yang dapat diuji secara empiris dan tidak dapat memberikan jawaban mutlak terhadap pertanyaan metafisika atau aspek subjektif kehidupan manusia, seperti makna keberadaan atau moralitas. Meskipun demikian, ilmu tetap menjadi alat utama dalam pengembangan peradaban, terus berkembang dengan adanya penelitian dan inovasi yang berkelanjutan. Dengan terus menerapkan metode ilmiah, manusia dapat semakin memahami dunia dan mencari solusi untuk tantangan yang dihadapi di masa depan. [29].





## Apa Itu Filsafat Ilmu? [30, 31]

Tugas utama filsafat ilmu adalah menganalisis metode penyelidikan yang digunakan dalam ilmu pengetahuan. Anda mungkin bertanya-tanya mengapa tugas ini harus menjadi tanggung jawab para filsuf, bukan para ilmuwan itu sendiri. Ini pertanyaan yang bagus. Salah satu jawabannya adalah bahwa refleksi filosofis dapat mengungkap asumsi-asumsi yang tersirat dalam penyelidikan ilmiah. Sebagai ilustrasi, pertimbangkan praktik eksperimental. Misalkan seorang ilmuwan melakukan percobaan dan mendapatkan hasil tertentu. Mereka mengulangi percobaan tersebut beberapa kali dan tetap mendapatkan hasil yang sama. Setelah itu mereka mungkin akan berhenti, yakin bahwa jika percobaan diulangi lagi dalam kondisi yang persis sama, maka hasil yang sama akan diperoleh. Asumsi ini mungkin tampak jelas, namun sebagai filsuf, kita ingin mempertanyakannya. Mengapa berasumsi bahwa pengulangan percobaan di masa depan akan menghasilkan hasil yang sama? Bagaimana kita tahu ini benar? Para ilmuwan kemungkinan besar tidak akan menghabiskan banyak waktu untuk memikirkan hal ini: mereka mungkin mempunyai hal-hal yang lebih baik untuk dilakukan. Ini adalah pertanyaan yang pada dasarnya bersifat filosofis.

Jadi bagian dari tugas filsafat ilmu adalah mempertanyakan asumsi-asumsi yang dianggap remeh oleh para ilmuwan. Namun keliru jika menyatakan bahwa para ilmuwan tidak pernah membahas sendiri isu-isu filosofis. Memang secara historis, para ilmuwan telah memainkan peran penting dalam perkembangan filsafat ilmu pengetahuan. Descartes, Newton, dan Einstein adalah contoh yang menonjol. Masing-masing dari mereka sangat tertarik dengan pertanyaan tentang bagaimana ilmu pengetahuan harus dikembangkan, metode penyelidikan apa yang harus digunakan, dan apakah ada batasan dalam pengetahuan ilmiah. Pertanyaan-pertanyaan ini masih menjadi inti filsafat ilmu pengetahuan kontemporer. Jadi isu-isu yang menjadi perhatian para filsuf ilmu pengetahuan telah menarik perhatian beberapa ilmuwan terbesar. Meskipun demikian, harus diakui bahwa banyak ilmuwan saat ini yang kurang tertarik pada filsafat ilmu pengetahuan, dan hanya mengetahui sedikit tentangnya. Meskipun disayangkan, hal ini bukan merupakan indikasi bahwa isu-isu filosofis sudah tidak relevan lagi. Hal ini justru merupakan konsekuensi dari semakin terspesialisasinya sifat ilmu, dan polarisasi antara ilmu dan humaniora yang menjadi ciri pendidikan modern.

Anda mungkin masih bertanya-tanya apa sebenarnya filsafat ilmu itu. Karena mengatakan bahwa ia “mempelajari metode-metode ilmu pengetahuan” tidaklah berarti banyak. Daripada mencoba memberikan definisi yang lebih informatif, kami malah akan mengkaji isu klasik dalam filsafat ilmu.

### 3.1 Filsafat Ilmu

Filsafat ilmu adalah cabang filsafat yang secara khusus mempelajari hakikat ilmu pengetahuan, termasuk konsep, metode, batasan, serta validitas ilmu. Filsafat ilmu tidak sekadar menggabungkan filsafat dan ilmu, tetapi lebih dari itu, ia memberikan refleksi kritis dan mendalam tentang ilmu itu sendiri. Filsafat ilmu berusaha memahami hakikat ilmu, metode ilmiah, dan bagaimana ilmu berkontribusi terhadap pemahaman kita tentang dunia. Dengan kata lain, filsafat ilmu bertujuan untuk **menganalisis konsep-konsep fundamental** yang ada dalam ilmu pengetahuan **seperti kebenaran, realitas, dan rasionalitas**.

Filsafat ilmu berusaha menjawab pertanyaan fundamental seperti:

- **Apa itu ilmu?** Bagaimana sesuatu dapat dikategorikan sebagai ilmu? Ilmu dapat dikategorikan berdasarkan metode ilmiah yang digunakan untuk menguji dan mengembangkan teori-teori. Kriteria ilmu meliputi objektivitas, verifikasi, falsifiabilitas, dan konsistensi dalam menjelaskan fenomena alam atau sosial.
- **Bagaimana ilmu berkembang?** Apa yang menentukan kemajuan atau perubahan dalam ilmu? Ilmu berkembang melalui pengumpulan data empiris, pengujian hipotesis, serta penyempurnaan teori berdasarkan bukti baru. Revolusi ilmiah, seperti yang dijelaskan oleh Thomas Kuhn, menunjukkan bahwa ilmu mengalami perubahan paradigma ketika teori lama digantikan oleh teori yang lebih sesuai dengan bukti empiris.
- **Bagaimana kebenaran dalam ilmu dapat dipastikan?** Apa kriteria sebuah teori ilmiah dianggap benar atau sah? Kebenaran dalam ilmu didasarkan pada korespondensi antara teori dan realitas empiris. Suatu teori ilmiah dianggap benar jika dapat diuji dan diverifikasi melalui eksperimen berulang, memiliki prediktabilitas yang tinggi, serta sesuai dengan prinsip falsifiabilitas yang dikemukakan oleh Karl Popper.
- **Apa batas ilmu?** Apakah ada hal-hal yang tidak dapat dijangkau oleh ilmu? Ilmu memiliki batas dalam hal fenomena yang tidak dapat diobservasi atau diuji secara empiris, seperti pertanyaan metafisik, nilai moral, dan subjektivitas manusia. Selain itu, keterbatasan teknologi dan metode ilmiah juga mempengaruhi sejauh mana ilmu dapat menjelaskan suatu fenomena.

### Tiga Aspek Utama Filsafat Ilmu

Filsafat ilmu memiliki tiga aspek utama, yaitu:

1. **Ontologi** → Mempelajari hakikat realitas yang dikaji oleh ilmu. Misalnya, apakah entitas ilmiah seperti atom atau medan gravitasi benar-benar ada atau hanya konstruksi teoretis?
2. **Epistemologi** → Mengkaji bagaimana pengetahuan ilmiah diperoleh, bagaimana kita dapat yakin bahwa suatu teori itu benar, serta bagaimana ilmu membedakan antara yang ilmiah dan non-ilmiah.
3. **Aksiologi** → Menganalisis nilai dan etika dalam ilmu, termasuk bagaimana ilmu digunakan dalam masyarakat dan apakah ilmu memiliki batas moral tertentu.

## Kesimpulan

Filsafat ilmu bukan sekadar gabungan antara filsafat dan ilmu, tetapi merupakan disiplin yang menelaah ilmu secara kritis dari sudut pandang filosofis. Ia memastikan bahwa ilmu tidak hanya berkembang secara teknis, tetapi juga dipertimbangkan secara konseptual dan etis.

Selain itu ia juga berkaitan dengan **landasan, metode, dan implikasi ilmu pengetahuan**. Pertanyaan sentral dari studi ini **berkaitan dengan apa yang memenuhi syarat sebagai sains, keandalan teori ilmiah, dan tujuan akhir sains**. Disiplin ini tumpang tindih dengan **metafisika** (“Metafisika adalah cabang filsafat yang mempelajari **hakikat dasar realitas**”). Ini mencakup prinsip-prinsip pertama: **keberadaan, identitas, perubahan, ruang dan waktu, sebab dan akibat, kebutuhan, aktualitas, dan kemungkinan**), **ontologi** (“Ontologi adalah studi filosofis tentang **keberadaan**, serta konsep-konsep terkait seperti **keberadaan, keberadaan dan realitas**.”), dan **epistemologi** (“Epistemologi” dari bahasa Yunani Kuno *ἐπιστήμη* (*episteme*) “**pengetahuan**”, dan **logi**) adalah cabang filsafat yang berkaitan dengan **pengetahuan**, dan dianggap sebagai **subbidang utama filsafat**, bersama dengan subbidang utama lainnya seperti **etika, logika, dan metafisika**. “Epistemolog mempelajari **hakikat, asal usul, dan ruang lingkup pengetahuan, pembenaran epistemik, rasionalitas keyakinan, dan berbagai persoalan terkait**.”), misalnya ketika mengeksplorasi hubungan antara sains dan kebenaran. Filsafat ilmu berfokus pada aspek **metafisika, epistemik, dan semantik ilmu pengetahuan**. Masalah **etika** seperti **bioetika dan pelanggaran ilmiah** sering kali dianggap sebagai **studi etika** atau **sains** daripada **filsafat sains**.

Tidak ada konsensus di antara para filsuf tentang banyak masalah utama yang berkaitan dengan filsafat ilmu pengetahuan, termasuk apakah ilmu pengetahuan dapat mengungkapkan kebenaran tentang hal-hal yang tidak dapat diamati dan apakah penalaran ilmiah dapat dibenarkan. Selain pertanyaan-pertanyaan umum tentang sains secara keseluruhan, para filsuf sains mempertimbangkan masalah-masalah yang berlaku untuk sains tertentu (seperti biologi atau fisika). Beberapa filsuf sains juga menggunakan hasil sains kontemporer untuk mencapai kesimpulan tentang filsafat itu sendiri.

Meskipun pemikiran filosofis yang berkaitan dengan sains setidaknya sudah ada sejak zaman Aristoteles, filsafat umum sains baru muncul sebagai disiplin ilmu yang berbeda pada abad ke-20 setelah munculnya gerakan **positivis logis**, yang bertujuan untuk merumuskan kriteria untuk memastikan semua pernyataan filosofis. ’ kebermaknaan dan menilainya secara objektif. Karl Popper mengkritik positivisme logis dan membantu menetapkan standar modern untuk

metodologi ilmiah. Buku Thomas Kuhn tahun 1962, *The Structure of Scientific Revolutions*, juga bersifat formatif, menantang pandangan kemajuan ilmiah sebagai perolehan pengetahuan kumulatif yang stabil berdasarkan metode eksperimen sistematis yang tetap dan alih-alih berargumentasi bahwa kemajuan apa pun relatif terhadap "paradigma", serangkaian pertanyaan, konsep, dan praktik yang mendefinisikan suatu disiplin ilmu dalam periode sejarah tertentu.

Selanjutnya, pendekatan koheren terhadap sains, di mana suatu teori divalidasi jika pengamatannya masuk akal sebagai bagian dari keseluruhan yang koheren, menjadi menonjol karena W. V. Quine dan lain-lain. Beberapa pemikir seperti Stephen Jay Gould berusaha mendasarkan sains pada asumsi-asumsi aksiomatik, seperti keseragaman alam. Sebagian kecil filsuf, dan khususnya Paul Feyerabend, berpendapat bahwa tidak ada yang namanya "metode ilmiah", jadi semua pendekatan terhadap sains harus diperbolehkan, termasuk pendekatan yang secara eksplisit bersifat supranatural. Pendekatan lain dalam berpikir tentang sains melibatkan mempelajari bagaimana pengetahuan diciptakan dari perspektif sosiologis, sebuah pendekatan yang diwakili oleh para sarjana seperti David Bloor dan Barry Barnes. Terakhir, tradisi dalam filsafat kontinental mendekati sains dari perspektif analisis pengalaman manusia yang cermat.

Filsafat ilmu-ilmu tertentu berkisar dari pertanyaan tentang sifat waktu yang diajukan oleh relativitas umum Einstein, hingga implikasi ilmu ekonomi terhadap kebijakan publik. Tema sentralnya adalah apakah istilah-istilah suatu teori ilmiah dapat direduksi secara intra atau interteori menjadi istilah-istilah teori lainnya. Artinya, dapatkah ilmu kimia direduksi menjadi fisika, atau dapatkah sosiologi direduksi menjadi psikologi individu? Pertanyaan-pertanyaan umum filsafat ilmu juga muncul dengan kekhususan yang lebih besar dalam beberapa ilmu tertentu. Misalnya, pertanyaan tentang validitas penalaran ilmiah dilihat dalam bentuk yang berbeda dalam dasar-dasar statistik. Pertanyaan tentang apa yang dianggap sebagai sains dan apa yang harus dikecualikan muncul sebagai persoalan hidup atau mati dalam filsafat kedokteran. Selain itu, filsafat biologi, psikologi, dan ilmu-ilmu sosial mengeksplorasi apakah studi ilmiah tentang sifat manusia dapat mencapai objektivitas atau pasti dibentuk oleh nilai-nilai dan hubungan sosial.

### Ruang Lingkup Filsafat Ilmu

Filsafat ilmu mencakup berbagai aspek yang meliputi:

1. **Ontologi:** Ontologi dalam filsafat ilmu membahas tentang apa yang dianggap **ada dalam ilmu pengetahuan**. Ini mencakup pertanyaan mengenai **realitas** dan **hakikat entitas yang dipelajari oleh ilmu**. Ontologi berusaha menjawab pertanyaan seperti: **Apa yang benar-benar ada? Bagaimana entitas-entitas ini saling berhubungan?**

Ontologi dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori:

- **Ontologi Realisme:** Menyatakan bahwa dunia dan entitasnya ada secara independen dari persepsi manusia. Contoh: Atom dan molekul dalam ilmu kimia dianggap ada terlepas dari apakah manusia mengamatnya atau tidak.

**Pernyataan:** Dunia dan entitasnya ada secara independen dari persepsi manusia.

**Contoh Real Problem:**

- **Pemanasan Global dan Gas Rumah Kaca**

Gas karbon dioksida ( $CO_2$ ) dan metana ( $CH_4$ ) tetap ada dan mempengaruhi pe-

rubahan iklim, terlepas dari apakah manusia mengamatinya atau tidak. Walaupun beberapa orang menyangkal pemanasan global, keberadaan dan dampaknya dapat diukur secara objektif melalui data atmosfer dan perubahan suhu global.

– **Mekanisme Penyakit dalam Mikrobiologi**

Virus seperti **SARS-CoV-2** (penyebab COVID-19) tetap ada sebagai entitas biologis nyata, meskipun individu atau kelompok tertentu tidak mempercayai keberadaannya. Keberadaannya dapat dibuktikan melalui metode laboratorium seperti **PCR test** dan **mikroskop elektron**.

- **Ontologi Nominalisme:** Berpendapat bahwa konsep-konsep umum tidak memiliki eksistensi independen dan hanya merupakan nama yang kita berikan kepada objek yang memiliki kesamaan tertentu. Contoh: Konsep “spesies” dalam biologi hanyalah cara untuk mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan kesamaan ciri.

**Pernyataan:** Konsep-konsep umum hanyalah label yang diberikan manusia untuk mengelompokkan objek dengan kesamaan tertentu.

**Contoh Real Problem:**

– **Taksonomi dalam Biologi**

Konsep “spesies” dalam biologi hanyalah kategori buatan manusia. Contohnya, ada perdebatan apakah **serigala** (*Canis lupus*) dan **anjing domestik** (*Canis lupus familiaris*) adalah spesies yang berbeda atau hanya variasi dari satu spesies. Klasifikasi ini sering berubah berdasarkan pemahaman ilmiah terbaru.

– **Kategori Gangguan Mental dalam Psikologi**

Diagnosis “**Skizofrenia**” atau “**Gangguan Spektrum Autisme**” bukanlah entitas independen yang benar-benar ada di dunia, tetapi hanya label yang diciptakan berdasarkan pola perilaku dan gejala tertentu. Klasifikasi gangguan mental dalam DSM (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders) terus mengalami revisi seiring perkembangan pemahaman psikologi.

- **Ontologi Materialisme:** Menekankan bahwa semua yang ada merupakan materi atau fenomena fisik. Contoh: Dalam neurobiologi, kesadaran manusia dianggap sebagai hasil aktivitas otak secara fisik.

**Pernyataan:** Semua yang ada merupakan materi atau fenomena fisik.

**Contoh Real Problem:**

– **Kesadaran dan Neurosains**

Dalam kasus pasien koma atau vegetatif, ada perdebatan apakah mereka masih memiliki kesadaran. Pendekatan materialisme dalam neurosains meneliti aktivitas otak melalui fMRI dan EEG untuk menentukan apakah seseorang masih memiliki respons kognitif meskipun tidak menunjukkan tanda-tanda eksternal.

– **Kecerdasan Buatan dan Kesadaran Mesin**

Dalam pengembangan *Artificial General Intelligence* (AGI), ada pertanyaan apakah kesadaran dapat direduksi menjadi sekadar interaksi kompleks dalam jaringan saraf buatan. Pandangan materialisme menekankan bahwa jika otak manusia

bekerja dengan sinyal listrik dan kimiawi, maka dalam teori, mesin dengan kompleksitas yang cukup tinggi juga bisa mencapai bentuk kesadaran tertentu.

- **Ontologi Idealisme:** Menganggap bahwa **realitas terutama bersifat mental** atau **konseptual**. Contoh: Dalam matematika, bilangan dianggap sebagai entitas yang ada dalam pikiran manusia.

**Pernyataan:** Realitas terutama bersifat mental atau konseptual.

**Contoh Real Problem:**

– **Matematika dalam Fisika Teoretis**

Konsep bilangan kompleks (misalnya,  $i = \sqrt{-1}$ ) tidak memiliki eksistensi fisik, tetapi sangat penting dalam bidang mekanika kuantum untuk menjelaskan fenomena seperti fungsi gelombang Schrödinger. Jika bilangan kompleks hanya ada dalam pikiran manusia, bagaimana mungkin ia dapat memprediksi perilaku partikel nyata?

– **Simulasi Realitas dalam Filsafat dan Teknologi**

Dalam teori realitas simulasi, ada hipotesis bahwa seluruh dunia kita mungkin hanyalah simulasi komputer yang dijalankan oleh peradaban lebih maju. Konsep ini menantang gagasan materialisme dan lebih mendekati idealisme, di mana realitas fisik yang kita alami mungkin hanyalah hasil dari sistem informasi yang lebih mendasar.

## Kesimpulan

Keempat perspektif ontologi ini memberikan cara berbeda dalam memahami realitas dan memiliki implikasi yang nyata dalam berbagai disiplin ilmu.

- **Realisme** menekankan bahwa dunia ada secara independen, relevan dalam sains dan teknologi.
- **Nominalisme** menunjukkan bahwa klasifikasi dalam ilmu sering kali bersifat subjektif dan dapat berubah.
- **Materialisme** membantu menjelaskan fenomena berdasarkan aspek fisik dan biologis.
- **Idealisme** mempertanyakan sejauh mana realitas bersifat objektif atau hanya ada dalam pikiran manusia.

Setiap perspektif ini digunakan dalam menyelesaikan real problem di dunia nyata, baik dalam sains, filsafat, maupun teknologi.

2. **Epistemologi:** Epistemologi adalah cabang filsafat yang membahas tentang sumber, batas, dan validitas pengetahuan. Epistemologi berusaha memahami bagaimana kita memperoleh pengetahuan, bagaimana kita bisa membedakan antara kepercayaan yang benar dan yang salah, serta apa yang menjadi dasar dari pengetahuan yang sah. Dalam epistemologi, terdapat beberapa teori utama seperti empirisme, rasionalisme, dan pragmatisme.

Contoh dalam kenyataan:

- **Empirisme:** Seorang ilmuwan mengembangkan teori berdasarkan pengamatan dan eksperimen di laboratorium. Empirisme berpendapat bahwa pengetahuan diperoleh melalui pengalaman indrawi dan observasi.

**Contoh real problem:**

- Seorang ilmuwan yang mengembangkan teori berdasarkan eksperimen di laboratorium. Misalnya, dalam penelitian vaksin, ilmuwan menguji efektivitas vaksin dengan eksperimen klinis untuk melihat dampaknya pada tubuh manusia.
- Studi perubahan iklim yang mengandalkan data atmosfer, pengukuran suhu, dan pola cuaca untuk memahami pemanasan global.

- **Rasionalisme:** Matematika yang menggunakan logika deduktif untuk membuktikan kebenaran suatu pernyataan tanpa perlu pengalaman langsung.

Rasionalisme menekankan bahwa pengetahuan dapat diperoleh melalui akal dan logika tanpa perlu pengalaman langsung.

**Contoh real problem:**

- Matematika yang menggunakan logika deduktif untuk membuktikan kebenaran suatu pernyataan. Contohnya, teorema Pythagoras tidak memerlukan eksperimen fisik untuk membuktikan bahwa  $a^2 + b^2 = c^2$  dalam segitiga siku-siku.
- Dalam fisika teoretis, konsep lubang hitam pertama kali dikembangkan secara matematis melalui relativitas umum Einstein sebelum akhirnya ditemukan bukti observasionalnya.

- **Pragmatisme:** Seorang dokter yang menerapkan metode pengobatan berdasarkan hasil yang terbukti efektif dalam praktik nyata.

Pragmatisme berpendapat bahwa suatu teori atau konsep dianggap benar jika memiliki manfaat dan dapat diterapkan dalam kehidupan nyata. **Contoh real problem:**

- Seorang dokter yang menerapkan metode pengobatan berdasarkan hasil yang terbukti efektif dalam praktik medis. Contohnya, meskipun belum sepenuhnya dipahami secara teori, akupunktur tetap digunakan karena terbukti memberikan manfaat terapeutik pada beberapa pasien.
- Dalam bisnis dan manajemen, pengambilan keputusan berbasis data (*data-driven decision making*) diterapkan karena menghasilkan keuntungan dan efisiensi yang lebih tinggi, bukan semata-mata karena teori ekonomi yang mendasarinya.

**Kesimpulan**

Filsafat ilmu bukan sekadar gabungan antara filsafat dan ilmu, tetapi merupakan disiplin yang menelaah ilmu secara kritis dari sudut pandang filosofis. Ia memastikan bahwa ilmu tidak hanya berkembang secara teknis, tetapi juga dipertimbangkan secara konseptual dan etis.

Dengan memahami epistemologi, kita dapat mengevaluasi keandalan sumber informasi dan meningkatkan kualitas pemikiran kritis kita.



3. **Aksiologi:** Aksiologi membahas **nilai** dan **etika dalam ilmu pengetahuan**, termasuk dampak sosial dan moral dari penerapan ilmu. Aksiologi berusaha menjawab pertanyaan seperti: Apa nilai dari ilmu pengetahuan? Bagaimana ilmu digunakan secara etis dalam kehidupan masyarakat? Aksiologi mencakup dua aspek utama, yaitu:
- (a) **Etika:** Berkaitan dengan bagaimana ilmu digunakan secara moral dan bertanggung jawab. Ilmu tidak hanya berfokus pada fakta, tetapi juga mempertimbangkan dampaknya terhadap manusia dan lingkungan.
    - **Contoh:** Penggunaan **teknologi kecerdasan buatan** yang memperhatikan aspek **privasi** dan **keadilan** dalam **pengambilan keputusan**.
  - (b) **Estetika:** Mempelajari **nilai keindahan dalam penerapan ilmu**, seperti **harmoni dalam desain teknologi** atau **keteraturan dalam struktur ilmiah**.
    - **Contoh:** Perancangan arsitektur berbasis pada prinsip **keindahan** dan **fungsionalitas** yang **seimbang**.

Contoh nyata dari penerapan **aksiologi** dalam ilmu pengetahuan:

- (a) **Bidang Kedokteran:** Praktik medis yang mempertimbangkan etika dalam pengambilan keputusan terkait hidup dan mati, seperti penggunaan euthanasia atau transplantasi organ.
- (b) **Bidang Teknologi:** Pengembangan media sosial yang mempertimbangkan dampak psikologis bagi penggunaannya agar tidak menyebabkan kecanduan.
- (c) **Bidang Ekonomi:** Penerapan prinsip keadilan dalam distribusi sumber daya yang memperhatikan kesejahteraan sosial dan lingkungan.
- (d) **Bidang Matematika:** misalnya, aksiologi berperan dalam memastikan bahwa penggunaan model matematika dalam ekonomi atau keuangan tidak hanya berfokus pada keuntungan tetapi juga mempertimbangkan aspek keadilan sosial. Contoh lain adalah penerapan algoritma matematika dalam sistem kecerdasan buatan yang harus didesain untuk menghindari bias dan diskriminasi terhadap kelompok tertentu. Selain itu, dalam pendidikan matematika, aksiologi mendorong penyampaian materi yang tidak hanya akurat secara teknis tetapi juga memotivasi dan menginspirasi siswa dalam memahami konsep-konsep matematika dengan cara yang **etis** dan **bermanfaat bagi masyarakat**.

Dengan memahami **aksiologi**, kita dapat memastikan bahwa perkembangan ilmu pengetahuan tidak hanya berorientasi pada kemajuan teknologi, tetapi juga bertanggung jawab secara moral dan sosial.

Sebelum kita membahas lebih lanjut, kita berikan empat contoh real problem yang diuji **Berdasarkan Kaidah Filsafat (Ontologi, Epistemologi, dan Aksiologi)**. Namun sebelumnya kita berikan pengertian **Apa itu Real Problem**.

### 3.1.1 Apa itu Real Problem?

Di dunia ini, manusia menghadapi berbagai **real problem** yang memengaruhi kehidupan secara langsung, baik dalam aspek sosial, ekonomi, lingkungan, maupun teknologi. Namun, setiap real problem yang muncul harus dipahami dan diselesaikan dalam kesatuan **Ontologi, Epistemologi, dan Aksiologi** agar solusi yang dihasilkan benar-benar efektif, objektif, dan memiliki nilai manfaat yang berkelanjutan.

Jadi, **Apa itu Real Problem:**

**Real Problem** adalah permasalahan nyata yang muncul di dunia dan memiliki dampak langsung terhadap kehidupan manusia atau lingkungan. Real problem bukan sekadar masalah teoretis atau spekulatif, tetapi harus dapat diuji, dipahami, dan diselesaikan dengan mempertimbangkan Ontologi, Epistemologi, dan Aksiologi sebagai satu kesatuan yang tidak terpisahkan.

#### Prinsip Utama Real Problem:

##### 1. Real problem mendahului teori

- Real problem yang terjadi di dunia menjadi sumber utama lahirnya teori baru bahkan pengembangan teori yang sudah ada, bukan sebaliknya.
- Teori bukan sesuatu yang dibuat secara abstrak walaupun itu muncul dari alam pemikiran seseorang lalu dipaksakan ke dalam kenyataan, melainkan harus muncul sebagai respon terhadap masalah nyata yang dapat diuji dan diverifikasi.

##### 2. Real problem harus memenuhi tiga aspek filsafat sebagai satu kesatuan

- **Ontologi:** Masalah benar-benar ada di dunia nyata dan dapat diidentifikasi dengan jelas.
- **Epistemologi:** Masalah dapat dipahami, dikaji, dan dianalisis dengan metode yang dapat diuji.
- **Aksiologi:** Penyelesaiannya harus membawa manfaat nyata dan mempertimbangkan nilai-nilai kemanusiaan, etika, serta keberlanjutan.

##### 3. Real problem menghasilkan teori, bukan sebaliknya

- Dari real problem yang konkret, manusia berusaha memahami dan mencari pola hingga akhirnya terbentuk teori baru. Bahkan pengembangan dari teori-teori yang sudah ada sebelumnya.
- Jika teori dibuat tanpa berdasarkan real problem, maka teori tersebut hanya akan menjadi spekulasi yang mungkin tidak atau belum dapat diterapkan dalam dunia nyata yang ada.

Dari real problem yang konkret, kita dapat mengabstraksikan pola, prinsip, atau hubungan yang lebih umum. Proses ini memungkinkan kita untuk:

### 1. Mengenali pola dari berbagai real problem yang terjadi di dunia

- Misalnya, dari berbagai kasus bencana alam (gempa, tsunami, banjir), kita dapat mengabstraksikan prinsip umum tentang **ketahanan lingkungan dan mitigasi risiko bencana**.

### 2. Menggeneralisasi suatu konsep atau teori berdasarkan bukti nyata

- Jika kita menemukan bahwa dalam berbagai real problem, keberlanjutan selalu menjadi faktor utama dalam penyelesaian masalah, maka kita dapat mengembangkan teori umum tentang prinsip **keberlanjutan dalam pengambilan keputusan global**.

### 3. Membentuk teori yang lebih luas tanpa kehilangan akar real problem-nya

- Proses ini bukan sekadar spekulasi, tetapi tetap berbasis pada bukti nyata.
- Teori yang dihasilkan akan tetap relevan dan aplikatif, karena berasal dari kasus nyata yang telah diuji di dunia nyata.

Kita bisa mulai merancang contoh real problem yang dapat diabstraksikan menjadi teori baru, tetapi hal ini harus dilakukan dengan pendekatan yang hati-hati dan komprehensif.

Mengapa perlu hati-hati? Karena:

1. **Real problem harus benar-benar ada (Ontologi)** → Kita harus memastikan bahwa masalah tersebut nyata, dapat diamati, dan berdampak langsung terhadap kehidupan manusia.
2. **Real problem harus dapat dipahami dengan metode ilmiah yang valid (Epistemologi)** → Kita harus memastikan bahwa masalah ini bisa dikaji dengan pendekatan yang sistematis dan objektif.
3. **Real problem harus memiliki nilai manfaat dalam penyelesaiannya (Aksiologi)** → Kita harus memastikan bahwa teori yang dihasilkan dapat memberikan dampak positif dan aplikatif dalam kehidupan nyata.

## Langkah-Langkah dalam Merancang Contoh Real Problem untuk Abstraksi Teori Baru

### 1. Identifikasi Real Problem yang Konkret

Kita harus memilih masalah nyata yang memiliki data empiris dan berdampak luas. Contohnya:

- Ketidakpastian Cuaca dan Perubahan Iklim

- Krisis Energi Global
- Ketidakadilan Sosial dalam Akses Teknologi
- Keamanan Pangan di Era Globalisasi

Sebagai contoh, kita akan memilih **Ketidakpastian Cuaca** dan **Perubahan Iklim** sebagai real problem yang akan kita abstraksikan.

## 2. Memeriksa Ontologi: Apakah Masalah Ini Benar-Benar Ada?

Dalam konteks perubahan iklim dan ketidakpastian cuaca, kita dapat memastikan bahwa ini adalah **real problem yang nyata**, karena:

- Data ilmiah menunjukkan peningkatan suhu global, pencairan es, dan cuaca ekstrem.
- Fenomena ini berdampak pada berbagai sektor, seperti pertanian, transportasi, dan kesehatan.

Jadi, secara **ontologis**, real problem ini “**ada**”, bukan sekadar spekulasi.

## 3. Menggunakan Epistemologi: Bagaimana Kita Memahami dan Menganalisis Masalah Ini?

Untuk memahami perubahan iklim dan ketidakpastian cuaca, kita menggunakan berbagai metode ilmiah:

- **Model Prediksi Cuaca dan Iklim** seperti GFS (*Global Forecast System*) dan ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*) digunakan untuk mempelajari pola cuaca.
- **Data satelit dan sensor** cuaca digunakan untuk mengamati perubahan atmosfer secara real-time.
- **Analisis historis terhadap pola iklim** memungkinkan kita memahami tren perubahan yang telah terjadi selama bertahun-tahun.

Dengan pendekatan ini, kita memastikan bahwa real problem **dipahami secara ilmiah dan sistematis**, bukan hanya berdasarkan asumsi atau intuisi.

## 4. Menilai Aksiologi: Apa Nilai dan Dampak Penyelesaiannya?

Penyelesaian dari real problem ini harus **bermanfaat dan memiliki dampak positif bagi manusia dan lingkungan**. Beberapa aspek aksiologi yang perlu diperhatikan:

- **Keberlanjutan:** Kebijakan dan teknologi harus diarahkan untuk menjaga keseimbangan ekologi.
- **Keadilan Sosial:** Akses terhadap teknologi ramalan cuaca harus tersedia bagi semua negara, terutama yang rentan terhadap bencana alam.
- **Tanggung Jawab Global:** Negara-negara maju harus turut serta dalam mengurangi emisi karbon dan membantu negara berkembang dalam adaptasi terhadap perubahan iklim.

## 5. Abstraksi Menjadi Prinsip Umum

Setelah memahami real problem dari sisi ontologi, epistemologi, dan aksiologi, kita dapat mengidentifikasi pola umum yang bisa diabstraksikan menjadi teori baru. Dalam kasus ini, kita dapat merumuskan:

### “Prinsip Ketidakpastian dalam Sistem Kompleks”

- Setiap sistem kompleks (seperti iklim, ekonomi, atau ekosistem) memiliki elemen ketidakpastian yang hanya bisa dipahami dengan pendekatan probabilistik dan model prediktif berbasis data.
- Prinsip ini tidak hanya berlaku dalam meteorologi, tetapi juga bisa diaplikasikan dalam bidang ekonomi, manajemen risiko, dan kecerdasan buatan.

## 6. Generalisasi Menjadi Teori Baru

Dari prinsip tersebut, kita dapat merumuskan teori yang lebih luas, misalnya:

- **“Teori Keseimbangan Dinamis dalam Sistem Kompleks”**
  - Bahwa dalam sistem yang besar dan dinamis, terdapat mekanisme keseimbangan yang terus berubah dan harus dikelola dengan pendekatan berbasis data dan adaptasi berkelanjutan.

## Ringkasan

Kita bisa merancang contoh real problem yang **diabstraksikan menjadi teori baru**, tetapi harus melalui proses yang hati-hati dengan mempertimbangkan:

- **Ontologi** → Memastikan bahwa real problem benar-benar nyata.
- **Epistemologi** → Memastikan bahwa real problem dapat dipahami secara ilmiah.
- **Aksiologi** → Memastikan bahwa solusi yang dihasilkan memiliki manfaat nyata.

Dari proses ini, kita tidak hanya menyelesaikan masalah spesifik, tetapi juga menghasilkan prinsip umum yang dapat dijadikan **teori baru yang aplikatif di berbagai bidang**.

### 3.1.2 Memilih Real Problem yang Layak untuk Diabstraksikan

Untuk memperkaya kajian ini, kita bisa memilih real problem lain yang juga **berdampak luas dan multidimensional**, misalnya:

- **Krisis Energi Global** → Kebutuhan energi yang terus meningkat berhadapan dengan keterbatasan sumber daya fosil dan tantangan transisi ke energi terbarukan.
- **Keamanan Pangan di Era Globalisasi** → Produksi pangan menghadapi ancaman dari perubahan iklim, eksploitasi lahan, dan ketimpangan distribusi.
- **Disrupsi Kecerdasan Buatan (AI) terhadap Dunia Kerja** → AI mengubah lanskap pekerjaan, menimbulkan tantangan dalam keseimbangan antara efisiensi teknologi dan keberlanjutan sosial.
- **Ketimpangan Sosial dalam Akses Teknologi** → Tidak semua individu atau negara memiliki akses yang sama terhadap teknologi, menciptakan kesenjangan ekonomi dan pendidikan.

Kita akan memilih **Krisis Energi Global** sebagai contoh untuk didalami lebih lanjut dan diabstraksikan menjadi teori baru.

#### Analisis Real Problem: Krisis Energi Global dalam Kesatuan Ontologi, Epistemologi, dan Aksiologi

##### 1. Ontologi: Keberadaan dan Hakikat Krisis Energi Global

Secara ontologis, krisis energi global adalah real problem yang nyata dan dapat diidentifikasi secara empiris, karena:

- **Permintaan energi meningkat** akibat pertumbuhan populasi dan industrialisasi.
- **Sumber daya energi fosil terbatas**, dan eksploitasi berlebihan menyebabkan krisis pasokan serta dampak lingkungan.
- **Ketidakseimbangan akses energi**: Beberapa negara maju memiliki kelebihan pasokan energi, sementara negara berkembang mengalami kelangkaan energi.
- **Dampak lingkungan akibat penggunaan bahan bakar fosil**, seperti polusi udara dan perubahan iklim

Jadi, real problem ini bukan hanya konsep teoritis, tetapi sesuatu yang benar-benar terjadi dan memengaruhi kehidupan global.

## 2. Epistemologi: Bagaimana Kita Memahami dan Menganalisis Krisis Energi Global?

Untuk memahami dan mencari solusi terhadap krisis energi global, kita perlu pendekatan ilmiah yang sistematis. Beberapa metode yang digunakan meliputi:

- **Pemodelan Dinamis Sistem Energi:**

- Menggunakan simulasi untuk memprediksi cadangan energi global, konsumsi, dan dampak transisi ke energi terbarukan.
- Contoh: Model prediksi yang digunakan oleh IEA (*International Energy Agency*) dan MIT Energy Initiative.

- **Analisis LCA (*Life Cycle Assessment*)**

- Metode untuk mengukur dampak lingkungan dari berbagai sumber energi, mulai dari produksi hingga konsumsi akhir.

- **Big Data dan AI dalam Optimasi Energi:**

- Kecerdasan buatan digunakan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi, seperti dalam smart grid dan prediksi konsumsi energi berbasis AI.

- **Studi Sosial-Ekonomi tentang Akses Energi:**

- Penelitian tentang bagaimana ketimpangan ekonomi dan kebijakan memengaruhi distribusi energi.

Dari perspektif epistemologi, solusi terhadap krisis energi harus berbasis data dan analisis yang valid, bukan sekadar **opini** atau **ideologi politik**.

## 3. Aksiologi: Nilai dan Konsekuensi dalam Penyelesaiannya

Solusi terhadap krisis energi global harus memiliki nilai manfaat yang luas bagi masyarakat dan lingkungan. Beberapa prinsip aksiologi yang perlu diperhatikan:

- **Keberlanjutan dan Keadilan Energi:**

- Transisi ke energi terbarukan harus mempertimbangkan keseimbangan antara efisiensi ekonomi, kelestarian lingkungan, dan aksesibilitas bagi semua.

- **Inovasi Teknologi untuk Kesejahteraan Bersama:**

- Pengembangan teknologi energi bersih seperti nuklir generasi baru, fusi nuklir, hidrogen hijau, dan baterai superkapasitor harus diarahkan untuk kepentingan global, bukan hanya kepentingan korporasi besar yang hanya menguntungkan suatu kelompok golongan tertentu.

- **Etika dalam Pengelolaan Energi:**

- Menghindari eksploitasi sumber daya energi yang menyebabkan ketimpangan sosial dan konflik geopolitik.

Aksiologi memastikan bahwa solusi yang diambil bukan hanya **efektif secara teknis, tetapi juga adil dan membawa manfaat bagi semua pihak.**

### **Abstraksi Real Problem Menjadi Teori Baru**

Setelah memahami krisis energi global dalam kesatuan Ontologi, Epistemologi, dan Aksiologi, kita dapat mengidentifikasi pola umum yang bisa diabstraksikan menjadi teori baru.

#### **1. Prinsip Dasar yang Bisa Diformulasikan**

Dari prinsip ini, kita bisa merumuskan “**Teori Ekosistem Energi Berkelanjutan**”, yang berbunyi:

“Dalam sistem energi global, keberlanjutan hanya dapat dicapai melalui keseimbangan antara ketersediaan sumber daya, efisiensi teknologi, dan keadilan akses energi.”

Prinsip ini bersifat **universal** dan bisa diterapkan dalam berbagai skenario energi, baik dalam skala mikro (rumah tangga) maupun makro (geopolitik global).

#### **2. Generalisasi Menjadi Teori Baru**

Dari prinsip ini, kita bisa merumuskan “**Teori Ekosistem Energi Berkelanjutan**”, yang berbunyi:

“Dalam sistem energi global, setiap sumber energi memiliki siklus ekosistem yang perlu dikelola secara adaptif dan berkelanjutan, di mana peran inovasi teknologi, kebijakan, dan sosial-ekonomi harus saling terintegrasi dalam satu kesatuan.”

#### **Implikasi Teori Ini:**

1. Dapat diaplikasikan di berbagai sektor: industri, transportasi, hingga smart cities.
2. Menjadi dasar bagi kebijakan energi global yang mengarah ke keberlanjutan dan keadilan.
3. Bisa dikembangkan lebih lanjut dengan pendekatan AI dan big data untuk optimasi sistem energi dunia.



### **Kesimpulan: Konsep Abstraksi Real Problem ke Teori Baru**

Kita dapat mengembangkan teori baru dari real problem yang nyata, tetapi harus melalui kesatuan Ontologi, Epistemologi, dan Aksiologi.

Dari **krisis energi global**, kita dapat merumuskan:

- Prinsip Keseimbangan Energi Global → Sebagai dasar pemikiran universal.
- Teori Ekosistem Energi Berkelanjutan → Sebagai generalisasi yang dapat diterapkan di berbagai bidang.

Dengan cara ini, teori yang dihasilkan tidak bersifat abstrak tanpa realitas, tetapi justru lahir dari real problem yang nyata, sehingga dapat bermanfaat dan memiliki dampak luas dalam kehidupan manusia.

### **Ringkasan Akhir:**

Real problem bukan sekadar permasalahan akademik atau pemikiran abstrak, melainkan masalah nyata yang menjadi dasar bagi lahirnya teori-teori baru. Teori yang benar adalah teori yang muncul sebagai jawaban terhadap real problem, bukan teori yang dibuat secara spekulatif lalu dipaksakan penerapannya dalam kehidupan.

Jika kita ingin membuktikan hipotesis ini, maka kita harus mengidentifikasi real problem yang nyata dan mengamati bagaimana teori-teori yang valid benar-benar muncul dari permasalahan tersebut.

Jadi, dari real problem, kita dapat mengabstraksikan suatu prinsip yang lebih umum dan akhirnya membentuk teori yang valid. Proses ini sesuai dengan metode ilmiah yang benar, di mana teori lahir dari pengamatan terhadap kenyataan, bukan dari pemikiran abstrak yang tidak memiliki dasar empiris.

### **3.1.3 Real Problem Berdasarkan Ontologi, Epistemologi dan Aksiologi**

Prediksi cuaca, pemantauan iklim, deteksi gempa dan tsunami, serta penelitian dan pengembangan dalam bidang meteorologi, klimatologi, dan geofisika merupakan aspek penting dalam mitigasi bencana dan perencanaan kebijakan. Dalam kajian ini, permasalahan dalam keempat bidang tersebut dianalisis berdasarkan tiga perspektif filsafat ilmu: Ontologi, Epistemologi, dan Aksiologi.

#### **1. Prediksi Cuaca**

##### **Ontologi Hakikat Keberadaan Prediksi Cuaca**

Prediksi cuaca adalah usaha memperkirakan kondisi atmosfer berdasarkan data dari satelit, radar cuaca, dan model numerik. Namun, atmosfer yang dinamis dan non-deterministik menyebabkan

keterbatasan dalam akurasi.

Secara ontologis, sistem atmosfer dan geofisika memiliki karakteristik yang dinamis, kompleks, dan non-deterministik. Perubahan cuaca, iklim, dan aktivitas seismik tidak hanya dipengaruhi oleh faktor internal bumi, tetapi juga oleh faktor eksternal seperti aktivitas matahari dan perubahan iklim global.

### Real problem

- **Sifat kompleks** dan **non-linear** dari atmosfer dan lempeng tektonik membuat pemodelan prediksi selalu memiliki batasan dalam merepresentasikan realitas. Atmosfer bersifat chaos dan sulit diprediksi secara mutlak.
- **Ketidakpastian** dalam dinamika atmosfer dan tektonik mengarah pada pertanyaan ontologis: “Sejauh mana prediksi cuaca dan bencana dapat dianggap sebagai refleksi objektif dari realitas alam?” Model numerik sering kali tidak dapat menangkap variabilitas cuaca ekstrem secara akurat.
- **Fenomena ekstrem** yang semakin sering terjadi akibat perubahan iklim memperumit prediksi jangka panjang karena pola historis tidak lagi sepenuhnya dapat dijadikan dasar untuk peramalan di masa depan. Timbul pertanyaan “Sejauh mana model prediksi cuaca dapat mencerminkan realitas atmosfer secara akurat?”

## Epistemologi (Sumber Pengetahuan dan Validitas Prediksi Cuaca, Iklim, serta Bencana Alam)

Prediksi cuaca bergantung pada data empiris dan model berbasis fisika atmosfer. Prediksi cuaca mengandalkan data empiris dari sensor cuaca dan model numerik yang menggunakan algoritma berbasis fisika atmosfer. Model seperti **GFS** dan **ECMWF** memberikan perkiraan berbasis probabilitas yang terus diperbarui berdasarkan data terbaru.

GFS (*Global Forecast System*) dan ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*) adalah dua model prediksi cuaca numerik utama yang digunakan di seluruh dunia.

## Perbandingan Model Prediksi Cuaca GFS dan ECMWF

Model	Lembaga	Resolusi (km)	Jangkauan	Akurasi Jangka Panjang
GFS	NOAA (AS)	13 km	16 hari	Kurang akurat dibanding ECMWF Lebih akurat dalam jangka menengah
ECMWF	ECMWF (Eropa)	9 km	10–15 hari	

Tabel 3.1: Perbandingan Model Prediksi Cuaca GFS dan ECMWF

GFS lebih sering digunakan karena gratis dan tersedia untuk publik, sedangkan ECMWF sering digunakan dalam penelitian dan oleh lembaga meteorologi karena akurasi yang lebih tinggi.

Prediksi cuaca, pemantauan iklim, dan deteksi bencana berbasis pada pengumpulan data dari berbagai sumber seperti satelit, radar cuaca, seismograf, dan model numerik. Namun, epistemologi dalam meteorologi dan geofisika menghadapi tantangan besar dalam validitas dan akurasi prediksi.

#### **Real Problem:**

- **Ketergantungan pada data historis dan model numerik** → Model seperti GFS (Global Forecast System) dan ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) hanya mampu memberikan prediksi probabilistik, bukan kepastian mutlak. Validitas model sangat tergantung pada resolusi data yang digunakan.
- **Keterbatasan instrumen dalam menangkap semua variabel atmosfer dan tektonik** → Teknologi seperti sensor seismik dan radar Doppler masih memiliki keterbatasan dalam mendeteksi perubahan skala kecil yang bisa berkembang menjadi fenomena ekstrem. Ada keterbatasan dalam memprediksi kejadian ekstrem akibat perubahan iklim.
- **Validasi prediksi dan perbedaan antara model dan realitas** → Sering terjadi ketidaksesuaian antara hasil simulasi dengan kondisi aktual, sehingga muncul pertanyaan epistemologis: “Apakah prediksi cuaca dan gempa bumi dapat dikategorikan sebagai ilmu pasti, atau hanya sebagai estimasi berbasis probabilitas?”

### **Aksiologi (Manfaat, Dampak Sosial, dan Etika dalam Prediksi Cuaca dan Mitigasi Bencana)**

Prediksi cuaca bermanfaat bagi berbagai sektor, tetapi juga memiliki tantangan dalam penyampaian informasi.

Prediksi cuaca dan pemantauan bencana memiliki peran penting dalam kehidupan manusia, terutama dalam peringatan dini untuk mengurangi risiko terhadap kehidupan dan ekonomi. Namun, terdapat dilema etis dalam penyampaian informasi dan tanggung jawab atas akurasi prediksi.

#### **Real Problem:**

- **Dampak sosial dari kesalahan prediksi** → Jika prakiraan cuaca menyatakan hujan deras tetapi kenyataannya cerah, atau sebaliknya, maka sektor seperti pertanian, penerbangan, dan transportasi dapat mengalami kerugian besar. Kesalahan prediksi dapat berdampak pada keputusan ekonomi dan sosial.
- **Tanggung jawab dalam penyebaran informasi bencana** → Dalam peringatan dini tsunami atau badai tropis, ada dilema: apakah lebih baik memberi peringatan lebih awal dengan risiko menimbulkan kepanikan, atau menunggu data yang lebih akurat dengan risiko

keterlambatan? Penyampaian prakiraan cuaca harus dilakukan dengan cara yang tidak menimbulkan kepanikan.

- **Keberlanjutan dan pengembangan teknologi prediksi** → Sejauh mana negara dan institusi seperti BMKG harus mengalokasikan sumber daya untuk meningkatkan teknologi prediksi, mengingat keterbatasan anggaran dan prioritas pembangunan lainnya?

## 2. Pemantauan Iklim

### Ontologi (Hakikat Keberadaan Pemantauan Iklim)

Iklim adalah sistem kompleks yang dipengaruhi oleh faktor alami dan aktivitas manusia. Iklim adalah sistem yang berkembang dalam jangka panjang dan dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk perubahan alamiah serta aktivitas manusia. Pemantauan iklim bertujuan untuk memahami pola perubahan ini guna mengantisipasi dampaknya.

#### **Real Problem: Real Problem:**

- Perubahan iklim terjadi dalam skala waktu yang panjang, sehingga sulit untuk menentukan batas antara variabilitas alami dan perubahan yang disebabkan oleh manusia. Sulit membedakan variabilitas alami dan perubahan akibat aktivitas manusia.
- Pemodelan iklim masih memiliki keterbatasan dalam memprediksi perubahan jangka panjang secara presisi. Model iklim memiliki keterbatasan dalam memprediksi perubahan jangka panjang.
- Kompleksitas sistem iklim membuat sulit untuk memahami secara penuh interaksi antara atmosfer, lautan, dan biosfer.

### Epistemologi (Sumber Pengetahuan dan Validitas Pemantauan Iklim)

Pemantauan iklim mengandalkan data dari satelit, stasiun cuaca, dan model iklim. Prediksi cuaca mengandalkan data empiris dari sensor cuaca dan model numerik yang menggunakan algoritma berbasis fisika atmosfer. Model seperti GFS dan ECMWF memberikan perkiraan berbasis probabilitas yang terus diperbarui berdasarkan data terbaru.

#### **Real Problem:**

- Seberapa akurat data historis dalam merepresentasikan pola perubahan iklim di masa depan?
- Model prediksi iklim sering kali mengalami ketidakpastian akibat keterbatasan dalam memahami variabel kompleks yang berkontribusi terhadap perubahan iklim.

- Meskipun teknologi terus berkembang, ada pertanyaan mengenai sejauh mana model berbasis data historis dapat memprediksi kejadian cuaca ekstrem yang semakin meningkat akibat perubahan iklim.
- Bagaimana cara membangun model yang mampu menangkap dampak dari perubahan iklim yang semakin cepat dan tidak terduga?

### **Aksiologi (Manfaat dan Implikasi Pemantauan Iklim)**

Pemantauan iklim berperan dalam mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim. Namun, ada tantangan dalam menyampaikan informasi kepada masyarakat dan pembuat kebijakan.

#### **Real Problem:**

- Bagaimana memastikan bahwa informasi perubahan iklim dapat diterima dan dipahami oleh masyarakat tanpa menimbulkan ketakutan berlebihan? Informasi harus disampaikan dengan tepat agar dapat diterima oleh masyarakat tanpa menimbulkan kepanikan.
- Dilema antara kepentingan ekonomi dan keberlanjutan lingkungan dalam menanggapi perubahan iklim
- Sejauh mana penelitian iklim dapat mendorong kebijakan yang efektif dalam mitigasi perubahan iklim? Tantangan dalam mengintegrasikan penelitian dengan kebijakan publik.

## **3. Deteksi Gempa dan Tsunami**

### **Ontologi (Hakikat Keberadaan Gempa dan Tsunami)**

Gempa bumi dan tsunami adalah fenomena geofisika akibat pergerakan lempeng tektonik. Gempa bumi dan tsunami adalah fenomena geofisika yang diakibatkan oleh pergerakan lempeng tektonik. Meskipun mekanisme fisiknya telah dipahami, waktu dan lokasi pasti dari gempa bumi masih sulit diprediksi.

#### **Real Problem:**

- Waktu dan lokasi pasti gempa masih sulit diprediksi. Sifat gempa yang tiba-tiba dan tanpa tanda-tanda awal yang jelas.
- Sejauh mana ilmu pengetahuan dapat digunakan untuk memprediksi gempa dengan akurasi tinggi? Peringatan dini harus mempertimbangkan kompleksitas sistem geologi.
- Bagaimana memahami fenomena ini dalam konteks mitigasi risiko dan peringatan dini?

## Epistemologi (Sumber Pengetahuan dan Validitas Deteksi Gempa dan Tsunami)

. Deteksi gempa dan tsunami bergantung pada data dari seismograf, buoy laut, dan sensor GPS. Sistem peringatan dini berfungsi untuk memberikan waktu bagi masyarakat untuk evakuasi.

### Real Problem:

- Ketepatan sistem peringatan dini bergantung pada kecepatan pemrosesan data. Keterbatasan sistem deteksi dalam memprediksi gempa sebelum terjadi.
- Data historis tidak selalu dapat digunakan untuk memprediksi kejadian masa depan. Ketergantungan pada data historis yang tidak selalu bisa digunakan untuk mengantisipasi kejadian di masa depan.
- Bagaimana cara meningkatkan kecepatan dan akurasi sistem peringatan dini?

## Aksiologi (Manfaat dan Tantangan dalam Deteksi Gempa dan Tsunami)

Sistem peringatan dini bertujuan untuk menyelamatkan nyawa, tetapi penyampaian informasi harus hati-hati. Peringatan dini dapat menyelamatkan nyawa, tetapi penyebaran informasi yang tidak akurat dapat menimbulkan kepanikan.

### Real Problem:

- Informasi harus akurat agar tidak menimbulkan kepanikan yang tidak perlu. Bagaimana memastikan bahwa peringatan dini efektif tanpa menimbulkan kebingungan atau ketidakpercayaan masyarakat?
- Seberapa jauh tanggung jawab ilmuwan dalam menyampaikan informasi yang masih memiliki ketidakpastian? Tanggung jawab ilmuwan dalam menyampaikan informasi dengan transparan.

## 4. Penelitian dan Pengembangan dalam Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika

### Ontologi (Hakikat Keberadaan Penelitian dan Pengembangan)

Penelitian dalam meteorologi, klimatologi, dan geofisika bertujuan untuk meningkatkan akurasi prediksi dan memahami fenomena alam dengan lebih baik.

### Real Problem:

- Seberapa jauh ilmu pengetahuan dapat memahami sistem yang sangat kompleks ini? Kompleksitas sistem menyebabkan keterbatasan dalam pemodelan ilmiah.
- Bagaimana membangun model yang lebih akurat dan mampu menangkap dinamika atmosfer dan geofisika secara lebih baik? Model prediksi harus terus dikembangkan agar lebih akurat.

## Epistemologi (Sumber Pengetahuan dalam Penelitian dan Pengembangan)

Penelitian dilakukan melalui pengamatan empiris, simulasi komputer, dan eksperimen.

### Real Problem:

- Kevalidan metode penelitian harus diuji secara berulang.
- Data baru harus dikumpulkan untuk memperbaiki model prediksi.
- Bagaimana memastikan bahwa metode yang digunakan dalam penelitian dapat memberikan hasil yang valid dan dapat diterapkan secara praktis?

## Aksiologi (Manfaat dan Tantangan dalam Penelitian dan Pengembangan)

Penelitian ini memiliki manfaat besar bagi mitigasi bencana dan keberlanjutan lingkungan.

### Real Problem:

- Bagaimana menjembatani hasil penelitian dengan kebijakan yang dapat diterapkan secara efektif?
- Hasil penelitian harus dapat diaplikasikan dalam kebijakan publik.
- Peran ilmuwan dalam menyampaikan temuan dengan transparan kepada masyarakat.

### 3.1.4 Kesimpulan Pembahasan

Pendekatan multidisiplin yang menggabungkan sains, teknologi, dan kebijakan publik sangat diperlukan untuk meningkatkan akurasi prediksi cuaca, mitigasi bencana, serta perlindungan terhadap dampak perubahan iklim.

### 3.1.5 Cabang-Cabang Filsafat Ilmu

Filsafat ilmu dapat dibagi menjadi beberapa cabang utama, antara lain:

1. **Filsafat Ilmu Alam:** Mempelajari dasar-dasar pengetahuan dalam bidang sains seperti fisika, kimia, dan biologi. Fokusnya pada metode ilmiah dan prinsip-prinsip objektivitas dalam ilmu alam.
2. **Filsafat Ilmu Sosial:** Mengkaji pendekatan ilmiah dalam ilmu sosial seperti sosiologi, antropologi, dan ekonomi. Cabang ini mempertanyakan sejauh mana metode ilmiah dapat diterapkan dalam memahami fenomena sosial.
3. **Filsafat Matematika:** Berfokus pada dasar-dasar **logis** dan **ontologis** dari matematika serta konsep seperti **bilangan**, **struktur**, dan **bukti matematis**.

4. **Filsafat Teknologi:** Menganalisis hubungan antara **ilmu pengetahuan** dan **teknologi** serta **implikasi etis dari kemajuan teknologi**.

**Tokoh-Tokoh dalam Filsafat Ilmu:** Beberapa tokoh yang berpengaruh dalam perkembangan filsafat ilmu antara lain:

1. **Karl Popper:** Mengembangkan konsep **falsifikasi** sebagai metode ilmiah yang valid, menekankan bahwa suatu teori ilmiah harus bisa diuji dan mungkin untuk dibuktikan salah.
2. **Thomas Kuhn:** Dikenal dengan konsep "**paradigma**" dalam ilmu pengetahuan dan bagaimana perkembangan ilmu terjadi melalui revolusi ilmiah.
3. **Imre Lakatos:** Memperkenalkan konsep program **riset ilmiah** yang mempertimbangkan **rangkaian teori** dalam pengembangan ilmu.

### 3.1.6 Metode dalam Filsafat Ilmu

Filsafat ilmu menggunakan berbagai metode analisis, di antaranya:

1. **Analisis Konseptual:** Memeriksa konsep-konsep yang digunakan dalam ilmu pengetahuan untuk memahami batasan dan maknanya.
2. **Metode Historis:** Mempelajari perkembangan sejarah dari teori-teori ilmiah untuk memahami evolusi konsep-konsep ilmu.
3. **Pendekatan Kritis:** Mengkaji asumsi-asumsi dalam ilmu pengetahuan dan dampaknya terhadap masyarakat.

### 3.1.7 Pentingnya Filsafat Ilmu

Filsafat ilmu sangat penting untuk:

1. Memahami batasan dan keabsahan ilmu pengetahuan.
2. Membantu mengembangkan metode ilmiah yang lebih baik.
3. Memberikan wawasan etis dalam penerapan ilmu.
4. Memastikan bahwa perkembangan ilmu dapat memberi manfaat bagi masyarakat.

## 3.2 Ringkasan:

Filsafat ilmu merupakan bidang yang esensial dalam memahami struktur dan perkembangan ilmu pengetahuan. Dengan kajian mendalam terhadap konsep-konsep dasar seperti ontologi, epistemologi, dan aksiologi, filsafat ilmu membantu membentuk pemahaman yang lebih holistik tentang dunia dan cara kita dalam mempelajarinya.



### 3.3 Mendefinisikan ilmu

Membedakan ilmu dan bukan-ilmu disebut dengan masalah **demarkasi**. Misalnya, haruskah psikoanalisis, ilmu penciptaan, dan materialisme sejarah dianggap sebagai ilmu semu? Karl Popper menyebut hal ini sebagai pertanyaan sentral dalam filsafat ilmu pengetahuan. Namun, tidak ada penjelasan terpadu tentang masalah ini yang diterima di kalangan filsuf, dan beberapa orang menganggap masalah tersebut tidak dapat dipecahkan atau tidak menarik. Martin Gardner mendukung penggunaan standar Potter Stewart ("Saya mengetahuinya ketika saya melihatnya") untuk mengenali pseudosains.

Upaya awal yang dilakukan oleh kaum positivis logis mendasarkan sains pada observasi, sedangkan non-sains bersifat non-observasional dan karenanya tidak ada artinya. Popper berargumentasi bahwa sifat utama ilmu pengetahuan adalah kepalsuan. Artinya, setiap klaim yang benar-benar ilmiah dapat dibuktikan salah, setidaknya secara prinsip.

Bidang studi atau spekulasi yang menyamar sebagai sains dalam upaya untuk mengklaim legitimasi yang tidak dapat dicapai jika tidak dilakukan disebut sebagai pseudosains, sains pinggiran, atau sains sampah. Fisikawan Richard Feynman menciptakan istilah "ilmu pemujaan kargo" untuk kasus-kasus di mana para peneliti percaya bahwa mereka melakukan sains karena aktivitas mereka tampak seperti sains tetapi sebenarnya tidak memiliki "kejujuran" yang memungkinkan hasil mereka dievaluasi secara ketat.

#### 3.3.1 Penjelasan ilmiah

Pertanyaan yang berkaitan erat adalah apa yang dianggap sebagai penjelasan ilmiah yang baik. Selain memberikan prediksi tentang kejadian yang akan datang, masyarakat juga sering menggunakan teori-teori ilmiah untuk memberikan penjelasan atas kejadian yang biasa terjadi atau sudah terjadi. Para filsuf telah menyelidiki kriteria dimana suatu teori ilmiah dapat dikatakan berhasil menjelaskan suatu fenomena, serta apa yang dimaksud dengan teori ilmiah yang mempunyai kekuatan penjelas.

Salah satu penjelasan ilmiah awal dan berpengaruh adalah model deduktif-nomologis. Dikatakan bahwa penjelasan ilmiah yang berhasil harus menyimpulkan terjadinya fenomena yang dimaksud dari hukum ilmiah. Pandangan ini telah mendapat banyak kritik, sehingga menghasilkan beberapa contoh tandingan yang diakui secara luas terhadap teori tersebut. Sangat sulit untuk mengkarakterisasi apa yang dimaksud dengan penjelasan ketika hal yang dijelaskan tidak dapat disimpulkan dari hukum apa pun karena hal tersebut merupakan suatu kebetulan, atau sebaliknya tidak dapat diprediksi secara sempurna dari apa yang diketahui. Wesley Salmon mengembangkan model di mana penjelasan ilmiah yang baik harus relevan secara statistik dengan hasil yang ingin dijelaskan. Ada pula yang berpendapat bahwa kunci dari penjelasan yang baik adalah menyatukan fenomena-fenomena yang berbeda atau menyediakan mekanisme sebab-akibat.

### 3.3.2 Membenarkan sains

Meskipun hal ini sering dianggap remeh, sama sekali tidak jelas bagaimana seseorang dapat menyimpulkan validitas suatu pernyataan umum dari sejumlah contoh spesifik atau menyimpulkan kebenaran suatu teori dari serangkaian pengujian yang berhasil. Misalnya, seekor ayam mengamati setiap pagi peternak datang dan memberinya makanan, selama ratusan hari berturut-turut. Oleh karena itu, ayam dapat menggunakan penalaran induktif untuk menyimpulkan bahwa peternak akan membawa makanan setiap pagi. Namun, suatu pagi, petani datang dan membunuh ayam tersebut. Mengapa penalaran ilmiah lebih dapat dipercaya dibandingkan penalaran ayam?

Salah satu pendekatannya adalah dengan mengakui bahwa induksi tidak dapat mencapai kepastian, namun mengamati lebih banyak contoh pernyataan umum setidaknya dapat membuat pernyataan umum tersebut lebih mungkin terjadi. Jadi ayam itu benar jika menyimpulkan dari pagi hari itu bahwa kemungkinan besar peternak akan datang membawa makanan lagi keesokan paginya, meskipun hal itu tidak dapat dipastikan. Namun, masih terdapat pertanyaan-pertanyaan sulit mengenai proses penafsiran bukti-bukti tertentu menjadi kemungkinan bahwa pernyataan umum itu benar. Salah satu jalan keluar dari kesulitan-kesulitan ini adalah dengan menyatakan bahwa semua keyakinan tentang teori-teori ilmiah bersifat subjektif, atau bersifat pribadi, dan penalaran yang benar hanyalah tentang bagaimana bukti harus mengubah keyakinan subjektif seseorang seiring berjalannya waktu.

Ada yang berpendapat bahwa apa yang dilakukan ilmuwan bukanlah penalaran induktif sama sekali, melainkan penalaran deduktif, atau inferensi terhadap penjelasan terbaik. Dalam hal ini, ilmu pengetahuan bukan tentang menggeneralisasi kejadian-kejadian spesifik melainkan tentang membuat hipotesis penjelasan atas apa yang diamati. Seperti yang telah dibahas pada bagian sebelumnya, tidak selalu jelas apa yang dimaksud dengan 'penjelasan terbaik'. Pisau cukur Ockham, yang menyarankan memilih penjelasan paling sederhana yang ada, memainkan peran penting dalam beberapa versi pendekatan ini. Kembali ke contoh ayam, apakah akan lebih mudah untuk menganggap bahwa peternak peduli terhadap ayam tersebut dan akan terus merawatnya tanpa batas waktu atau bahwa peternak sedang menggemukkannya untuk disembelih? Para filsuf telah mencoba menjadikan prinsip heuristik ini lebih tepat dalam kaitannya dengan kekikiran teoretis atau ukuran lainnya. Namun, meskipun berbagai ukuran kesederhanaan telah diajukan sebagai kandidat potensial, secara umum diterima bahwa tidak ada ukuran kesederhanaan yang tidak bergantung pada teori. Dengan kata lain, jumlah ukuran kesederhanaan sama banyaknya dengan jumlah teori itu sendiri, dan tugas untuk memilih di antara ukuran-ukuran kesederhanaan tampaknya sama problematisnya dengan tugas memilih di antara teori-teori. Nicholas Maxwell telah berargumentasi selama beberapa dekade bahwa kesatuan daripada kesederhanaan adalah faktor kunci non-empiris dalam mempengaruhi pilihan teori dalam ilmu pengetahuan, preferensi yang terus-menerus terhadap teori-teori terpadu yang pada dasarnya membuat ilmu pengetahuan menerima penerimaan tesis metafisika mengenai kesatuan di alam. Untuk menyempurnakan tesis yang bermasalah ini, perlu direpresentasikan dalam bentuk hierarki tesis, yang setiap tesis menjadi semakin tidak substansial seiring dengan naiknya hierarki.

### 3.3.3 Observasi tidak dapat dipisahkan dari teori

Saat melakukan observasi, ilmuwan melihat melalui teleskop, mempelajari gambar di layar elektronik, mencatat pembacaan meter, dan sebagainya. Umumnya, pada tingkat dasar, mereka bisa sepakat mengenai apa yang mereka lihat, misalnya termometer menunjukkan 37,9 derajat C. Namun, jika para ilmuwan ini mempunyai gagasan berbeda tentang teori yang telah dikembangkan untuk menjelaskan pengamatan dasar ini, mereka mungkin tidak setuju tentang apa yang mereka lihat. Mereka mengamati. Misalnya, sebelum teori relativitas umum Albert Einstein, para pengamat kemungkinan besar menafsirkan gambar salib Einstein sebagai lima objek berbeda di luar angkasa. Namun, berdasarkan teori tersebut, para astronom akan memberi tahu Anda bahwa sebenarnya hanya ada dua objek, satu di tengah dan empat gambar berbeda dari objek kedua di sekitar sisinya. Alternatifnya, jika ilmuwan lain mencurigai ada sesuatu yang salah dengan teleskop dan hanya satu objek yang benar-benar diamati, maka mereka menggunakan teori lain. Observasi yang tidak lepas dari penafsiran teoritis dikatakan sarat teori.

Semua observasi melibatkan persepsi dan kognisi. Artinya, seseorang tidak melakukan observasi secara pasif, melainkan terlibat aktif dalam membedakan fenomena yang diamati dari data sensorik di sekitarnya. Oleh karena itu, pengamatan dipengaruhi oleh pemahaman mendasar seseorang tentang cara dunia berfungsi, dan pemahaman tersebut dapat mempengaruhi apa yang dirasakan, diperhatikan, atau dianggap layak untuk dipertimbangkan. Dalam pengertian ini, dapat dikatakan bahwa semua observasi sarat teori, terpisah dari penafsiran teoretis dikatakan sarat teori.

### 3.3.4 Tujuan ilmu pengetahuan

Haruskah sains bertujuan untuk menentukan kebenaran hakiki, atau adakah pertanyaan yang tidak dapat dijawab oleh sains? Kaum realis ilmiah mengklaim bahwa sains bertujuan untuk mencapai kebenaran dan bahwa seseorang harus menganggap teori-teori ilmiah sebagai sesuatu yang benar, kira-kira benar, atau mungkin benar. Sebaliknya, kaum anti-realis ilmiah berpendapat bahwa sains tidak bertujuan (atau setidaknya tidak berhasil) pada kebenaran, terutama kebenaran tentang hal-hal yang tidak dapat diamati seperti elektron atau alam semesta lainnya. Para instrumentalis berpendapat bahwa teori-teori ilmiah seharusnya hanya dievaluasi berdasarkan kegunaannya. Dalam pandangan mereka, benar atau tidaknya suatu teori tidaklah penting, karena tujuan sains adalah membuat prediksi dan memungkinkan teknologi yang efektif.

Kaum realis sering kali menunjuk pada keberhasilan teori-teori ilmiah terkini sebagai bukti kebenaran (atau mendekati kebenaran) teori-teori saat ini. Kaum antirealis menunjuk pada banyaknya teori palsu dalam sejarah sains, moral epistemik, keberhasilan asumsi pemodelan yang salah, atau kritik postmodern terhadap objektivitas sebagai bukti yang menentang realisme ilmiah. Kaum antirealis berusaha menjelaskan keberhasilan teori-teori ilmiah tanpa mengacu pada kebenaran. Beberapa penganut antirealis menyatakan bahwa teori-teori ilmiah bertujuan untuk menjadi akurat hanya pada objek-objek yang dapat diamati dan berpendapat bahwa keberhasilan mereka terutama dinilai berdasarkan kriteria tersebut.

### 3.3.5 Nilai dan ilmu

Nilai bersinggungan dengan sains dalam berbagai cara. Ada nilai-nilai epistemik yang menjadi pedoman utama penelitian ilmiah. Usaha ilmiah tertanam dalam budaya dan nilai-nilai tertentu melalui praktisi individu. Nilai-nilai muncul dari ilmu pengetahuan, baik sebagai produk maupun proses, dan dapat didistribusikan ke beberapa budaya dalam masyarakat. Ketika sampai pada pembenaran ilmu pengetahuan dalam arti partisipasi masyarakat umum oleh para praktisi tunggal, ilmu pengetahuan memainkan peran sebagai mediator antara mengevaluasi standar dan kebijakan masyarakat dan individu-individu yang berpartisipasi, oleh karena itu ilmu pengetahuan memang menjadi korban vandalisme dan sabotase yang mengadaptasi kondisi tersebut. berarti sampai akhir.

Jika tidak jelas apa yang dianggap sebagai sains, bagaimana proses konfirmasi teori bekerja, dan apa tujuan sains, terdapat ruang yang luas bagi nilai-nilai dan pengaruh sosial lainnya untuk membentuk sains. Memang benar bahwa nilai-nilai dapat berperan, mulai dari menentukan penelitian mana yang akan didanai hingga mempengaruhi teori mana yang mencapai konsensus ilmiah. Misalnya, pada abad ke-19, nilai-nilai budaya yang dianut oleh para ilmuwan tentang ras membentuk penelitian mengenai evolusi, dan nilai-nilai mengenai kelas sosial memengaruhi perdebatan mengenai frenologi (yang dianggap ilmiah pada saat itu). Para filsuf sains feminis, sosiolog sains, dan lainnya mengeksplorasi bagaimana nilai-nilai sosial memengaruhi sains.

## 3.4 Sejarah

### 3.4.1 Pra-modern

Asal usul filsafat ilmu dapat ditelusuri kembali ke Plato dan Aristoteles, yang membedakan bentuk penalaran perkiraan dan penalaran eksak, menetapkan tiga skema inferensi abduktif, deduktif, dan induktif, dan juga menganalisis penalaran dengan analogi. Polimatik Arab abad kesebelas Ibn al-Haytham (dikenal dalam bahasa Latin sebagai Alhazen) melakukan penelitiannya di bidang optik melalui pengujian eksperimental terkontrol dan geometri terapan, terutama dalam penyelidikannya terhadap gambar yang dihasilkan dari pemantulan dan pembiasan cahaya. Roger Bacon (1214-1294), seorang pemikir dan peneliti Inggris yang sangat dipengaruhi oleh al-Haytham, diakui oleh banyak orang sebagai bapak metode ilmiah modern. Pandangannya bahwa matematika penting untuk pemahaman yang benar tentang filsafat alam dianggap sudah 400 tahun lebih maju dari masanya.

### 3.4.2 Modern

Francis Bacon (tidak ada hubungan langsung dengan Roger, yang hidup 300 tahun sebelumnya) adalah tokoh penting dalam filsafat ilmu pengetahuan pada masa Revolusi Ilmiah. Dalam karyanya *Novum Organum* (1620) sebuah singgungan terhadap *Organon* karya Aristoteles dan Bacon menguraikan sistem logika baru untuk memperbaiki proses silogisme filosofis lama. Me-

tode Bacon mengandalkan sejarah eksperimental untuk menghilangkan teori-teori alternatif. Pada tahun 1637, René Descartes menetapkan kerangka kerja baru untuk mendasari pengetahuan ilmiah dalam risalahnya, *Discourse on Method*, yang menganjurkan peran sentral nalar dibandingkan dengan pengalaman indrawi. Sebaliknya, pada tahun 1713, edisi ke-2 *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* karya Isaac Newton menyatakan bahwa "... hipotesis ... tidak mempunyai tempat dalam filsafat eksperimental. Dalam filsafat ini, proposisi dideduksi dari fenomena dan dijadikan umum melalui induksi ." Bagian ini mempengaruhi "generasi pembaca yang cenderung filosofis selanjutnya untuk mengumumkan larangan hipotesis sebab-akibat dalam filsafat alam". Secara khusus, pada abad ke-18, David Hume dengan terkenal mengartikulasikan skeptisisme tentang kemampuan sains untuk menentukan kausalitas dan memberikan rumusan pasti tentang masalah induksi. Tulisan John Stuart Mill pada abad ke-19 juga dianggap penting dalam pembentukan konsepsi metode ilmiah terkini, serta mengantisipasi penjelasan ilmiah di kemudian hari.

### 3.4.3 Positivisme logis

Instrumentalisme menjadi populer di kalangan fisikawan sekitar pergantian abad ke-20, setelah itu positivisme logis mendefinisikan bidang ini selama beberapa dekade. Positivisme logis hanya menerima pernyataan yang dapat diuji sebagai sesuatu yang bermakna, menolak interpretasi metafisik, dan menganut verifikasiisme (seperangkat teori pengetahuan yang menggabungkan logikaisme, empirisme, dan linguistik untuk mendasari filsafat atas dasar yang konsisten dengan contoh-contoh dari ilmu-ilmu empiris). Berusaha merombak seluruh filsafat dan mengubahnya menjadi filsafat ilmiah baru, Lingkaran Berlin dan Lingkaran Wina mengemukakan positivisme logis pada akhir tahun 1920-an.

Menafsirkan filsafat bahasa awal Ludwig Wittgenstein, kaum positivis logis mengidentifikasi prinsip atau kriteria kebermaknaan kognitif yang dapat diverifikasi. Dari logikaisme Bertrand Russell mereka mencari reduksi matematika menjadi logika. Mereka juga menganut atomisme logis Russell, fenomenalisme Ernst Mach yang menyatakan bahwa pikiran hanya mengetahui pengalaman indrawi aktual atau potensial, yang merupakan isi dari semua ilmu pengetahuan, baik fisika maupun psikologi, dan operasionalisme Percy Bridgman. Dengan demikian, hanya yang dapat diverifikasi yang bersifat ilmiah dan bermakna secara kognitif, sedangkan yang tidak dapat diverifikasi adalah "pernyataan semu" yang tidak ilmiah, tidak bermakna secara kognitif, metafisik, emosional, atau sejenisnya yang tidak layak untuk ditinjau lebih lanjut oleh para filsuf, yang baru ditugaskan untuk mengorganisasikan pengetahuan daripada mengembangkan pengetahuan baru.

Positivisme logis umumnya digambarkan mengambil posisi ekstrem bahwa bahasa ilmiah tidak boleh mengacu pada apa pun yang tidak dapat diamati, bahkan gagasan inti tentang kausalitas, mekanisme, dan prinsip, tetapi hal ini berlebihan. Pembicaraan tentang hal yang tidak dapat diobservasi seperti itu dapat dianggap sebagai observasi langsung metaforis yang dilihat secara abstrak atau paling buruk bersifat metafisik atau emosional. Hukum teoretis akan direduksi menjadi hukum empiris, sedangkan istilah teoretis akan memperoleh makna dari istilah observasional melalui aturan korespondensi. Matematika dalam fisika akan direduksi menjadi

logika simbolik melalui logikaisme, sementara rekonstruksi rasional akan mengubah bahasa biasa menjadi padanan standar, semuanya berjejaring dan disatukan oleh sintaksis logis. Sebuah teori ilmiah akan dinyatakan dengan metode pembuktiannya, dimana kalkulus logis atau operasi empiris dapat memverifikasi kepalsuan atau kebenarannya.

Pada akhir tahun 1930-an, kaum positivis logis meninggalkan Jerman dan Austria menuju Inggris dan Amerika. Pada saat itu, banyak yang menggantikan fenomenalisme Mach dengan fisikisme Otto Neurath, dan Rudolf Carnap berusaha mengganti verifikasi dengan sekadar konfirmasi. Dengan berakhirnya Perang Dunia II pada tahun 1945, positivisme logis menjadi lebih ringan, empirisme logis, sebagian besar dipimpin oleh Carl Hempel, di Amerika, yang menguraikan model hukum penutup penjelasan ilmiah sebagai cara untuk mengidentifikasi bentuk penjelasan logis tanpa referensi apa pun kepada tersangka. pengertian "sebab-akibat". Gerakan positivis logis menjadi landasan utama filsafat analitik, dan mendominasi filsafat Anglosfer, termasuk filsafat ilmu pengetahuan, sekaligus mempengaruhi ilmu pengetahuan, hingga tahun 1960an. Namun gerakan ini gagal menyelesaikan permasalahan utamanya, dan doktrin-doktrinnya semakin banyak diserang. Namun demikian, hal ini membawa pembentukan filsafat ilmu sebagai subdisiplin filsafat yang berbeda, dengan Carl Hempel memainkan peran kuncinya.

### 3.4.4 Thomas Kuhn

Dalam buku *The Structure of Scientific Revolutions* tahun 1962, Thomas Kuhn berpendapat bahwa proses observasi dan evaluasi terjadi dalam suatu paradigma, sebuah "potret" dunia yang konsisten secara logis dan konsisten dengan pengamatan yang dilakukan dari pembingkaiannya. Paradigma juga mencakup serangkaian pertanyaan dan praktik yang mendefinisikan suatu disiplin ilmu. Ia mencirikan sains normal sebagai proses observasi dan "pemecahan teka-teki" yang terjadi dalam suatu paradigma, sedangkan sains revolusioner terjadi ketika satu paradigma mengambil alih paradigma lain dalam suatu pergeseran paradigma.

Kuhn menyangkal bahwa hipotesis yang sedang diuji dapat diisolasi dari pengaruh teori yang mendasari pengamatannya, dan ia berpendapat bahwa tidak mungkin mengevaluasi paradigma yang bersaing secara independen. Lebih dari satu konstruksi yang konsisten secara logika dapat menggambarkan dunia yang serupa, namun tidak ada titik temu yang dapat digunakan untuk mengadu domba keduanya, teori melawan teori. Setiap paradigma mempunyai pertanyaan, tujuan, dan penafsiran tersendiri. Keduanya tidak memberikan standar yang dapat digunakan untuk menilai satu sama lain, sehingga tidak ada cara yang jelas untuk mengukur kemajuan ilmu pengetahuan di berbagai paradigma.

Bagi Kuhn, pilihan paradigma ditopang oleh proses rasional, namun pada akhirnya tidak ditentukan oleh proses rasional tersebut. Pilihan antara paradigma melibatkan penetapan dua atau lebih "potret" terhadap dunia dan memutuskan kemiripan mana yang paling menjanjikan. Bagi Kuhn, penerimaan atau penolakan suatu paradigma merupakan proses sosial dan juga proses logis. Namun, posisi Kuhn bukanlah relativisme. Menurut Kuhn, pergeseran paradigma terjadi ketika sejumlah besar anomali observasi muncul dalam paradigma lama dan paradigma baru membuat anomali tersebut masuk akal. Artinya, pemilihan paradigma baru didasarkan pada observasi, padahal observasi tersebut dilakukan dengan latar belakang paradigma lama.

## 3.5 Pendekatan saat ini

### 3.5.1 Asumsi aksiomatik Naturalisme

Menurut Robert Priddy, semua studi ilmiah pasti dibangun di atas setidaknya beberapa asumsi penting yang tidak dapat diuji dengan proses ilmiah; artinya, para ilmuwan harus memulai dengan beberapa asumsi mengenai analisis akhir atas fakta-fakta yang dibahas. Asumsi-asumsi ini kemudian dapat dibenarkan sebagian karena kepatuhannya terhadap jenis-jenis kejadian yang secara langsung kita sadari, dan sebagian lagi karena keberhasilannya dalam menyajikan fakta-fakta yang diamati dengan suatu keumuman tertentu, tanpa anggapan-dugaan yang bersifat ad hoc." Kuhn juga mengklaim bahwa semua ilmu pengetahuan didasarkan pada asumsi-asumsi tentang karakter alam semesta, bukan sekedar fakta-fakta empiris. Asumsi-asumsi ini sebuah paradigma yang terdiri dari kumpulan keyakinan, nilai-nilai dan teknik-teknik yang dianut oleh komunitas ilmiah tertentu, yang melegitimasi sistem mereka dan menetapkan batasan-batasan terhadap alam semesta. penyelidikan mereka. Bagi para naturalis, alam adalah satu-satunya realitas, paradigma yang "benar", dan tidak ada yang namanya supernatural, yakni segala sesuatu yang berada di atas, di luar, atau di luar alam. seluruh realitas, termasuk jiwa manusia.

Beberapa orang mengklaim bahwa naturalisme adalah filosofi implisit dari para ilmuwan yang bekerja, dan asumsi dasar berikut diperlukan untuk membenarkan metode ilmiah:

1. Bahwa ada realitas obyektif yang dimiliki oleh semua pengamat rasional. "Dasar rasionalitas adalah penerimaan realitas obyektif eksternal." Realitas obyektif jelas merupakan hal yang penting jika kita ingin mengembangkan perspektif dunia yang bermakna. Namun keberadaannya tetap diasumsikan. Keyakinan kita bahwa realitas obyektif ada adalah sebuah asumsi yang muncul dari dunia nyata di luar diri kita. Saat masih bayi, kita membuat asumsi ini secara tidak sadar. Orang-orang dengan senang hati membuat asumsi ini yang menambah makna pada sensasi dan perasaan kita, daripada hidup dengan solipsisme. Tanpa asumsi ini, yang ada hanya pemikiran dan gambaran dalam pikiran kita sendiri (yang merupakan satu-satunya pikiran yang ada) dan tidak diperlukan ilmu pengetahuan, atau apa pun.
2. Bahwa realitas obyektif ini diatur oleh hukum alam; Ilmu pengetahuan, setidaknya saat ini, berasumsi bahwa alam semesta mematuhi prinsip-prinsip yang dapat diketahui dan tidak bergantung pada waktu atau tempat, atau parameter subjektif seperti apa yang kita pikirkan, ketahui, atau bagaimana kita berperilaku. Hugh Gauch berpendapat bahwa sains mengandaikan bahwa "dunia fisik itu teratur dan dapat dipahami".
3. Realitas tersebut dapat ditemukan melalui observasi dan eksperimen sistematis. Stanley Sobottka berkata: Asumsi realitas eksternal diperlukan agar sains dapat berfungsi dan berkembang. Secara umum, sains adalah penemuan dan penjelasan dunia eksternal. Ilmu pengetahuan berupaya menghasilkan pengetahuan itu bersifat universal dan seobjektif mungkin dalam jangkauan pemahaman manusia.
4. Bahwa Alam mempunyai hukum yang seragam dan sebagian besar atau bahkan semua hal

di alam pasti mempunyai sebab alamiah. Ahli biologi Stephen Jay Gould menyebut dua proposisi yang berkaitan erat ini sebagai keteguhan hukum alam dan berjalannya proses yang diketahui. Simpson setuju bahwa aksioma keseragaman hukum, sebuah postulat yang tidak dapat dibuktikan, diperlukan agar para ilmuwan dapat mengekstrapolasi inferensi induktif ke masa lalu yang tidak dapat diobservasi agar dapat mempelajarinya secara bermakna. Asumsi mengenai invariansi spasial dan temporal dari hukum-hukum alam bukanlah hal yang unik dalam geologi karena asumsi tersebut merupakan jaminan bagi inferensi induktif yang, seperti yang ditunjukkan Bacon hampir empat ratus tahun yang lalu, merupakan cara berpikir dasar dalam sains empiris. Tanpa asumsi invarian spasial dan temporal ini, kita tidak punya dasar untuk mengekstrapolasi dari yang diketahui ke yang tidak diketahui dan, oleh karena itu, tidak ada cara untuk mencapai kesimpulan umum dari sejumlah pengamatan yang terbatas. (Karena asumsi itu sendiri dibenarkan oleh induksi, asumsi ini sama sekali tidak bisa membuktikan keabsahan induksi - sebuah upaya yang hampir ditinggalkan setelah Hume menunjukkan kesia-siaannya dua abad yang lalu). Gould juga mencatat bahwa proses alami seperti keseragaman proses Lyell adalah sebuah asumsi: Dengan demikian, ini adalah asumsi apriori yang dianut oleh semua ilmuwan dan bukan pernyataan tentang dunia empiris. Menurut R. Hooykaas: Prinsip keseragaman bukanlah suatu undang-undang, bukan suatu aturan yang ditetapkan setelah perbandingan fakta-fakta, tetapi suatu prinsip, yang mendahului pengamatan fakta-fakta. Ini adalah prinsip logis dari kekikiran sebab-sebab dan perekonomian. gagasan-gagasan ilmiah. Dengan menjelaskan perubahan-perubahan di masa lalu melalui analogi dengan fenomena-fenomena masa kini, suatu batasan ditetapkan untuk dugaan, karena hanya ada satu cara yang membuat dua hal dianggap setara, namun ada banyak sekali cara yang dapat membuat keduanya dianggap berbeda.

5. Prosedur percobaan tersebut akan terlaksana dengan memuaskan tanpa adanya kesalahan baik disengaja maupun tidak disengaja yang akan mempengaruhi hasil.
6. Para peneliti tidak akan terlalu bias terhadap asumsi mereka.
7. Pengambilan sampel secara acak itu mewakili keseluruhan populasi. Sampel acak sederhana (SRS) adalah pilihan probabilistik paling dasar yang digunakan untuk membuat sampel dari suatu populasi. Manfaat SRS adalah peneliti dijamin memilih sampel yang mewakili populasi sehingga menjamin kesimpulan yang valid secara statistik.

### 3.5.2 Metodologis Naturalisme

Naturalisme metodologis Naturalisme metodologis, pengertian kedua dari istilah “naturalisme”, (lihat di atas) adalah pengadopsian atau asumsi naturalisme filosofis dengan atau tanpa sepenuhnya menerima atau mempercayainya. Robert T. Pennock menggunakan istilah ini untuk mengklarifikasi bahwa metode ilmiah membatasi diri pada penjelasan alami tanpa mengasumsikan ada atau tidaknya hal supernatural. Oleh karena itu, kita mungkin agnostik terhadap kebenaran hakiki naturalisme, namun namun mengadopsinya dan menyelidiki alam seolah-olah alam adalah satu-satunya yang ada.



Menurut Ronald Numbers, istilah “naturalisme metodologis” diciptakan pada tahun 1983 oleh Paul de Vries, seorang filsuf Wheaton College.

Baik Schafersman maupun Strahler menegaskan bahwa tidak logis mencoba memisahkan kedua pengertian naturalisme. Sementara sains sebagai suatu proses hanya memerlukan naturalisme metodologis, praktik atau adopsi naturalisme metodologis memerlukan keyakinan logis dan moral terhadap naturalisme filosofis, sehingga keduanya tidak dipisahkan secara logis. Pandangan naturalistik [filosofis] ini didukung oleh sains sebagai asumsi fundamentalnya.

Namun Scott merasa penting untuk melakukan hal tersebut demi kepentingan memprogram ulang agama. Para ilmuwan dapat meredakan penolakan terhadap evolusi dengan terlebih dahulu mengakui bahwa sebagian besar orang Amerika adalah orang-orang yang beriman dan sebagian besar orang Amerika ingin mempertahankan keyakinan mereka. Scott rupanya percaya bahwa individu dapat mempertahankan keyakinan agama dan tetap menerima evolusi melalui naturalisme metodologis. Oleh karena itu, para ilmuwan harus menghindari penyebutan naturalisme metafisik dan sebagai gantinya menggunakan naturalisme metodologis. Bahkan seseorang yang mungkin tidak setuju dengan logika saya sering kali memahami alasan strategis untuk memisahkan naturalisme metodologis dari naturalisme filosofis jika kita ingin lebih banyak orang Amerika memahami evolusi.

Pendekatan Scott telah mencapai keberhasilan seperti yang diilustrasikan dalam penelitian Ecklund di mana beberapa ilmuwan agama melaporkan bahwa keyakinan agama mereka memengaruhi cara mereka berpikir tentang implikasi moral dari karya mereka, namun tidak mempengaruhi cara mereka mempraktikkan sains dalam naturalisme metodologis. Papineau mencatat bahwa "Para filsuf yang peduli dengan agama cenderung kurang antusias terhadap naturalisme metafisik dan bahwa mereka yang tidak terlalu didiskualifikasi tetap puas" dengan menetapkan standar 'naturalisme' lebih tinggi.

Berbeda dengan Schafersman, Strahler, dan Scott, Robert T. Pennock, seorang saksi ahli di persidangan *Kitzmiller v. Dover Area School District* dan dikutip oleh Hakim dalam Opini Memorandumnya, menggambarkan "naturalisme metodologis" yang menyatakan bahwa hal itu tidak didasarkan pada naturalisme metafisik dogmatis.

Pennock lebih lanjut menyatakan bahwa karena agen dan kekuatan supernatural berada di atas dan melampaui dunia alami serta agen dan kekuatannya dan tidak dibatasi oleh hukum alam, hanya ketidakmungkinan logis yang membatasi apa yang tidak dapat dilakukan oleh agen supernatural. Selain itu ia mengatakan: "Jika kita dapat menerapkan pengetahuan alam untuk memahami kekuatan supernatural, maka menurut definisi, kekuatan tersebut bukanlah kekuatan supernatural". Karena hal-hal supernatural merupakan sebuah misteri bagi kita, hal ini tidak dapat memberikan dasar bagi seseorang untuk menilai model ilmiah. Eksperimen memerlukan observasi dan pengendalian variabel. Namun menurut definisi kita tidak memiliki kendali atas entitas atau kekuatan supernatural.

Pendapat bahwa studi tentang fungsi alam juga merupakan studi tentang asal usul alam berbeda dengan penentang yang berpendapat bahwa berfungsinya kosmos tidak ada hubungannya dengan asal usulnya. Meskipun mereka terbuka terhadap perintah supernatural dalam penemuan dan keberadaannya, selama studi ilmiah untuk menjelaskan fungsi kosmos, mereka tidak

tertarik pada hal supernatural. Mereka sepakat bahwa membiarkan sains menggunakan kekuatan supranatural yang belum teruji untuk menjelaskan bagaimana fungsi alam akan membuat tugas ilmuwan menjadi tidak berarti, melemahkan disiplin yang memungkinkan sains untuk membuat kemajuan, dan akan sama tidak memuaskannya dengan ketergantungan penulis naskah drama Yunani kuno pada *deus ex machina* untuk mengeluarkan pahlawannya dari kesulitan yang sulit.

### 3.6 Ilmu dan ilmu semu

Ingat pertanyaan yang kita mulai: apakah ilmu itu? Karl Popper, seorang filsuf ilmu abad ke-20 yang berpengaruh, berpendapat bahwa ciri mendasar dari sebuah teori ilmiah adalah bahwa teori tersebut harus dapat dipalsukan. Menyebut suatu teori dapat dipalsukan tidak berarti bahwa teori tersebut salah. Sebaliknya, ini berarti bahwa teori tersebut membuat beberapa prediksi pasti yang mampu diuji berdasarkan pengalaman. Jika prediksi tersebut ternyata salah, maka teori tersebut telah dipalsukan atau dibantah. Jadi teori yang dapat difalsifikasi adalah teori yang mungkin kita temukan salah, dan tidak sesuai dengan semua pengalaman yang ada. Popper berpendapat bahwa beberapa teori yang dianggap ilmiah tidak memenuhi kondisi ini dan karenanya tidak pantas disebut ilmu sama sekali; mereka hanyalah ilmu semu.

Teori psikoanalitik Freud adalah salah satu contoh pseudo-sains/ilmu-semu favorit Popper. Menurut Popper, teori Freud dapat diselaraskan dengan temuan empiris apa pun. Apapun perilaku pasiennya, penganut Freudian dapat menemukan penjelasannya berdasarkan teori mereka, mereka tidak akan pernah mengakui bahwa teori mereka salah. Popper mengilustrasikan maksudnya dengan contoh berikut. Bayangkan seorang pria yang mendorong seorang anak ke sungai dengan maksud untuk membunuhnya, dan pria lain yang mengorbankan nyawanya demi menyelamatkan anak tersebut. Para pengikut Freud dapat menjelaskan perilaku kedua pria tersebut dengan sama mudahnya: yang pertama ditekan, dan yang kedua mencapai sublimasi. Popper berpendapat bahwa melalui penggunaan konsep-konsep seperti represi, sublimasi, dan hasrat bawah sadar, teori Freud dapat dibuat kompatibel dengan data klinis apa pun; dengan demikian hal itu dapat dipalsukan.

Hal yang sama juga berlaku pada teori sejarah Marx, kata Popper. Marx menyatakan bahwa dalam masyarakat industri di seluruh dunia, kapitalisme akan digantikan oleh sosialisme dan pada akhirnya komunisme. Namun ketika hal ini tidak terjadi, alih-alih mengakui bahwa teori Marx salah, kaum Marxis malah menciptakan penjelasan sementara mengapa apa yang terjadi sebenarnya konsisten dengan teori mereka. Misalnya saja, mereka mungkin mengatakan bahwa kemajuan menuju komunisme yang tak terhindarkan untuk sementara telah diperlambat oleh bangkitnya negara kesejahteraan, yang "melunakkan" kaum proletar dan melemahkan semangat revolusioner mereka. Dengan cara ini, teori Marx dapat dibuat kompatibel dengan segala kemungkinan kejadian, seperti halnya teori Freud. Oleh karena itu, tidak ada teori yang memenuhi syarat sebagai teori yang benar-benar ilmiah, menurut kriteria Popper.

Popper membandingkan teori Freud dan Marx dengan teori gravitasi Einstein, yang dikenal sebagai relativitas umum. Berbeda dengan teori Freud dan Marx, teori Einstein memberikan prediksi yang sangat pasti: bahwa sinar cahaya dari bintang yang jauh akan dibelokkan oleh

medan gravitasi matahari. Biasanya, efek ini tidak mungkin diamati-kecuali saat gerhana matahari. Pada tahun 1919, ahli astrofisika Inggris Sir Arthur Eddington mengadakan dua ekspedisi untuk mengamati gerhana matahari tahun itu, satu ke Brasil dan satu lagi ke pulau Principe di lepas pantai Atlantik Afrika, dengan tujuan menguji prediksi Einstein. Ekspedisi tersebut menemukan bahwa cahaya bintang memang dibelokkan oleh matahari, hampir sama dengan jumlah yang diperkirakan Einstein. Popper sangat terkesan dengan ini. Teori Einstein telah menghasilkan prediksi yang pasti dan tepat, yang dikonfirmasi melalui observasi. Seandainya ternyata cahaya bintang tidak dibelokkan oleh Matahari, hal ini menunjukkan bahwa Einstein salah. Jadi teori Einstein memenuhi kriteria falsifiabilitas.

Upaya Popper untuk membedakan ilmu dari pseudo-sains/ilmu-semu secara intuitif cukup masuk akal. Pasti ada sesuatu yang mencurigakan tentang suatu teori yang dapat dibuat sesuai dengan data empiris apa pun. Namun, banyak filsuf menganggap kriteria Popper terlalu menyederhanakan. Popper mengkritik kaum Freudian dan Marxis karena menjelaskan data apa pun yang tampaknya bertentangan dengan teori mereka, daripada menerima bahwa teori tersebut telah dibantah. Ini jelas merupakan prosedur yang meragukan. Namun, ada beberapa bukti bahwa prosedur ini secara rutin digunakan oleh para ilmuwan terkemuka yang Popper tidak ingin dituduh terlibat dalam ilmu semu dan telah menghasilkan penemuan ilmiah yang penting.

Contoh astronomi lain dapat menggambarkan hal ini. Teori gravitasi Newton, yang kita temui sebelumnya, membuat prediksi tentang jalur yang harus dilalui planet-planet saat mengorbit matahari. Sebagian besar prediksi ini dibuktikan melalui observasi. Namun, orbit Uranus yang diamati secara konsisten berbeda dari prediksi teori Newton. Teka-teki ini dipecahkan pada tahun 1846 oleh dua ilmuwan, Adams di Inggris dan Leverrier di Perancis, yang bekerja secara independen. Mereka berpendapat bahwa ada planet lain, yang belum ditemukan, yang memberikan gaya gravitasi tambahan pada Uranus. Adams dan Leverrier mampu menghitung massa dan posisi planet ini apakah tarikan gravitasinya memang bertanggung jawab atas perilaku aneh Uranus. Tak lama kemudian, planet Neptunus ditemukan, hampir persis seperti prediksi Adams dan Leverrier.

Jelas sekali kita tidak boleh mengkritik perilaku Adams dan Leverrier sebagai tindakan yang “tidak ilmiah”, karena hal itu mengarah pada penemuan planet baru. Namun mereka justru melakukan apa yang dikritik Popper oleh kaum Marxis. Mereka memulai dengan sebuah teori, teori gravitasi Newton yang membuat prediksi yang salah tentang orbit Uranus. Daripada menyimpulkan bahwa teori Newton pasti salah, mereka tetap berpegang pada teori tersebut dan berusaha menjelaskan pengamatan yang bertentangan dengan mendalilkan adanya planet baru. Demikian pula, ketika kapitalisme tidak menunjukkan tanda-tanda menyerah pada komunisme, kaum Marxis tidak menyimpulkan bahwa teori Marx pasti salah, namun tetap berpegang pada teori tersebut dan mencoba menjelaskan pengamatan yang bertentangan dengan cara lain. Jadi tentunya tidak adil untuk menuduh kaum Marxis terlibat dalam pseudo-sains/ilmu-semu jika kita membiarkan apa yang dilakukan Adams dan Leverrier dianggap sebagai ilmu yang baik dan patut dicontoh.

Hal ini menunjukkan bahwa upaya Popper untuk membedakan ilmu dari pseudo-sains/ilmu-semu tidak sepenuhnya benar, meskipun pada awalnya masuk akal. Contoh yang diberikan Adams/Leverrier sama sekali tidak lazim. Secara umum, para ilmuwan tidak meninggalkan

teorinya begitu saja jika teorinya bertentangan dengan data observasi. Biasanya mereka mencari cara untuk menghilangkan konflik tanpa harus melepaskan teorinya. Selain itu, perlu diingat bahwa hampir setiap teori ilmiah bertentangan dengan beberapa pengamatan. Menemukan teori yang cocok dengan semua data dengan sempurna sangatlah sulit. Tentu saja, jika suatu teori terus-menerus bertentangan dengan semakin banyak data, dan tidak ada cara yang masuk akal untuk menjelaskan konflik tersebut, maka teori tersebut pada akhirnya harus ditolak. Namun hanya sedikit kemajuan yang bisa dicapai jika para ilmuwan mengabaikan teori mereka begitu ada tanda-tanda masalah.

Kegagalan kriteria demarkasi Popper memunculkan sebuah pertanyaan penting. Apakah mungkin untuk menemukan beberapa ciri umum yang dimiliki oleh semua orang dan hanya hal-hal yang kita sebut "ilmu"? Popper berasumsi bahwa jawabannya adalah ya. Ia merasa bahwa teori-teori Freud dan Marx jelas-jelas tidak ilmiah, jadi pasti ada beberapa ciri yang tidak dimiliki teori-teori tersebut dan yang dimiliki oleh teori-teori ilmiah asli. Namun terlepas dari apakah kita menerima atau tidak penilaian negatif Popper terhadap Freud dan Marx, asumsinya bahwa ilmu mempunyai "sifat esensial" patut dipertanyakan. Bagaimanapun, ilmu adalah aktivitas yang heterogen, mencakup berbagai disiplin ilmu dan teori. Mungkin saja keduanya memiliki seperangkat fitur tetap yang mendefinisikan apa itu ilmu pengetahuan, namun bisa juga tidak. Filsuf Ludwig Wittgenstein berpendapat bahwa tidak ada serangkaian fitur tetap yang mendefinisikan apa yang dimaksud dengan sebuah "permainan". Sebaliknya, ada sekelompok fitur longgar yang sebagian besar dimiliki oleh sebagian besar game. Namun game tertentu mungkin tidak memiliki fitur apa pun dalam cluster dan tetap merupakan game. Hal yang sama mungkin berlaku dalam ilmu. Jika demikian, kriteria sederhana untuk membedakan ilmu dari pseudosains/ilmu-semu tidak mungkin ditemukan.

## 3.7 Inferensi ilmiah

Para ilmuwan sering kali memberi tahu kita hal-hal tentang dunia yang sebelumnya tidak kita percayai. Misalnya saja, para ahli biologi mengatakan bahwa kita berkerabat dekat dengan simpanse, para ahli geologi mengatakan bahwa Afrika dan Amerika Selatan pernah bersatu, dan para kosmolog mengatakan bahwa alam semesta mengembang. Namun bagaimana para ilmuwan mencapai kesimpulan yang terdengar tidak terduga ini. Lagi pula, belum pernah ada orang yang melihat satu spesies berevolusi dari spesies lain, atau satu benua terpecah menjadi dua, atau alam semesta menjadi lebih besar. Jawabannya, tentu saja, para ilmuwan sampai pada keyakinan ini melalui proses penalaran atau kesimpulan. Namun alangkah baiknya mengetahui lebih banyak tentang proses ini. Apa sebenarnya hakikat inferensi ilmiah?

### 3.7.1 Deduksi dan induksi

Ahli logika membuat perbedaan penting antara inferensi deduktif dan induktif, atau disingkat deduksi dan induksi. Contoh inferensi deduktif adalah sebagai berikut:

Semua orang Indonesia menyukai anggur hijau

Tino adalah orang Indonesia

---

Oleh karena itu, Tino menyukai anggur hijau

Dua pernyataan yang berada di atas garis disebut **premis inferensi**, sedangkan pernyataan yang berada di bawah garis disebut **kesimpulan**. **Inferensi** ini termasuk **deduktif** karena mempunyai sifat-sifat sebagai berikut: jika **premis-premisnya benar**, maka **kesimpulannya juga harus benar**. Jika benar semua orang Indonesia menyukai anggur hijau, dan Tino adalah orang Indonesia, maka Tino memang menyukai anggur hijau. Hal ini kadang-kadang diungkapkan dengan mengatakan bahwa premis-premis inferensi memerlukan kesimpulan. Tentu saja, premis kesimpulan ini hampir pasti tidak benar. Pasti ada orang Indonesia yang tidak menyukai anggur hijau. Tapi bukan itu intinya. Yang menjadikan inferensi bersifat deduktif adalah adanya hubungan yang sesuai antara **premis** dan **kesimpulan**, yaitu **kebenaran premis** menjamin **kebenaran kesimpulan**.

Tidak semua kesimpulan bersifat deduktif. Perhatikan contoh berikut:

Lima telur pertama di dalam kotak bagus.

Semua telur mempunyai cap tanggal terbaik-sebelum yang sama.

---

Oleh karena itu, telur keenam juga akan bagus.

Ini sepertinya alasan yang sangat masuk akal. Namun demikian, hal ini tidak bersifat deduktif, karena premis-premis tersebut tidak menghasilkan kesimpulan. Sekalipun lima telur pertama bagus, dan semua telur mempunyai cap tanggal yang sama, sangat mungkin telur keenam akan busuk. Artinya, secara logis premis-premis inferensi ini mungkin benar, namun kesimpulannya salah, sehingga inferensi tersebut tidak bersifat deduktif. Sebaliknya, ini dikenal sebagai inferensi induktif. Dalam inferensi induktif yang khas, kita berpindah dari premis tentang objek yang telah kita periksa ke kesimpulan tentang objek serupa yang belum kita periksa dalam contoh ini, telur.

Inferensi deduktif lebih aman daripada inferensi induktif. Ketika kita bernalar secara deduktif, kita dapat yakin bahwa jika kita memulai dengan premis-premis yang benar, kita akan mendapatkan kesimpulan yang benar. Sebaliknya, penalaran induktif cukup mampu membawa kita dari premis-premis yang benar menuju kesimpulan yang salah. Terlepas dari kekurangan ini, kita tampaknya mengandalkan penalaran induktif sepanjang hidup kita. Misalnya, saat Anda menyalakan komputer di pagi hari, Anda yakin komputer tersebut tidak akan meledak di depan Anda. Mengapa? Karena Anda menyalakan komputer setiap pagi, dan hingga saat ini komputer tidak pernah meledak. Namun kesimpulan dari sampai saat ini komputer saya tidak meledak ketika saya menyalakannya hingga komputer saya tidak akan meledak kali ini adalah induktif, bukan deduktif. Secara logis, komputer Anda mungkin akan meledak kali ini, meskipun hal ini belum pernah terjadi sebelumnya.

Apakah para ilmuwan juga menggunakan penalaran induktif? Jawabannya sepertinya ya. Pertimbangkan kondisi yang dikenal sebagai Sindrom Down (SD). Ahli genetika memberi tahu kita bahwa orang dengan SD memiliki tiga salinan kromosom 21, bukan dua salinan biasanya. Bagaimana mereka mengetahui hal ini? Jawabannya, tentu saja, adalah mereka memeriksa se-

jumlah besar orang dengan SD dan menemukan bahwa masing-masing orang memiliki salinan tambahan kromosom 21. Mereka kemudian beralasan secara induktif hingga menyimpulkan bahwa semua orang dengan SD, termasuk mereka yang belum mereka periksa, memiliki salinan kromosom 21 tambahan. Inferensi ini bersifat induktif bukan deduktif. Karena mungkin saja, meskipun kecil kemungkinannya, sampel yang diperiksa tidak representatif. Contoh ini bukanlah satu-satunya contoh. Akibatnya, para ilmuwan bernalar secara induktif setiap kali mereka beralih dari data terbatas ke kesimpulan yang lebih umum, dan hal ini selalu mereka lakukan.

Peran sentral induksi dalam ilmu pengetahuan terkadang dikaburkan oleh cara kita berbicara. Misalnya, Anda mungkin membaca laporan surat kabar yang mengatakan bahwa para ilmuwan telah menemukan “bukti eksperimental” bahwa jagung hasil rekayasa genetika aman untuk dikonsumsi. Artinya, para ilmuwan telah menguji jagung pada banyak orang dan tidak ada yang menimbulkan bahaya. Namun sebenarnya hal ini tidak membuktikan bahwa jagung itu aman, seperti yang dikatakan para ahli matematika dapat membuktikan teorema Pythagoras. Karena kesimpulan dari “jagung tidak merugikan siapa pun yang diuji” hingga “jagung tidak akan merugikan siapa pun” adalah induktif, bukan deduktif. Laporan surat kabar tersebut seharusnya menyatakan bahwa para ilmuwan telah menemukan bukti kuat bahwa jagung aman bagi manusia. Kata “bukti” sebaiknya hanya digunakan ketika kita berurusan dengan kesimpulan deduktif. Dalam arti sempit, hipotesis ilmiah jarang sekali bisa dibuktikan kebenarannya melalui data.

Kebanyakan filsuf berpendapat bahwa sudah jelas bahwa ilmu pengetahuan sangat bergantung pada induksi, bahkan sangat jelas sehingga hampir tidak perlu diperdebatkan. Namun hebatnya, hal ini dibantah oleh filsuf Karl Popper. Popper menyatakan bahwa ilmuwan hanya perlu menggunakan kesimpulan deduktif. Akan lebih baik jika hal ini benar, karena kesimpulan deduktif lebih aman daripada kesimpulan induktif, seperti yang telah kita lihat.

Argumen dasar Popper adalah ini. Meskipun suatu teori (atau hipotesis) ilmiah tidak akan pernah dapat dibuktikan kebenarannya dengan jumlah data yang terbatas, teori tersebut dapat dibuktikan salah atau disangkal. Misalkan seorang ilmuwan sedang menguji hipotesis bahwa semua potongan logam dapat menghantarkan listrik. Sekalipun setiap potongan logam yang mereka periksa menghantarkan listrik, hal ini tidak membuktikan bahwa hipotesis tersebut benar, karena alasan yang telah kita lihat. Namun jika ilmuwan menemukan sepotong logam saja yang gagal menghantarkan listrik, hal ini secara meyakinkan membantah teori tersebut. Karena penyimpulan dari "sepotong logam ini tidak dapat menghantarkan listrik" hingga "salah bahwa semua potongan logam dapat menghantarkan listrik" adalah suatu penyimpulan deduktif, maka premis tersebut memerlukan kesimpulan. Jadi jika seorang ilmuwan mencoba menyangkal teorinya, alih-alih membuktikan kebenarannya, tujuan mereka dapat tercapai tanpa menggunakan induksi.

Kelemahan argumen Popper sudah jelas. Sebab tujuan ilmu pengetahuan bukan semata-mata untuk menyangkal teori-teori, tetapi juga untuk menentukan teori-teori mana yang benar (atau mungkin benar). Ketika seorang ilmuwan mengumpulkan data eksperimen, tujuan mereka mungkin adalah untuk menunjukkan bahwa suatu teori tertentu mungkin salah. Namun kemungkinan besar, mereka mencoba meyakinkan orang bahwa teori mereka benar. Dan untuk melakukan hal tersebut, mereka harus menggunakan penalaran induktif. Jadi upaya Popper un-

tuk menunjukkan bahwa ilmu pengetahuan dapat bertahan tanpa induksi tidak berhasil.

### 3.8 Masalah Hume

Meskipun penalaran induktif tidak masuk akal secara logis, tampaknya penalaran induktif merupakan cara yang masuk akal untuk membentuk keyakinan tentang dunia. Tentunya fakta bahwa matahari telah terbit setiap hari di masa lalu memberi kita alasan kuat untuk percaya bahwa matahari akan terbit besok? Jika Anda menjumpai seseorang yang mengaku sepenuhnya agnostik tentang apakah matahari akan terbit besok atau tidak, Anda akan menganggap mereka sebagai orang yang sangat aneh, bahkan tidak rasional.

Tapi apa yang membenarkan keyakinan yang kita tempatkan dalam induksi ini? Bagaimana cara kita meyakinkan seseorang yang menolak bernalar secara induktif bahwa mereka salah? Filsuf Skotlandia abad ke-18 David Hume (1711-76) memberikan jawaban sederhana namun radikal terhadap pertanyaan ini. Ia berpendapat bahwa penggunaan induksi sama sekali tidak dapat dibenarkan secara rasional. Hume mengakui bahwa kita selalu menggunakan induksi, dalam kehidupan sehari-hari dan dalam ilmu pengetahuan, namun bersikeras bahwa ini adalah masalah kebiasaan hewan yang kasar. Jika ditantang untuk memberikan alasan yang baik untuk menggunakan induksi, kami tidak dapat memberikan jawaban yang memuaskan, pikirnya.

Bagaimana Hume sampai pada kesimpulan yang mengejutkan ini? Dia memulai dengan mencatat bahwa setiap kali kita membuat kesimpulan induktif, kita tampaknya mengandaikan apa yang disebutnya “keseragaman alam”. Untuk melihat apa yang dimaksud Hume dengan hal ini, ingat kembali contoh kita. Kami mendapat kesimpulan dari ‘lima telur pertama di dalam kotak bagus’ hingga “telur keenam bagus”; dari pasien sindrom Down yang diperiksa memiliki kromosom ekstra hingga semua pasien sindrom Down memiliki kromosom ekstra; dan dari “komputer saya belum pernah meledak sampai sekarang” menjadi “komputer saya tidak akan meledak hari ini”. Dalam setiap kasus, alasan kita tampaknya bergantung pada asumsi bahwa objek yang belum kita periksa akan serupa, dalam hal yang relevan, dengan objek serupa yang telah kita periksa. Asumsi itulah yang dimaksud Hume dengan keseragaman alam.

Namun bagaimana kita tahu bahwa asumsi keseragaman itu benar? Bisakah kita membuktikan kebenarannya? Tidak, kata Hume, kita tidak bisa. Karena mudah untuk membayangkan sebuah dunia di mana alam tidak seragam namun berubah arah secara acak dari hari ke hari. Di dunia seperti ini, komputer terkadang bisa meledak tanpa alasan, air terkadang bisa membuat kita mabuk tanpa peringatan, dan bola bilyar terkadang berhenti mati saat bertabrakan. Karena dunia yang tidak seragam dapat dibayangkan, maka kita tidak dapat membuktikan bahwa asumsi keseragaman itu benar. Karena jika kita bisa, alam semesta yang tidak seragam akan menjadi sebuah kemustahilan yang logis.

Sekalipun kita tidak dapat membuktikan asumsi keseragaman tersebut, kita tetap berharap menemukan bukti empiris yang baik mengenai kebenarannya. Toh, anggapan tersebut masih bertahan hingga saat ini, jadi apakah ini bukti kebenarannya? Namun hal ini menimbulkan pertanyaan, kata Hume! Diakui bahwa alam telah berperilaku seragam hingga saat ini. Kita tidak bisa menggunakan fakta ini untuk berargumentasi bahwa alam akan terus seragam, kata Hume,

karena hal ini mengasumsikan bahwa apa yang terjadi di masa lalu adalah panduan yang dapat diandalkan mengenai apa yang akan terjadi di masa depan yang merupakan keseragaman asumsi alam. Jika kita mencoba memperdebatkan asumsi keseragaman berdasarkan landasan empiris, kita akan berakhir dengan penalaran berputar-putar.

Kekuatan pendapat Hume dapat diapresiasi dengan membayangkan bagaimana Anda akan meyakinkan seseorang yang tidak mempercayai penalaran induktif bahwa mereka harus mempercayainya. Anda mungkin berkata: 'lihat, penalaran induktif telah berhasil dengan cukup baik hingga saat ini. Dengan menggunakan induksi, para ilmuwan telah membelah atom, mendarat di bulan, dan menemukan laser. Sedangkan orang yang tidak menggunakan induksi mengalami kematian yang mengenaskan. Mereka memakan arsenik dengan keyakinan bahwa arsenik dapat menyehatkan mereka, dan melompat dari gedung-gedung tinggi dengan keyakinan bahwa mereka dapat terbang. Oleh karena itu, Anda jelas akan mendapat manfaat jika berpikir secara induktif.' Namun hal ini tidak akan meyakinkan orang yang ragu. Karena berargumentasi bahwa induksi dapat dipercaya karena telah berhasil dengan baik hingga saat ini adalah bernalar secara induktif. Argumen seperti itu tidak akan berpengaruh bagi seseorang yang belum mempercayai induksi. Itulah poin fundamental Hume.

Argumen yang menarik ini telah memberikan pengaruh yang kuat terhadap filsafat ilmu pengetahuan. (Upaya Popper untuk menunjukkan bahwa ilmu hanya perlu menggunakan deduksi dimotivasi oleh keyakinannya bahwa Hume telah menunjukkan induksi tidak dapat dibenarkan.) Pengaruh argumen Hume tidak sulit untuk dipahami. Biasanya kita menganggap ilmu sebagai paradigma penyelidikan rasional. Kami sangat percaya pada apa yang dikatakan para ilmuwan tentang dunia. Namun ilmu bergantung pada induksi, dan argumen Hume tampaknya menunjukkan bahwa induksi tidak dapat dibenarkan secara rasional. Jika Hume benar, maka fondasi yang mendasari ilmu pengetahuan tidak tampak kokoh seperti yang kita harapkan. Keadaan yang membingungkan ini dikenal sebagai **masalah induksi Hume**.

Para filsuf telah menanggapi masalah Hume dengan berbagai cara; ini masih menjadi area penelitian aktif saat ini. Salah satu tanggapan mengatakan bahwa mencari "pembenaran atas induksi?", atau meratapi kekurangan hal tersebut, pada dasarnya tidak koheren. Peter Strawson, seorang filsuf Oxford dari tahun 1950-an, membela pandangan ini dengan analogi berikut. Jika seseorang khawatir apakah suatu tindakan tertentu sah, mereka dapat membaca buku hukum dan melihat apa yang tertulis di dalamnya. Namun misalkan seseorang khawatir tentang apakah undang-undang itu sah atau tidak. Ini memang merupakan kekhawatiran yang aneh. Karena hukum adalah standar yang digunakan untuk menilai legalitas hal-hal lain, dan tidak masuk akal untuk menanyakan apakah standar itu sendiri sah atau tidak. Hal yang sama berlaku untuk induksi, pendapat Strawson. Induksi adalah salah satu standar yang kita gunakan untuk memutuskan apakah keyakinan seseorang tentang dunia dapat dibenarkan. Jadi tidak masuk akal untuk bertanya apakah induksi itu sendiri bisa dibenarkan.

Apakah Strawson benar-benar berhasil meredakan masalah Hume? Beberapa filsuf mengatakan ya, yang lain mengatakan tidak. Namun sebagian besar setuju bahwa sangat sulit untuk melihat bagaimana adanya pembenaran yang memuaskan atas induksi. (Frank Ramsey, seorang filsuf Cambridge terkenal, menulis pada tahun 1919 bahwa meminta pembenaran induksi berarti 'menangis untuk bulan'.) Apakah ini sesuatu yang harus membuat kita khawatir, atau menggoy-



ahkan kepercayaan kita pada ilmu pengetahuan, adalah sebuah pertanyaan yang sulit. yang harus Anda renungkan sendiri.

### 3.9 Inferensi penjelasan terbaik

Kesimpulan induktif yang telah kita periksa sejauh ini semuanya pada dasarnya memiliki struktur yang sama. Dalam setiap kasus, premisnya berbentuk 'semua  $F$  yang diperiksa adalah  $G$ ', dan kesimpulannya berbentuk ' $F$  lainnya juga  $G$ '. Singkatnya, kesimpulan-kesimpulan ini membawa kita dari contoh-contoh tertentu yang telah diperiksa ke contoh-contoh yang belum diperiksa.

Kesimpulan seperti itu banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan dalam ilmu pengetahuan, seperti yang telah kita lihat. Namun, ada jenis inferensi non-deduktif umum lainnya yang tidak sesuai dengan pola sederhana ini. Perhatikan contoh berikut:

Keju di lemari makan telah hilang, kecuali beberapa remah.  
Suara garukan terdengar dari lemari makan tadi malam.

---

Oleh karena itu, keju tersebut dimakan oleh tikus.

Jelaslah bahwa kesimpulan ini bersifat non-deduktif: premis-premisnya tidak memerlukan kesimpulan. Karena keju bisa saja dicuri oleh pelayannya, yang dengan cerdik meninggalkan sedikit remah-remah agar tampak seperti hasil karya tikus; dan suara garukan tersebut mungkin disebabkan oleh boiler yang terlalu panas. Meskipun demikian, kesimpulan tersebut jelas masuk akal. Sebab, hipotesis bahwa seekor tikus memakan keju nampaknya memberikan penjelasan data yang lebih baik dibandingkan hipotesis 'pembantu dan ketel'. Lagi pula, pelayan biasanya tidak mencuri keju, dan ketel uap modern jarang terlalu panas. Sedangkan tikus memang memakan keju jika ada kesempatan, dan mengeluarkan suara garukan. Jadi meskipun kita tidak dapat memastikan bahwa hipotesis tikus itu benar, secara keseluruhan hipotesis tersebut tampak masuk akal.

Penalaran semacam ini dikenal sebagai '**inferensi terhadap penjelasan terbaik**', atau disingkat **IPT**. Kebingungan terminologis tertentu seputar hubungan antara **IPT** dan induksi. Beberapa filsuf menggambarkan **IPT** sebagai jenis inferensi induktif; sebenarnya, mereka menggunakan 'inferensi induktif' yang berarti 'inferensi apa pun yang tidak deduktif'. Yang lain membandingkan **IPT** dengan induksi, seperti yang telah kita lakukan. Dalam cara memotong kue ini, 'induksi' dicadangkan untuk inferensi dari contoh-contoh tertentu yang telah diperiksa hingga yang belum diperiksa; **IPT** dan induksi merupakan dua jenis inferensi non-deduktif yang berbeda. Tidak ada yang bergantung pada pilihan terminologi mana yang kita sukai, selama kita mematuhi secara konsisten.

Para ilmuwan sering menggunakan **IPT**. Misalnya, Darwin mengemukakan teori evolusinya dengan menarik perhatian pada berbagai fakta tentang dunia kehidupan yang sulit dijelaskan jika kita berasumsi bahwa spesies yang ada saat ini diciptakan secara terpisah, namun sangat masuk akal jika spesies yang ada saat ini berasal dari nenek moyang yang sama. sebagaimana teorinya dipegang. Misalnya, terdapat kemiripan anatomi antara kaki kuda dan zebra. Bagaimana kita

menjelaskan hal ini jika Tuhan menciptakan kuda dan zebra secara terpisah? Agaknya, dia bisa membuat kaki mereka berbeda sesuka hatinya. Namun jika kuda dan zebra merupakan keturunan dari nenek moyang yang sama, hal ini memberikan penjelasan yang jelas tentang kesamaan anatomi mereka. Darwin berpendapat bahwa kemampuan teorinya untuk menjelaskan fakta-fakta tersebut merupakan bukti kuat kebenarannya. “Hampir tidak dapat diasumsikan”, tulisnya, “bahwa sebuah teori palsu akan menjelaskan, dengan cara yang begitu memuaskan seperti halnya teori seleksi alam, beberapa kelompok besar fakta yang disebutkan di atas.”

Contoh lain dari **IPT** adalah karya Einstein yang terkenal tentang gerak Brown, yaitu gerak zig-zag partikel mikroskopis yang tersuspensi dalam cairan atau gas. Sejumlah upaya penjelasan tentang gerak Brown dikemukakan pada abad ke-19. Salah satu teori mengaitkan gerakan tersebut dengan gaya tarik-menarik listrik antar partikel, teori lainnya disebabkan oleh agitasi dari lingkungan luar, dan teori lainnya disebabkan oleh arus konveksi dalam fluida. Penjelasan yang benar didasarkan pada teori kinetik materi, yang mengatakan bahwa cairan dan gas terdiri dari atom atau molekul yang bergerak. Partikel tersuspensi bertabrakan dengan molekul di sekitarnya, menyebabkan pergerakannya tidak menentu. Teori ini diajukan pada akhir abad ke-19 namun tidak diterima secara luas, salah satunya karena banyak ilmuwan tidak percaya bahwa atom dan molekul adalah entitas nyata. Namun pada tahun 1905, Einstein memberikan perlakuan matematis yang cerdik terhadap gerak Brown, membuat sejumlah prediksi yang kemudian dikonfirmasi secara eksperimental. Setelah karya Einstein, teori kinetik dengan cepat disetujui untuk memberikan penjelasan yang lebih baik tentang gerak Brown dibandingkan alternatif lainnya, dan skeptisisme terhadap keberadaan atom dan molekul pun mereda.

Ide dasar di balik penalaran **IPT** dari data seseorang hingga teori atau hipotesis yang menjelaskan data tersebut sangatlah lugas. Namun bagaimana kita memutuskan hipotesis mana yang memberikan “penjelasan terbaik” terhadap data? Kriteria apa yang menentukan hal ini? Salah satu jawaban yang populer adalah penjelasan yang baik harus sederhana atau pelit. Perhatikan kembali contoh keju di dalam lemari makan. Ada dua data yang perlu dijelaskan: keju yang hilang dan suara garukan. Hipotesis tikus mendalilkan hanya satu penyebab tikus menjelaskan kedua bagian data. Namun hipotesis pembantu dan ketel harus mendalilkan dua penyebab yaitu pembantu yang tidak jujur dan ketel yang terlalu panas untuk menjelaskan data yang sama. Jadi hipotesis tikus lebih pelit dan karenanya lebih baik. Contoh Darwin serupa. Teori Darwin dapat menjelaskan beragam fakta tentang kehidupan, bukan hanya kesamaan anatomi antar spesies. Masing-masing fakta ini pada prinsipnya dapat dijelaskan dengan cara lain, namun teori evolusi menjelaskan semua fakta sekaligus sehingga menjadikannya sebagai penjelasan terbaik atas data yang ada.

Gagasan bahwa kesederhanaan atau kekikiran merupakan ciri dari penjelasan yang baik cukup menarik, dan membantu menyempurnakan gagasan abstrak **IPT**. Namun jika para ilmuwan menggunakan kesederhanaan sebagai panduan untuk mengambil kesimpulan, hal ini menimbulkan pertanyaan mendalam. Apakah kita mempunyai alasan untuk berpikir bahwa alam semesta itu sederhana dan bukannya rumit? Memilih teori yang menjelaskan data dengan jumlah penyebab yang paling sedikit tampaknya masuk akal. Namun apakah ada dasar obyektif untuk berpikir bahwa teori semacam itu lebih mungkin benar dibandingkan teori lain yang tidak terlalu sederhana? Atau apakah kesederhanaan merupakan sesuatu yang dihargai oleh para ilmuwan

karena membuat teori mereka lebih mudah dirumuskan dan dipahami? Para filsuf ilmu tidak sepakat mengenai jawaban atas pertanyaan sulit ini.

### 3.10 Inferensi kausal

Tujuan utama ilmu adalah menemukan penyebab fenomena alam. Seringkali pencarian ini berhasil. Misalnya, para ilmuwan perubahan iklim mengetahui bahwa pembakaran bahan bakar fosil menyebabkan pemanasan global; ahli kimia tahu bahwa memanaskan suatu cairan menyebabkannya menjadi gas; dan ahli epidemiologi mengetahui bahwa vaksin **MMR** (*Measles, Mumps, and Rubella-Campak, Gondongan, dan Rubella*) tidak menyebabkan autisme. Karena hubungan sebab-akibat tidak dapat diamati secara langsung (seperti pendapat terkenal David Hume), pengetahuan ilmiah semacam ini pasti merupakan hasil inferensi. Namun bagaimana sebenarnya cara kerja inferensi kausal?

Ada baiknya untuk membedakan dua kasus: menyimpulkan penyebab suatu peristiwa tertentu versus menyimpulkan prinsip sebab-akibat umum. Untuk mengilustrasikan perbedaan ini, perhatikan perbedaan antara "hantaman meteorit menyebabkan kepunahan dinosaurus" dan "merokok menyebabkan kanker paru-paru". Yang pertama adalah pernyataan tunggal tentang penyebab suatu peristiwa sejarah tertentu, yang kedua adalah pernyataan umum tentang penyebab suatu peristiwa tertentu (terkena kanker paru-paru). Dalam kedua kasus tersebut, proses inferensi telah membuat para ilmuwan memercayai pernyataan yang dipermasalahkan, namun inferensi tersebut bekerja dengan cara yang agak berbeda. Di sini kita fokus pada inferensi jenis kedua, yakni prinsip-prinsip sebab-akibat umum.

Misalkan seorang peneliti medis ingin menguji hipotesis bahwa obesitas menyebabkan depresi. Bagaimana seharusnya mereka melanjutkan? Langkah alami pertama adalah melihat apakah kedua atribut tersebut berkorelasi. Untuk menilai hal ini, mereka dapat memeriksa sampel besar orang-orang yang mengalami obesitas, dan melihat apakah kejadian depresi lebih tinggi pada kelompok ini dibandingkan pada populasi umum. Jika ya, maka kecuali ada alasan untuk menganggap sampel tersebut tidak representatif, masuk akal untuk menyimpulkan (dengan induksi biasa) bahwa obesitas dan depresi berkorelasi pada keseluruhan populasi.

Akankah korelasi tersebut menunjukkan bahwa obesitas menyebabkan depresi? Belum tentu. Siswa ilmu tahun pertama secara rutin diajari bahwa korelasi tidak berarti sebab akibat, dan itu memang beralasan. Karena ada kemungkinan penjelasan lain mengenai korelasi tersebut. Arah sebab akibat bisa jadi sebaliknya, yaitu depresi bisa menyebabkan orang makan lebih banyak sehingga menjadi gemuk. Atau mungkin tidak ada pengaruh kausal antara obesitas terhadap depresi atau sebaliknya, namun kedua kondisi tersebut merupakan efek gabungan dari penyebab yang sama. Misalnya, mungkin pendapatan rendah meningkatkan kemungkinan terjadinya obesitas dan juga meningkatkan kemungkinan depresi melalui jalur sebab akibat yang berbeda. Jika demikian, kita memperkirakan obesitas dan depresi mempunyai korelasi dalam populasi. Skenario "penyebab umum" ini adalah alasan utama mengapa hubungan sebab akibat tidak selalu dapat disimpulkan secara andal dari data korelasional.

Bagaimana kita menguji hipotesis bahwa pendapatan rendah menyebabkan obesitas dan de-

presi? Hal yang jelas harus dilakukan adalah mencari sampel individu yang semuanya memiliki tingkat pendapatan yang sama, dan memeriksa apakah obesitas dan depresi berkorelasi dalam sampel tersebut. Jika kita melakukan hal ini pada sejumlah tingkat pendapatan yang berbeda, dan menemukan bahwa dalam setiap sampel pendapatan yang homogen, korelasinya hilang, maka hal ini merupakan bukti kuat yang mendukung hipotesis penyebab umum. Hal ini menunjukkan bahwa ketika pendapatan diperhitungkan, obesitas tidak lagi dikaitkan dengan depresi. Sebaliknya, jika terdapat korelasi kuat terhadap depresi obesitas bahkan di antara individu dengan tingkat pendapatan yang sama, hal ini merupakan bukti yang bertentangan dengan hipotesis penyebab umum. Dalam jargon statistik, prosedur ini dikenal sebagai "pengendalian" pendapatan variabel.

Logika yang mendasarinya mirip dengan eksperimen terkontrol, yang merupakan andalan ilmu modern. Misalkan seorang ahli entomologi ingin menguji hipotesis bahwa membesarkan larva serangga pada suhu yang lebih tinggi menyebabkan berkurangnya ukuran tubuh serangga dewasa. Untuk mengujinya, ahli entomologi mengambil larva serangga dalam jumlah besar, memelihara sebagian di tempat sejuk dan sebagian lagi di suhu hangat, lalu mengukur ukuran larva serangga dewasa yang dihasilkan. Agar hal ini menjadi uji hipotesis sebab akibat yang efektif, semua faktor selain suhu harus dijaga konstan di antara kedua kelompok, sejauh mungkin. Misalnya, semua larva harus berasal dari spesies yang sama, jenis kelamin yang sama, dan diberi makanan yang sama. Jadi ahli entomologi harus merancang eksperimennya dengan hati-hati, mengendalikan semua variabel yang berpotensi mempengaruhi ukuran tubuh orang dewasa. Hanya dengan cara ini perbedaan ukuran tubuh orang dewasa antara kedua kelompok dapat dikaitkan dengan perbedaan suhu.

Kadang-kadang dikatakan bahwa eksperimen terkontrol adalah satu-satunya cara yang dapat diandalkan untuk membuat kesimpulan sebab akibat dalam ilmu. Para pendukung pandangan ini berpendapat bahwa data observasi murni, tanpa intervensi eksperimental apa pun, tidak dapat memberi kita pengetahuan tentang kausalitas. Namun, ini adalah tesis yang kontroversial. Meskipun eksperimen terkendali tentu saja merupakan cara yang baik untuk menyelidiki rahasia alam, teknik pengendalian statistik sering kali dapat menghasilkan sesuatu yang serupa. Dalam beberapa tahun terakhir, ahli statistik dan ilmuwan komputer telah mengembangkan teknik yang ampuh untuk membuat kesimpulan sebab akibat dari data observasi. Apakah terdapat perbedaan metodologi mendasar antara data eksperimen dan data observasi, dibandingkan dengan keandalan kesimpulan sebab akibat yang dapat diambil dari data tersebut, masih menjadi bahan perdebatan.

Dalam ilmu biomedis modern, jenis eksperimen terkontrol tertentu sering kali mendapat perhatian khusus. Ini adalah uji coba terkontrol secara acak (**UTA**), yang awalnya dirancang oleh R. A. Fisher pada tahun 1930an, dan sering digunakan untuk menguji efektivitas obat baru. Dalam **UTA** biasa, pasien dengan kondisi medis tertentu, misalnya, migrain parah, dibagi menjadi dua kelompok. Kelompok perlakuan menerima obat tersebut, sedangkan kelompok kontrol tidak. Para peneliti kemudian membandingkan kedua kelompok berdasarkan hasil yang diinginkan, misalnya, menghilangkan gejala migrain. Jika kelompok perlakuan memberikan hasil yang jauh lebih baik dibandingkan kelompok kontrol, ini merupakan bukti dugaan bahwa obat tersebut bekerja. Fitur utama dari **UTA** adalah pembagian awal pasien menjadi dua kelompok harus di-

lakukan secara acak. Fisher dan para pengikut modernnya berpendapat bahwa hal ini diperlukan untuk mempertahankan kesimpulan sebab akibat yang valid.

Mengapa pengacakan sangat penting? Karena membantu menghilangkan pengaruh faktor perancu pada hasil yang diinginkan. Biasanya hasilnya akan dipengaruhi oleh banyak faktor, misalnya. usia, pola makan, dan olahraga. Kecuali semua faktor ini diketahui, peneliti tidak dapat mengendalikannya secara eksplisit. Namun dengan mengalokasikan pasien secara acak ke dalam kelompok pengobatan dan kontrol, masalah ini dapat diatasi. Bahkan jika faktor-faktor selain obat memang mempengaruhi hasil, pengacakan memastikan bahwa faktor-faktor tersebut tidak terlalu terwakili baik dalam kelompok perlakuan atau kelompok kontrol. Jadi jika terdapat perbedaan hasil yang signifikan antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol, kemungkinan besar hal ini disebabkan oleh obatnya. Tentu saja hal ini tidak sepenuhnya membuktikan bahwa obat tersebut bertanggung jawab secara kausal, namun hal ini merupakan bukti yang kuat.

Dalam dunia kedokteran, **UTA** biasanya dianggap sebagai 'standar emas' untuk menilai kausalitas. Memang benar bahwa para pendukung gerakan yang dikenal sebagai 'pengobatan berbasis bukti' sering berpendapat bahwa hanya **UTA** yang dapat memberi tahu kita kapan suatu pengobatan tertentu efektif secara kausal. Namun posisi ini bisa dibilang terlalu kuat (dan penggunaan kata 'bukti' hanya merujuk pada **UTA** adalah hal yang menyesatkan). Di banyak bidang ilmu pengetahuan, **UTA** tidak mungkin dilakukan, baik karena alasan praktis maupun etis, namun kesimpulan sebab akibat masih sering dibuat. Selain itu, sebagian besar pengetahuan kausal yang kita miliki dalam kehidupan sehari-hari diperoleh tanpa **UTA**. Anak-anak kecil tahu bahwa memasukkan tangan mereka ke dalam api menyebabkan sensasi terbakar yang menyakitkan; tidak diperlukan uji coba secara acak untuk membuktikan hal ini. Meskipun **UTA** memang penting dan harus dilakukan jika memungkinkan, namun tidak benar bahwa **UTA** merupakan satu-satunya cara untuk menemukan hubungan sebab akibat.

### 3.11 Probabilitas dan inferensi ilmiah

Mengingat penalaran induktif tidak dapat memberi kita kepastian, wajar jika kita berharap konsep probabilitas akan membantu kita memahami cara kerjanya. Sekalipun bukti yang dimiliki ilmuwan tidak membuktikan bahwa hipotesisnya benar, tentu hal tersebut menjadikannya sangat mungkin terjadi. Sebelum mengeksplorasi gagasan ini kita perlu memperhatikan secara singkat konsep probabilitas itu sendiri.

Probabilitas mempunyai bentuk obyektif dan subyektif. Dalam bentuk obyektifnya, probabilitas mengacu pada seberapa sering hal-hal di dunia ini terjadi, atau cenderung terjadi. Misalnya, jika Anda diberi tahu bahwa kemungkinan seorang wanita Inggris hidup hingga usia 90 tahun adalah satu berbanding sepuluh, Anda akan memahami bahwa hal ini berarti sepersepuluh wanita Inggris mencapai usia tersebut. Demikian pula, pemahaman alami dari pernyataan 'probabilitas koin akan mendaratkan gambar adalah setengah' adalah bahwa dalam rangkaian pelemparan koin yang panjang, proporsi gambar akan mendekati setengah. Jika dipahami dengan cara ini, pernyataan tentang probabilitas secara objektif benar atau salah, terlepas dari apa yang diyakini orang.

Dalam bentuk subyektifnya, probabilitas adalah ukuran tingkat keyakinan rasional. Misalkan seorang ilmuwan memberi tahu Anda bahwa kemungkinan menemukan kehidupan di Mars sangatlah rendah. Apakah ini berarti bahwa kehidupan hanya terdapat pada sebagian kecil dari seluruh benda langit? Tentu saja tidak. Salah satu alasannya adalah tidak ada seorang pun yang tahu berapa banyak benda langit yang ada atau berapa banyak di antaranya yang mengandung kehidupan. Jadi gagasan lain tentang probabilitas berlaku di sini. Karena ada kehidupan di Mars atau tidak, pembicaraan tentang probabilitas dalam konteks ini mungkin mencerminkan ketidaktahuan kita terhadap keadaan dunia, bukan menggambarkan fitur obyektif dari dunia itu sendiri. Jadi wajar jika pernyataan ilmuwan tersebut mengartikan bahwa berdasarkan semua bukti, tingkat kepercayaan rasional terhadap hipotesis adanya kehidupan di Mars sangatlah rendah.

Gagasan bahwa tingkat keyakinan rasional terhadap suatu hipotesis ilmiah, jika diberi bukti, dapat dipandang sebagai suatu jenis probabilitas menunjukkan gambaran alami tentang cara kerja inferensi ilmiah. Misalkan seorang ilmuwan sedang mempertimbangkan hipotesis tertentu,  $H$ . Berdasarkan bukti-bukti yang ada hingga saat ini, ilmuwan tersebut memiliki tingkat kepercayaan tertentu terhadap  $H$ , yang dilambangkan dengan  $P(H)$ , yang merupakan bilangan antara nol dan satu. (Nama lain untuk  $P(H)$  adalah 'kepercayaan' ilmuwan terhadap  $H$ .) Beberapa bukti baru kemudian terungkap, misalnya, dari percobaan atau observasi. Mengingat bukti baru ini, ilmuwan memperbarui kepercayaan mereka pada  $H$  menjadi  $P_{\text{baru}}(H)$ . Jika bukti baru mendukung teori tersebut, maka  $P_{\text{baru}}(H)$  akan lebih besar dari  $P(H)$ , yaitu ilmuwan akan menjadi lebih yakin bahwa  $H$  benar.

Contoh mainan akan membantu menyempurnakan hal ini. Misalkan sebuah kartu remi diambil dari bungkus yang telah dikocok dengan baik dan disembunyikan dari pandangan Anda. Misalkan  $H$  adalah hipotesis bahwa kartu adalah ratu hati. Berapakah nilai  $P(H)$ , yaitu kepercayaan rasional awal Anda terhadap  $H$ ? Agaknya  $1/52$ . Karena ada lima puluh dua kartu dalam paket dan semuanya mempunyai peluang yang sama untuk dipilih. Misalkan Anda kemudian mengetahui bahwa kartu yang dipilih pastinya adalah hati. Sebut informasi ini  $e$ . Berdasarkan  $e$ , berapakah nilai  $P_{\text{baru}}(H)$ , yaitu kepercayaan Anda yang telah diperbarui terhadap  $H$  berdasarkan bukti baru? Jelasnya,  $P_{\text{baru}}(H)$  harus sama dengan  $1/13$  karena ada tiga belas hati di dalam paket dan Anda tahu bahwa kartu yang disembunyikan adalah salah satunya. Jadi mempelajari  $e$  telah meningkatkan kepercayaan Anda pada  $H$  dari  $1/52$  menjadi  $1/13$ .

Ini semua cukup jelas, tapi apa aturan umum untuk memperbarui kepercayaan Anda berdasarkan informasi baru? Jawabannya disebut 'pengkondisian'. Untuk memahami aturan ini kita memerlukan konsep probabilitas bersyarat. Dalam contoh kartu,  $P(H)$  adalah kepercayaan awal Anda pada hipotesis  $H$ . Kepercayaan awal Anda pada  $H$  tergantung pada asumsi bahwa  $e$  benar dilambangkan dengan  $P(H/e)$ . (Baca ini sebagai 'probabilitas  $H$  jika diberikan  $e$ '.) Berapakah nilai  $P(H/e)$ ? Jawabannya adalah  $1/13$ . Karena dengan asumsi  $e$  benar, yaitu kartu yang ditarik adalah hati, maka kepercayaan Anda terhadap hipotesis  $H$  sama dengan  $1/13$ . Ketika Anda mengetahui bahwa  $e$  benar, kepercayaan baru Anda pada  $H$ , yaitu  $P_{\text{baru}}(H)$ , kemudian harus ditetapkan sama dengan kepercayaan awal Anda pada  $H$  tergantung pada  $e$ , sesuai dengan aturan pengkondisian.

### 3.12 Aturan pengkondisian

Setelah mempelajari bukti  $e$ ,  $P_{\text{baru}}(H)$  harus sama dengan  $P(H/e)$ .

Untuk lebih memahami aturan pengkondisian, perhatikan bahwa probabilitas bersyarat  $P(H/e)$  menurut definisi sama dengan rasio  $P(H \text{ dan } e)/P(e)$ . Dalam contoh kartu,  $P(H \text{ dan } e)$  menunjukkan keyakinan awal Anda bahwa  $H$  dan  $e$  benar. Namun karena dalam hal ini  $H$  secara logika mengandung  $e$  karena jika kartu tersebut adalah ratu hati maka kartu tersebut pasti hati, maka  $P(H \text{ dan } e)$  sama dengan  $P(H)$ , yaitu  $1/52$ . Bagaimana dengan  $P(e)$ ? Ini adalah kepercayaan awal Anda bahwa kartu yang dipilih adalah hati. Karena tepat seperempat kartu dalam dek adalah hati, dan Anda menganggap semua kartu memiliki peluang yang sama untuk menjadi kartu terpilih, maka  $P(e)$  adalah  $1/4$ . Menerapkan definisi  $P(H/e)$ , memberi tahu kita bahwa  $P(H/e)$  sama dengan  $1/52$  dibagi  $1/4$ , yaitu  $1/13$  dari jawaban yang sama seperti yang kita hitung sebelumnya.

Aturan pengkondisian mungkin terdengar rumit, tetapi seperti banyak aturan logika lainnya, kita sering kali mematuhi tanpa berpikir. Dalam contoh kartu, secara intuitif jelas bahwa mempelajari  $e$  akan meningkatkan kepercayaan rasional Anda pada  $H$  dari  $1/52$  menjadi  $1/13$ , dan dalam praktiknya, inilah yang akan dilakukan kebanyakan orang. Dengan melakukan hal ini, mereka secara implisit mematuhi aturan pengkondisian meskipun mereka belum pernah mendengarnya. Selain penggunaannya secara implisit, aturan pengkondisian sering digunakan secara eksplisit oleh para ilmuwan, misalnya dalam penalaran statistik tertentu. Cabang statistik yang dikenal sebagai statistik Bayesian memanfaatkan pembaruan secara ekstensif dengan pengkondisian. (Nama "Bayesian" mengacu pada pendeta Inggris abad ke-17 Thomas Bayes, pionir awal teori probabilitas, yang menemukan aturan pengkondisian.)

Beberapa filsuf ilmu ingin menggunakan pemutakhiran melalui pengkondisian sebagai model umum untuk inferensi ilmiah, bahkan dapat diterapkan pada inferensi yang tidak secara eksplisit bersifat probabilistik. Idenya adalah bahwa setiap ilmuwan rasional dapat dianggap memiliki kepercayaan awal terhadap teori atau hipotesisnya, yang kemudian mereka perbarui berdasarkan bukti baru dengan mengikuti aturan pengkondisian. Sekalipun proses penalaran sadar ilmuwan tidak terlihat seperti ini, menurut para filsuf ini, ini adalah idealisasi yang berguna.

Pandangan 'Bayesian' tentang inferensi ilmiah ini cukup menarik, karena menyoroti aspek-aspek tertentu dari metode ilmiah. Pertimbangkan fakta bahwa ketika sebuah teori ilmiah membuat prediksi yang dapat diuji dan ternyata benar, hal ini biasanya dianggap sebagai bukti yang mendukung teori tersebut. Pada pembahasan sebelumnya kita mendapatkan contoh teori relativitas umum Einstein yang memperkirakan bahwa cahaya bintang akan dibelokkan oleh medan gravitasi matahari; ketika prediksi ini terkonfirmasi, hal ini meningkatkan kepercayaan para ilmuwan terhadap teori Einstein. Namun mengapa prediksi yang berhasil dapat meningkatkan keyakinan ilmuwan terhadap suatu teori, mengingat selalu ada kemungkinan penjelasan lain yang tidak dapat dikesampingkan? Apakah ini sekadar fakta kasar tentang cara para ilmuwan bernalar, atau apakah ada penjelasan yang lebih dalam?

Bayesian berpendapat bahwa hal tersebut memang memiliki penjelasan yang lebih dalam. Misalkan teori  $T$  memerlukan pernyataan  $e$  yang dapat diuji. Ilmuwan awalnya memiliki keyak-

inan  $P(T)$  bahwa  $T$  benar dan  $P(e)$  bahwa  $e$  benar. Kami berasumsi bahwa  $P(T)$  dan  $P(e)$  mengambil nilai non-ekstrim, yaitu bukan nol atau satu. Misalkan ilmuwan kemudian mengetahui bahwa  $e$  pasti benar. Jika mereka mengikuti aturan pengkondisian, kepercayaan baru mereka pada teori  $T$ , yaitu  $P_{\text{baru}}(T)$ , maka harus lebih besar dari  $P(T)$  secara logika. Dengan kata lain, setelah mengetahui bahwa teorinya telah membuat prediksi yang benar, seorang ilmuwan tentu akan meningkatkan keyakinannya terhadap teori tersebut selama mereka mematuhi aturan pengkondisian. Jadi fakta bahwa prediksi yang berhasil biasanya membuat para ilmuwan menjadi lebih percaya diri terhadap teori mereka memiliki penjelasan yang bagus, berdasarkan pandangan Bayesian tentang inferensi ilmiah.

Namun, pandangan Bayesian mempunyai keterbatasan. Banyak inferensi ilmiah yang menarik melibatkan penemuan teori atau hipotesis yang belum pernah terpikirkan sebelumnya. Kemajuan ilmiah besar yang dibuat oleh Copernicus, Newton, dan Darwin semuanya seperti ini. Masing-masing ilmuwan ini mengemukakan teori baru yang belum pernah diyakini oleh para pendahulu mereka. Alasan yang membawa mereka pada teori-teori ini tidak dapat dianggap sebagai alasan Bayesian. Sebab, kondisionalisasi menggambarkan bagaimana kepercayaan rasional seorang ilmuwan terhadap suatu teori harus berubah ketika mereka mendapatkan bukti baru; ini mengasumsikan bahwa teori tersebut telah dipikirkan. Jadi kesimpulan ilmiah yang berasal dari data ke teori yang benar-benar baru tidak dapat dipahami dalam konteks pengkondisian.

Keterbatasan lain dari pandangan Bayesian berkaitan dengan sumber kepercayaan awal, sebelum bukti baru diperbarui. Dalam contoh kartu, keyakinan rasional awal Anda bahwa kartu yang dipilih adalah ratu hati mudah ditentukan karena ada lima puluh dua kartu dalam satu tumpukan, masing-masing memiliki peluang yang sama untuk dipilih. Namun banyak hipotesis ilmiah yang tidak seperti ini. Pertimbangkan hipotesis bahwa pemanasan global akan melebihi empat derajat pada tahun 2100. Apa yang seharusnya menjadi kepercayaan awal seorang ilmuwan terhadap hipotesis ini, sebelum mendapatkan bukti yang relevan? Tidak ada jawaban yang jelas untuk pertanyaan ini. Beberapa filsuf ilmu pengetahuan Bayesian menjawab bahwa kepercayaan awal bersifat subjektif, artinya kepercayaan awal hanya mewakili ?tebakan terbaik? seorang ilmuwan mengenai hipotesis, sehingga kepercayaan awal sama baiknya dengan kepercayaan lainnya. Dalam pandangan Bayesian versi ini, terdapat cara yang secara obyektif rasional bagi seorang ilmuwan untuk mengubah kepercayaannya ketika mereka mendapatkan bukti baru, yaitu pengkondisian, tetapi tidak ada batasan obyektif mengenai apa yang seharusnya menjadi kepercayaan awal mereka.

Intrusi dimensi subjektif ini dianggap tidak disukai oleh banyak filsuf, sehingga membuat mereka menyimpulkan bahwa pandangan Bayesian tidak bisa menjadi keseluruhan cerita inferensi ilmiah. Selain itu, hal ini menunjukkan bahwa tidak mungkin ada 'solusi' Bayesian terhadap masalah induksi Hume. Gagasan bahwa kita bisa lepas dari masalah Hume dengan menggunakan probabilitas adalah gagasan lama. Sekalipun terbitnya matahari setiap hari di masa lalu tidak membuktikan bahwa ia akan terbit besok, tentunya hal ini membuat kemungkinan besar terjadi? Apakah respons terhadap Hume ini pada akhirnya akan berhasil atau tidak, merupakan persoalan rumit, namun kami dapat mengatakan hal berikut. Jika satu-satunya batasan obyektif adalah bagaimana kita harus mengubah kepercayaan kita, namun apa yang seharusnya menjadi kepercayaan awal kita sepenuhnya subjektif, maka individu dengan pendapat yang sangat aneh



tentang dunia akan dianggap sebagai hal yang sempurna rasional. Jadi pelarian probabilistik dari masalah Hume tidak akan lepas dari pandangan inferensi ilmiah Bayesian.

### 3.13 Penjelasan dalam ilmu

Salah satu tujuan penting ilmu adalah mencoba menjelaskan apa yang terjadi di dunia sekitar kita. Terkadang kita mencari penjelasan untuk tujuan praktis. Misalnya, kita mungkin ingin mengetahui mengapa lapisan ozon menipis begitu cepat agar kita dapat mencoba melakukan sesuatu untuk mengatasinya. Dalam kasus lain, kita mencari penjelasan ilmiah hanya untuk memuaskan keingintahuan intelektual kita, kita ingin memahami lebih banyak tentang cara kerja dunia. Secara historis, pencarian penjelasan ilmiah dimotivasi oleh kedua tujuan tersebut.

Seringkali, ilmu pengetahuan modern berhasil mencapai tujuannya dalam memberikan penjelasan. Misalnya, ahli kimia dapat menjelaskan mengapa natrium berubah menjadi kuning saat terbakar. Para astronom dapat menjelaskan mengapa gerhana matahari terjadi. Para ekonom dapat menjelaskan mengapa nilai yen menurun pada tahun 1980an. Ahli genetika dapat menjelaskan mengapa kebutakan pada pria cenderung diturunkan dalam keluarga. Ahli neurofisiologi dapat menjelaskan mengapa kekurangan oksigen yang ekstrem menyebabkan kerusakan otak. Anda mungkin bisa memikirkan banyak contoh lain mengenai penjelasan ilmiah yang berhasil.

Namun apa sebenarnya penjelasan ilmiahnya? Apa sebenarnya yang dimaksud dengan fenomena yang bisa dijelaskan oleh ilmu? Ini adalah pertanyaan yang telah ditanyakan para filsuf sejak Aristoteles, namun titik tolak kita adalah penjelasan ilmiah terkenal yang dikemukakan pada tahun 1950-an oleh filsuf Jerman-Amerika Carl Hempel. Pernyataan Hempel dikenal sebagai model penjelasan hukum yang mencakup, karena alasan-alasan yang akan menjadi jelas.

#### 3.13.1 Penjelasan model hukum cakupan Hempel

Ide dasar dibalik model hukum cakupan sangatlah jelas. Hempel mencatat bahwa penjelasan ilmiah biasanya diberikan tanggapan terhadap apa yang disebutnya 'pertanyaan mencari-penjelasan-mengapa'. Pertanyaan-pertanyaan seperti "mengapa bumi tidak bulat sempurna"? atau "mengapa perempuan hidup lebih lama dibandingkan laki-laki"? Merupakan pertanyaan yang memerlukan penjelasan. Memberikan penjelasan ilmiah berarti memberikan jawaban yang memuaskan terhadap pertanyaan penjelasan-mencari-mengapa. Jika kita dapat menentukan ciri-ciri penting yang harus dimiliki oleh jawaban tersebut, kita akan mengetahui apa penjelasan ilmiahnya.

Hempel berpendapat bahwa penjelasan ilmiah biasanya memiliki struktur argumen yang logis, yaitu serangkaian premis yang diikuti dengan kesimpulan. Kesimpulannya menyatakan bahwa fenomena yang perlu dijelaskan telah terjadi, dan premisnya memberi tahu kita mengapa kesimpulan tersebut benar. Jadi, misalkan seseorang bertanya mengapa gula larut dalam air. Ini adalah pertanyaan mencari penjelasan mengapa. Untuk menjawabnya, kata Hempel, kita harus membangun argumen yang kesimpulannya adalah "gula larut dalam air" dan premisnya memberi tahu kita mengapa kesimpulan ini benar. Tugas memberikan penjelasan ilmiah kemudian menjadi tugas mengkarakterisasi dengan tepat hubungan yang harus ada antara serangkaian premis

dan kesimpulan, agar premis-premis tersebut dianggap sebagai penjelasan atas premis-premis tersebut. Itulah masalah yang Hempel tentukan sendiri.

Jawaban Hempel terhadap masalah ini ada tiga. Pertama, premis harus memuat kesimpulan, yaitu argumen harus bersifat deduktif. Kedua, semua premisnya harus benar. Ketiga, premis tersebut harus terdiri dari setidaknya satu undang-undang umum. Hukum umum adalah seperti “semua logam dapat menghantarkan listrik”, “percepatan suatu benda berbanding terbalik dengan massanya”, dan “semua tumbuhan mengandung klorofil”; hal ini kontras dengan fakta-fakta tertentu seperti “potongan logam ini dapat menghantarkan listrik” dan “tanaman di meja saya mengandung klorofil”. Hukum umum kadang-kadang disebut hukum alam. Hempel mengakui bahwa penjelasan ilmiah dapat menarik fakta-fakta tertentu dan juga hukum-hukum umum, namun ia berpendapat bahwa setidaknya satu hukum umum selalu penting. Jadi untuk menjelaskan suatu fenomena, menurut konsepsi Hempel, berarti menunjukkan bahwa kemunculan-nya mengikuti hukum umum secara deduktif, mungkin dilengkapi dengan hukum-hukum lain dan/atau fakta-fakta khusus, yang semuanya pasti benar.

Sebagai ilustrasi, misalkan kita mencoba menjelaskan mengapa tanaman di meja kami mati. Kita mungkin menawarkan penjelasan berikut. Karena minimnya cahaya di ruang kerja saya, tidak ada sinar matahari yang mencapai tanaman; tetapi sinar matahari diperlukan tanaman untuk berfotosintesis; dan tanpa fotosintesis, tumbuhan tidak dapat menghasilkan karbohidrat yang dibutuhkan untuk bertahan hidup, sehingga akan mati; oleh karena itu tanaman saya mati. Penjelasan ini sangat cocok dengan model Hempel. Hal ini menjelaskan kematian tanaman dengan menyimpulkannya dari dua hukum yang benar bahwa sinar matahari diperlukan untuk fotosintesis, dan bahwa fotosintesis diperlukan untuk kelangsungan hidup dan satu fakta khusus bahwa tanaman tidak mendapatkan sinar matahari. Mengingat kebenaran kedua undang-undang tersebut dan fakta khususnya, kematian tanaman harus terjadi; itulah sebabnya penjelasan pertama merupakan penjelasan yang bagus untuk penjelasan kedua.

Secara skematis model penjelasan Hempel dapat dituliskan sebagai berikut:

Hukum Umum

Fakta Khusus

⇒

Fenomena yang perlu dijelaskan.

Fenomena yang ingin dijelaskan disebut *explanandum*, dan hukum-hukum umum serta fakta-fakta khusus yang menjelaskannya disebut penjelasan. Penjelasan bisa bersifat khusus atau umum. Pada contoh sebelumnya, ada fakta khusus, yaitu kematian tanaman kami. Namun terkadang hal yang ingin kita jelaskan bersifat umum. Misalnya, kita mungkin ingin menjelaskan mengapa paparan sinar matahari sering kali menyebabkan kanker kulit. Ini sendiri merupakan fakta umum, bukan fakta khusus. Untuk menjelaskannya, kita perlu menyimpulkannya dari hukum yang lebih mendasar, mungkin hukum tentang dampak radiasi pada sel kulit, dikombinasikan dengan fakta tertentu tentang jumlah radiasi sinar matahari. Jadi struktur penjelasan ilmiah pada hakikatnya sama, baik *explanandum*-nya, yaitu hal yang ingin kita jelaskan, bersifat khusus atau umum.

Sangat mudah untuk melihat dari mana model hukum yang meliputi mendapatkan namanya. Sebab, menurut model tersebut, inti dari penjelasan adalah untuk menunjukkan bahwa fenomena yang akan dijelaskan diliput oleh suatu hukum alam yang umum. Tentu ada sesuatu yang menarik dari ide ini. Menunjukkan bahwa suatu fenomena merupakan konsekuensi dari suatu hukum umum menghilangkan misterinya dan menjadikannya lebih dapat dipahami. Dan banyak penjelasan ilmiah aktual yang sesuai dengan pola yang dijelaskan Hempel. Misalnya, Newton menjelaskan mengapa planet-planet bergerak dalam bentuk elips mengelilingi matahari dengan menunjukkan bahwa hal ini dapat disimpulkan dari hukum gravitasi universal, bersama dengan beberapa asumsi tambahan kecil. Penjelasan Newton sangat cocok dengan model Hempel: suatu fenomena dijelaskan dengan menunjukkan bahwa memang demikian adanya, mengingat hukum alam dan beberapa fakta tambahan. Setelah Newton, tidak ada lagi misteri mengapa orbit planet berbentuk elips.

Hempel sadar bahwa tidak semua penjelasan ilmiah sesuai dengan modelnya. Misalnya, jika Anda bertanya kepada seseorang mengapa kabut asap di suatu kota semakin memburuk dalam beberapa tahun terakhir, mereka mungkin akan menjawab. Karena meningkatnya pembakaran kayu dalam negeri. Hal ini benar, dan merupakan penjelasan ilmiah yang dapat diterima, meskipun tidak menyebutkan hukum apa pun. Namun Hempel mengatakan bahwa jika penjelasannya dijabarkan secara rinci, hukum akan ikut berperan. Agaknya, ada undang-undang yang mengatakan sesuatu seperti jika emisi asap kayu melebihi tingkat tertentu di suatu wilayah dengan luas tertentu, dan jika angin cukup sepoi-sepoi, awan kabut asap akan terbentuk. Penjelasan lengkap mengapa kabut asap di Athena semakin parah akan mengacu pada undang-undang ini, bersamaan dengan fakta bahwa pembakaran kayu di Athena telah meningkat dan tingkat angin di sana cukup rendah. Dalam praktiknya, kami tidak akan menjelaskan penjelasannya sedetail ini kecuali kami terlalu bertele-tele. Namun jika kita menguraikannya, hal itu akan cukup sesuai dengan pola hukum yang melingkupinya.

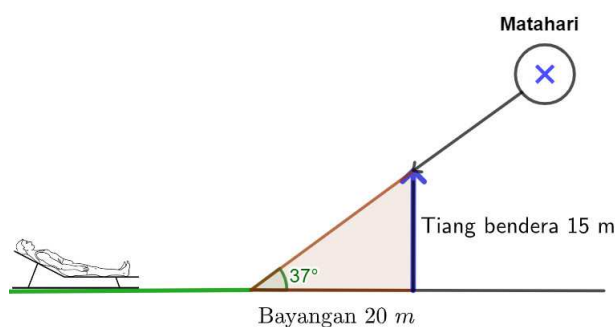
Hempel menarik konsekuensi menarik dari modelnya mengenai hubungan antara penjelasan dan prediksi. Ia berpendapat bahwa ini adalah dua sisi dari mata uang yang sama. Setiap kali kita memberikan penjelasan hukum yang mencakup suatu fenomena, hukum dan fakta tertentu yang kita kutip akan memungkinkan kita untuk memprediksi terjadinya fenomena tersebut, jika kita belum mengetahuinya. Sebagai ilustrasi, perhatikan kembali penjelasan Newton tentang mengapa orbit planet berbentuk elips. Fakta ini telah diketahui jauh sebelum Newton menjelaskannya dengan menggunakan teori gravitasinya yang ditemukan oleh Kepler. Namun jika hal ini tidak diketahui, Newton pasti bisa memprediksinya berdasarkan teori gravitasinya. Hempel mengungkapkan hal ini dengan mengatakan bahwa setiap penjelasan ilmiah berpotensi merupakan prediksi yang akan berfungsi untuk memprediksi fenomena yang dimaksud, seandainya fenomena tersebut belum diketahui. Kebalikannya juga benar, pikir Hempel: setiap prediksi yang dapat diandalkan berpotensi memiliki penjelasan. Sebagai ilustrasi, para ilmuwan memperkirakan bahwa gorila gunung akan punah pada tahun 2030, berdasarkan informasi tentang perusakan habitat mereka. Misalkan mereka ternyata benar. Menurut Hempel, informasi yang mereka gunakan untuk memprediksi kepunahan gorila sebelum hal tersebut terjadi akan menjelaskan fakta yang sama setelah hal tersebut terjadi. Penjelasan dan prediksi simetris secara struktural.

Meskipun model hukum yang mencakup ini mampu menangkap struktur dari banyak penje-

lasan ilmiah aktual dengan cukup baik, model ini juga menghadapi sejumlah contoh tandingan yang tidak lazim. Secara khusus, terdapat kasus-kasus yang sesuai dengan model hukum yang mencakup namun secara intuitif tidak dihitung sebagai penjelasan ilmiah yang asli. Kasus-kasus ini menunjukkan bahwa model Hempel terlalu liberal dan model ini mengizinkan hal-hal yang seharusnya dikecualikan. Kami fokus pada dua kasus serupa di sini.

### 3.13.2 Kasus (i): masalah simetri

Misalkan Anda sedang berbaring di pantai pada hari yang cerah, dan Anda memperhatikan bahwa sebuah tiang bendera menimbulkan bayangan 20 meter di atas pasir (lihat Gambar 3.1).



Gambar 3.1: Sebuah tiang bendera yang tingginya 15 meter mempunyai bayangan 20 meter ketika matahari berada  $37^\circ$  di atas kepala.

Seseorang meminta anda menjelaskan mengapa bayangan itu panjangnya 20 meter. Ini adalah pertanyaan mencari penjelasan mengapa. Jawaban yang masuk akal mungkin adalah sebagai berikut: “sinar matahari menyinari tiang bendera yang tingginya tepat 15 meter. Sudut elevasi matahari adalah  $37^\circ$ . Karena cahaya merambat lurus, perhitungan trigonometri sederhana ( $\tan 37^\circ = 15/20$ ) menunjukkan bahwa tiang bendera akan menghasilkan bayangan sepanjang 20 meter.”

Ini sepertinya penjelasan ilmiah yang bagus. Dan dengan menulis ulang sesuai dengan skema Hempel, kita dapat melihat bahwa skema tersebut sesuai dengan model hukum yang mencakup:

Hukum umum	Cahaya merambat dalam garis lurus
	Hukum trigonometri
Fakta-fakta tertentu	Sudut elevasi matahari adalah $37^\circ$
	Tiang bendera tingginya 15 meter
Fenomena yang perlu dijelaskan	Bayangan tiang bendera panjangnya 20 meter

Penjelasan ini jelas juga sesuai dengan pola hukum yang berlaku. Ketinggian tiang bendera ditentukan dari panjang bayangan yang ditimbulkannya dan sudut elevasi matahari, serta hukum

optik bahwa cahaya merambat lurus dan hukum trigonometri. Namun nampaknya sangat aneh untuk menganggap ini sebagai penjelasan mengapa tiang bendera itu tingginya 15 meter. Penjelasan sebenarnya mengapa tiang bendera itu tingginya 15 meter adalah diduga karena seorang tukang kayu sengaja membuatnya sehingga tidak ada hubungannya dengan panjang bayangan yang dihasilkannya. Jadi model Hempel terlalu liberal: model ini memungkinkan sesuatu dianggap sebagai penjelasan ilmiah, padahal sebenarnya tidak.

Pesan moral umum dari contoh tiang bendera adalah bahwa konsep penjelasan menunjukkan adanya asimetri yang penting. Ketinggian tiang bendera menjelaskan panjang bayangan, dengan mempertimbangkan hukum yang relevan dan fakta tambahan, namun tidak sebaliknya. Secara umum, jika  $x$  menjelaskan  $y$ , dengan memperhatikan hukum-hukum yang relevan dan fakta-fakta tambahan, maka tidak benar bahwa  $y$  menjelaskan  $x$ , jika diberi hukum-hukum dan fakta-fakta yang sama. Hal ini terkadang diungkapkan dengan mengatakan bahwa penjelasan adalah relasi asimetris. Model hukum cakupan Hempel tidak menghormati asimetri ini. Karena sama seperti kita dapat menyimpulkan panjang bayangan dari tinggi tiang bendera, berdasarkan hukum dan fakta tambahan, demikian pula kita dapat menyimpulkan tinggi tiang bendera dari panjang bayangan. Jadi model Hempel gagal untuk menangkap sepenuhnya apa yang dimaksud dengan penjelasan ilmiah, karena model tersebut menyiratkan bahwa penjelasan harus berupa hubungan simetris padahal kenyataannya penjelasan tersebut asimetris.

Kasus bayangan dan tiang bendera juga memberikan contoh tandingan terhadap tesis Hempel bahwa penjelasan dan prediksi adalah dua sisi dari mata uang yang sama. Alasannya jelas. Misalkan Anda tidak mengetahui seberapa tinggi tiang bendera itu. Jika seseorang memberi tahu Anda bahwa ia mempunyai bayangan 20 meter dan matahari berada  $37^\circ$  di atas kepala, Anda akan dapat memperkirakan ketinggian tiang bendera, mengingat Anda mengetahui hukum optik dan trigonometri yang relevan. Namun seperti yang baru saja kita lihat, informasi ini jelas tidak menjelaskan mengapa tiang bendera memiliki ketinggian yang sama. Jadi dalam contoh ini prediksi dan penjelasannya sebagian. Informasi yang berfungsi untuk memprediksi suatu fakta sebelum kita mengetahuinya tidak berfungsi untuk menjelaskan fakta yang sama setelah kita mengetahuinya, hal ini bertentangan dengan tesis Hempel.

### 3.13.3 Kasus (ii): masalah ketidakrelevanan

Misalkan seorang anak kecil berada di bangsal bersalin di sebuah rumah sakit. Anak tersebut memperhatikan bahwa satu orang di ruangan itu yaitu seorang pria bernama John tidak hamil, dan bertanya kepada dokter mengapa tidak hamil. Dokter menjawab: 'John telah meminum pil **KB** secara teratur selama beberapa tahun terakhir. Orang yang rutin mengonsumsi pil **KB** tidak akan pernah hamil. Oleh karena itu, John tidak hamil.? Anggap saja apa yang dikatakan dokter itu benar, John sakit jiwa dan memang meminum pil **KB**, yang menurutnya bisa membantunya. Meski begitu, jawaban dokter kepada anak tersebut jelas tidak membantu. Penjelasan yang benar mengapa John belum hamil tentu saja karena dia laki-laki dan laki-laki tidak bisa hamil.

Namun penjelasan yang diberikan dokter sangat sesuai dengan model hukum yang mencakupnya. Dokter menyimpulkan fenomena yang ingin dijelaskan John tidak hamil berdasarkan hukum umum bahwa orang yang meminum pil **KB** tidak hamil dan fakta khusus bahwa John

telah meminum pil **KB**. Karena hukum umum dan fakta khusus adalah benar, dan karena keduanya memerlukan penjelasan, maka menurut model hukum yang mencakup dokter telah memberikan penjelasan mengapa John tidak hamil. Tapi tentu saja hal ini belum.

Moral umumnya adalah penjelasan yang baik tentang suatu fenomena harus memuat informasi yang relevan dengan terjadinya fenomena tersebut. Di sinilah jawaban dokter terhadap anak tersebut menjadi salah. Meskipun apa yang dikatakan dokter kepada anak tersebut sepenuhnya benar, fakta bahwa John telah meminum pil **KB** tidak ada hubungannya dengan dia tidak hamil, karena dia tidak akan hamil meskipun dia tidak meminum pil tersebut. Inilah sebabnya mengapa jawaban dokter bukanlah jawaban yang baik atas pertanyaan anak. Model Hempel tidak menghormati fitur penting dari konsep penjelasan kita.

### 3.13.4 Penjelasan dan kausalitas

Karena model hukum cakupan menghadapi permasalahan, maka wajar jika mencari cara alternatif untuk memahami penjelasan ilmiah. Beberapa filsuf percaya bahwa kuncinya terletak pada konsep kausalitas. Ini merupakan saran yang cukup menarik. Karena dalam banyak kasus, menjelaskan suatu fenomena berarti mengatakan apa penyebabnya. Misalnya, jika penyelidik kecelakaan mencoba menjelaskan kecelakaan pesawat terbang, mereka jelas mencari penyebab kecelakaan tersebut. Memang benar, pertanyaan “Mengapa pesawat itu jatuh?” dan “Apa penyebab jatuhnya pesawat itu?” secara praktis sama artinya. Demikian pula, jika seorang ahli ekologi mencoba menjelaskan mengapa keanekaragaman hayati di hutan hujan tropis lebih sedikit dibandingkan sebelumnya, mereka akan mencari penyebab berkurangnya keanekaragaman hayati. Kaitan antara konsep penjelasan dan kausalitas cukup erat.

Terkesan dengan kaitan ini, sejumlah filsuf telah meninggalkan penjelasan hukum yang mencakup penjelasan dan memilih penjelasan berbasis kausalitas. Detilnya berbeda-beda, namun gagasan dasar di balik penjelasan ini adalah bahwa menjelaskan suatu fenomena berarti hanya dengan mengatakan apa penyebabnya. Dalam beberapa kasus, perbedaan antara hukum yang mencakup dan penjelasan sebab akibat sebenarnya tidak terlalu besar, karena menyimpulkan terjadinya suatu fenomena dari hukum umum sering kali hanya dengan memberikan penyebabnya. Misalnya, ingat kembali penjelasan Newton tentang mengapa orbit planet berbentuk elips. Kita melihat bahwa penjelasan ini sesuai dengan model hukum yang mencakup Newton yang menyimpulkan bentuk orbit planet dari hukum gravitasinya, ditambah beberapa fakta tambahan. Namun penjelasan Newton juga bersifat kausal, karena orbit planet berbentuk elips disebabkan oleh gaya tarik gravitasi antara planet dan matahari.

Namun, hukum yang mencakup dan penjelasan sebab akibat tidak sepenuhnya setara dalam beberapa kasus, keduanya berbeda. Memang benar, banyak filsuf lebih menyukai penjelasan kausal karena mereka berpikir hal ini dapat menghindari beberapa masalah yang dihadapi model hukum penutup. Ingat kembali masalah tiang bendera. Mengapa intuisi kita mengatakan bahwa tinggi tiang bendera menjelaskan panjang bayangan, sesuai hukum, namun tidak sebaliknya? Masuk akal, karena tinggi tiang bendera yang menjadi penyebab panjang bayangan 20 meter, namun panjang bayangan 20 meter bukanlah penyebab tinggi tiang bendera 15 meter. Jadi tidak seperti model hukum penutup, penjelasan kausal memberikan jawaban yang ‘benar’ dalam kasus

tiang bendera. Hal ini menghormati intuisi kita bahwa kita tidak dapat menjelaskan tinggi tiang bendera dengan menunjuk pada panjang bayangan yang ditimbulkannya.

Moral umum dari permasalahan tiang bendera adalah bahwa model hukum penutup tidak dapat mengakomodasi kenyataan bahwa penjelasan merupakan hubungan yang asimetris. Sekarang kausalitas jelas merupakan hubungan asimetris juga: jika  $x$  adalah penyebab  $y$ , maka  $y$  bukan penyebab  $x$ . Misalnya saja, jika korsleting menyebabkan kebakaran, maka kebakaran tersebut jelas tidak menyebabkan korsleting. Oleh karena itu wajar jika kita berpendapat bahwa asimetri penjelasan berasal dari asimetri kausalitas. Jika menjelaskan suatu fenomena berarti mengatakan apa penyebabnya, maka karena kausalitas bersifat asimetris, kita dapat mengharapkan penjelasannya juga asimetris. Model hukum penutup menghadapi masalah tiang bendera justru karena model ini mencoba menganalisis konsep penjelasan ilmiah tanpa mengacu pada kausalitas.

Hal serupa juga terjadi pada kasus pil **KB**. Bahwa John meminum pil **KB** tidak menjelaskan mengapa ia tidak hamil, karena pil **KB** bukanlah penyebab ia tidak hamil. Sebaliknya, jenis kelamin John adalah penyebab dia tidak hamil. Itu sebabnya kami berpendapat bahwa jawaban yang benar atas pertanyaan 'Mengapa John tidak hamil?' adalah 'karena dia laki-laki, dan laki-laki tidak bisa hamil', bukan jawaban dokter. Jadi model hukum cakupan menghadapi masalah ketidakrelevanan justru karena model tersebut tidak secara eksplisit mensyaratkan penjelasan ilmiah untuk mengidentifikasi penyebab fenomena yang ingin kita jelaskan.

Sangat mudah untuk mengkritik Hempel karena gagal menghormati hubungan erat antara kausalitas dan penjelasan, seperti yang dilakukan banyak filsuf. Dalam beberapa hal, kritik ini agak tidak adil. Karena Hempel menganut doktrin filosofis yang disebut empirisme, dan kaum empiris secara tradisional mencurigai konsep kausalitas. Empirisme mengatakan bahwa semua pengetahuan kita berasal dari pengalaman. David Hume, yang kita temui di Bab 2, adalah seorang empiris terkemuka, dan dia berpendapat bahwa tidak mungkin mengalami hubungan sebab akibat. Jadi dia menyimpulkan bahwa mereka tidak ada. Kausalitas adalah sesuatu yang 'diproyeksikan' oleh kita sebagai manusia ke dunia! Ini adalah kesimpulan yang sangat sulit untuk diterima. Tentunya fakta obyektif bahwa menjatuhkan vas kaca menyebabkannya pecah? Hume membantahnya. Ia membenarkan bahwa merupakan fakta obyektif bahwa sebagian besar vas kaca yang dijatuhkan ternyata pecah. Namun gagasan kami tentang kausalitas mencakup lebih dari itu. Hal ini mencakup gagasan tentang hubungan sebab-akibat antara jatuhnya dan putusnya, yaitu bahwa yang pertama menyebabkan yang kedua. Menurut Hume, tidak ada hubungan seperti itu yang dapat ditemukan di dunia ini: yang kita lihat hanyalah sebuah vas yang dijatuhkan, dan kemudian pecah beberapa saat kemudian. Hal ini membuat kita percaya bahwa ada hubungan sebab akibat antara keduanya, namun kenyataannya tidak ada.

Hanya sedikit penganut empirisme yang langsung menerima kesimpulan mengejutkan ini. Namun sebagai hasil karya Hume, mereka cenderung menganggap kausalitas sebagai sebuah konsep yang harus diperlakukan dengan hati-hati. Jadi bagi seorang empiris, gagasan menganalisis penjelasan dalam kaitannya dengan kausalitas akan tampak salah. Jika tujuan seseorang adalah untuk memperjelas konsep penjelasan ilmiah, seperti tujuan Hempel, tidak ada gunanya menggunakan gagasan yang juga memerlukan klarifikasi. Jadi fakta bahwa model hukum yang mencakup tidak menyebutkan kausalitas bukan hanya kekeliruan dari pihak Hempel. Dalam beberapa tahun terakhir, empirisme agak menurun popularitasnya. Lebih jauh lagi, banyak fil-

suf sampai pada kesimpulan bahwa konsep kausalitas, meskipun bermasalah, sangat diperlukan dalam cara kita memahami dunia. Jadi gagasan penjelasan ilmiah berbasis kausalitas tampaknya lebih dapat diterima dibandingkan pada zaman Hempel.

Penjelasan berbasis kausalitas menangkap struktur dari banyak penjelasan ilmiah aktual dengan cukup baik, namun ada juga kasus di mana penjelasan tersebut kurang sesuai. Pertimbangkan apa yang disebut 'identifikasi teoretis' dalam ilmu, seperti 'air adalah  $H_2O$ ' atau 'suhu adalah energi kinetik rata-rata molekuler'. Dalam kedua kasus tersebut, konsep sehari-hari yang familiar disamakan atau diidentikkan dengan konsep ilmiah yang lebih esoteris. Identifikasi teoretis seperti itu memberi kita penjelasan ilmiah. Ketika ahli kimia menemukan bahwa air adalah  $H_2O$ , mereka menjelaskan apa itu air. Demikian pula, ketika fisikawan menemukan bahwa suhu suatu benda adalah energi kinetik rata-rata molekulnya, mereka kemudian menjelaskan apa itu suhu. Namun tidak satu pun dari penjelasan ini yang bersifat kausal. Terbentuk dari  $H_2O$  tidak menyebabkan suatu zat menjadi air, ia hanya menjadi air. Memiliki energi kinetik molekul rata-rata tertentu tidak menyebabkan suatu cairan memiliki suhu yang sama, melainkan hanya memiliki suhu tersebut. Jika contoh-contoh ini diterima sebagai penjelasan ilmiah yang sah, maka hal ini menunjukkan bahwa penjelasan berdasarkan kausalitas bukanlah keseluruhan cerita.

### 3.13.5 Bisakah ilmu menjelaskan semuanya?

Ilmu pengetahuan modern dapat menjelaskan banyak hal tentang dunia yang kita tinggali. Namun ada juga banyak fakta yang belum dapat dijelaskan oleh ilmu pengetahuan, atau setidaknya belum dapat dijelaskan sepenuhnya. Asal usul kehidupan adalah salah satu contohnya. Kita tahu bahwa sekitar empat miliar tahun yang lalu, molekul dengan kemampuan menggandakan diri muncul dalam sup purba, dan kehidupan berevolusi dari sana. Namun, kita tidak memahami bagaimana molekul-molekul yang dapat mereplikasi diri ini bisa sampai di sana (walaupun beberapa kemungkinan skenario telah digambarkan). Contoh lainnya adalah fakta bahwa anak-anak penderita sindrom Asperger seringkali memiliki ingatan yang sangat baik. Sejumlah penelitian telah mengkonfirmasi fakta ini, namun belum ada yang berhasil menjelaskannya.

Banyak orang percaya bahwa pada akhirnya ilmu akan mampu menjelaskan fakta semacam ini. Ini adalah pandangan yang cukup masuk akal. Para ahli biologi molekuler sedang berupaya keras mengatasi masalah asal usul kehidupan, dan hanya orang yang pesimis yang akan mengatakan bahwa mereka tidak akan pernah menyelesaikannya. Memang benar, permasalahannya tidak mudah, apalagi karena sulitnya mengetahui seperti apa kondisi bumi empat miliar tahun lalu. Namun demikian, tidak ada alasan untuk berpikir bahwa asal usul kehidupan tidak akan pernah bisa dijelaskan. Begitu pula dengan kenangan luar biasa anak-anak pengidap Asperger. Ilmu pengetahuan tentang ingatan masih terbilang baru, dan masih banyak yang harus ditemukan mengenai dasar neurologis dari kondisi seperti sindrom Asperger. Tentu saja, kami tidak dapat menjamin bahwa penjelasannya pada akhirnya akan ditemukan. Namun mengingat banyaknya keberhasilan yang telah dicapai oleh ilmu pengetahuan modern, smart money pasti akan menjelaskan banyak fakta yang tidak dapat dijelaskan saat ini.

Namun apakah ini berarti ilmu pada prinsipnya dapat menjelaskan segalanya? Atau adakah fenomena yang harus selalu luput dari penjelasan ilmiah? Ini bukanlah pertanyaan yang mudah



untuk dijawab. Di satu sisi, terkesan arogan jika menyatakan bahwa ilmu bisa menjelaskan segalanya. Di sisi lain, tampaknya tidak masuk akal untuk menyatakan bahwa fenomena tertentu tidak akan pernah bisa dijelaskan secara ilmiah. Ilmu pengetahuan berubah dan berkembang dengan cepat, dan sebuah fenomena yang tampaknya tidak dapat dijelaskan dari sudut pandang ilmu pengetahuan saat ini mungkin dapat dijelaskan dengan mudah di masa depan.

Menurut banyak filsuf, ada alasan logis mengapa ilmu tidak akan pernah mampu menjelaskan segalanya. Karena untuk menjelaskan sesuatu, apa pun itu, kita perlu menggunakan sesuatu yang lain. Tapi apa yang menjelaskan hal kedua? Sebagai ilustrasi, ingatlah bahwa Newton menjelaskan beragam fenomena menggunakan hukum gravitasinya. Tapi apa yang menjelaskan hukum gravitasi itu sendiri? Jika seseorang bertanya mengapa semua benda menimbulkan gaya tarik gravitasi satu sama lain, apa yang harus kita katakan kepada mereka? Newton tidak punya jawaban untuk pertanyaan ini. Dalam ilmu pengetahuan Newton, hukum gravitasi merupakan prinsip dasar: ia menjelaskan hal-hal lain, namun ia sendiri tidak dapat menjelaskannya. Moralnya menggeneralisasi. Betapapun banyaknya ilmu pengetahuan di masa depan yang dapat menjelaskannya, penjelasan yang diberikannya harus menggunakan hukum dan prinsip dasar tertentu. Karena tidak ada sesuatu pun yang dapat menjelaskan dirinya sendiri, maka setidaknya sebagian dari hukum dan prinsip ini akan tetap tidak dapat dijelaskan.

Apapun pendapat orang tentang argumen ini, tidak dapat disangkal bahwa argumen ini sangatlah abstrak. Hal ini dimaksudkan untuk menunjukkan bahwa beberapa hal tidak akan pernah dijelaskan, namun tidak memberi tahu kita apa sebenarnya hal tersebut. Namun, beberapa filsuf telah memberikan saran konkrit tentang fenomena yang menurut mereka tidak dapat dijelaskan oleh ilmu. Contohnya adalah kesadaran, ciri pembeda makhluk berpikir dan perasaan seperti diri kita sendiri dan hewan tingkat tinggi lainnya. Banyak penelitian tentang hakikat kesadaran telah dan terus dilakukan oleh ahli saraf, psikolog, dan lain-lain. Namun, sejumlah filsuf baru-baru ini menyatakan bahwa apa pun penelitian yang dikemukakan, tidak akan pernah sepenuhnya menjelaskan hakikat kesadaran. Ada sesuatu yang secara intrinsik misterius tentang fenomena kesadaran, menurut mereka, yang tidak dapat dihilangkan oleh penyelidikan ilmiah sebanyak apa pun.

Apa yang mendasari pandangan ini? Argumen dasarnya adalah bahwa pengalaman sadar pada dasarnya tidak seperti apa pun di dunia ini, karena pengalaman tersebut mempunyai aspek subjektif. Misalnya saja pengalaman menonton film horor yang menakutkan. Ini adalah pengalaman dengan "rasa" yang sangat khas; dalam jargon saat ini, ada 'sesuatu seperti' memiliki pengalaman. Para ahli saraf mungkin suatu hari nanti dapat memberikan penjelasan rinci tentang kejadian kompleks di otak yang menimbulkan perasaan teror. Namun apakah ini akan menjelaskan mengapa menonton film horor terasa seperti itu, dibandingkan dengan perasaan lain? Beberapa filsuf berpendapat bahwa hal itu tidak akan terjadi. Dalam pandangan mereka, studi ilmiah tentang otak paling banyak dapat memberi tahu kita proses otak mana yang berkorelasi dengan pengalaman sadar mana. Hal ini tentu menjadi informasi yang menarik dan berharga. Namun, hal ini tidak memberi tahu kita mengapa pengalaman dengan 'perasaan' subjektif yang berbeda harus dihasilkan dari kejadian fisik di otak. Oleh karena itu kesadaran, atau setidaknya satu aspek penting darinya, tidak dapat dijelaskan secara ilmiah.

Meski cukup meyakinkan, argumen ini kontroversial dan tidak didukung oleh semua filsuf,

apalagi semua ahli saraf. Memang benar, sebuah buku terkenal tahun 1991 karya filsuf Daniel Dennett yang secara menantang tidak mematuhi berjudul *Consciousness Explained*. Pendukung pandangan bahwa kesadaran tidak dapat dijelaskan secara ilmiah terkadang dituduh kurang berimajinasi. Sekalipun benar bahwa ilmu otak yang dipraktikkan saat ini tidak dapat menjelaskan aspek subjektif dari pengalaman sadar, tidak bisakah kita membayangkan munculnya jenis ilmu otak yang berbeda, dengan teknik penjelasan yang berbeda, yang dapat menjelaskan mengapa pengalaman kita terasa seperti itu? Ada tradisi panjang para filsuf yang mencoba memberi tahu para ilmuwan apa yang mungkin dan apa yang tidak mungkin, dan perkembangan ilmiah selanjutnya sering kali membuktikan bahwa para filsuf itu salah. Hanya waktu yang akan membuktikan apakah nasib yang sama menanti mereka yang berpendapat bahwa kesadaran harus selalu menghindari penjelasan ilmiah.

### 3.13.6 Penjelasan dan pereduksian

Berbagai disiplin ilmu dirancang untuk menjelaskan berbagai jenis fenomena. Menjelaskan mengapa karet tidak menghantarkan listrik adalah tugas fisika. Untuk menjelaskan mengapa penyusut berumur panjang adalah tugas biologi. Untuk menjelaskan mengapa suku bunga yang lebih tinggi mengurangi inflasi adalah tugas ilmu ekonomi, dan seterusnya. Singkatnya, ada pembagian kerja antara ilmu-ilmu yang berbeda: masing-masing ilmu mengkhususkan diri dalam menjelaskan serangkaian fenomena tertentu. Hal ini menjelaskan mengapa ilmu biasanya tidak bersaing satu sama lain dan mengapa para ahli biologi, misalnya, tidak khawatir bahwa fisikawan dan ekonom akan melanggar batas wilayah mereka.

Meskipun demikian, secara luas diyakini bahwa berbagai cabang ilmu pengetahuan tidak semuanya setara: ada yang lebih mendasar dibandingkan yang lain. Fisika biasanya dianggap sebagai ilmu yang paling mendasar. Mengapa? Karena benda-benda yang dipelajari oleh ilmu-ilmu lain pada akhirnya tersusun dari partikel-partikel fisika. Misalnya organisme hidup. Organisme hidup terdiri dari sel-sel, yang juga terdiri dari air, asam nukleat, protein, gula, dan lipid, yang semuanya terdiri dari molekul atau rantai panjang molekul yang disatukan. Tapi molekul terdiri dari atom, yang merupakan partikel fisik. Jadi objek yang dipelajari para ahli biologi pada akhirnya hanyalah entitas fisik yang sangat kompleks. Hal yang sama juga berlaku pada ilmu-ilmu lainnya, bahkan ilmu-ilmu sosial. Ambil contoh bidang ekonomi. Ilmu ekonomi mempelajari perilaku perusahaan dan konsumen di pasar dan konsekuensi dari perilaku ini. Namun konsumen adalah manusia dan perusahaan terdiri dari manusia; dan manusia adalah organisme hidup, oleh karena itu merupakan entitas fisik.

Apakah ini berarti bahwa, pada prinsipnya, fisika dapat mencakup semua ilmu pengetahuan tingkat tinggi? Karena segala sesuatu terdiri dari partikel fisik, tentunya jika kita memiliki fisika lengkap, yang memungkinkan kita memprediksi dengan sempurna perilaku setiap partikel fisik di alam semesta, semua ilmu pengetahuan lainnya akan menjadi mubazir. Kebanyakan filsuf menolak pemikiran ini. Lagi pula, rasanya gila untuk menyatakan bahwa fisika suatu hari nanti bisa menjelaskan hal-hal yang dijelaskan oleh biologi dan ekonomi. Prospek untuk menyimpulkan hukum biologi dan ekonomi langsung dari hukum fisika tampaknya sangat kecil. Apa pun gambaran masa depan, kecil kemungkinannya bahwa perekonomian akan mampu mem-

prediksi kemerosotan ekonomi. Ilmu-ilmu seperti biologi dan ekonomi tidak dapat direduksi menjadi fisika, namun sebagian besarnya tampak otonom.

Hal ini menimbulkan teka-teki filosofis. Bagaimana ilmu yang mempelajari entitas yang pada dasarnya bersifat fisik tidak dapat direduksi menjadi fisika? Memang benar ilmu pengetahuan tingkat tinggi tidak bergantung pada fisika, bagaimana mungkin? Menurut beberapa filsuf, jawabannya terletak pada kenyataan bahwa objek-objek yang dipelajari oleh ilmu-ilmu tingkat tinggi banyak diwujudkan pada tingkat fisik. Untuk mengilustrasikan gagasan tentang berbagai realisasi, bayangkan sekumpulan asbak. Setiap asbak jelas merupakan suatu entitas fisik, seperti segala sesuatu yang lain di alam semesta. Namun komposisi fisik asbak bisa sangat berbeda, ada yang terbuat dari kaca, ada yang terbuat dari aluminium, ada yang terbuat dari plastik, dan sebagainya. Dan mereka mungkin berbeda dalam ukuran, bentuk, dan berat. Hampir tidak ada batasan pada kisaran sifat fisik berbeda yang dimiliki asbak. Jadi tidak mungkin mendefinisikan konsep '**asbak**' hanya dalam istilah fisik. Kita tidak dapat menemukan pernyataan yang benar dalam bentuk ' $x$  adalah **asbak** jika dan hanya jika  $x$  adalah ...?' dimana bagian yang kosong diisi dengan ekspresi yang diambil dari bahasa fisika. Artinya asbak semakin banyak diwujudkan pada tingkat fisik.

Para filsuf sering kali menggunakan berbagai kesadaran untuk menjelaskan mengapa psikologi tidak dapat direduksi menjadi fisika atau kimia, namun pada prinsipnya, penjelasan tersebut berlaku untuk ilmu tingkat tinggi mana pun. Misalnya, perhatikan fakta biologis bahwa sel saraf hidup lebih lama dibandingkan sel kulit. Sel adalah entitas fisik, sehingga orang mungkin berpikir bahwa fakta ini suatu hari nanti akan dijelaskan oleh fisika. Namun, sel hampir pasti berkembang biak pada tingkat mikrofisika. Sel pada dasarnya terdiri dari atom, tetapi susunan atom yang tepat akan sangat berbeda pada sel yang berbeda. Jadi konsep 'sel' tidak dapat didefinisikan dalam istilah yang diambil dari fisika dasar. Tidak ada pernyataan benar dalam bentuk ' $x$  adalah sel jika dan hanya jika  $x$  adalah ...?' dimana bagian yang kosong diisi dengan ungkapan yang diambil dari bahasa mikrofisika. Jika ini benar, berarti fisika fundamental tidak akan pernah bisa menjelaskan mengapa sel saraf hidup lebih lama dari sel kulit, atau fakta lain tentang sel. Kosakata biologi sel dan kosakata fisika tidak dipetakan satu sama lain sesuai kebutuhan. Dengan demikian, kita mempunyai penjelasan mengapa biologi sel tidak dapat direduksi menjadi fisika, meskipun faktanya sel adalah entitas fisik. Tidak semua filsuf senang dengan doktrin realisasi ganda, namun doktrin ini menjanjikan penjelasan yang rapi tentang otonomi ilmu-ilmu tingkat tinggi, baik dari fisika maupun dari satu sama lain.

### 3.14 Realisme dan anti-realisme

Ada perdebatan kuno dalam filsafat antara dua aliran pemikiran yang berlawanan yang disebut realisme dan idealisme. Realisme berpendapat bahwa dunia fisik ada secara independen dari pemikiran dan persepsi manusia. Idealisme menyangkal hal ini, ia mengklaim bahwa dunia fisik dalam beberapa hal bergantung pada aktivitas sadar manusia. Bagi kebanyakan orang, realisme tampaknya lebih masuk akal dibandingkan idealisme. Realisme sangat cocok dengan pandangan yang masuk akal bahwa fakta-fakta tentang dunia berada "di luar sana" menunggu

untuk ditemukan. Sekilas, idealisme memang terdengar konyol. Karena bebatuan dan pepohonan akan terus ada meskipun umat manusia punah, dalam artian apa keberadaan mereka bergantung pada pikiran manusia? Faktanya, isu ini lebih halus dari ini dan terus dibahas oleh para filsuf saat ini.

Meskipun isu realisme/idealisme tradisional termasuk dalam bidang filsafat yang disebut metafisika, namun isu tersebut tidak ada kaitannya secara khusus dengan ilmu. Perhatian kami dalam bab ini adalah pada perdebatan kontemporer yang khususnya mengenai ilmu dan dalam beberapa hal analog dengan isu tradisional. Perdebatan terjadi antara posisi yang dikenal sebagai realisme ilmiah dan kebalikannya, yang dikenal sebagai anti-realisme atau instrumentalisme. Mulai saat ini, kita akan menggunakan kata 'realisme' yang berarti realisme ilmiah, dan "realis" yang berarti realis ilmiah.

### 3.14.1 Realisme ilmiah dan anti-realisme

Ide dasar realisme ilmiah sangatlah jelas. Kaum realis berpendapat bahwa ilmu bertujuan untuk memberikan gambaran sebenarnya tentang dunia dan sering kali berhasil. Jadi teori ilmiah yang baik, menurut kaum realis, adalah teori yang benar-benar menggambarkan keadaan dunia. Ini mungkin terdengar seperti doktrin yang tidak berbahaya. Tentunya tidak ada yang berpikir bahwa ilmu bertujuan untuk menghasilkan gambaran yang salah tentang dunia? Tapi bukan itu yang dipikirkan kaum anti-realis. Sebaliknya, kaum anti-realis berpendapat bahwa tujuan ilmu adalah menemukan teori-teori yang memadai secara empiris, yaitu yang secara tepat memprediksi hasil eksperimen dan observasi. Jika suatu teori mencapai kecukupan empiris yang sempurna, pertanyaan selanjutnya apakah teori tersebut benar-benar menggambarkan dunia adalah hal yang mubazir bagi para anti-realis; bahkan ada yang berpendapat bahwa pertanyaan ini tidak masuk akal.

Kontras antara realisme dan anti-realisme sangat mencolok dalam ilmu-ilmu yang mengklaim wilayah realitas yang tidak dapat diobservasi. Fisika adalah contoh nyata. Fisikawan mengajukan teori tentang atom, elektron, quark, lepton, dan entitas aneh lainnya, yang tidak ada satupun yang dapat diamati dalam arti normal; terlebih lagi, teori-teori ini biasanya ditulis dalam bahasa yang sangat matematis. Jadi teori-teori fisika agak berbeda dari deskripsi-deskripsi dunia yang masuk akal yang diberikan oleh orang-orang non-ilmuwan. Meskipun demikian, menurut kaum realis, teori-teori ini merupakan upaya untuk menggambarkan dunia dalam dunia sub-atom dan ukuran keberhasilannya adalah apakah yang mereka katakan tentang dunia itu benar adanya. Dalam hal ini, teori ilmiah dan deskripsi dunia yang masuk akal setara.

Anti-realis berpendapat bahwa tujuan sebenarnya dari teori ilmiah adalah kecukupan empiris, bukan kebenaran. Fisikawan mungkin berbicara tentang entitas yang tidak dapat diamati, tetapi mereka hanyalah fiksi yang diperkenalkan untuk membantu memprediksi fenomena yang dapat diamati. Sebagai ilustrasi, perhatikan kembali teori kinetik gas, yang menyatakan bahwa setiap volume gas mengandung sejumlah besar benda sangat kecil yang bergerak. Molekul entitas ini tidak dapat diamati. Dari teori kinetik, kita dapat menyimpulkan berbagai konsekuensi terhadap perilaku gas yang dapat diamati, misalnya pemanasan sampel gas akan menyebabkan gas memuai jika tekanannya tetap konstan, yang dapat diverifikasi secara eksperimental. Anti-realis

berpendapat bahwa satu-satunya tujuan menempatkan entitas yang tidak dapat diamati dalam teori kinetik adalah untuk menyimpulkan konsekuensi semacam ini. Apakah gas benar-benar mengandung molekul yang bergerak atau tidak, itu tidak menjadi masalah; inti dari teori kinetik bukanlah untuk benar-benar menggambarkan fakta-fakta yang tersembunyi, namun hanya untuk menyediakan cara yang mudah untuk memprediksi pengamatan. Kita dapat melihat mengapa anti-realisme terkadang disebut 'instrumentalisme' karena mereka menganggap teori-teori ilmiah sebagai instrumen untuk membantu kita memprediksi fenomena yang dapat diamati, bukan sebagai upaya untuk menggambarkan sifat dasar realitas.

Karena perdebatan realisme/anti-realisme berkaitan dengan tujuan ilmu, orang mungkin berpikir bahwa perdebatan tersebut dapat diselesaikan hanya dengan bertanya kepada para ilmuwan itu sendiri. Mengapa tidak melakukan jajak pendapat terhadap para ilmuwan, menanyakan tujuan mereka? Namun pendapat ini tidak tepat sasaran, karena ungkapan 'tujuan ilmu pengetahuan' terlalu harfiah. Ketika kita bertanya apa tujuan ilmu pengetahuan, kita tidak menanyakan tujuan masing-masing ilmuwan. Sebaliknya, kita bertanya bagaimana cara terbaik untuk memahami apa yang dikatakan para ilmuwan dan bagaimana cara menafsirkan upaya ilmiah tersebut. Meskipun menarik untuk mengetahui pandangan para ilmuwan mengenai perdebatan realisme/anti-realisme, isu ini pada dasarnya bersifat filosofis.

Salah satu motivasi anti-realisme berasal dari keyakinan bahwa kita tidak dapat benar-benar memperoleh pengetahuan tentang bagian realitas yang tidak dapat diamati, karena pengetahuan tersebut berada di luar jangkauan pengetahuan manusia. Keyakinan pesimistis ini berasal dari empirisme, doktrin filosofis yang menyatakan bahwa pengetahuan manusia terbatas pada apa yang pada prinsipnya dapat dialami. Jika diterapkan pada ilmu, doktrin empiris menjadi pandangan bahwa batasan pengetahuan ilmiah ditentukan oleh kekuatan observasi kita. Jadi ilmu bisa memberi kita pengetahuan tentang fosil, pohon, dan kristal gula, tapi tidak tentang atom, elektron, dan quark. Pandangan ini tidak sepenuhnya masuk akal. Tidak seorang pun dapat meragukan keberadaan fosil dan pepohonan, namun hal yang sama tidak berlaku pada atom dan elektron. Seperti yang kita lihat di bab terakhir, pada akhir abad ke-19, banyak ilmuwan terkemuka yang meragukan keberadaan atom. Siapa pun yang menerima pandangan seperti itu jelas harus memberikan penjelasan mengapa para ilmuwan mengajukan teori-teori yang menyatakan entitas yang tidak dapat diobservasi jika pengetahuan ilmiah terbatas pada apa yang dapat diamati. Penjelasan yang diberikan oleh kaum anti-realis adalah bahwa mereka adalah fiksi yang dirancang untuk membantu memprediksi perilaku benda-benda di dunia yang dapat diamati.

Kaum realis tidak setuju bahwa pengetahuan ilmiah dibatasi oleh kekuatan observasi kita. Sebaliknya, mereka percaya bahwa kita telah mempunyai pengetahuan substansial tentang realitas yang tidak dapat diobservasi. Ada banyak alasan untuk percaya bahwa teori-teori ilmiah terbaik kita adalah benar, dan teori-teori tersebut berbicara tentang entitas yang tidak dapat diamati. Misalnya saja teori atom tentang materi, yang mengatakan bahwa semua materi terdiri dari atom. Teori atom mampu menjelaskan sejumlah besar fakta tentang dunia. Kaum realis menganggap hal ini sebagai bukti kuat bahwa teori tersebut benar, yaitu bahwa materi benar-benar terdiri dari atom-atom yang berperilaku sesuai teori tersebut. Tentu saja, teori tersebut mungkin salah, meskipun ada bukti nyata yang mendukungnya, namun teori apa pun juga bisa salah. Hanya karena atom tidak dapat diamati, maka tidak ada alasan untuk menafsirkan teori atom selain dari

teori atom percobaan deskripsi realitas dan yang sangat sukses, di semua kemungkinan.

Motivasi yang berbeda terhadap anti-realisme berasal dari fakta bahwa teori-teori ilmiah mempunyai kekhasan tertentu yang tidak dimiliki oleh deskripsi biasa tentang dunia. Banyak teori ilmiah melibatkan konstruksi model, sering kali ditulis dalam bahasa matematika. Model seperti ini biasanya membuat asumsi-asumsi ideal yang diketahui keliru dalam dunia nyata, namun diperlukan untuk menjaga agar model tetap dapat ditelusuri. Dalam ilmu ekonomi, misalnya, banyak model berasumsi bahwa agen sangat rasional, memiliki informasi sempurna, dan mengambil keputusan yang memaksimalkan utilitasnya. Para ekonom mengetahui bahwa masyarakat di dunia nyata tidaklah seperti ini, namun mereka berharap bahwa model yang mereka buat dapat memberikan pencerahan terhadap perekonomian dunia nyata. Demikian pula, dalam biologi evolusioner, banyak model berasumsi bahwa ukuran populasi tidak terbatas dan perkawinan terjadi secara acak; asumsi ini sangat menyederhanakan matematika. Tidak ada populasi nyata yang dapat memenuhi asumsi ini, namun para ahli biologi berharap bahwa asumsi tersebut merupakan perkiraan yang cukup baik terhadap kenyataan agar model mereka dapat memilikinya. kekuatan penjelasan. Anti-realis sering berpendapat bahwa prevalensi model ideal dalam ilmu mendukung pandangan mereka. Tidak masuk akal untuk menganggap model-model tersebut sebagai upaya untuk benar-benar menggambarkan dunia, kata mereka karena mengandung asumsi-asumsi yang diketahui salah. Tujuan dari model tersebut adalah kecukupan empiris, bukan kebenaran.

Kaum realis tidak menganggap argumen ini sebagai sesuatu yang menentukan. Peran model ideal dalam teori ilmiah tidak memaksa kita untuk menolak gagasan bahwa ilmu bertujuan untuk mencapai kebenaran. Sebaliknya, kita perlu menerima bahwa perkiraan kebenaran, bukan kebenaran pasti, adalah tujuan dari model seperti itu, kata kaum realis. Misalnya saja model matematis perubahan iklim. Model seperti itu akan menggabungkan banyak asumsi penyederhanaan yang diketahui tidak sepenuhnya benar, misalnya. bahwa bahan bakar fosil adalah satu-satunya sumber karbon dioksida. Namun bukan berarti model tersebut hanya bertujuan menghasilkan prediksi yang benar. Sebaliknya, model ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang kira-kira benar tentang faktor-faktor penyebab tersembunyi yang sebenarnya mempengaruhi perubahan iklim. Tentu saja, model perubahan iklim yang baik harus berhasil secara prediktif, namun tujuan sebenarnya adalah untuk merancang model yang secara akurat mewakili, sejauh mungkin, pengaruh sebab-akibat nyata terhadap iklim. Model yang diidealkan tidak akan pernah menjadi gambaran dunia yang sebenarnya, namun mungkin masih merupakan perkiraan yang baik, menurut kaum realis.

### **3.14.2 Argumen 'tampa keajaiban'**

Banyak teori yang menyatakan entitas yang tidak dapat diamati berhasil secara empiris, dan teori tersebut memberikan prediksi yang sangat baik tentang perilaku objek makroskopis. Teori kinetik gas, yang dijelaskan pada bagian "Realisme ilmiah dan anti-realisme", adalah salah satu contohnya, dan masih banyak lagi contoh lainnya. Selain itu, teori-teori seperti itu seringkali mempunyai penerapan teknologi. Misalnya, teknologi laser didasarkan pada teori tentang apa yang terjadi ketika elektron dalam atom berpindah dari tingkat energi yang lebih tinggi ke tingkat

energi yang lebih rendah. Dan laser berfungsi, mereka memungkinkan kita mengoreksi miopia, mencetak teks berkualitas tinggi, menyerang musuh dengan peluru kendali, dan banyak lagi. Oleh karena itu, teori yang mendasari teknologi laser sangat berhasil secara empiris.

Keberhasilan empiris teori-teori yang mengemukakan entitas yang tidak dapat diobservasi merupakan dasar dari salah satu argumen utama realisme ilmiah, yang dikenal sebagai argumen “tidak ada keajaiban”. Awalnya dirumuskan oleh Hilary Putnam, seorang filsuf terkemuka Amerika, argumen tidak ada keajaiban mengatakan bahwa akan menjadi suatu kebetulan yang luar biasa jika sebuah teori yang menyatakan elektron dan atom menghasilkan prediksi yang akurat kecuali entitas ini benar-benar ada. Jika tidak ada atom dan elektron, apa yang menjelaskan kesesuaian teori tersebut dengan data empiris? Demikian pula, bagaimana kita menjelaskan kemajuan teknologi yang dihasilkan oleh teori kita, kecuali dengan berasumsi bahwa teori tersebut benar? Jika atom dan elektron hanyalah “fiksi belaka”, seperti pendapat para anti-realis, lalu mengapa laser bisa berfungsi? Dalam pandangan ini, menjadi seorang anti-realis sama dengan mempercayai keajaiban. Karena lebih baik kita tidak percaya pada mukjizat jika ada alternatif yang tidak mukjizat, maka kita harus bersikap realistis secara ilmiah.

Argumen ini tidak dimaksudkan untuk membuktikan bahwa realisme benar dan anti realisme salah. Sebaliknya, ini adalah argumen yang masuk akal dan merupakan kesimpulan dari penjelasan terbaik. Fenomena yang ingin dijelaskan adalah kenyataan bahwa banyak teori yang mendalilkan entitas dan proses yang tidak dapat diobservasi memiliki tingkat keberhasilan empiris yang tinggi. Penjelasan terbaik mengenai fakta ini, katakanlah, para pendukung argumen tidak ada keajaiban, adalah bahwa teori-teori tersebut benar, bahwa entitas-entitas tersebut benar-benar ada dan berperilaku seperti yang dinyatakan oleh teori-teori tersebut. kecuali kita menerima penjelasan ini, keberhasilan empiris teori kita adalah sebuah misteri yang tidak dapat dijelaskan.

Salah satu tanggapan anti-realis terhadap argumen tidak ada keajaiban menarik perhatian sejarah ilmu. Secara historis, ada banyak contoh teori ilmiah yang berhasil secara empiris pada zamannya, namun kemudian ternyata salah. Dalam sebuah artikel terkenal dari tahun 1980-an, filsuf ilmu Amerika Larry Laudan mencantumkan lebih dari tiga puluh teori serupa, yang diambil dari berbagai disiplin ilmu dan era yang berbeda. Teori pembakaran flogiston adalah salah satu contohnya. Teori ini, yang diterima secara luas hingga akhir abad ke-18, menyatakan bahwa ketika suatu benda terbakar, ia akan melepaskan zat yang disebut “flogiston” ke atmosfer. Ilmu kimia modern mengajarkan kita bahwa hal ini salah: tidak ada zat yang disebut flogiston. Sebaliknya, pembakaran terjadi ketika sesuatu bereaksi dengan oksigen di udara. Namun meskipun flogiston tidak ada, teori flogiston secara empiris cukup berhasil: teori ini cukup sesuai dengan data yang tersedia pada saat itu.

Contoh seperti ini menunjukkan bahwa argumen tidak ada keajaiban yang mendukung realisme ilmiah terlalu cepat. Para pendukung argumen tersebut menganggap keberhasilan empiris teori-teori ilmiah masa kini sebagai bukti kebenarannya. Namun, sejarah ilmu pengetahuan menunjukkan bahwa teori-teori yang berhasil secara empiris sering kali ternyata salah. Jadi bagaimana kita tahu bahwa nasib yang sama tidak akan menimpa teori-teori yang ada saat ini? Bagaimana kita tahu bahwa teori atom tentang materi, misalnya, tidak sejalan dengan teori flogiston? Ketika kita menaruh perhatian pada sejarah ilmu pengetahuan dan berargumentasi dengan kaum anti-realis, kita akan melihat bahwa kesimpulan dari keberhasilan empiris terhadap ke-

benaran teoretis agak lemah. Sikap rasional terhadap teori atom adalah agnostisisme, mungkin benar atau mungkin tidak. Kami hanya tidak tahu, kata kaum anti-realis.

Hal ini merupakan perlawanan yang kuat terhadap argumen tidak ada mukjizat, namun tidak menentukan. Kaum realis menanggapi dengan memodifikasi argumen dalam dua cara. Modifikasi pertama adalah mengklaim bahwa keberhasilan empiris suatu teori merupakan bukti bahwa teori tersebut kurang lebih benar, bukan sepenuhnya benar. Klaim yang lebih lemah ini kurang rentan terhadap contoh tandingan dari sejarah ilmu pengetahuan. Hal ini juga lebih sederhana: memungkinkan kaum realis untuk mengakui bahwa teori-teori ilmiah saat ini mungkin tidak sepenuhnya benar, namun tetap berpendapat bahwa teori-teori tersebut secara umum berada di jalur yang benar. Dan seperti yang telah kita lihat, kaum realis memerlukan gagasan tentang perkiraan kebenaran, untuk menjelaskan model yang diidealkan. Modifikasi kedua dari argumen tidak ada keajaiban melibatkan penyempurnaan gagasan keberhasilan empiris. Beberapa realis berpendapat bahwa keberhasilan empiris bukan hanya soal mencocokkan data yang diketahui, namun juga memungkinkan kita memprediksi pengamatan baru yang sebelumnya tidak diketahui. Sehubungan dengan kriteria keberhasilan empiris yang lebih ketat ini, lebih sulit untuk menemukan contoh-contoh historis dari teori-teori yang berhasil secara empiris yang kemudian ternyata salah.

Apakah penyempurnaan ini dapat menyelamatkan argumen tidak ada keajaiban masih bisa diperdebatkan. Mereka tentu saja mengurangi jumlah contoh tandingan sejarah, namun tidak sampai nol. Salah satu yang masih tersisa adalah teori gelombang cahaya, yang pertama kali dikemukakan oleh Christian Huygens pada tahun 1690. Menurut teori ini, cahaya terdiri dari getaran seperti gelombang dalam medium tak terlihat yang disebut eter, yang seharusnya menembus seluruh alam semesta. (Saingan teori gelombang adalah teori partikel cahaya, yang didukung oleh Newton, yang berpendapat bahwa cahaya terdiri dari partikel-partikel sangat kecil yang dipancarkan oleh sumber cahaya.) Teori gelombang tidak diterima secara luas sampai fisikawan Perancis Auguste Fresnel merumuskan rumus matematika versi teori pada tahun 1815, dan menggunakannya untuk memprediksi beberapa fenomena optik baru yang mengejutkan. Eksperimen optik membenarkan prediksi Fresnel, meyakinkan banyak ilmuwan abad ke-19 bahwa teori gelombang cahaya pasti benar. Namun fisika modern mengatakan kepada kita bahwa teori tersebut tidak benar: tidak ada yang namanya eter, jadi cahaya tidak terdiri dari getaran di dalamnya. Sekali lagi, kita mempunyai contoh teori yang salah namun berhasil secara empiris.

Ciri penting dari contoh ini adalah bahwa contoh ini bertentangan dengan versi argumen tidak ada keajaiban sekalipun. Teori Fresnel memang membuat prediksi baru, sehingga memenuhi syarat sebagai sukses secara empiris, bahkan dibandingkan dengan gagasan sukses empiris yang lebih ketat. Dan sulit untuk melihat bagaimana teori Fresnel dapat disebut 'kira-kira benar', mengingat teori tersebut didasarkan pada gagasan tentang eter, yang tidak ada. Apa pun maksudnya agar suatu teori dianggap benar, syarat mutlak adalah entitas yang dibahas dalam teori tersebut benar-benar ada. Singkatnya, teori Fresnel secara empiris berhasil meskipun berdasarkan pemahaman yang ketat terhadap gagasan ini, namun tidak sepenuhnya benar. Pesan moral dari cerita ini, kata kaum anti-realis, adalah bahwa kita tidak boleh berasumsi bahwa teori-teori ilmiah modern bahkan secara kasar berada di jalur yang benar, hanya karena teori-teori tersebut secara empiris berhasil.



Dengan demikian, status argumen tidak ada mukjizat masih menjadi pertanyaan terbuka. Di satu sisi, argumen ini terbuka terhadap tantangan serius dari sejarah ilmu pengetahuan. Di sisi lain, ada sesuatu yang secara intuitif menarik dalam argumen tersebut. Sangat sulit untuk menerima bahwa atom dan elektron mungkin tidak ada ketika kita mempertimbangkan kesuksesan luar biasa dari teori-teori yang mendalilkan entitas-entitas ini. Namun seperti yang ditunjukkan oleh sejarah, kita harus berhati-hati dalam berasumsi bahwa teori-teori ilmiah kita saat ini benar, betapapun cocoknya teori-teori tersebut dengan data kita. Banyak ilmuwan yang berasumsi demikian di masa lalu dan terbukti salah.

### 3.14.3 Perbedaan yang dapat diamati/tidak dapat diamati

Inti dari perdebatan antara realisme dan anti-realisme adalah perbedaan antara apa yang bisa diamati dan apa yang tidak. Sejauh ini kita hanya menganggap remeh perbedaan ini, meja dan kursi dapat diamati, sedangkan atom dan elektron tidak. Namun pada kenyataannya, perbedaan tersebut cukup problematis secara filosofis. Memang benar, salah satu argumen utama realisme ilmiah mengatakan bahwa tidak mungkin menarik perbedaan secara prinsip.

Mengapa hal ini harus menjadi argumen bagi realisme ilmiah? Karena kaum anti-realis berpendapat bahwa ilmu tidak dapat memberi kita pengetahuan tentang realitas yang tidak dapat diobservasi, yang menganggap bahwa terdapat perbedaan yang jelas antara apa yang dapat diamati dan apa yang tidak dapat diamati. Jika ternyata pembagian ini tidak dapat digambarkan secara memuaskan, maka anti-realisme jelas berada dalam kesulitan. Itulah sebabnya para realis ilmiah sering kali ingin menekankan permasalahan yang terkait dengan perbedaan yang dapat diamati/tidak dapat diamati.

Salah satu masalah tersebut menyangkut hubungan antara observasi dan deteksi. Entitas seperti elektron tidak dapat diamati dalam arti biasa, namun keberadaannya dapat dideteksi menggunakan peralatan khusus yang disebut detektor partikel. Detektor partikel yang paling sederhana adalah cloud chamber, yang terdiri dari wadah tertutup berisi udara yang telah jenuh dengan uap air. Ketika partikel bermuatan seperti elektron melewati ruangan, mereka bertabrakan dengan atom netral di udara, mengubahnya menjadi ion; uap air mengembun di sekitar ion-ion ini menyebabkan terbentuknya tetesan cairan, yang dapat dilihat dengan mata telanjang. Kita dapat mengikuti jalur elektron melalui ruang awan dengan mengamati jejak tetesan cairan tersebut. Apakah ini berarti elektron dapat diamati? Kebanyakan filsuf akan mengatakan tidak: ruang awan memungkinkan kita mendeteksi elektron, bukan mengamatinya secara langsung. Dengan cara yang sama, jet berkecepatan tinggi dapat dideteksi oleh jejak uap yang ditinggalkannya, namun mengamati jejak ini tidak berarti mengamati jet tersebut. Namun apakah selalu jelas bagaimana membedakan mengamati dan mendeteksi?

Dalam pembelaannya yang terkenal terhadap realisme ilmiah pada awal tahun 1960an, Grover Maxwell mengajukan masalah berikut bagi kaum anti-realis. Perhatikan rangkaian kejadian berikut: melihat sesuatu dengan mata telanjang, melihat sesuatu melalui jendela, melihat sesuatu melalui kaca mata yang kuat, melihat sesuatu melalui teropong, melihat sesuatu melalui mikroskop berdaya rendah, melihat pada sesuatu melalui mikroskop berkekuatan tinggi, dan sebagainya. Maxwell berpendapat bahwa peristiwa-peristiwa ini terletak pada suatu kontinum yang

mulus. Jadi bagaimana kita memutuskan mana yang dianggap mengamati dan mana yang tidak? Bisakah seorang ahli biologi mengamati mikroorganisme dengan mikroskop berkekuatan tinggi, atau bisakah mereka mendeteksi keberadaannya seperti seorang fisikawan dapat mendeteksi keberadaan elektron di ruang awan? Jika sesuatu hanya dapat dilihat dengan bantuan instrumen ilmiah yang canggih, apakah hal tersebut termasuk dapat diamati atau tidak dapat diamati? Seberapa canggihkah instrumentasinya, sebelum kita dihadapkan pada kasus mendeteksi dan bukan mengamati? Tidak ada cara yang berprinsip untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan seperti itu, kata Maxwell, sehingga upaya anti-realis untuk mengklasifikasikan entitas sebagai sesuatu yang dapat diamati atau tidak dapat diamati gagal.

Argumen Maxwell didukung oleh fakta bahwa para ilmuwan sendiri terkadang berbicara tentang “mengamati” partikel dengan bantuan peralatan canggih. Dalam literatur filosofis, elektron biasanya dianggap sebagai contoh paradigma entitas yang tidak dapat diamati, namun para ilmuwan sering kali dengan senang hati membicarakan tentang ‘mengamati’ elektron menggunakan detektor partikel. Tentu saja, hal ini tidak membuktikan bahwa para filsuf salah dan bahwa elektron memang dapat diamati, karena pembicaraan para ilmuwan mungkin lebih baik dianggap sebagai *façon de parler*. Demikian pula, fakta bahwa para ilmuwan berbicara tentang memiliki ‘bukti eksperimental’ terhadap suatu teori tidak berarti bahwa eksperimen benar-benar dapat membuktikan kebenaran suatu teori, seperti yang kita lihat di pembahasan sebelumnya. Meskipun demikian, jika memang ada perbedaan yang secara filosofis penting dapat diamati/tidak dapat diamati, maka seperti pendapat kaum anti-realis, sungguh aneh bahwa hal ini sangat tidak sesuai dengan cara para ilmuwan sendiri berbicara.

Argumen Maxwell sangat kuat, namun tidak menentukan. Bas van Fraassen, seorang tokoh anti-realis kontemporer terkemuka, mengklaim bahwa argumen Maxwell hanya menunjukkan ‘dapat diamati’ sebagai istilah yang samar-samar. Istilah yang tidak jelas adalah istilah yang kasusnya berada di ambang batas. ‘Botak’ adalah contohnya. Karena kerontokan rambut terjadi secara bertahap, ada banyak pria dan sulit untuk mengatakan apakah mereka botak atau tidak. Namun van Fraassen menunjukkan bahwa istilah-istilah yang tidak jelas dapat digunakan dengan sempurna, dan dapat menandai perbedaan yang nyata di dunia. Tak seorang pun akan berpendapat bahwa perbedaan antara laki-laki botak dan laki-laki berbulu halus tidak nyata hanya karena ‘botak’ tidak jelas. Tentu saja, jika kita mencoba menggambar garis pemisah yang tajam, hal itu akan menjadi sewenang-wenang. Namun karena terdapat kasus yang jelas antara laki-laki yang botak dan laki-laki yang tidak botak, tidak adanya garis pemisah yang tajam tidak menjadi masalah. Hal yang sama juga berlaku pada ‘yang dapat diamati?’, menurut van Fraassen. Ada kasus yang jelas mengenai entitas yang dapat diamati, misalnya kursi, dan entitas yang tidak dapat diamati, misalnya quark. Argumen Maxwell menyoroti fakta bahwa ada juga kasus-kasus yang berada di ambang batas, di mana kita tidak yakin apakah entitas tersebut dapat diamati atau hanya dideteksi. Jadi jika kita mencoba menggambar suatu garis pemisah yang tajam, pasti akan menjadi sewenang-wenang. Namun seperti halnya kebotakan, hal ini tidak menunjukkan bahwa perbedaan yang dapat diamati/tidak dapat diamati itu tidak nyata.

Seberapa kuat argumen ini? Van Fraassen mungkin benar bahwa keberadaan kasus-kasus garis batas, dan ketidakmungkinan untuk menarik batas yang tajam tanpa kesewenang-wenangan, tidak menunjukkan perbedaan yang dapat diamati/tidak dapat diamati sebagai sesuatu yang

tidak nyata. Sejauh itu, argumennya melawan Maxwell berhasil. Namun, menunjukkan bahwa ada perbedaan nyata antara apa yang dapat diamati dan apa yang tidak dapat diamati adalah satu hal, dan menunjukkan bahwa perbedaan tersebut layak mendapatkan signifikansi yang diberikan oleh kaum anti-realis adalah satu hal. Bahkan jika kita mengabaikan pendapat van Fraassen bahwa terdapat kasus-kasus nyata mengenai entitas-entitas yang tidak dapat diobservasi dan bahwa hal tersebut sudah cukup bagi kaum anti-realis untuk melanjutkan, argumen masih diperlukan mengenai mengapa pengetahuan tentang realitas yang tidak dapat diobservasi adalah hal yang mustahil.

### 3.14.4 Argumen penentuan yang kurang

Salah satu argumen tersebut berfokus pada hubungan antara data empiris para ilmuwan dan teori mereka. Anti-realis menekankan bahwa data empiris yang menjadi tanggung jawab teori-teori ilmiah terdiri dari fakta-fakta tentang entitas dan proses yang dapat diamati. Sebagai ilustrasi, perhatikan kembali teori kinetik gas, yang mengatakan bahwa setiap sampel gas terdiri dari molekul-molekul yang bergerak. Karena molekul-molekul ini tidak dapat diamati, kita jelas tidak dapat menguji teori tersebut dengan mengamati secara langsung berbagai sampel gas. Sebaliknya, kita perlu menyimpulkan dari teori tersebut beberapa pernyataan yang dapat diuji secara langsung, yang selalu mengenai entitas yang dapat diamati. Seperti yang telah kita lihat, teori kinetik menyiratkan bahwa sampel gas pada tekanan konstan akan memuai jika dipanaskan. Pernyataan ini dapat diuji secara langsung, dengan mengamati pembacaan pada peralatan yang bersangkutan di laboratorium. Contoh ini mengilustrasikan kebenaran umum: fakta tentang fenomena yang dapat diobservasi memberikan data akhir bagi teori-teori yang mengemukakan entitas dan proses yang tidak dapat diamati.

Kaum anti-realis kemudian berargumentasi bahwa data empiris “tidak dapat menentukan” teori-teori yang dikemukakan para ilmuwan berdasarkan data tersebut. Apa artinya ini? Artinya, data pada prinsipnya dapat dijelaskan oleh banyak teori yang berbeda dan saling bertentangan. Dalam kasus teori kinetik, kaum anti-realis akan mengatakan bahwa salah satu penjelasan yang mungkin mengenai data empiris adalah bahwa gas mengandung sejumlah besar molekul yang bergerak, seperti yang dinyatakan dalam teori kinetik. Namun mereka bersikeras bahwa ada kemungkinan penjelasan lain juga, yang bertentangan dengan teori kinetik. Jadi menurut kaum anti-realis, teori-teori ilmiah yang mengemukakan entitas yang tidak dapat diobservasi tidak ditentukan oleh data empiris? akan selalu ada sejumlah teori bersaing yang dapat menjelaskan data tersebut dengan sama baiknya.

Sangat mudah untuk melihat mengapa argumen underdetermination mendukung pandangan anti-realis terhadap ilmu. Misalkan seorang ilmuwan memercayai teori tertentu tentang entitas yang tidak dapat diobservasi, dengan alasan bahwa teori tersebut dapat menjelaskan sejumlah besar data empiris. Namun, jika data tersebut dapat dijelaskan dengan teori-teori alternatif, yang saling bertentangan, maka keyakinan ilmuwan tersebut tampaknya tidak tepat sasaran. Untuk alasan apa ilmuwan harus memilih teorinya daripada salah satu alternatifnya? Ketidakpastian secara alami mengarah pada kesimpulan anti-realis bahwa agnostisisme adalah sikap rasional terhadap teori-teori tentang wilayah realitas yang tidak dapat diobservasi.

Namun benarkah data empiris selalu dapat dijelaskan dengan berbagai teori, seperti yang dikemukakan oleh kaum anti-realis? Kaum realis biasanya menjawab bahwa hal ini hanya berlaku dalam arti yang sepele. Pada prinsipnya, akan selalu ada lebih dari satu kemungkinan penjelasan atas serangkaian observasi tertentu. Namun, menurut kaum realis, tidak berarti semua kemungkinan penjelasan tersebut sama baiknya. Salah satu teori mungkin lebih sederhana dibandingkan teori lainnya, misalnya, atau mungkin lebih cocok dengan teori dari bidang ilmu lain, atau mungkin mendalilkan lebih sedikit penyebab tersembunyi. Begitu kita mengakui bahwa ada kriteria pilihan teori yang lebih dari sekedar kesesuaian dengan data, maka masalah underdeterminasi akan teratasi, menurut kaum realis.

Pemikiran ini didukung oleh fakta bahwa hanya ada sedikit kasus nyata mengenai underdetermination dalam sejarah ilmu pengetahuan. Jika data empiris selalu dapat dijelaskan dengan banyak teori yang berbeda, seperti yang dikemukakan oleh kaum anti-realis, tentunya kita akan menemukan para ilmuwan yang hampir selalu berselisih paham satu sama lain. Namun bukan itu yang kami temukan. Memang benar, ketika kita memeriksa catatan sejarah, situasinya hampir persis kebalikan dari apa yang kita harapkan dari argumen penentuan yang kurang. Para ilmuwan tidak dihadapkan pada banyaknya penjelasan alternatif atas data mereka, namun mereka sering kali mengalami kesulitan menemukan satu teori saja yang cukup sesuai dengan data mereka. Hal ini mendukung pandangan kaum realis yang menyatakan bahwa underdetermination hanyalah kekhawatiran seorang filsuf, dan tidak ada hubungannya dengan praktik ilmiah yang sebenarnya.

Kelompok anti-realis sepertinya tidak akan terkesan dengan tanggapan ini. Bagaimanapun juga, kekhawatiran filosofis masih merupakan kekhawatiran yang tulus, meskipun implikasi praktisnya hanya sedikit. Terlebih lagi, anggapan bahwa kriteria seperti kesederhanaan dapat digunakan untuk memutuskan teori-teori yang saling bersaing segera mengundang pertanyaan janggal tentang mengapa teori-teori yang lebih sederhana harus dianggap lebih mungkin benar; kita telah membahas masalah ini di bab terdahulu.

Kaum anti-realis biasanya mengakui bahwa penentuan yang terlalu rendah dalam praktiknya dapat dihilangkan dengan menggunakan kriteria seperti kesederhanaan untuk membedakan antara penjelasan-penjelasan yang bersaing mengenai data kami. Namun, mereka menyangkal bahwa kriteria tersebut merupakan indikator kebenaran yang dapat diandalkan. Teori-teori yang lebih sederhana mungkin lebih nyaman untuk digunakan, namun secara intrinsik teori-teori tersebut tidak lebih mungkin terjadi dibandingkan teori-teori yang kompleks. Jadi argumen underdetermination berlaku: pada prinsipnya selalu ada banyak penjelasan mengenai data empiris, kita tidak punya cara untuk mengetahui mana yang benar, sehingga pengetahuan tentang realitas yang tidak dapat diobservasi tidak dapat diperoleh.

Namun, ceritanya tidak berakhir di sini; ada kembalinya realis lebih lanjut. Kaum realis menuduh kaum anti-realis menerapkan argumen penentuan yang kurang secara selektif. Jika argumen ini diterapkan secara konsisten, argumen tersebut tidak hanya mengesampingkan pengetahuan tentang dunia yang tidak dapat diamati, namun juga pengetahuan tentang sebagian besar dunia yang dapat diamati, kata kaum realis. Untuk memahami mengapa kaum realis mengatakan hal ini, perhatikan bahwa banyak hal yang dapat diamati tidak pernah benar-benar dapat diamati. Misalnya, sebagian besar organisme hidup di planet ini tidak pernah dapat diamati oleh manusia, namun mereka dapat diamati dengan jelas. Atau bayangkan suatu peristiwa seperti meteorit be-

sar yang menghantam bumi. Tidak ada seorang pun yang pernah menyaksikan peristiwa seperti itu, tetapi peristiwa ini dapat diamati dengan jelas. Kebetulan tidak ada manusia yang berada di tempat dan waktu yang tepat. Hanya sebagian kecil dari apa yang dapat diamati yang benar-benar dapat diamati.

Poin kuncinya adalah ini. Kaum anti-realis menyatakan bahwa wilayah realitas yang tidak dapat diamati berada di luar batas pengetahuan ilmiah. Jadi mereka memungkinkan kita memiliki pengetahuan tentang objek dan peristiwa yang dapat diamati tetapi tidak dapat diamati. Namun teori-teori tentang hal-hal yang tidak teramati tidak kalah pentingnya dengan teori-teori tentang hal-hal yang tidak teramati yang ditentukan oleh data kami. Misalnya, seorang ilmuwan mengajukan hipotesis bahwa meteorit menabrak bulan pada tahun 1987. Mereka mengutip berbagai data pengamatan untuk mendukung hipotesis ini, misalnya, bahwa gambar satelit bulan menunjukkan kawah besar yang belum pernah ada sebelum tahun 1987. Namun, data ini pada prinsipnya dapat dijelaskan dengan hipotesis alternatif, mungkin letusan gunung berapi yang menyebabkan kawah tersebut atau gempa bumi. Atau mungkin kamera yang mengambil gambar satelit rusak dan tidak ada kawah sama sekali. Jadi hipotesis ilmuwan tidak dapat ditentukan oleh data, meskipun hipotesis tersebut adalah tentang peristiwa yang dapat diamati dengan sempurna, yaitu meteorit yang menabrak bulan. Jika kita menerapkan argumen penentuan yang kurang secara konsisten, misalnya kaum realis, kita terpaksa menyimpulkan bahwa ilmu hanya bisa memberi kita pengetahuan tentang hal-hal yang benar-benar telah diamati.

Kesimpulan ini bukanlah kesimpulan yang diterima oleh banyak filsuf ilmu pengetahuan. Banyak hal yang disampaikan ilmu kepada kita berkaitan dengan hal-hal yang belum pernah diamati, seperti zaman es, dinosaurus, dan pergeseran benua. Mengatakan bahwa pengetahuan tentang hal-hal yang tidak teramati adalah mustahil berarti mengatakan bahwa sebagian besar yang dianggap sebagai pengetahuan ilmiah sebenarnya bukanlah pengetahuan sama sekali. Kaum realis ilmiah menganggap hal ini untuk menunjukkan bahwa argumen penentuan yang kurang pastilah salah. Karena ilmu jelas memberi kita pengetahuan tentang hal-hal yang tidak teramati, meskipun terdapat fakta bahwa teori-teori tentang hal-hal yang tidak teramati tidak dapat ditentukan oleh data yang kita miliki, maka hal yang tidak dapat ditentukan bukanlah penghalang bagi pengetahuan. Jadi fakta bahwa teori-teori kita tentang hal-hal yang tidak dapat diobservasi juga tidak dapat ditentukan tidak berarti bahwa ilmu tidak dapat memberi kita pengetahuan tentang hal-hal yang tidak dapat diamati.

Faktanya, kaum realis yang berpendapat seperti ini mengatakan bahwa masalah underdetermination hanyalah masalah induksi terselubung Hume. Penentuan yang kurang berarti bahwa data dapat dipertanggungjawabkan dengan teori-teori alternatif. Namun hal ini sebenarnya hanya berarti bahwa data tidak memerlukan teori: kesimpulan dari data ke teori bersifat non-deduktif. Apakah teorinya tentang entitas yang tidak dapat diobservasi, atau tentang entitas yang dapat diobservasi namun tidak dapat diobservasi, tidak ada bedanya, logika situasinya sama dalam kedua kasus tersebut. Tentu saja, menunjukkan bahwa argumen underdeterminasi hanyalah sebuah versi dari masalah induksi tidak berarti bahwa argumen tersebut dapat diabaikan. Namun hal ini berarti tidak ada kesulitan khusus mengenai entitas yang tidak dapat diobservasi. Oleh karena itu, posisi anti-realis pada akhirnya bersifat sewenang-wenang, kata kaum realis. Masalah apa pun yang ada dalam memahami bagaimana ilmu dapat memberi kita pengetahuan tentang atom

dan elektron, juga merupakan masalah dalam memahami bagaimana ilmu dapat memberi kita pengetahuan tentang objek makroskopis biasa.

### 3.15 Perubahan ilmiah dan revolusi ilmiah

Ide-ide ilmiah berubah dengan cepat. Pilihlah hampir semua disiplin ilmu yang Anda sukai, dan Anda dapat yakin bahwa teori-teori umum dalam disiplin ilmu tersebut akan berbeda dari teori lima puluh tahun yang lalu, dan sangat berbeda dari teori 100 tahun yang lalu. Dibandingkan dengan bidang upaya intelektual lainnya, ilmu merupakan aktivitas yang berubah dengan cepat. Sejumlah pertanyaan filosofis yang menarik berpusat pada isu perubahan ilmiah. Apakah ada pola yang jelas mengenai perubahan gagasan ilmiah seiring berjalannya waktu? Ketika para ilmuwan meninggalkan teori mereka dan memilih teori baru, bagaimana kita menjelaskan hal ini? Apakah teori-teori ilmiah yang muncul belakangan secara obyektif lebih baik daripada teori-teori ilmiah yang terdahulu?

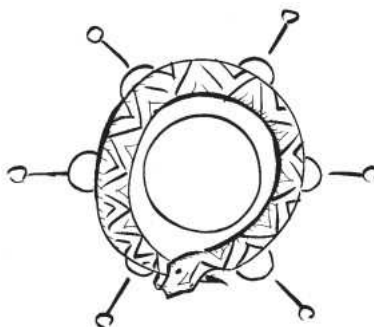
Sebagian besar diskusi modern mengenai pertanyaan-pertanyaan ini diambil dari karya Thomas Kuhn, seorang sejarawan dan filsuf ilmu Amerika. Pada tahun 1963 Kuhn menerbitkan buku berjudul *The Structure of Scientific Revolutions*, yang mempunyai pengaruh besar terhadap filsafat ilmu pengetahuan selanjutnya. Dampak dari gagasan Kuhn juga dirasakan dalam disiplin akademis seperti sosiologi dan antropologi, dan dalam budaya intelektual pada umumnya. (Surat kabar *The Guardian* memasukkan *The Structure of Scientific Revolutions* ke dalam daftar 100 buku paling berpengaruh di abad ke-20.) Untuk memahami mengapa gagasan Kuhn menimbulkan kehebohan, kita perlu melihat sekilas keadaan filsafat ilmu pengetahuan sebelum membahasnya.

Kaum empiris logis sangat menghargai ilmu-ilmu alam, matematika, dan logika. Tahun-tahun awal abad ke-20 menyaksikan kemajuan ilmu pengetahuan yang menarik, khususnya di bidang fisika, yang sangat mengesankan mereka. Salah satu tujuan mereka adalah menjadikan filsafat itu sendiri lebih “ilmiah”, dengan harapan bahwa hal ini akan memungkinkan kemajuan serupa terjadi dalam filsafat. Apa yang mengesankan para empiris logis tentang ilmu adalah objektivitasnya. Berbeda dengan bidang lain, di mana banyak yang mengandalkan opini subjektif para peneliti, mereka percaya bahwa pertanyaan-pertanyaan ilmiah dapat diselesaikan dengan cara yang sepenuhnya obyektif. Teknik seperti pengujian eksperimental memungkinkan ilmuwan membandingkan teorinya secara langsung dengan fakta, sehingga menghasilkan keputusan yang terinformasi dan tidak memihak tentang keunggulan teori tersebut. Ilmu bagi kaum empiris logis merupakan aktivitas rasional secara paradigmatis, jalan paling pasti menuju kebenaran yang ada.

Meskipun mereka menjunjung tinggi ilmu pengetahuan, kaum empiris logis kurang menaruh perhatian pada sejarah gagasan ilmiah. Hal ini terutama terjadi karena mereka membedakan secara tajam antara apa yang mereka sebut sebagai “konteks penemuan?” dan “konteks pembenaran”. Konteks penemuan mengacu pada proses sejarah aktual yang dengannya seorang ilmuwan sampai pada suatu teori tertentu. Konteks pembenaran mengacu pada cara ilmuwan mencoba untuk membenarkan teori setelah mereka memilikinya yang mencakup pengujian teori,

mencari bukti yang relevan, dan membandingkannya dengan teori saingan. Kaum empiris logis percaya bahwa yang pertama adalah proses subjektif dan psikologis yang tidak diatur oleh aturan yang tepat, sedangkan yang terakhir adalah masalah logika yang obyektif. Para filsuf ilmu pengetahuan harus membatasi diri mereka pada mempelajari ilmu yang terakhir saja, kata mereka.

Sebuah contoh dapat membantu mengilustrasikan gagasan ini. Pada tahun 1865 ahli kimia Jerman Kekulé menemukan bahwa molekul benzena memiliki struktur heksagonal. Rupanya, dia menemukan hipotesis tentang struktur heksagonal setelah mimpi di mana dia melihat seekor ular mencoba menggigit ekornya sendiri (lihat Gambar 3.2).



Gambar 3.2: Kekulé sampai pada hipotesis struktur heksagonal benzena setelah bermimpi melihat seekor ular mencoba menggigit ekornya sendiri [30].

Tentu saja Kekulé kemudian harus menguji hipotesisnya secara ilmiah sebelum dapat diterima. Ini adalah contoh ekstrem, namun ini menunjukkan bahwa hipotesis ilmiah dapat dicapai dengan cara yang paling tidak terduga. Hipotesis ini tidak selalu merupakan hasil pemikiran yang cermat dan sistematis. Kaum empiris logis berpendapat bahwa tidak ada bedanya bagaimana suatu hipotesis diajukan pada awalnya. Yang penting adalah bagaimana ilmu itu diuji ketika sudah ada, karena inilah yang menjadikan ilmu sebagai aktivitas rasional.

Tema lain dalam filsafat ilmu empiris logis adalah perbedaan antara teori dan fakta observasi; Hal ini terkait dengan perbedaan yang dapat diobservasi/tidak dapat diamati yang dibahas pada bab sebelumnya. Para penganut empiris logis percaya bahwa perselisihan antara teori-teori ilmiah yang bersaing dapat diselesaikan dengan cara yang sepenuhnya obyektif dengan membandingkan teori-teori tersebut secara langsung dengan fakta-fakta pengamatan yang 'netral', yang dapat diterima oleh semua pihak. Bagaimana sebenarnya kumpulan fakta netral ini harus dikarakterisasi merupakan bahan perdebatan di kalangan empiris logis, namun mereka bersikeras bahwa fakta tersebut memang ada. Tanpa pembedaan yang jelas antara teori dan fakta pengamatan, rasionalitas dan objektivitas ilmu akan terganggu, dan mereka yakin bahwa ilmu itu rasional dan obyektif.

### 3.15.1 Teori revolusi ilmiah Kuhn

Kuhn adalah seorang sejarawan ilmu melalui pelatihan dan sangat yakin bahwa para filsuf harus banyak belajar dari mempelajari sejarah ilmu. Kurangnya perhatian terhadap sejarah ilmu pengetahuan telah menyebabkan para empiris logis membentuk gambaran yang tidak akurat dan naif



tentang usaha ilmiah, tegasnya. Seperti yang ditunjukkan oleh judul bukunya, Kuhn khususnya tertarik pada revolusi ilmiah, periode pergolakan besar ketika ide-ide ilmiah yang ada digantikan dengan ide-ide baru yang radikal. Contohnya termasuk revolusi Copernicus di bidang astronomi, revolusi Einstein di bidang fisika, dan revolusi Darwin di bidang biologi. Masing-masing revolusi ini menyebabkan perubahan mendasar dalam pandangan dunia ilmiah dan menggulingkan sekumpulan gagasan yang sudah ada oleh kumpulan gagasan yang sama sekali berbeda.

Tentu saja, revolusi ilmu pengetahuan relatif jarang terjadi ketika ilmu pengetahuan tertentu tidak berada dalam keadaan revolusi. Kuhn menciptakan istilah “ilmu normal” untuk menggambarkan aktivitas sehari-hari yang dilakukan para ilmuwan ketika disiplin ilmu mereka tidak mengalami perubahan revolusioner. Inti dari penjelasan Kuhn tentang ilmu normal adalah konsep paradigma. Sebuah paradigma terdiri dari dua komponen utama: pertama, seperangkat asumsi teoritis mendasar yang diterima oleh semua anggota komunitas ilmiah; kedua, serangkaian “contoh” atau masalah-masalah ilmiah tertentu yang telah dipecahkan melalui asumsi-asumsi teoritis tersebut, dan yang muncul dalam buku-buku teks disiplin ilmu yang bersangkutan. Namun paradigma lebih dari sekedar teori (meskipun Kuhn terkadang menggunakan kata-kata tersebut secara bergantian). Ketika para ilmuwan mempunyai paradigma yang sama, mereka tidak hanya sepakat pada proposisi ilmiah tertentu, mereka juga sepakat tentang bagaimana penelitian masa depan di bidangnya harus dilakukan, masalah apa yang perlu diatasi, metode apa yang tepat untuk memecahkan masalah tersebut, dan sebagainya. seperti apa solusi yang dapat diterima untuk mengatasi permasalahan tersebut. Singkatnya, paradigma adalah keseluruhan pandangan ilmiah, sebuah konstelasi asumsi, keyakinan, dan nilai-nilai bersama yang menyatukan komunitas ilmiah dan memungkinkan terjadinya ilmu normal.

Apa sebenarnya yang termasuk dalam ilmu normal? Menurut Kuhn, hal ini pada dasarnya adalah masalah pemecahan teka-teki. Betapapun suksesnya sebuah paradigma, ia akan selalu menghadapi fenomena permasalahan tertentu yang tidak dapat diakomodasi dengan mudah, atau ketidaksesuaian antara prediksi teori dan fakta eksperimental. Tugas ilmuwan normal adalah mencoba menghilangkan teka-teki kecil ini sambil membuat perubahan paradigma sesedikit mungkin. Jadi ilmu normal adalah aktivitas konservatif yang para praktisinya tidak berusaha membuat penemuan-penemuan yang menggemparkan, namun hanya mengembangkan dan memperluas paradigma yang ada. Dalam kata-kata Kuhn, ilmu pengetahuan normal tidak bertujuan pada fakta atau teori baru, dan ketika berhasil, tidak akan menemukan hal baru. Yang terpenting, Kuhn menekankan bahwa ilmuwan normal tidak mencoba menguji paradigma tersebut. Sebaliknya, mereka menerima paradigma tersebut tanpa ragu dan melakukan penelitian dalam batasan yang ditetapkan. Jika ilmuwan biasa mendapatkan hasil eksperimen yang bertentangan dengan paradigma, mereka biasanya akan berasumsi bahwa teknik eksperimennya salah, bukan paradigmanya yang salah.

Biasanya, periode ilmu pengetahuan normal berlangsung selama beberapa dekade, bahkan terkadang berabad-abad. Selama masa ini para ilmuwan secara bertahap mengartikulasikan paradigma tersebut, menyempurnakannya, mengisi rinciannya, dan memperluas cakupan penerapannya. Namun seiring berjalannya waktu, anomali ditemukan fenomena yang tidak dapat dijelaskan dengan paradigma yang ada, betapapun kerasnya para ilmuwan berusaha. Jika anomalinya sedikit, maka anomali tersebut cenderung diabaikan begitu saja. Namun seiring dengan



bertambahnya anomali, rasa krisis yang semakin besar menyelimuti komunitas ilmiah. Kepercayaan terhadap paradigma yang ada kini runtuh, dan proses ilmu yang normal pun terhenti. Hal ini menandai dimulainya periode 'ilmu pengetahuan revolusioner' sebagaimana Kuhn menyebutnya. Selama periode seperti itu, ide-ide ilmiah mendasar mulai diperebutkan. Berbagai alternatif terhadap paradigma lama diajukan, dan akhirnya terbentuklah paradigma baru. Biasanya diperlukan satu generasi sebelum semua anggota komunitas ilmiah dapat menerima paradigma baru, suatu peristiwa yang menandai selesainya revolusi ilmiah. Inti dari revolusi ilmu pengetahuan adalah peralihan dari paradigma lama ke paradigma baru.

Karakterisasi Kuhn tentang sejarah ilmu pengetahuan sebagai periode panjang ilmu pengetahuan normal yang diselingi oleh revolusi ilmu pengetahuan yang sesekali terjadi menarik perhatian banyak sarjana. Sejumlah contoh dari sejarah ilmu pengetahuan cukup sesuai dengan uraian Kuhn. Dalam transisi dari astronomi Ptolemeus ke Copernicus, misalnya, atau dari fisika Newton ke Einstein, banyak fitur yang dijelaskan Kuhn hadir. Para astronom Ptolemeus memang memiliki paradigma yang sama, berdasarkan teori bahwa bumi tidak bergerak di pusat alam semesta, yang menjadi latar belakang penyelidikan mereka yang tidak perlu dipertanyakan lagi. Hal serupa juga terjadi pada fisikawan Newton pada abad ke-18 dan ke-19, yang paradigmanya didasarkan pada teori mekanika dan gravitasi Newton. Dan dalam kedua kasus tersebut, penjelasan Kuhn tentang bagaimana paradigma lama digantikan oleh paradigma baru berlaku cukup akurat. Ada juga revolusi ilmiah yang tidak sesuai dengan model Kuhnian, misalnya revolusi molekuler dalam biologi pada tahun 1950an dan 1960an. Namun demikian, kebanyakan orang setuju bahwa uraian Kuhn tentang sejarah ilmu mengandung banyak nilai.

Mengapa gagasan Kuhn menimbulkan badai seperti itu? Selain klaim deskriptifnya tentang sejarah ilmu, Kuhn mengajukan beberapa tesis filosofis yang kontroversial. Biasanya, kita berasumsi bahwa ketika para ilmuwan menukar teori mereka yang sudah ada dengan teori baru, mereka melakukannya berdasarkan bukti. Namun, Kuhn berpendapat bahwa mengadopsi paradigma baru memerlukan tindakan keyakinan tertentu dari pihak ilmuwan. Ia mengakui bahwa seorang ilmuwan dapat mempunyai alasan yang baik untuk meninggalkan paradigma lama dan beralih ke paradigma baru, namun ia menegaskan bahwa alasan saja tidak akan pernah bisa memaksa perubahan paradigma secara rasional. 'Peralihan kesetiaan dari satu paradigma ke paradigma lain', tulis Kuhn, 'merupakan pengalaman konversi yang tidak bisa dipaksakan.' Dan dalam menjelaskan mengapa sebuah paradigma baru dengan cepat mendapat penerimaan dalam komunitas ilmiah, Kuhn menekankan adanya tekanan dari para ilmuwan terhadap satu sama lain. . Jika suatu paradigma tertentu mempunyai pendukung yang sangat kuat, maka paradigma tersebut kemungkinan besar akan diterima secara luas.

Banyak kritikus Kuhn yang terkejut dengan klaim ini. Jika pergeseran paradigma berhasil seperti yang dikatakan Kuhn, sulit untuk melihat bagaimana ilmu dapat dianggap sebagai aktivitas rasional. Tentunya para ilmuwan dimaksudkan untuk mendasarkan keyakinan mereka pada bukti dan alasan, bukan pada keyakinan dan tekanan dari teman sejawat? Dihadapkan pada dua paradigma yang saling bersaing, tentunya para ilmuwan harus membuat perbandingan obyektif terhadap kedua paradigma tersebut untuk menentukan paradigma mana yang memiliki lebih banyak bukti yang mendukungnya. Menjalani 'pengalaman konversi', atau membiarkan diri dibujuk oleh rekan ilmuwan yang paling kuat, sepertinya bukan cara yang rasional untuk

berperilaku. Seorang kritikus menulis bahwa menurut Kuhn, pilihan teori dalam ilmu adalah 'masalahnya' psikologi massa.

Kuhn juga membuat beberapa klaim kontroversial tentang arah perubahan ilmiah secara keseluruhan. Menurut pandangan luas, ilmu pengetahuan berkembang menuju kebenaran secara linier, seiring dengan digantikannya gagasan-gagasan lama yang salah dengan gagasan-gagasan baru yang benar. Oleh karena itu, teori-teori yang lebih baru secara obyektif lebih baik daripada teori-teori sebelumnya, sehingga pengetahuan ilmiah terakumulasi seiring berjalannya waktu. Konsepsi ilmu yang linier dan kumulatif ini populer di kalangan orang awam dan ilmuwan, namun Kuhn berargumentasi bahwa konsep tersebut tidak akurat secara historis dan naif secara filosofis.

Misalnya, ia mencatat bahwa teori relativitas Einstein dalam beberapa hal lebih mirip dengan teori Aristotelian daripada fisika Newton sehingga sejarah mekanika bukan sekadar perkembangan linier dari salah ke benar. Selain itu, Kuhn mempertanyakan apakah konsep kebenaran obyektif benar-benar masuk akal. Gagasan bahwa ada serangkaian fakta yang tetap tentang dunia, terlepas dari paradigma tertentu, memiliki koherensi yang meragukan, ia yakin. Kuhn menyarankan alternatif yang radikal: fakta-fakta tentang dunia bersifat relatif paradigma, dan dengan demikian berubah ketika paradigma berubah. Jika anggapan ini benar, maka tidak masuk akal untuk mempertanyakan apakah suatu teori tertentu sesuai dengan fakta "sebagaimana adanya", dan juga tidak masuk akal untuk mempertanyakan apakah teori tersebut benar secara obyektif. Hal ini menyebabkan Kuhn mendukung bentuk radikal anti-realisme terhadap ilmu.

### 3.15.2 Ketidaksetaraan dan muatan teori data

Kuhn memiliki dua argumen filosofis utama untuk klaim ini. Pertama, ia berargumentasi bahwa paradigma-paradigma yang bersaing biasanya ?tidak dapat dibandingkan? satu sama lain. Untuk memahami gagasan ini, ingatlah bahwa bagi Kuhn, paradigma seorang ilmuwan menentukan keseluruhan pandangan dunia mereka. Jadi ketika paradigma yang ada digantikan dengan paradigma baru dalam revolusi ilmiah, para ilmuwan harus meninggalkan seluruh kerangka konseptual yang mereka gunakan untuk memahami dunia. Bahkan, Kuhn bahkan mengklaim, secara metaforis, bahwa sebelum dan sesudah perubahan paradigma, para ilmuwan "hidup di dunia yang berbeda?".

Ketidaksetaraan (*incommensurability*) adalah gagasan bahwa dua paradigma mungkin sangat berbeda sehingga tidak mungkin ada perbandingan langsung antara keduanya dan tidak ada bahasa umum yang bisa digunakan untuk menerjemahkan keduanya. Akibatnya, para pendukung paradigma yang berbeda "gagal melakukan kontak yang utuh dengan sudut pandang masing-masing", klaim Kuhn.

Ini adalah ide yang menarik, meski agak kabur. Doktrin ketidaksetaraan berasal dari keyakinan Kuhn bahwa konsep-konsep ilmiah memperoleh maknanya dari teori di mana konsep-konsep tersebut berperan. Jadi untuk memahami konsep massa Newton, misalnya, kita perlu memahami keseluruhan teori Newton bahwa konsep tidak dapat dijelaskan secara independen dari teori yang mendasarinya. Ide yang terkadang disebut 'holisme' ini ditanggapi dengan sangat serius oleh

Kuhn. Dia berpendapat bahwa istilah 'massa' sebenarnya memiliki arti yang berbeda bagi Newton dan Einstein, karena teori yang mendasari istilah tersebut sangat berbeda. Hal ini menyiratkan bahwa Newton dan Einstein sebenarnya berbicara dalam bahasa yang berbeda, yang jelas mempersulit upaya untuk membandingkan teori mereka. Jika seorang fisikawan Newton dan Einstein mencoba melakukan diskusi rasional, mereka akhirnya akan saling berdiskusi.

Kuhn menggunakan tesis ketidaksetaraan untuk membantah pandangan bahwa pergeseran paradigma sepenuhnya bersifat 'objektif', dan untuk memperkuat gambaran non-kumulatifnya tentang sejarah ilmu. Filsafat ilmu pengetahuan tradisional tidak melihat adanya kesulitan besar dalam memilih teori-teori yang bersaing, seseorang cukup membuat perbandingan obyektif terhadap teori-teori tersebut berdasarkan bukti-bukti yang tersedia. Namun hal ini jelas mengandaikan adanya bahasa yang sama di mana kedua teori tersebut dapat diungkapkan. Jika Kuhn benar bahwa para pendukung paradigma lama dan paradigma baru saling berbicara satu sama lain, maka tidak ada penjelasan sederhana mengenai pilihan paradigma yang benar. Ketidaksetaraan juga merupakan masalah bagi gambaran linier tradisional sejarah ilmiah. Jika paradigma lama dan paradigma baru tidak dapat dibandingkan, maka tidak tepat jika menganggap revolusi ilmiah sebagai pengganti gagasan yang "salah" dengan gagasan yang "benar". Karena menyebut satu gagasan benar dan gagasan lainnya salah menyiratkan adanya kerangka umum untuk mengevaluasi gagasan tersebut, dan hal ini justru dibantah oleh Kuhn. Ketidaksetaraan menyiratkan bahwa perubahan ilmiah, bukan merupakan kemajuan langsung menuju kebenaran, namun dalam arti tertentu tidak memiliki arah: paradigma-paradigma selanjutnya tidak lebih baik dari paradigma-paradigma sebelumnya, hanya saja berbeda.

Tidak banyak filsuf yang yakin dengan tesis Kuhn yang tidak dapat dibandingkan. Salah satu masalahnya adalah Kuhn juga menyatakan bahwa paradigma lama dan paradigma baru tidak sejalan. Klaim ini masuk akal, karena jika paradigma lama dan paradigma baru tidak bertentangan, maka tidak perlu ada pilihan di antara keduanya. Dalam banyak kasus, ketidaksesuaian tersebut terlihat jelas. Pernyataan Ptolemeus bahwa planet-planet berputar mengelilingi bumi jelas tidak sesuai dengan klaim Copernicus bahwa planet-planet berputar mengelilingi matahari. Namun seperti yang dengan cepat ditunjukkan oleh para pengkritik Kuhn, jika ada dua hal yang tidak dapat dibandingkan maka keduanya tidak dapat bertentangan. Untuk mengetahui alasannya, pertimbangkan proposisi bahwa massa suatu benda bergantung pada kecepatannya. Teori Einstein mengatakan proposisi ini benar, sedangkan teori Newton mengatakan proposisi ini salah. Namun jika doktrin ketidakterbandingan benar, maka sebenarnya tidak ada perselisihan antara Newton dan Einstein di sini, karena proposisi tersebut memiliki arti yang berbeda bagi masing-masingnya. Hanya jika proposisi tersebut memiliki arti yang sama dalam kedua teori barulah terdapat konflik yang nyata di antara keduanya. Karena semua orang (termasuk Kuhn) setuju bahwa teori Einstein dan Newton memang bertentangan, ini adalah alasan kuat untuk mencurigai tesis ketidaksetaraan tersebut.

Menanggapi keberatan ini, Kuhn sedikit melunakkan tesis ketidaksetaraannya. Ia berpendapat bahwa penerjemahan parsial antar paradigma dapat dicapai, sehingga para pendukung paradigma lama dan paradigma baru dapat berkomunikasi sampai batas tertentu: mereka tidak selalu saling membicarakan satu sama lain. Namun Kuhn terus bersikukuh bahwa pemilihan paradigma yang obyektif sepenuhnya adalah hal yang mustahil. Karena selain ketidaksetaraan

yang disebabkan oleh kurangnya bahasa yang sama, ada juga yang disebutnya “standar yang tidak dapat dibandingkan”. Ini adalah gagasan bahwa para pendukung paradigma yang berbeda mungkin tidak setuju mengenai ciri-ciri apa yang harus dimiliki oleh sebuah paradigma yang baik, permasalahan apa yang harus dapat dipecahkan, dan solusi yang dapat diterima untuk permasalahan tersebut. Jadi walaupun mereka bisa berkomunikasi secara efektif, mereka tidak akan bisa mencapai kesepakatan tentang paradigma siapa yang lebih unggul. Dalam kata-kata Kuhn, “setiap paradigma akan terlihat memenuhi kriteria yang ditentukannya sendiri dan tidak memenuhi beberapa kriteria yang ditentukan oleh lawannya?”.

Argumen filosofis Kuhn yang kedua didasarkan pada gagasan yang dikenal sebagai ‘ketertarikan teori’ pada data. Untuk memahami gagasan ini, misalkan Anda adalah seorang ilmuwan yang mencoba memilih di antara dua teori yang saling bertentangan. Hal yang jelas harus dilakukan adalah mencari sepotong data yang akan menentukan pilihan di antara keduanya, atau melakukan ‘eksperimen penting’ yang akan menyelesaikan masalah tersebut. Namun hal ini hanya mungkin terjadi jika terdapat data yang independen terhadap teori-teori tersebut, dalam arti bahwa seorang ilmuwan dapat menerima data mana pun dari kedua teori yang mereka yakini. Seperti yang telah kita lihat, para penganut empirisme logis percaya akan keberadaan data yang bersifat netral teori, yang dapat memberikan pengadilan banding yang obyektif di antara teori-teori yang bersaing. Namun Kuhn berpendapat bahwa cita-cita netralitas teori hanyalah ilusi, data selalu terkontaminasi oleh asumsi teoretis. Tidak mungkin mengisolasi sekumpulan data “murni” yang dapat diterima oleh semua ilmuwan, terlepas dari keyakinan teoretis mereka, ujarnya.

Data yang sarat teori mempunyai dua konsekuensi penting bagi Kuhn. Pertama, hal ini berarti bahwa perselisihan antar paradigma yang bersaing tidak dapat diselesaikan hanya dengan mengacu pada “data” atau “fakta”, karena apa yang dianggap oleh ilmuwan sebagai data atau fakta, akan bergantung pada paradigma mana yang mereka terima. Oleh karena itu, pilihan obyektif yang sempurna antara dua paradigma adalah mustahil: tidak ada sudut pandang netral untuk menilai klaim masing-masing paradigma. Kedua, gagasan tentang kebenaran obyektif dipertanyakan. Agar benar secara obyektif, suatu teori harus sesuai dengan fakta, namun gagasan tentang korespondensi semacam itu tidak masuk akal jika fakta itu sendiri dipengaruhi oleh teori kita. Inilah sebabnya Kuhn tergiring pada pandangan radikal bahwa kebenaran itu sendiri bersifat relatif terhadap suatu paradigma.

Mengapa Kuhn berpendapat bahwa semua data sarat dengan teori? Tulisan-tulisannya tidak sepenuhnya jelas mengenai hal ini, tetapi setidaknya ada dua argumen yang dapat dilihat. Yang pertama adalah gagasan bahwa persepsi sangat ditentukan oleh latar belakang keyakinan. Apa yang kita lihat sebagian bergantung pada apa yang kita yakini. Jadi seorang ilmuwan terlatih yang melihat sebuah peralatan canggih di laboratorium akan melihat sesuatu yang berbeda dari apa yang dilihat oleh orang awam, karena ilmuwan tersebut jelas mempunyai banyak keyakinan tentang peralatan yang tidak dimiliki oleh orang awam. Ada sejumlah eksperimen psikologis yang tampaknya menunjukkan bahwa persepsi sensitif terhadap latar belakang keyakinan, meskipun interpretasi yang benar atas eksperimen ini masih menjadi masalah yang kontroversial. Kedua, laporan eksperimen dan observasi para ilmuwan sering kali ditulis dalam bahasa yang sangat teoretis. Misalnya, seorang ilmuwan mungkin melaporkan hasil percobaannya den-

gan mengatakan 'Arus listrik mengalir melalui batang tembaga'. Namun laporan data ini jelas sarat dengan banyak teori. Hal ini tidak akan diterima oleh ilmuwan yang tidak memiliki keyakinan standar tentang arus listrik, sehingga jelas tidak netral secara teori.

Para filsuf berbeda pendapat mengenai manfaat argumen-argumen ini. Di satu sisi, banyak yang setuju dengan Kuhn bahwa netralitas teori murni tidak mungkin tercapai. Cita-cita empiris logis mengenai kelompok pernyataan data yang sepenuhnya bebas dari komitmen teoretis ditolak oleh sebagian besar filsuf kontemporer?salah satunya karena belum ada seorang pun yang berhasil mengatakan seperti apa pernyataan tersebut. Namun hal ini tidak perlu mengkompromikan objektivitas perubahan paradigma secara keseluruhan. Misalkan seorang astronom Ptolemeus dan Copernicus sedang berdebat tentang teori siapa yang lebih unggul. Agar mereka dapat berdebat secara bermakna, diperlukan beberapa data astronomi yang dapat mereka sepakati. Namun mengapa hal ini harus menjadi masalah? Tentunya mereka bisa sepakat mengenai posisi relatif bumi dan bulan pada malam-malam yang berurutan, misalnya, atau waktu terbitnya matahari? Tentu saja, jika Copernicus bersikeras mendeskripsikan data dengan cara yang mengasumsikan kebenaran teori heliosentris, maka Ptolemeus akan keberatan. Tapi tidak ada alasan mengapa Copernicus harus melakukan itu. Pernyataan seperti "pada tanggal 14 Mei matahari terbit pukul 7.10 pagi" dapat disetujui oleh seorang ilmuwan apakah mereka mempercayai teori geosentris atau heliosentris. Pernyataan-pernyataan tersebut cukup netral secara teori sehingga dapat diterima oleh para pendukung kedua paradigma tersebut, dan itulah yang penting.

Bagaimana dengan penolakan Kuhn terhadap kebenaran obyektif? Hanya sedikit filsuf yang mengikuti jejak Kuhn di sini. Salah satu masalahnya adalah, seperti banyak orang yang menolak konsep kebenaran obyektif, Kuhn gagal mengartikulasikan alternatif yang layak. Pandangan radikal bahwa kebenaran bersifat relatif paradigma pada akhirnya sulit untuk dipahami. Seperti semua doktrin relativis, doktrin ini menghadapi masalah kritis. Pertimbangkan pertanyaannya: apakah pernyataan bahwa kebenaran bersifat relatif-paradigma itu sendiri secara obyektif benar atau tidak? Jika pendukung relativisme menjawab 'ya', maka mereka mengakui bahwa konsep kebenaran obyektif memang masuk akal dan dengan demikian bertentangan dengan konsep mereka. Jika mereka menjawab "tidak", maka mereka tidak punya alasan untuk berdebat dengan orang yang tidak sependapat dan mengatakan bahwa, menurut pendapat mereka, kebenaran tidak bersifat paradigmatis-relatif. Tidak semua filsuf menganggap argumen ini fatal bagi relativisme, namun argumen ini menyatakan bahwa mengabaikan konsep kebenaran obyektif lebih mudah diucapkan daripada dilakukan. Kuhn tentu saja mengajukan beberapa keberatan terhadap pandangan tradisional yang menyatakan bahwa sejarah ilmu pengetahuan hanyalah sebuah kemajuan linier menuju kebenaran, namun alternatif relativis yang ia tawarkan sebagai gantinya tidak mudah diterima.

### 3.15.3 Kuhn dan rasionalitas ilmu pengetahuan

Struktur Revolusi Ilmiah ditulis dengan nada radikal. Kuhn memberi kesan ingin mengganti gagasan filosofis standar tentang perubahan teori dalam ilmu dengan konsepsi yang berbeda secara radikal. Doktrinnya tentang pergeseran paradigma, kesepadanan, dan saratnya teori terhadap data tampaknya sepenuhnya bertentangan dengan pandangan empiris logis tentang ilmu

sebagai sesuatu yang rasional, obyektif, dan kumulatif. Dengan beberapa pembenaran, para pembaca Kuhn berpendapat bahwa ilmu adalah aktivitas yang sebagian besar tidak rasional, ditandai dengan kepatuhan dogmatis terhadap suatu paradigma pada periode normal, dan “pengalaman pertobatan” yang tiba-tiba pada periode revolusioner.

Namun Kuhn sendiri tidak senang dengan interpretasi karyanya ini. Dalam sebuah *Postscript* pada edisi kedua *Structure* yang diterbitkan pada tahun 1970, dan dalam tulisan-tulisan berikutnya, Kuhn cukup memoderasi nadanya, menjauhkan dirinya dari pandangan-pandangan yang lebih radikal yang tampaknya ia dukung. Ia tidak bermaksud untuk meragukan rasionalitas ilmu pengetahuan, menurutnya, melainkan menawarkan gambaran yang lebih realistis dan akurat secara historis tentang bagaimana ilmu pengetahuan sebenarnya berkembang. Dengan mengabaikan sejarah ilmu pengetahuan, kaum empiris logis telah digiring pada penjelasan sederhana tentang cara kerja ilmu pengetahuan, dan tujuan Kuhn adalah memberikan perbaikan. Ia tidak berusaha menunjukkan bahwa ilmu pengetahuan itu tidak rasional, melainkan untuk memberikan penjelasan yang lebih baik tentang apa saja yang tercakup dalam rasionalitas ilmiah.

Beberapa komentator menganggap *Postscript* Kuhn sebagai perubahan, kemunduran dari posisi aslinya, dan bukan klarifikasi terhadapnya. Apakah ini merupakan penilaian yang adil bukanlah pertanyaan yang akan kami pertimbangkan di sini. Namun *Postscript* memang mengungkapkan satu isu penting. Dalam membantah tuduhan bahwa ia menggambarkan ilmu sebagai sesuatu yang tidak rasional, Kuhn membuat klaim terkenal bahwa “tidak ada algoritma” untuk pemilihan teori dalam ilmu. Apa artinya ini? Algoritma adalah seperangkat aturan yang memungkinkan kita menghitung jawaban atas pertanyaan tertentu. Misalnya, algoritme perkalian adalah seperangkat aturan yang, jika diterapkan pada dua bilangan apa pun, akan memberi tahu kita hasil perkaliannya. Jadi algoritma untuk pemilihan teori adalah seperangkat aturan yang, ketika diterapkan pada dua teori yang bersaing, akan memberi tahu kita teori mana yang harus dipilih. Banyak filosofi tradisional yang berkomitmen, secara implisit atau eksplisit, terhadap keberadaan algoritma semacam itu. Para empiris logis sering menulis seolah-olah, dengan adanya sekumpulan data dan dua teori yang bersaing, ‘prinsip-prinsip metode ilmiah’ dapat digunakan untuk menentukan teori mana yang lebih unggul. Gagasan ini tersirat dalam keyakinan mereka bahwa meskipun penemuan adalah masalah psikologi, pembenaran adalah masalah logika.

Desakan Kuhn bahwa tidak ada algoritma untuk memilih teori dalam ilmu mungkin benar. Tentu saja, belum ada seorang pun yang berhasil menghasilkan algoritma seperti itu. Banyak filsuf dan ilmuwan telah memberikan saran yang masuk akal tentang apa yang harus dicari dalam kesederhanaan teori, luasnya cakupan, kesesuaian dengan data, dan sebagainya. Namun saran-saran ini tidak memberikan algoritma yang benar, seperti yang diketahui Kuhn dengan baik. Di satu sisi, mungkin ada trade-off: teori A mungkin lebih sederhana daripada teori B, namun B mungkin lebih cocok dengan data. Jadi unsur penilaian subjektif, atau akal sehat ilmiah, sering kali diperlukan untuk memutuskan teori-teori yang bersaing. Dilihat dari sudut pandang ini, saran Kuhn bahwa penerapan paradigma baru melibatkan tindakan keyakinan tertentu tampaknya tidak terlalu radikal, dan juga penekanannya pada persuasif para pendukung paradigma dalam menentukan peluangnya untuk memenangkan hati komunitas ilmiah.

Gagasan “tanpa algoritma” mendukung pandangan bahwa penjelasan Kuhn tentang pergeseran paradigma bukanlah sebuah serangan terhadap rasionalitas ilmu. Karena kita bisa membaca

Kuhn sebagai orang yang menolak konsepsi rasionalitas tertentu. Para empiris logis percaya, pada dasarnya, bahwa harus ada algoritma untuk pilihan teori karena perubahan ilmiah menjadi tidak rasional. Ini bukanlah pandangan yang gila: banyak kasus paradigma tindakan rasional yang melibatkan aturan atau algoritma. Misalnya, jika Anda ingin memutuskan apakah suatu barang lebih murah di Inggris atau Jepang, Anda menerapkan algoritme untuk mengubah pound menjadi yen; cara lain apa pun untuk mencoba memutuskan masalah ini adalah tidak rasional. Demikian pula, jika seorang ilmuwan mencoba untuk memutuskan antara dua teori yang bersaing, maka kita tergoda untuk berpikir bahwa satu-satunya cara rasional untuk melanjutkannya adalah dengan menerapkan algoritma untuk pemilihan teori. Jadi jika ternyata tidak ada algoritma seperti itu, seperti yang mungkin terjadi, kita punya dua pilihan. Kita dapat menyimpulkan bahwa perubahan ilmiah tidak rasional atau bahwa konsepsi rasionalitas terlalu menuntut. Dalam tulisannya selanjutnya, Kuhn mendukung pilihan terakhir. Pesan moral dari kisahnya bukanlah bahwa perubahan paradigma itu tidak rasional, namun diperlukan konsep rasionalitas yang lebih santai dan pragmatis untuk memahami perubahan tersebut.

### 3.15.4 Warisan Kuhn

Meskipun bersifat kontroversial, gagasan Kuhn mengubah filsafat ilmu pengetahuan. Hal ini sebagian karena Kuhn mempertanyakan banyak asumsi yang selama ini dianggap remeh, sehingga memaksa para filsuf untuk menghadapinya, dan sebagian lagi karena ia menarik perhatian pada serangkaian isu yang diabaikan oleh filsafat ilmu pengetahuan tradisional. Setelah Kuhn, gagasan bahwa para filsuf bisa mengabaikan sejarah ilmu pengetahuan tampak semakin tidak dapat dipertahankan, begitu pula gagasan tentang dikotomi tajam antara konteks penemuan dan pembenaran. Para filsuf ilmu pengetahuan masa kini memberikan perhatian yang jauh lebih besar terhadap perkembangan sejarah ilmu pengetahuan dibandingkan nenek moyang mereka sebelum Kuhnian. Bahkan mereka yang tidak bersimpati terhadap gagasan Kuhn yang lebih radikal akan menerima bahwa dalam hal ini pengaruhnya positif.

Dampak penting lainnya dari karya Kuhn adalah memusatkan perhatian pada konteks sosial di mana ilmu terjadi, sesuatu yang diabaikan oleh filsafat ilmu tradisional. Ilmu bagi Kuhn pada dasarnya adalah aktivitas sosial: keberadaan komunitas ilmiah, yang diikat oleh kesetiaan pada paradigma bersama, merupakan prasyarat untuk praktik ilmu normal. Kuhn juga memberikan perhatian besar pada bagaimana ilmu diajarkan di sekolah dan universitas, bagaimana ilmuwan muda dimasukkan ke dalam komunitas ilmiah, bagaimana hasil-hasil ilmiah dipublikasikan, dan hal-hal “sosiologis” lainnya. Tidak mengherankan jika gagasan Kuhn berpengaruh di kalangan sosiolog ilmu. Secara khusus, sebuah gerakan yang dikenal sebagai “program kuat” dalam sosiologi ilmu pengetahuan, yang muncul di Inggris pada tahun 1970an dan 1980an, berhutang banyak pada Kuhn.

Program yang kuat ini didasarkan pada gagasan bahwa ilmu harus dipandang sebagai produk masyarakat di mana ilmu dipraktikkan. Para sosiolog program yang kuat memahami gagasan ini secara harfiah: mereka berpendapat bahwa keyakinan para ilmuwan sebagian besar ditentukan oleh sosial. Jadi untuk menjelaskan mengapa seorang ilmuwan memercayai teori tertentu, misalnya, mereka akan mengutip aspek latar belakang sosial dan budaya ilmuwan terse-

but. Alasan ilmuwan sendiri untuk mempercayai teori tersebut tidak pernah cukup memberikan penjelasan, tegas mereka. Program yang kuat ini meminjam sejumlah tema dari Kuhn, termasuk banyaknya teori dalam data, pandangan bahwa ilmu pada dasarnya adalah aktivitas sosial, dan gagasan bahwa tidak ada algoritma obyektif untuk pemilihan teori. Namun sosiolog program yang kuat lebih radikal dibandingkan Kuhn dan kurang berhati-hati. Mereka secara terbuka menolak gagasan tentang kebenaran dan rasionalitas, yang mereka anggap mencurigakan secara ideologis, dan memandang filsafat ilmu pengetahuan tradisional dengan penuh kecurigaan. Hal ini menyebabkan sejumlah ketegangan antara filsuf dan sosiolog ilmu, yang berlanjut hingga hari ini.

Lebih jauh lagi, karya Kuhn juga berperan dalam kebangkitan konstruksionisme sosial di bidang humaniora dan ilmu sosial. Konstruksionisme sosial adalah gagasan bahwa fenomena tertentu, misalnya, kategori rasial, adalah "konstruksi sosial", yang bertentangan dengan keberadaan obyektif yang tidak bergantung pada pikiran. Mengingat penekanan Kuhn pada konteks sosial ilmu pengetahuan dan penolakannya terhadap gagasan bahwa teori-teori ilmiah "sesuai dengan fakta obyektif", mudah untuk melihat mengapa ia dapat dikatakan bahwa ilmu pengetahuan adalah sebuah "konstruksi sosial". Namun, ada ironi tersendiri di sini. Para pendukung gagasan bahwa ilmu pengetahuan adalah sebuah "konstruksi sosial" biasanya memiliki sikap anti-ilmiah, sering kali menolak otoritas yang diberikan kepada ilmu pengetahuan dalam masyarakat modern. Namun Kuhn sendiri sangat pro-ilmu. Seperti halnya para empiris logis, ia menganggap ilmu modern sebagai pencapaian intelektual yang sangat mengesankan. Doktrin-doktrinnya mengenai pergeseran paradigma, ilmu pengetahuan yang normal dan revolusioner, ketidaksetaraan, dan sarat teori tidak dimaksudkan untuk meremehkan atau mengkritik upaya ilmiah, melainkan untuk membantu kita memahaminya dengan lebih baik.

### **3.16 Masalah filosofis dalam fisika, biologi dan psikologi**

Permasalahan yang telah kita pelajari sejauh ini inferensi, penjelasan, realisme, dan perubahan ilmiah termasuk dalam apa yang disebut dengan "filsafat umum ilmu pengetahuan". Isu-isu ini menyangkut sifat penyelidikan ilmiah secara umum, bukan berkaitan secara khusus dengan kimia, misalnya, atau geologi. Namun, ada juga pertanyaan-pertanyaan filosofis menarik yang khusus untuk ilmu-ilmu tertentu pertanyaan-pertanyaan tersebut termasuk dalam apa yang disebut "filsafat ilmu-ilmu khusus". Pertanyaan-pertanyaan ini biasanya bergantung sebagian pada pertimbangan filosofis dan sebagian lagi pada fakta empiris, yang membuatnya begitu menarik. Dalam bab ini, kita akan membahas tiga pertanyaan serupa, masing-masing dari fisika, biologi, dan psikologi.

#### **3.16.1 Leibniz versus Newton dalam ruang absolut**

Topik pertama kita adalah perdebatan antara Gottfried Leibniz (1646-1716) dan Isaac Newton (1642-1727), dua intelektual terkemuka abad ke-17, mengenai hakikat ruang dan waktu. Dalam Prinsip Filsafat Alamnya, Newton membela apa yang disebut konsepsi ruang yang "absolut".



Menurut pandangan ini, ruang mempunyai eksistensi yang "absolut" melebihi hubungan spasial antar objek. Newton menganggap ruang sebagai wadah tiga dimensi tempat Tuhan menempatkan alam semesta material pada saat penciptaan. Hal ini menyiratkan bahwa ruang sudah ada sebelum ada benda material, sama seperti sebuah wadah seperti kotak sereal sudah ada sebelum ada potongan sereal yang dimasukkan ke dalamnya. Satu-satunya perbedaan antara ruang dan wadah biasa seperti kotak sereal, menurut Newton, adalah bahwa wadah tersebut memiliki dimensi yang terbatas sedangkan ruang meluas tanpa batas ke segala arah.

Leibniz sangat tidak setuju dengan pandangan absolutis tentang ruang, dan banyak hal lain dalam filsafat Newton. Ia berpendapat bahwa ruang hanya terdiri dari totalitas hubungan spasial antar objek material. Contoh relasi spasial adalah "atas", "bawah", "ke kiri", dan "ke kanan", yaitu relasi yang dimiliki oleh objek-objek material satu sama lain. Konsepsi ruang yang "relasionalis" ini menyiratkan bahwa sebelum ada objek material, ruang tidak ada. Leibniz berpendapat bahwa ruang angkasa muncul ketika Tuhan menciptakan alam semesta material; ia tidak ada sebelumnya, menunggu untuk diisi dengan benda-benda material. Jadi ruang tidak bisa dianggap sebagai sebuah wadah atau entitas apa pun. Pandangan Leibniz dapat dipahami secara analogi. Suatu kontrak hukum terdiri dari hubungan antara dua pihak, pembeli dan penjual rumah, misalnya. Jika salah satu pihak meninggal dunia, maka kontrak tersebut tidak ada lagi. Maka akan menjadi gila jika dikatakan bahwa kontrak itu ada secara independen dari hubungan antara pembeli dan penjual, kontrak hanyalah hubungan itu. Demikian pula, ruang tidak lain adalah hubungan spasial antar obyek.

Alasan utama Newton memperkenalkan konsep ruang absolut adalah untuk membedakan gerak relatif dan gerak absolut. Gerak relatif adalah gerak suatu benda terhadap benda lain. Se-jauh menyangkut gerak relatif, tidak masuk akal untuk menanyakan apakah suatu benda "benar-benar" bergerak atau tidak, kita hanya dapat menanyakan apakah benda tersebut bergerak terhadap benda lain. Sebagai ilustrasi, bayangkan dua orang pelari berlari beriringan di sepanjang jalan lurus. Dibandingkan dengan pengamat di pinggir jalan, keduanya sedang bergerak, dan mereka semakin menjauh saat ini. Namun relatif satu sama lain, para pelari tidak bergerak, posisi relatif mereka tetap sama, selama mereka terus berlari ke arah yang sama dan kecepatan yang sama. Jadi suatu benda mungkin bergerak relatif terhadap suatu benda, tetapi diam terhadap benda lain.

Newton percaya bahwa selain gerak relatif, ada juga gerak absolut. Akal sehat mendukung pandangan ini. Bayangkan dua benda bergerak relatif, misalnya pesawat layang layang dan seorang pengamat di bumi. Sekarang gerak relatifnya simetris: sama seperti pesawat layang layang yang bergerak relatif terhadap pengamat di bumi, demikian pula pengamat yang bergerak relatif terhadap pesawat layang gantung. Namun secara intuitif, masuk akal untuk bertanya apakah pengamat atau pesawat layang gantung itu 'benar-benar' yang bergerak? Jika demikian, maka diperlukan konsep gerak mutlak.

Tapi apa sebenarnya gerak absolut itu? Menurut Newton, gerak suatu benda terhadap ruang mutlak. Newton berpendapat bahwa, setiap saat, setiap benda mempunyai lokasi tertentu dalam ruang absolut. Jika suatu benda berubah lokasinya dalam ruang absolut seiring waktu, maka benda tersebut bergerak absolut; jika tidak, ia berada dalam keadaan istirahat total. Jadi kita perlu menganggap ruang sebagai suatu entitas, di luar hubungan antara benda-benda material,

untuk membedakan gerak relatif dan gerak absolut. Perhatikan bahwa alasan Newton bertumpu pada asumsi penting, yaitu bahwa semua gerak pasti bersifat relatif terhadap sesuatu. Gerak relatif adalah gerak relatif terhadap benda material lainnya; gerak absolut adalah gerak relatif terhadap ruang absolut itu sendiri. Jadi, dalam arti tertentu, gerak absolut pun bersifat 'relatif' bagi Newton. Akibatnya, Newton berasumsi bahwa gerak, baik absolut maupun relatif, bukanlah sebuah 'fakta kasar' tentang suatu benda; itu hanya fakta tentang hubungan objek dengan sesuatu yang lain. Sesuatu yang lain itu bisa berupa objek material lain, atau bisa juga berupa ruang absolut.

Leibniz menerima bahwa ada perbedaan antara gerak relatif dan gerak absolut, tetapi menyangkal bahwa gerak absolut harus dijelaskan sebagai gerak terhadap ruang absolut. Karena ia menganggap konsep ruang absolut tidak koheren. Dia mempunyai sejumlah argumen yang mendukung pandangan ini, banyak di antaranya bersifat teologis. Dari sudut pandang filosofis, argumen Leibniz yang paling menarik adalah bahwa ruang absolut bertentangan dengan apa yang disebutnya sebagai **Prinsip Identitas** yang tidak dapat diBedakan (**PIB**). Karena Leibniz menganggap prinsip ini benar, dia menolak konsep ruang absolut.

**PIB** mengatakan bahwa jika dua benda tidak dapat dibedakan maka keduanya identik, yakni benar-benar merupakan satu dan satu benda yang sama. Menyebut dua objek tidak dapat dibedakan berarti mengatakan bahwa tidak ada perbedaan sama sekali yang dapat ditemukan di antara keduanya, keduanya mempunyai atribut yang persis sama. Jadi jika **PIB** benar, maka dua objek yang benar-benar berbeda harus berbeda dalam beberapa atribut, jika tidak maka keduanya akan menjadi satu, bukan dua. **PIB** secara intuitif cukup menarik. Tentu tidak mudah untuk menemukan contoh dua benda berbeda yang memiliki semua atribut yang sama, bahkan dua barang pabrik yang diproduksi secara massal biasanya akan berbeda dalam banyak hal. Apakah **PIB** benar secara umum merupakan pertanyaan kompleks yang masih diperdebatkan oleh para filsuf; jawabannya sebagian bergantung pada apa yang dianggap sebagai 'atribut', dan sebagian lagi pada persoalan sulit dalam fisika kuantum. Namun saat ini perhatian kami adalah penggunaan prinsip Leibniz.

Leibniz menggunakan dua eksperimen pemikiran untuk mengungkap konflik antara teori ruang absolut Newton dan **PIB**. Pertama, Leibniz meminta kita membayangkan dua alam semesta berbeda, keduanya berisi objek yang persis sama. Di alam semesta satu, setiap objek menempati lokasi tertentu dalam ruang absolut. Di alam semesta dua, setiap objek telah dipindahkan ke lokasi berbeda dalam ruang absolut, dua kilometer ke arah timur (misalnya). Tidak ada cara untuk membedakan kedua alam semesta ini. Karena kita tidak dapat mengamati kedudukan suatu benda dalam ruang absolut, seperti yang diakui Newton sendiri. Yang bisa kita amati hanyalah posisi benda relatif terhadap satu sama lain, dan posisi ini sama di kedua alam semesta. Tidak ada observasi atau eksperimen yang dapat mengungkap apakah kita hidup di alam semesta satu atau dua.

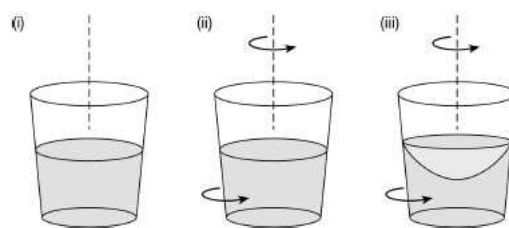
Eksperimen pemikiran kedua Leibniz serupa. Ingatlah bahwa bagi Newton, beberapa benda bergerak melalui ruang absolut sementara yang lain diam. Artinya pada setiap momen, setiap benda mempunyai kecepatan mutlak tertentu. (Kecepatan adalah kecepatan dalam arah tertentu, jadi kecepatan absolut suatu benda adalah kecepatan pergerakannya melalui ruang absolut dalam arah tertentu.) Sekarang bayangkan dua alam semesta berbeda, keduanya berisi objek yang per-

sis sama. Di Universe One, setiap benda memiliki kecepatan absolut tertentu. Di alam semesta dua, kecepatan absolut setiap benda telah ditingkatkan dengan jumlah yang tetap, katakanlah 300 kilometer per jam dalam arah tertentu. Sekali lagi, kita tidak akan pernah bisa membedakan kedua alam semesta ini. Kita tidak dapat mengamati seberapa cepat suatu benda bergerak terhadap ruang absolut, seperti yang diakui Newton, tetapi hanya mengamati seberapa cepat benda-benda tersebut bergerak relatif terhadap satu sama lain dan hal ini sama di kedua alam semesta.

Dalam setiap eksperimen pemikiran ini, Leibniz menggambarkan dua alam semesta yang menurut pengakuan Newton sendiri kita tidak akan pernah bisa membedakannya, keduanya sama sekali tidak dapat dibedakan. Namun menurut **PIB**, ini berarti kedua alam semesta sebenarnya adalah satu. Jadi jika **PIB** benar, maka teori Newton mempunyai konsekuensi yang salah: teori ini menyiratkan bahwa ada dua hal padahal hanya ada satu. Oleh karena itu, teori Newton salah, menurut Leibniz.

Leibniz berpendapat bahwa ruang absolut adalah gagasan kosong karena tidak ada perbedaan pengamatan. Jika lokasi benda-benda dalam ruang absolut maupun kecepatannya terhadap ruang absolut tidak dapat dideteksi, mengapa harus percaya pada ruang absolut? Leibniz mengacu pada prinsip yang cukup masuk akal bahwa kita hanya boleh mendalilkan entitas yang tidak dapat diamati dalam ilmu jika keberadaannya dapat membuat perbedaan yang dapat kita deteksi melalui observasi.

Tapi Newton mengira dia bisa menunjukkan bahwa ruang absolut memang memiliki efek pengamatan. Inilah inti dari argumennya yang terkenal mengenai "ember berputar". Dia meminta kita membayangkan sebuah ember berisi air, digantung pada seutas tali yang dijalin melalui lubang di alasnya (lihat Gambar 3.3). Mula-mula air diam relatif terhadap ember. Tali tersebut kemudian diputar beberapa kali dan dilepaskan. Saat terlepas, ember mulai berputar. Mula-mula air di dalam ember tetap diam, permukaannya rata; ember kemudian berputar relatif terhadap air. Namun setelah beberapa saat ember tersebut memberikan gerakannya pada air, dan air mulai berputar beriringan dengan ember; ember dan air kemudian diam relatif satu sama lain lagi. Pengalaman menunjukkan bahwa permukaan air kemudian melengkung ke atas pada sisi-sisinya.



Gambar 3.3: Eksperimen 'ember berputar' Newton. Tahap (i) ember dan air dalam keadaan diam; tahap (ii) ember berputar relatif terhadap air; tahap (iii) ember dan air berputar beriringan [30].

Apa yang menyebabkan permukaan air naik, tanya Newton? Jelas ini ada hubungannya dengan perputaran air. Tapi rotasi adalah salah satu jenis gerak, dan bagi Newton gerak suatu benda selalu relatif terhadap benda lain. Jadi kita harus bertanya: relatif terhadap apa putaran air? Tentu saja tidak relatif terhadap ember, karena ember dan air berputar beriringan sehingga relatif diam.

Newton berpendapat bahwa air berputar relatif terhadap ruang absolut, dan hal ini menyebabkan permukaannya melengkung ke atas. Jadi ruang absolut sebenarnya mempunyai efek pengamatan.

Anda mungkin berpikir ada kesenjangan yang jelas dalam argumen Newton. Memang benar, air tidak berputar relatif terhadap ember, namun mengapa menyimpulkan bahwa air pasti berputar relatif terhadap ruang absolut? Air berputar relatif terhadap orang yang melakukan percobaan, relatif terhadap permukaan bumi, dan relatif terhadap bintang-bintang yang diam, jadi tentunya hal-hal tersebut mungkin menyebabkan permukaannya naik? Namun, Newton mempunyai respons sederhana terhadap langkah ini. Bayangkan sebuah alam semesta yang tidak berisi apa pun kecuali ember yang berputar. Di alam semesta seperti ini, kita tidak dapat menjelaskan permukaan air yang melengkung dengan mengacu pada rotasi air relatif terhadap benda-benda lain, karena tidak ada benda lain, dan seperti sebelumnya, air diam relatif terhadap ember. Ruang absolut adalah satu-satunya ruang yang tersisa bagi air untuk berotasi relatif. Jadi kita harus percaya pada ruang absolut karena rasa sakit karena tidak mampu menjelaskan mengapa permukaan air melengkung.

Sebenarnya, Newton mengatakan bahwa meskipun posisi dan kecepatan suatu benda terhadap ruang absolut tidak pernah dapat dideteksi, percepatannya terhadap ruang absolut dapat dideteksi. Ketika sebuah benda berputar, maka benda tersebut menurut definisinya mengalami percepatan, meskipun laju rotasinya konstan. Hal ini karena dalam fisika, percepatan diartikan sebagai laju perubahan kecepatan, dan kecepatan adalah kecepatan dalam suatu arah tertentu. Karena benda yang berputar terus-menerus mengubah arah gerakannya, kecepatannya tidak konstan, sehingga mengalami percepatan. Permukaan air yang melengkung hanyalah salah satu contoh dari apa yang disebut efek "efek inersia" yang dihasilkan oleh gerak yang dipercepat. Contoh lainnya adalah perasaan didorong ke belakang tempat duduk saat pesawat lepas landas. Satu-satunya penjelasan yang mungkin mengenai efek inersia, menurut Newton, adalah percepatan benda yang mengalami efek tersebut terhadap ruang absolut. Karena di alam semesta yang hanya berisi benda yang mengalami percepatan, ruang absolut adalah satu-satunya benda yang percepatannya relatif terhadapnya.

Argumen Newton sangat kuat namun tidak konklusif. Sebab, bagaimana Newton mengetahui bahwa permukaan air akan melengkung ke atas jika percobaan ember berputar dilakukan di alam semesta yang tidak mengandung benda material lain? Newton hanya berasumsi bahwa efek inersia yang kita temukan di dunia ini akan tetap sama jika dunia tidak memiliki materi lain.

Ini jelas merupakan asumsi yang cukup substansial, dan banyak orang mempertanyakan hak Newton atas asumsi tersebut. Jadi argumen Newton tidak membuktikan adanya ruang absolut. Sebaliknya, hal ini memberikan tantangan kepada pembela Leibniz untuk memberikan penjelasan alternatif mengenai efek inersia.

Leibniz juga menghadapi tantangan untuk menjelaskan perbedaan antara gerak absolut dan relatif tanpa menggunakan ruang absolut. Mengenai masalah ini, Leibniz menulis bahwa suatu benda berada dalam gerak sejati atau mutlak "ketika penyebab langsung dari perubahan tersebut ada pada benda itu sendiri". Ingat kasus pesawat layang layang dan pengamat di bumi, keduanya bergerak relatif satu sama lain. Untuk menentukan siapa yang 'sebenarnya' bergerak, Leibniz mengatakan bahwa kita perlu memutuskan apakah penyebab langsung dari perubahan tersebut (yaitu gerakan relatif) ada pada pesawat layang gantung atau pengamat. Saran tentang cara

membedakan gerak absolut dan gerak relatif ini menghindari semua rujukan pada ruang absolut, namun tidak terlalu jelas. Leibniz tidak pernah menjelaskan secara tepat apa yang dimaksud dengan 'penyebab langsung perubahan' yang ada pada suatu objek. Namun bisa jadi ia bermaksud menolak anggapan Newton bahwa gerak suatu benda, baik relatif maupun absolut, hanya merupakan fakta tentang hubungan suatu benda dengan benda lain.

Salah satu hal yang menarik mengenai kontroversi absolut/relasional adalah bahwa kontroversi ini tidak mau hilang. Penjelasan Newton tentang ruang angkasa terkait erat dengan ilmu fisiknya, dan pandangan Leibniz merupakan reaksi langsung terhadap pandangan Newton. Jadi orang mungkin berpikir bahwa kemajuan fisika sejak abad ke-17 akan menyelesaikan masalah ini. Namun hal ini belum terjadi. Meskipun teori relativitas Einstein pernah diyakini secara luas telah memenangkan Leibniz, pandangan ini semakin mendapat serangan dalam beberapa tahun terakhir. Lebih dari 300 tahun setelah pertukaran Newton/Leibniz yang asli, perdebatan terus berlanjut.

### **3.16.2 Apa yang dimaksud dengan spesies biologis?**

Para ilmuwan seringkali ingin mengklasifikasikan objek-objek yang dipelajarinya ke dalam jenis atau tipe umum. Ahli geologi mengklasifikasikan batuan sebagai batuan beku, sedimen, atau metamorf, bergantung pada bagaimana batuan tersebut terbentuk. Ahli kimia mengklasifikasikan unsur sebagai logam, metaloid, atau nonlogam, bergantung pada sifat fisik dan kimianya. Fungsi utama klasifikasi adalah menyampaikan informasi. Jika seorang ahli kimia memberi tahu Anda bahwa sesuatu itu logam, ini memberi tahu Anda banyak hal tentang kemungkinan perilakunya. Klasifikasi menimbulkan beberapa isu filosofis yang menarik. Sebagian besar, hal ini berasal dari fakta bahwa sekumpulan objek tertentu pada prinsipnya dapat diklasifikasikan dalam berbagai cara. Jadi bagaimana kita harus memilih di antara keduanya? Apakah ada cara yang 'benar' untuk mengklasifikasikan, atau apakah semua skema klasifikasi pada akhirnya bersifat arbitrer? Pertanyaan-pertanyaan ini mempunyai urgensi tertentu dalam konteks klasifikasi biologis atau taksonomi, yang akan menjadi perhatian kami di sini.

Unit dasar klasifikasi biologi adalah spesies. Dalam taksonomi tradisional, setiap organisme pertama-tama dimasukkan ke dalam suatu spesies, dilambangkan dengan nama Latin dengan dua bagian yang disebut binomial. Jadi, Anda milik *Homo sapiens*, kucing peliharaan Anda milik *Felis catus*, dan tikus di lemari makan Anda milik *Mus musculus*. Spesies kemudian disusun menjadi 'taksa yang lebih tinggi' genus, famili, ordo, kelas, filum, dan kingdom secara hierarkis. Dengan demikian *Homo sapiens* termasuk dalam genus *Homo*, yaitu dalam keluarga Hominid, ordo Primata, kelas Mamalia, filum Chordata, dan kingdom Hewan. Sistem klasifikasi ini disebut sistem Linnean, diambil dari nama naturalis Swedia abad ke-18 Carl Linnaeus (1707-78) yang menciptakannya, dan masih digunakan secara luas hingga saat ini.

Fokus kita di sini adalah pada tahap pertama tugas ahli taksonomi, yaitu bagaimana mengklasifikasikan organisme ke dalam spesies. Hal ini tidak sejelas kelihatannya, terutama karena para ahli biologi tidak sepakat mengenai apa sebenarnya suatu spesies, dan juga mengenai kriteria apa yang harus digunakan untuk mengidentifikasi spesies. Memang benar, definisi-definisi yang bersaing mengenai suatu spesies biologis, atau "konsep spesies" sebagaimana definisi-definisi

ini dikenal, berlimpah dalam biologi modern. Kurangnya konsensus ini kadang-kadang disebut sebagai “masalah spesies”.

Anda mungkin terkejut mendengar bahwa ada masalah spesies. Dari sudut pandang orang awam, tampaknya tidak ada masalah dalam menggolongkan organisme ke dalam spesies. Bagaimanapun juga, dari pengamatan biasa saja sudah jelas bahwa tidak semua organisme hidup sama. Beberapa berukuran sangat besar sementara yang lain berukuran kecil; beberapa bergerak sementara yang lain tidak; beberapa hidup selama bertahun-tahun dan yang lainnya hanya beberapa jam. Jelas juga bahwa keberagaman ini tidak berkesinambungan, melainkan mengelompok. Organisme nampaknya terbagi dalam beberapa tipe atau jenis, banyak di antaranya dapat dikenali oleh anak kecil. Seorang anak berusia 3 tahun dapat dengan yakin menilai bahwa dua hewan di taman tersebut adalah anjing, meskipun mereka berasal dari ras yang berbeda; dan seorang ahli biologi akan memastikan bahwa anak tersebut benar bahwa hewan tersebut memang termasuk dalam spesies yang sama, yaitu *Canis familiaris*. Oleh karena itu, wajar jika kita berpikir bahwa ada pembagian obyektif di antara organisme hidup yang merupakan tugas ahli biologi untuk menemukannya. Dalam pandangan ini, batas-batas spesies berada ?di luar sana? dan menunggu untuk ditemukan, bukan ditentukan oleh para ahli biologi. Kebanyakan non-ahli biologi tampaknya menerima pandangan ini tanpa ragu.

Sudut pandang yang masuk akal ini sesuai dengan doktrin filosofis tentang ‘jenis alami’, yang variannya telah populer sejak Aristoteles. Doktrin ini berpendapat bahwa terdapat cara-cara mengelompokkan benda-benda ke dalam jenis-jenis yang bersifat alami dalam arti sesuai dengan pembagian yang benar-benar ada di dunia, dan bukan mencerminkan kepentingan manusia. Unsur dan senyawa kimia merupakan paradigma alam. Misalnya saja semua sampel emas murni di alam semesta. Sampel-sampel ini termasuk dalam jenis ‘emas’ karena kesamaan dasarnya: atom-atom penyusunnya mempunyai nomor atom 79. Sebaliknya, sampel emas bodoh (pirit besi) tidak termasuk dalam jenis tersebut, meskipun mirip dengan emas. dalam beberapa hal, karena ia merupakan senyawa yang dibentuk oleh atom-atom dari jenis yang berbeda (besi dan belerang). Para filsuf yang menganut realisme ilmiah sering berargumentasi bahwa bagian dari tugas ilmu apa pun adalah menemukan sifat-sifat alami dalam domainnya.

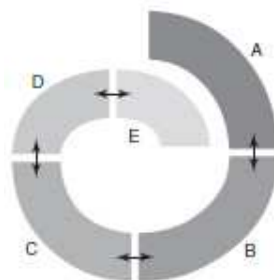
Gagasan bahwa spesies adalah jenis biologi alami merupakan gagasan yang menarik, namun menghadapi sejumlah tantangan. Salah satunya adalah mungkin terdapat unsur kesewenang-wenangan dalam hal yang dianggap sebagai suatu spesies. Untuk mengetahui alasannya, perhatikan bahwa para ahli biologi sering membagi spesies menjadi beberapa kelompok seperti ras, varietas, dan subspecies. Misalnya saja elang emas *Aquila Chrysaetos* yang biasanya dibagi menjadi enam subspecies, antara lain elang emas Eropa, Amerika, dan Jepang. Motivasi untuk memperkenalkan pengelompokan sub-spesifik adalah bahwa beberapa populasi dapat dikenali berbeda satu sama lain, namun tidak terlalu berbeda sehingga dianggap sebagai spesies yang terpisah. Tapi bagaimana kita menggambar garis yang tajam? Darwin memberikan pembahasan menarik mengenai hal ini dalam *The Origin of Species*, dengan alasan bahwa tidak ada batasan yang jelas antara spesies, subspecies, dan varietas. Ia menyimpulkan: ‘terlihat bahwa saya melihat istilah spesies sebagai suatu istilah yang diberikan secara sewenang-wenang, demi kenyamanan, kepada sekumpulan individu yang sangat mirip satu sama lain, dan bahwa istilah ini pada dasarnya tidak berbeda dengan istilah keanekaragaman, yaitu diberikan kepada bentuk-

bentuk yang kurang jelas dan lebih berfluktuasi.’

Pernyataan Darwin bahwa sekelompok individu dihitung sebagai suatu spesies adalah sesuatu yang arbitrer adalah suatu hal yang mengejutkan; tentu saja hal ini tidak sesuai dengan gagasan bahwa spesies adalah spesies alami. Namun apakah Darwin benar? Pada abad ke-20, banyak ahli biologi evolusi yang yakin bahwa spesies sebenarnya adalah unit nyata di alam, bukan kelompok sembarangan, karena mereka terisolasi secara reproduktif. Artinya, organisme dalam satu spesies dapat kawin silang satu sama lain, namun tidak dengan spesies lain. Mendefinisikan spesies biologis dalam istilah isolasi reproduksi diperjuangkan oleh ahli biologi Jerman Ernst Mayr, dan dikenal sebagai "Konsep Spesies Biologis" (**KSP**). Para pendukung **KSP** menolak argumen Darwin yang menyatakan bahwa perbedaan varietas/spesies adalah sesuatu yang sewenang-wenang. Dalam pandangan mereka, elang emas Eropa dan Amerika merupakan varietas, bukan spesies terpisah, karena pada prinsipnya mereka dapat kawin silang dan menghasilkan keturunan yang mampu hidup (walaupun jarang terjadi). Sebaliknya, elang tutul dan elang emas merupakan spesies yang terpisah, karena anggotanya tidak dapat kawin silang.

**KSP** banyak digunakan dalam biologi kontemporer, namun memiliki keterbatasan. Ini hanya berlaku untuk organisme yang bereproduksi secara seksual; namun, banyak organisme hidup yang bereproduksi secara aseksual, termasuk sebagian besar organisme bersel tunggal, beberapa tumbuhan dan jamur, dan beberapa hewan. Jadi **KSP** merupakan solusi terbaik bagi permasalahan spesies. Terlebih lagi, isolasi reproduksi tidak selalu merupakan perkara yang sulit dan cepat. Spesies berkerabat dekat yang hidup di lokasi berdekatan seringkali mempunyai “zona hibrida” di mana wilayah jelajahnya bertemu; di zona-zona ini, terjadi hibridisasi dalam jumlah terbatas, di mana keturunan subur dihasilkan setidaknya untuk beberapa waktu, namun kedua spesies tetap mempertahankan identitasnya yang berbeda. Zona hibrida sering kali muncul ketika satu spesies sedang dalam proses pembelahan menjadi dua. Di antara tumbuhan, khususnya, hibridisasi antara organisme yang termasuk dalam spesies yang jelas berbeda adalah hal yang cukup umum.

Masalah yang lebih besar lagi bagi **KSP** adalah fenomena spesies cincin. Hal ini terjadi ketika suatu spesies terdiri dari sejumlah populasi lokal yang tersusun secara geografis dalam sebuah cincin; setiap populasi dapat kawin silang dengan tetangga terdekatnya, namun populasi di ujung rantai tidak bisa. Misalnya, populasi *A* dapat kawin silang dengan *B*, *B* dengan *C*, *C* dengan *D*, *D* dengan *E*, tetapi *A* dan *E* tidak dapat kawin silang (lihat Gambar 3.4).



Gambar 3.4: Spesies cincin. Tanda panah berkepala dua menunjukkan perkawinan silang [30].

Spesies cincin merupakan semacam paradoks bagi BSC. Untuk mengetahui alasannya, ta-



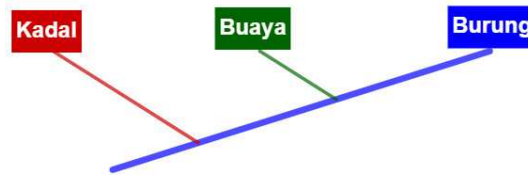
nyakan pada diri Anda apakah *A* dan *E* termasuk dalam spesies yang sama atau tidak. Karena mereka tidak bisa kawin silang, jawabannya seharusnya “tidak”. Namun, *A* dan *B* bersifat spesifik menurut kriteria kawin silang, begitu pula *B* dan *C*, *C* dan *D*, serta *D* dan *E*, jadi tentu saja *A* dan *E* harus spesifik. Tidak jelas apa yang harus dikatakan mengenai situasi ini di **KSP**. Jadi desakan Darwin bahwa ada unsur kesewenang-wenangan dalam penghitungan spesies tidak sepenuhnya dapat diredakan dengan fokus pada isolasi reproduktif.

Sumber utama permasalahan spesies adalah evolusi itu sendiri. Biologi modern mengajarkan kita, mengikuti Darwin, bahwa semua organisme hidup berasal dari nenek moyang yang sama. Namun, taksonomi Linnean tradisional berasal dari masa ketika kreasionisme menjadi pandangan dunia yang dominan. Berdasarkan pandangan kreasionis, yang menyatakan bahwa Tuhan menciptakan setiap spesies secara terpisah, wajar jika kita berharap bahwa semua organisme dapat dimasukkan ke dalam spesies tanpa ambiguitas. Namun dari sudut pandang evolusi, tidak ada alasan untuk mengharapkan hal ini. Karena perubahan evolusioner terjadi secara bertahap, proses dimana suatu spesies nenek moyang menghasilkan spesies anak biasanya memerlukan waktu ribuan tahun. Seringkali hal ini melibatkan satu spesies yang secara bertahap terpecah menjadi dua, dan hubungan reproduksi antara dua spesies anak akhirnya terputus. Jadi bentuk peralihan, dan populasi yang statusnya sebagai spesies tidak jelas, adalah hal yang wajar saja. Selain itu, tidak ada alasan untuk mengharapkan bahwa definisi spesies tunggal akan berlaku untuk semua organisme, mulai dari bakteri hingga hewan bersel banyak.

Evolusi juga mengajarkan kita bahwa variasi di antara organisme kemungkinan besar akan menyebar luas. Variasi adalah mesin yang menggerakkan seleksi alam: jika organisme dalam suatu spesies tidak berubah, maka seleksi alam tidak dapat berjalan. Arti penting dari hal ini adalah bahwa hal ini melemahkan gagasan yang masuk akal bahwa semua anggota suatu spesies biologis harus memiliki beberapa ciri penting, misalnya, beberapa sifat genetik, yang membedakan mereka dari non-anggota. Gagasan ini adalah bagian dari pandangan ‘jenis alami’ terhadap spesies dan tampaknya diyakini oleh banyak orang non-ahli biologi. Namun secara empiris, terdapat variasi genetik yang luas di antara individu-individu dalam suatu spesies tertentu, yang terkadang melebihi variasi genetik antar spesies yang berkerabat dekat. Hal ini tidak berarti bahwa para ahli biologi sering kali dapat mengetahui spesies suatu organisme dengan mengurutkan DNA-nya. Namun, hal ini tidak selalu memungkinkan, dan hal ini tidak menunjukkan bahwa keanggotaan suatu spesies ditentukan oleh “esensi genetik” yang tetap.

Oleh karena itu, evolusi sangat memperumit usaha taksonomi. Namun, usaha ini harus terus berjalan, karena membagi organisme menjadi spesies praktis tidak dapat dilakukan. Jika seorang ahli burung menemukan burung yang tidak biasa, misalnya, hal pertama yang ingin mereka ketahui adalah dari spesies apa burung tersebut berasal, karena hal ini memberikan informasi berharga tentang sifat, perilaku, dan ekologi burung tersebut. Situasi ini dengan fasih dijelaskan oleh ahli biologi Inggris John Maynard Smith, yang menulis: Setiap upaya untuk membagi semua organisme hidup, dulu dan sekarang, ke dalam kelompok-kelompok yang jelas dan tidak ada perantara, pasti akan gagal. Ahli taksonomi dihadapkan pada kontradiksi antara kebutuhan praktis dan ketidakmungkinan teoritis dalam melakukan tugasnya. Jadi dalam praktiknya, para ahli biologi terus memperlakukan spesies seolah-olah mereka adalah jenis yang didefinisikan secara jelas, dengan kesadaran bahwa hal ini hanyalah perkiraan terhadap kenyataan.





Gambar 3.5: Hubungan filogenetik antara kadal, buaya, dan burung

Sejak akhir tahun 1960an dan seterusnya, biologi evolusioner semakin sepakat dengan gagasan bahwa klasifikasi harus dilakukan dengan cara yang "konsisten" dengan evolusi. Inilah motif utama gerakan yang dikenal sebagai 'sistematika filogenetik', yang didirikan oleh ahli entomologi Jerman Willi Hennig. Gagasan kuncinya adalah untuk mengakui bahwa hanya pengelompokan biologis yang bersifat monofiletik saja yang asli, yang berarti bahwa pengelompokan tersebut berisi semua dan hanya keturunan dari beberapa nenek moyang yang sama. Banyak pengelompokan taksonomi tradisional, mis. kelas Reptilia (reptilia), dalam hal ini ternyata tidak bersifat monofiletik, karena nenek moyang semua reptilia juga melahirkan burung (lihat Gambar 3.5). Jadi para pendukung klasifikasi filogenetik bersikeras bahwa Reptilia bukanlah takson asli, dan tidak memiliki tempat dalam taksonomi yang benar. Sistematika filogenetik terutama berkaitan dengan cara membatasi taksa yang lebih tinggi, bukan spesies. Namun kriteria monofili dapat diterapkan pada spesies individu, sehingga menghasilkan apa yang dikenal sebagai 'konsep spesies filogenetik'; sebenarnya, konsep ini merupakan upaya untuk merumuskan secara tepat gagasan intuitif bahwa organisme dalam suatu spesies harus lebih dekat kekerabatannya satu sama lain dibandingkan dengan anggota spesies lain.

Dari sudut pandang filosofis, pentingnya pendekatan filogenetik adalah implikasinya bahwa dua organisme termasuk dalam kelompok spesies yang sama atau takson yang lebih tinggi karena nenek moyang mereka yang sama, bukan karena kesamaan intrinsiknya. Eksperimen pemikiran dapat membantu menyempurnakan hal ini. Misalkan para ilmuwan menemukan organisme di Mars yang tidak berasal dari materi biologis bumi, namun sama sekali tidak dapat dibedakan dari lalat rumah pada umumnya. (Hal ini sangat tidak mungkin, tentu saja, namun secara logika bisa dibayangkan.) Spesimen Mars terlihat seperti lalat, dapat kawin dengan lalat di Bumi, dan tidak dapat dibedakan dari lalat yang sebenarnya melalui tes genetik apa pun. Apakah itu lalat rumah? Jika spesies adalah spesies alami, jawabannya mungkin ya. Namun dari sudut pandang filogenetik, jawabannya adalah tidak. Untuk menjadi spesies lalat rumah (*Musca domestica*), suatu organisme perlu memiliki pola nenek moyang yang sesuai, terlepas dari ciri-ciri intrinsik yang dimilikinya.

Hal ini sesuai dengan saran menarik yang dibuat oleh ahli biologi Michael Ghiselin dan filsuf David Hull pada tahun 1970an. Mereka berpendapat bahwa spesies biologis tidak boleh dianggap sebagai suatu jenis atau tipe sama sekali, seperti asumsi tradisional, melainkan sebagai individu kompleks yang tersebar dalam ruang dan waktu. Seperti organisme individual, suatu spesies muncul pada tempat dan waktu tertentu, mempunyai umur yang terbatas, dan kemudian punah. Sebaliknya, jenis yang asli tidak dibatasi secara ruang dan waktu. Pertimbangkan emas. Sepotong materi di mana pun di alam semesta dianggap sebagai emas, terlepas dari asal usulnya, selama ia memiliki nomor atom 79. Jadi pada prinsipnya, semua emas di alam semesta dapat

dimusnahkan dan bertahun-tahun kemudian emas lainnya dapat disintesis. Namun spesies tidak seperti itu, bantah Ghiselin dan Hull. Sekali suatu spesies punah, secara logika ia tidak akan pernah bisa hidup kembali, sama seperti Anda dan saya tidak dapat bertahan hidup dari kematian kita.

Gagasan bahwa spesies adalah individu terdengar aneh pada awalnya tetapi masuk akal jika direnungkan. Tentu saja, spesies tidak seperti individu biasa karena bagian penyusunnya, yaitu organisme yang dikandungnya, tidak bersatu. Namun, perbedaan ini cukup dangkal. Serangga dalam sebuah koloni semut juga tidak bersatu, namun kami dengan senang hati menganggap koloni tersebut sebagai suatu kesatuan. Memperlakukan spesies sebagai individu memiliki keuntungan tersendiri. Salah satunya adalah cocok dengan prinsip sistematika filogenetik. Hal lainnya adalah bahwa hal ini membantu menyelaraskan intuisi yang tersebar luas bahwa spesies adalah unit "nyata" di alam, bukan pengelompokan yang sewenang-wenang, dengan fakta bahwa variasi genetik intraspesifik tersebar luas dan bahwa spesies tidak memiliki "esensi genetik". Fakta-fakta ini masuk akal jika kita memandang spesies sebagai individu yang kompleks, namun menjadi kurang masuk akal jika kita menganggapnya sebagai spesies alami.

### 3.16.3 Apakah pikiran bersifat modular?

Merupakan fakta yang mengejutkan bahwa manusia mampu melakukan beragam tugas kognitif, seringkali dengan sedikit usaha sadar. Yang dimaksud dengan "tugas kognitif" tidak hanya berarti menyelesaikan teka-teki silang, tetapi juga tugas sehari-hari seperti menyeberang jalan dengan aman, menangkap bola, memahami perkataan orang lain, mengenali wajah orang lain, dan banyak lagi. Tugas-tugas seperti itu begitu familiar bagi kita sehingga mudah dianggap remeh; namun, kemampuan kami untuk melakukannya sungguh luar biasa. Tidak ada robot yang mampu melakukan sebagian besar tugas ini sebaik manusia pada umumnya, meskipun memerlukan biaya yang besar. Entah bagaimana, otak kita memungkinkan kita melakukan tugas kognitif yang kompleks dengan sedikit usaha. Menjelaskan bagaimana hal ini bisa terjadi adalah bagian penting dari disiplin ilmu yang dikenal sebagai psikologi kognitif.

Fokus kita adalah perdebatan yang sedang berlangsung di kalangan psikolog kognitif mengenai arsitektur pikiran manusia. Menurut salah satu pandangan, pikiran manusia adalah "pemecah masalah untuk tujuan umum". Ini berarti bahwa pikiran mengandung seperangkat keterampilan pemecahan masalah umum, atau 'kecerdasan umum', yang diterapkan pada sejumlah besar tugas yang berbeda-beda. Jadi, serangkaian kapasitas kognitif yang sama digunakan, apakah seseorang sedang mencoba menghitung kelereng, memutuskan di restoran mana ia akan makan, atau belajar bahasa asing, tugas-tugas ini mewakili penerapan yang berbeda-beda dari kecerdasan umum seseorang. Menurut pandangan saingannya, pikiran manusia berisi sejumlah sub-sistem atau modul khusus, yang masing-masing dirancang untuk melakukan tugas tertentu dan tidak dapat melakukan hal lain. Ini dikenal sebagai hipotesis modularitas pikiran.

Salah satu contoh modularitas berasal dari karya ahli bahasa Noam Chomsky tentang pemerolehan bahasa pada tahun 1960an. Chomsky menegaskan bahwa seorang anak tidak belajar bahasa dengan mendengarkan percakapan orang dewasa dan kemudian menggunakan "kecerdasan umum" mereka untuk mengetahui aturan bahasa yang digunakan. Hal ini tidak mungkin,

menurutnya, karena data linguistik yang dimiliki anak-anak terlalu terbatas dan sangat bervariasi dari satu anak ke anak lainnya, namun semua anak memperoleh bahasa pada usia yang sama. Chomsky berpendapat bahwa ada modul berbeda yang disebut "perangkat pemerolehan bahasa" di otak setiap anak. Perangkat ini beroperasi secara otomatis, dan fungsi satu-satunya adalah memungkinkan anak memperoleh bahasa. Hal ini dilakukan dengan mengkodekan prinsip-prinsip "tata bahasa universal" yang dipatuhi oleh semua bahasa manusia, sehingga memungkinkan anak mempelajari tata bahasa dari bahasa apa pun dengan dorongan yang tepat. Chomsky memberikan serangkaian bukti yang mengesankan untuk klaim bahwa pemerolehan bahasa merupakan kapasitas modular seperti fakta bahwa bahkan mereka yang memiliki "kecerdasan umum" rendah biasanya dapat belajar berbicara dengan baik.

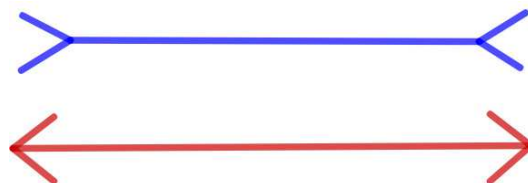
Beberapa bukti paling kuat untuk hipotesis modularitas berasal dari penelitian terhadap pasien dengan kerusakan otak, yang dikenal sebagai 'studi defisit'. Jika pikiran manusia merupakan pemecah masalah untuk tujuan umum, kita memperkirakan kerusakan pada otak akan mempengaruhi semua kapasitas kognitif secara kurang lebih sama. Namun bukan ini yang kami temukan. Sebaliknya, kerusakan otak seringkali mengganggu beberapa kapasitas kognitif namun tidak mempengaruhi kapasitas kognitif lainnya. Misalnya, kerusakan pada bagian otak yang dikenal sebagai area Wernicke membuat pasien tidak dapat memahami pembicaraan, meskipun mereka masih mampu menghasilkan kalimat yang tata bahasanya lancar. Hal ini sangat menyarankan bahwa ada modul terpisah untuk produksi dan pemahaman kalimat, karena hal ini akan menjelaskan mengapa hilangnya kapasitas yang terakhir tidak berarti hilangnya kapasitas yang disebutkan sebelumnya. Pasien kerusakan otak lainnya kehilangan ingatan jangka panjang (amnesia), namun ingatan jangka pendek serta kemampuan berbicara dan memahami mereka tidak terganggu. Sekali lagi, hal ini tampaknya mendukung modularitas dan bertentangan dengan pandangan pikiran sebagai pemecah masalah untuk tujuan umum.

Meskipun meyakinkan, bukti neuropsikologis semacam ini tidak menyelesaikan masalah modularitas secara meyakinkan. Bukti-bukti tersebut relatif sedikit, dan kita jelas tidak dapat merusak otak seseorang sesuka hati hanya untuk melihat bagaimana kapasitas kognitif mereka terpengaruh. Selain itu, terdapat perbedaan pendapat mengenai bagaimana data harus diinterpretasikan, seperti yang biasa terjadi dalam ilmu. Beberapa orang berpendapat bahwa pola gangguan kognitif yang diamati pada pasien kerusakan otak tidak berarti modularitas. Bahkan jika pikiran merupakan pemecah masalah untuk tujuan umum, yaitu non-modular, masih ada kemungkinan bahwa kapasitas kognitif yang berbeda dapat dipengaruhi secara berbeda oleh kerusakan otak, demikian argumen mereka. Jadi kita tidak bisa begitu saja membaca arsitektur pikiran dari studi defisit; paling-paling, yang kedua memberikan bukti yang salah untuk yang pertama.

Sebagian besar minat terhadap modularitas baru-baru ini disebabkan oleh karya Jerry Fodor, seorang filsuf dan psikolog Amerika. Dalam sebuah buku tahun 1983 berjudul *The Modularity of Mind*, Fodor menawarkan penjelasan baru tentang apa itu modul, dan beberapa gagasan menarik tentang kapasitas kognitif mana yang bersifat modular dan mana yang tidak. Fodor berargumentasi bahwa modul mental mempunyai sejumlah ciri khas, tiga di antaranya sangat penting: (i) bersifat spesifik domain, (ii) pengoperasiannya bersifat wajib, dan (iii) dikemas secara informasi. Sistem non-modular tidak memiliki fitur-fitur ini. Fodor kemudian berpendapat bahwa pikiran sebagian, meskipun tidak sepenuhnya modular: kita menyelesaikan beberapa tu-

gas kognitif menggunakan modul khusus, dan tugas lainnya menggunakan kecerdasan umum.

Mengatakan bahwa sistem kognitif bersifat spesifik domain berarti mengatakan bahwa sistem tersebut terspesialisasi: ia melakukan serangkaian tugas yang terbatas dan dibatasi secara tepat. Perangkat pemerolehan bahasa yang dipostulasikan Chomsky adalah contohnya. Fungsi alat ini hanyalah untuk memudahkan anak belajar bahasa, tidak membantu anak belajar bermain catur, berhitung, atau apa pun. Jadi perangkat mengabaikan masukan non-linguistik. Mengatakan bahwa sistem kognitif itu wajib berarti kita tidak dapat memilih apakah akan menjalankannya. Persepsi bahasa adalah contohnya. Jika Anda mendengar sebuah kalimat diucapkan dalam bahasa yang Anda tahu, Anda pasti mendengarnya sebagai pengucapan sebuah kalimat. Jika seseorang meminta Anda untuk mendengarkan kalimat sebagai 'suara murni', Anda tidak dapat mematuhiya sekeras apa pun Anda berusaha. Fodor menunjukkan bahwa tidak semua proses kognitif bersifat wajib dengan cara ini. Berpikir jernih tidaklah demikian. Jika seseorang meminta Anda memikirkan momen paling menakutkan dalam hidup Anda, atau apa yang akan Anda lakukan jika memenangkan lotre, Anda jelas dapat mematuhi instruksi mereka. Jadi pemikiran dan persepsi bahasa sangat berbeda dalam hal ini.



Gambar 3.6: Ilusi Müller-Lyer

Bagaimana dengan enkapsulasi informasi? Gagasan ini paling baik diilustrasikan dengan sebuah contoh. Lihatlah dua garis sejajar pada Gambar 3.6. Bagi kebanyakan orang, garis atas terlihat sedikit lebih panjang daripada garis bawah. Namun sebenarnya ini adalah ilusi optik yang dikenal dengan ilusi Müller-Lyer. Garis-garis tersebut sebenarnya sama panjangnya. Berbagai penjelasan telah dikemukakan mengapa garis paling atas terlihat lebih panjang, namun hal tersebut tidak perlu menjadi perhatian kita di sini. Intinya adalah ini: garis-garis tersebut tetap terlihat tidak sama panjangnya, meskipun Anda tahu bahwa itu hanyalah ilusi optik. Menurut Fodor, fakta sederhana ini mempunyai implikasi penting untuk memahami arsitektur pikiran. Hal ini menunjukkan bahwa informasi bahwa kedua garis memiliki panjang yang sama disimpan di wilayah pikiran kognitif yang tidak dapat diakses oleh mekanisme persepsi kita. Jika persepsi visual tidak diringkas dengan cara ini tetapi dapat memanfaatkan semua informasi yang tersimpan dalam pikiran, maka ilusi akan hilang segera setelah Anda diberitahu bahwa garis-garis tersebut sebenarnya memiliki panjang yang sama.

Contoh lain dari enkapsulasi informasi berasal dari fenomena fobia manusia. Pertimbangkan ophidiophobia, atau ketakutan terhadap ular, yang tersebar luas di kalangan manusia. Meskipun Anda tahu bahwa ular tertentu tidak berbahaya, mis. karena Anda telah diberitahu bahwa kelenjar racunnya telah dihilangkan, kemungkinan besar Anda masih takut dan tidak ingin menyentuhnya. Fobia semacam ini seringkali bisa diatasi dengan pelatihan, tapi itu soal lain. Poin kuncinya adalah informasi bahwa ular itu tidak berbahaya tidak dapat diakses oleh bagian piki-

ran Anda yang menimbulkan reaksi ketakutan ketika Anda melihat ular. Hal ini menunjukkan bahwa mungkin ada modul "ketakutan terhadap ular" yang tertanam dan dikemas secara informasi pada setiap manusia.

Anda mungkin bertanya-tanya mengapa masalah modularitas pikiran menjadi masalah para filsuf. Tentunya hanya sekedar pertanyaan fakta ilmiah apakah pikiran itu modular atau tidak? Hal ini memang benar, namun perdebatan ini mempunyai sejumlah dimensi filosofis. Yang pertama menyangkut bagaimana menghitung tugas dan modul kognitif. Pendukung modularitas berpendapat bahwa pikiran berisi modul khusus untuk melakukan tugas kognitif yang berbeda; lawan mereka menyangkal hal ini.

Namun bagaimana kita memutuskan apakah dua tugas kognitif itu sama atau berbeda? Apakah pengenalan wajah merupakan tugas kognitif tunggal atau terdiri dari dua tugas kognitif yang berbeda: mengenali wajah laki-laki dan mengenali wajah perempuan? Apakah pembagian panjang dan perkalian merupakan tugas kognitif yang berbeda, atau keduanya merupakan bagian dari tugas yang lebih umum dalam melakukan aritmatika? Pertanyaan semacam ini bersifat konseptual atau filosofis, bukan sekedar empiris, dan berpotensi penting dalam perdebatan modularitas. Misalkan penentang modularitas menghasilkan bukti eksperimental yang menunjukkan bahwa kita menggunakan kapasitas kognitif tunggal untuk melakukan berbagai jenis tugas kognitif. Lawan mereka mungkin menerima data eksperimen tetapi berargumen bahwa tugas-tugas kognitif yang dipermasalahkan semuanya berjenis sama, sehingga data tersebut sangat kompatibel dengan modularitas. Jadi agar perdebatan modularitas dapat terdefinisi dengan baik, diperlukan cara berprinsip dalam menghitung tugas dan modul kognitif.

Dimensi filosofis kedua muncul karena pendukung dan penentang modularitas menggunakan argumen apriori, selain bukti empiris langsung, untuk mendukung pandangan mereka. Fodor sendiri berpendapat bahwa meskipun persepsi dan bahasa mungkin bersifat modular, pemikiran dan penalaran tidak bisa bersifat "holistik". Untuk memahami argumen Fodor, misalkan Anda adalah anggota juri yang sedang mempertimbangkan keputusan apa yang akan diambil. Bagaimana Anda akan melakukan tugas Anda? Satu hal yang akan Anda pertimbangkan adalah apakah cerita terdakwa konsisten secara logika, apakah bebas dari kontradiksi? Dan Anda akan bertanya pada diri sendiri seberapa kuat bukti yang memberatkan terdakwa. Keterampilan penalaran yang Anda terapkan di sini, menguji konsistensi logis dan menilai bukti, bersifat umum; mereka tidak dirancang khusus untuk digunakan dalam layanan juri. Jadi kapasitas kognitif yang Anda gunakan dalam mempertimbangkan kesalahan terdakwa tidak spesifik pada domain tertentu. Juga tidak operasinya wajib, Anda harus secara sadar mempertimbangkan apakah terdakwa bersalah, dan dapat berhenti melakukannya kapan pun Anda mau, misalnya. saat istirahat makan siang. Terakhir, tidak ada enkapsulasi informasi juga. Tugas Anda adalah memutuskan apakah terdakwa bersalah, jadi Anda mungkin harus memanfaatkan informasi latar belakang yang Anda miliki jika Anda menganggapnya relevan. Misalnya, jika terdakwa bergerak-gerak gugup saat pemeriksaan silang, dan Anda yakin bahwa gerakan gugup sering kali merupakan tanda bersalah, Anda mungkin akan memanfaatkan keyakinan ini untuk mencapai keputusan Anda. Jadi tidak ada simpanan informasi yang tidak dapat diakses oleh mekanisme kognitif yang Anda gunakan untuk mencapai keputusan Anda (walaupun hakim mungkin meminta Anda untuk mengabaikan hal-hal tertentu). Singkatnya, tidak ada modul untuk memutuskan apakah se-

orang terdakwa bersalah. Anda mengatasi masalah kognitif ini menggunakan kecerdasan umum Anda.

Beberapa psikolog telah melangkah lebih jauh dari Fodor dan menyatakan bahwa pikiran sepenuhnya bersifat modular; ini dikenal sebagai 'hipotesis modularitas besar-besaran'. Para pendukung modularitas masif berpendapat secara umum bahwa kita mengharapkan pikiran manusia menunjukkan organisasi modular. Argumen utama mereka berasal dari pertimbangan adaptasi Darwinian. Pikiran manusia secara luas diperkirakan telah berevolusi pada zaman Pleistosen, yang memungkinkan nenek moyang hominid kita menghadapi tantangan sosial dan lingkungan yang mereka hadapi. Sarannya adalah organisasi modular menyediakan cara paling efisien untuk memecahkan tantangan-tantangan ini dan berperilaku adaptif. Seperangkat modul khusus, masing-masing dikhususkan untuk tugas tertentu, memungkinkan pemecahan masalah lebih cepat dan akurat. Analogi pisau tentara Swiss relevan di sini. Jelasnya, memiliki alat terpisah untuk membuka kaleng, membuka botol, dan mengencangkan sekrup lebih baik daripada memiliki satu alat serba guna yang dapat melakukan masing-masing hal tersebut. Demikian pula, pikiran dengan modul terpisah untuk pengenalan wajah, penguasaan bahasa, dan pilihan pasangan, misalnya, akan lebih efisien dibandingkan pikiran yang merupakan pemecah masalah untuk tujuan umum. Jadi pertimbangan desain yang optimal mendukung modularitas mental, demikian argumennya.

Argumen terkait menyatakan bahwa manusia tidak mungkin memperoleh semua informasi yang diperlukan untuk berperilaku adaptif dalam hidupnya. Kesempatan untuk belajar terlalu sedikit, demikian argumennya. Oleh karena itu, pikiran perlu memuat informasi bawaan, yang dikemas dalam sebuah modul, yang akan memungkinkan anak mengembangkan keterampilan kognitif yang sesuai dan dengan demikian berperilaku adaptif. Modul pemerolehan bahasa Chomsky menggambarkan hal ini. Modul ini berisi informasi bawaan tentang tata bahasa setiap bahasa manusia, memungkinkan anak memperoleh bahasa dengan masukan yang sangat minim. 'Kesenjangan' antara informasi yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas kognitif dan informasi yang dapat diperoleh melalui pembelajaran sering kali digunakan untuk mendukung organisasi kognitif modular. Namun sebenarnya, ini adalah argumen yang menyatakan bahwa pikiran mengandung informasi bawaan, bukan modularitas itu sendiri. Ini adalah ide-ide yang berbeda secara logis, namun dalam praktiknya, para pembela modularitas cenderung percaya pada informasi bawaan dan sebaliknya.

Hubungan antara modularitas dan sifat bawaan ini menunjukkan hal lain yang secara filosofis penting dalam perdebatan modularitas. Gagasan bahwa pikiran mengandung informasi bawaan sangat bertentangan dengan filsafat empiris tradisional, yang menyatakan bahwa semua pengetahuan berasal dari pengalaman. Pada abad ke-17 dan ke-18, penganut empirisme seperti John Locke dan David Hume berargumen bahwa saat lahir, pikiran manusia adalah sebuah *tabula rasa*?, atau papan tulis kosong, yang tidak ada tulisan apa pun di atasnya. Hanya melalui pengalaman manusia bisa mempunyai konsep dan pengetahuan. Doktrin empiris ini adalah doktrin yang terhormat, dan pada pandangan pertama, menurut banyak orang, doktrin ini jelas benar. Namun Chomsky berpendapat bahwa modul pemerolehan bahasanya, yang berisi informasi bawaan tentang tata bahasa universal, secara langsung menyangkal aspek filsafat empiris ini. Jika argumen Chomsky benar sebuah poin yang diperdebatkan dengan hangat, maka argumen tersebut

memberikan contoh menarik tentang bagaimana temuan ilmiah dapat menjadi masukan bagi perdebatan filosofis tradisional.

Masih terlalu dini untuk mengatakan apakah tesis modularitas besar-besaran akan terbukti dapat dipertahankan. Argumen apriori (yang mendukung dan menentang) tidak dapat menyelesaikan permasalahan dengan sendirinya; diperlukan bukti langsung. Fodor sendiri menolak modularitas besar-besaran, dan akibatnya, pesimistis terhadap kemungkinan psikologi kognitif dapat menjelaskan cara kerja pikiran manusia. Dia percaya bahwa hanya sistem modular yang dapat dipelajari secara ilmiah, sistem non-modular, karena tidak dikemas secara informasi, jauh lebih sulit untuk dimodelkan. Jadi menurut Fodor strategi penelitian terbaik bagi psikolog kognitif adalah fokus pada persepsi dan bahasa, mengesampingkan pemikiran dan penalaran. Namun tidak mengherankan, aspek pemikiran Fodor ini sangat kontroversial.

### **3.16.4 Ilmu dan kritiknya**

Banyak orang yang menganggap remeh bahwa ilmu adalah hal yang baik, karena alasan yang jelas. Bagaimanapun juga, ilmu pengetahuan telah memberi kita listrik, air minum yang aman, penisilin, dan perjalanan udara yang semuanya tentu saja memberikan manfaat bagi umat manusia. Namun terlepas dari kontribusinya yang mengesankan terhadap kesejahteraan manusia, ilmu pengetahuan bukannya tanpa kritik. Ada yang berpendapat bahwa masyarakat menghabiskan terlalu banyak uang untuk ilmu pengetahuan dibandingkan seni; yang lain mengamati bahwa ilmu telah memberi kita kemampuan teknologi yang tanpanya kita akan lebih baik, misalnya. senjata pemusnah massal. Beberapa feminis berpendapat bahwa ilmu pada dasarnya bersifat bias laki-laki; mereka yang beragama sering merasa bahwa ilmu mengancam keimanan mereka; dan para antropolog menuduh ilmu Barat dengan arogan menganggap superioritasnya dibandingkan pengetahuan dan kepercayaan budaya asli. Hal ini tidak mencakup seluruh daftar kritik yang menjadi sasaran ilmu, namun di sini kami membatasi perhatian kami pada tiga kritik yang memiliki kepentingan filosofis tertentu.

### **3.16.5 Ilmiah**

Kata 'ilmiah' telah memperoleh cap khusus di zaman modern. Jika seseorang menuduh Anda berperilaku tidak ilmiah, hampir pasti mereka sedang mengkritik Anda. Perilaku ilmiah bersifat rasional dan patut dipuji; perilaku tidak ilmiah adalah tidak rasional dan patut dihina. Sulit untuk mengetahui mengapa menyebut sesuatu yang ilmiah harus memiliki konotasi ini, namun hal ini mungkin berkaitan dengan tingginya status ilmu pengetahuan dalam masyarakat modern. Para ilmuwan diperlakukan sebagai ahli, pendapat mereka secara teratur dicari mengenai hal-hal yang penting secara sosial. Tentu saja, semua orang menyadari bahwa para ilmuwan terkadang melakukan kesalahan; misalnya, para penasihat ilmiah pemerintah Inggris pada awal tahun 1990-an menyatakan bahwa penyakit "sapi gila" tidak menimbulkan ancaman bagi manusia, namun sayangnya hal ini terbukti keliru. Namun gangguan semacam ini yang kadang terjadi cenderung tidak menggoyahkan kepercayaan masyarakat terhadap ilmu, maupun harga diri para ilmuwan.



Di banyak negara, ilmuwan dipandang seperti pemimpin agama: pemilik pengetahuan khusus yang tidak dapat diakses oleh orang awam.

'Ilmiah' adalah istilah merendahkan yang digunakan oleh beberapa filsuf untuk menggambarkan apa yang mereka lihat sebagai pemujaan terhadap ilmu atau sikap terlalu menghormati ilmu modern. Penentang saintisme berpendapat bahwa ilmu bukanlah satu-satunya bentuk upaya intelektual yang valid dan bukan satu-satunya cara untuk memahami dunia. Mereka sering menekankan bahwa mereka bukanlah anti-ilmu; yang ditentang mereka adalah asumsi bahwa metode ilmiah dapat diterapkan pada setiap pokok bahasan. Jadi tujuan mereka bukan untuk menyerang ilmu pengetahuan tetapi untuk menempatkannya pada tempatnya, dengan menolak gagasan bahwa pengetahuan ilmiah adalah seluruh pengetahuan yang ada.

Saintisme adalah sebuah doktrin yang agak kabur, dan mengingat istilah ini memiliki penggunaan yang merendahkan, hanya sedikit orang yang secara eksplisit mengakui bahwa mereka memercayainya. Meskipun demikian, sesuatu yang mirip dengan pemujaan terhadap ilmu adalah ciri asli dari lanskap intelektual. Hal ini belum tentu buruk, mungkin ilmu pengetahuan patut dipuja. Namun hal tersebut tentu saja merupakan fenomena nyata. Salah satu bidang yang sering dituduh sebagai pemujaan ilmu pengetahuan adalah filsafat anglophone kontemporer (yang mana filsafat ilmu hanyalah salah satu cabangnya). Secara tradisional, filsafat dianggap sebagai mata pelajaran humaniora, meskipun terdapat hubungan historis yang erat dengan matematika dan ilmu, dan hal ini memiliki alasan yang kuat. Filsafat mengajukan pertanyaan tentang hakikat pengetahuan, moralitas, dan kesejahteraan manusia, misalnya, yang tampaknya tidak dapat diselesaikan dengan metode ilmiah. Tidak ada cabang ilmu pengetahuan yang memberi tahu kita bagaimana kita harus menjalani hidup, apa itu pengetahuan, atau apa saja yang terlibat dalam perkembangan manusia; ini pada dasarnya adalah pertanyaan filosofis.

Mengingat hal ini, mungkin tampak mengejutkan bahwa beberapa filsuf bersikeras bahwa ilmu adalah satu-satunya jalan yang sah menuju pengetahuan. Mereka berpendapat bahwa pertanyaan-pertanyaan yang tidak dapat diselesaikan dengan cara-cara ilmiah bukanlah pertanyaan-pertanyaan yang asli. Pandangan ini didukung oleh filsuf terkenal Inggris abad ke-20, Bertrand Russell, yang menulis: Pengetahuan apa pun yang dapat dicapai, harus dicapai melalui metode ilmiah; dan apa yang tidak dapat ditemukan oleh ilmu, tidak dapat diketahui oleh umat manusia. Landasan pandangan ini terletak pada doktrin yang disebut "naturalisme", yang menekankan bahwa kita manusia adalah bagian tak terpisahkan dari alam, bukan sesuatu yang terpisah darinya, seperti yang selama ini diyakini. Karena ilmu pengetahuan mempelajari seluruh alam, tentunya ilmu pengetahuan harus mampu mengungkap kebenaran lengkap tentang kondisi manusia, tanpa menyisakan apa pun untuk filsafat. Dalam pandangan ini, filsafat tidak mempunyai pokok bahasan tersendiri. Se jauh hal ini mempunyai peran yang berguna, hal ini melibatkan ?klarifikasi konsep-konsep ilmiah? sehingga para ilmuwan dapat melanjutkan pekerjaan mereka.

Tidak mengherankan jika banyak filsuf menolak subordinasi disiplin mereka pada ilmu; ini adalah salah satu sumber penentangan terhadap saintisme. Mereka berargumentasi bahwa penyelidikan filosofis mempunyai metode tersendiri, yang dapat mengungkap kebenaran yang tidak dapat diungkapkan oleh ilmu. Para pendukung pandangan ini berpendapat bahwa filsafat harus bertujuan untuk konsisten dengan ilmu pengetahuan, dalam arti tidak mengajukan klaim yang bertentangan dengan apa yang diajarkan ilmu pengetahuan kepada kita. Mereka biasanya



menerima bahwa kita manusia adalah bagian dari tatanan alam, sehingga tidak dikecualikan dari lingkup ilmu pengetahuan. Namun, menurut mereka, hal ini tidak berarti bahwa ilmu adalah satu-satunya sumber pengetahuan yang sah tentang dunia.

Apa sebenarnya metode penyelidikan filosofis ini? Hal ini mencakup penalaran logis, penggunaan eksperimen pemikiran, dan apa yang disebut "analisis konseptual", yang mencoba membatasi suatu konsep tertentu dengan mengandalkan intuisi kita tentang apakah suatu kasus tertentu termasuk dalam konsep tersebut. Misalnya, pertanyaan filosofis klasik menanyakan apakah pengetahuan identik dengan keyakinan sejati. Kebanyakan filsuf mengatakan bahwa jawabannya adalah 'tidak', dengan dasar bahwa kita dapat menyusun kasus-kasus di mana seseorang benar-benar mempercayai suatu proposisi tertentu tetapi tidak dapat dikatakan mengetahuinya. (Contohnya, misalkan Anda percaya bahwa saat ini pukul enam lewat sepuluh karena itulah yang tertulis pada jam tangan Anda; pada kenyataannya, jam tangan Anda rusak, namun secara kebetulan, waktu sebenarnya menunjukkan pukul enam lewat sepuluh! Oleh karena itu, keyakinan Anda benar, namun secara intuitif Anda tidak tahu bahwa saat itu pukul enam lewat sepuluh, karena Anda hanya 'beruntung'.) Jadi dengan menggunakan analisis konseptual, kita dapat menetapkan bahwa pengetahuan dan keyakinan yang benar tidaklah identik, yang merupakan kebenaran filosofis substantif. Ini hanyalah salah satu contoh, namun menggambarkan gagasan bahwa penyelidikan filosofis dapat menghasilkan pengetahuan sejati dengan menggunakan metode non-ilmiahnya sendiri.

Bagaimana seharusnya perdebatan ini dinilai? Di satu sisi, tentu saja terdapat contoh-contoh pertanyaan filosofis yang tampaknya asli, tidak berasal dari ilmu pengetahuan apa pun, dan dapat dijawab dengan metode khas para filsuf. Namun, banyak pertanyaan yang dibahas dalam sejarah filsafat, misalnya, tentang persepsi, imajinasi, dan ingatan, ternyata menjadi persoalan bagi ilmu-ilmu empiris, khususnya psikologi. Memang benar, kumpulan pertanyaan yang digolongkan sebagai pertanyaan "filosofis" telah menyusut selama berabad-abad, seiring dengan semakin banyaknya pertanyaan yang disesuaikan dengan ilmu pengetahuan. Selain itu, gagasan bahwa penyelidikan filosofis dan penyelidikan ilmiah bersifat otonom, masing-masing mengandalkan metodenya sendiri, telah dikritik sebagai angan-angan; Para penentangannya menyatakan bahwa meskipun ada kemajuan dalam ilmu pengetahuan, kemajuan dalam filsafat agak sulit dilihat.

Persoalan yang serupa berkaitan dengan hubungan antara ilmu-ilmu alam dan ilmu-ilmu sosial. Sama seperti para filsuf yang mengeluhkan 'pemujaan ilmu pengetahuan' dalam disiplin mereka, demikian pula ilmuwan sosial mengeluhkan 'pemujaan ilmu alam' dalam disiplin mereka. Seringkali ilmu-ilmu alam seperti fisika, kimia, dan biologi dirasakan lebih maju dibandingkan ilmu-ilmu sosial seperti ekonomi, sosiologi, dan antropologi; kelompok pertama dapat merumuskan hukum yang tepat dengan kekuatan prediksi yang besar, sedangkan kelompok kedua biasanya tidak bisa. Mengapa demikian? Hal ini tidak mungkin terjadi karena ilmuwan alam lebih pintar daripada ilmuwan sosial. Salah satu jawaban yang mungkin adalah metode ilmu pengetahuan alam lebih unggul. Jika hal ini benar, maka apa yang perlu dilakukan oleh ilmu-ilmu sosial untuk mengejar ketertinggalannya adalah dengan meniru metode ilmu-ilmu alam. Sampai batas tertentu, hal ini sudah terjadi. Meningkatnya penggunaan matematika dalam ilmu-ilmu sosial mungkin sebagian disebabkan oleh sikap ini. Fisika membuat lompatan maju yang

besar ketika Galileo mengambil langkah menerapkan bahasa matematika pada deskripsi gerak, sehingga tergoda untuk berpikir bahwa lompatan maju yang sebanding mungkin dapat dicapai dalam ilmu-ilmu sosial jika ada cara 'matematisasi' materi pelajaran yang sebanding. dapat ditemukan.

Namun, beberapa ilmuwan sosial menolak saran bahwa mereka harus memandang ilmu alam dengan cara ini, dengan alasan bahwa metode ilmu alam belum tentu sesuai untuk mempelajari fenomena sosial. Mereka biasanya menyangkal bahwa ilmu-ilmu sosial lebih miskin jika dibandingkan dengan ilmu-ilmu alam, dan menunjukkan bahwa kompleksitas fenomena sosial, dan fakta bahwa eksperimen terkontrol biasanya tidak dapat dilakukan, berarti bahwa menemukan hukum yang tepat dengan kekuatan prediktif bukanlah suatu pilihan yang tepat. tolok ukur keberhasilan.

Versi berpengaruh dari argumen ini berasal dari sosiolog Jerman abad ke-19 Wilhelm Dilthey dan Max Weber. Mereka berpendapat bahwa fenomena sosial harus dipahami dari sudut pandang aktor yang bertanggung jawab atas fenomena tersebut. Yang membedakan fenomena sosial dengan fenomena alam adalah bahwa fenomena sosial merupakan hasil kesengajaan manusia. Oleh karena itu, suatu jenis pemahaman khusus, yang disebut *verstehen*, diperlukan untuk penyelidikan ilmu sosial; ini melibatkan upaya untuk memahami makna subjektif yang dimiliki suatu tindakan sosial bagi aktornya. Misalnya, seorang antropolog yang mempelajari suatu ritual keagamaan perlu memahami pentingnya ritual tersebut bagi para pesertanya; analisis yang murni "objektif", seperti yang dapat diperoleh dengan menerapkan metode ilmu pengetahuan alam, tidak dapat menghasilkan pemahaman yang sejati mengenai ritual tersebut, karena analisis tersebut mengabaikan hal krusial mengenai makna ritual tersebut. Doktrin *verstehen* dengan demikian mengemukakan adanya diskontinuitas yang tajam antara ilmu-ilmu alam dan ilmu-ilmu sosial. Doktrin tersebut mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap perkembangan antropologi dan sosiologi khususnya pada abad ke-20.

Baik isu saintisme maupun isu paralel tentang ilmu alam dan ilmu sosial tidak mudah untuk diselesaikan. Hal ini antara lain karena tidak sepenuhnya jelas apa sebenarnya yang dimaksud dengan "metode ilmu pengetahuan", atau "metode ilmu pengetahuan alam", yang sering diabaikan oleh kedua belah pihak dalam perdebatan. Jika kita ingin mengetahui apakah metode ilmu dapat diterapkan pada setiap mata pelajaran, atau apakah metode tersebut mampu menjawab setiap pertanyaan penting, kita tentu perlu mengetahui apa sebenarnya metode tersebut. Namun seperti yang telah kita lihat, pertanyaan ini tidak sejelas kelihatannya. Tentu saja, kita mengetahui beberapa ciri utama penyelidikan ilmiah: pengujian eksperimental, observasi, konstruksi teori, dan inferensi induktif. Namun daftar ini tidak memberikan definisi yang tepat tentang 'metode ilmiah'. Juga tidak jelas bahwa definisi seperti itu dapat diberikan. Ilmu pengetahuan berubah dengan cepat dari waktu ke waktu, sehingga asumsi bahwa ada 'metode ilmiah' yang tetap dan tidak berubah, yang digunakan oleh semua disiplin ilmu sepanjang waktu, tidak dapat dihindari. Namun asumsi ini tersirat baik dalam klaim bahwa ilmu adalah satu-satunya jalan menuju pengetahuan maupun dalam klaim tandingan bahwa beberapa pertanyaan tidak dapat dijawab dengan metode ilmiah. Hal ini menunjukkan bahwa, setidaknya sampai batas tertentu, perdebatan tentang saintisme mungkin bertumpu pada anggapan yang salah.

### 3.16.6 Ilmu dan agama

Ketegangan antara ilmu dan agama sudah lama terjadi. Mungkin contoh paling terkenal adalah perselisihan Galileo dengan Gereja Katolik. Pada tahun 1633, Inkuisisi memaksa Galileo untuk secara terbuka menarik kembali pandangan Copernicusnya dan menghukumnya untuk menghabiskan tahun-tahun terakhirnya sebagai tahanan rumah di Florence. Gereja menolak teori Copernicus karena tentu saja bertentangan dengan Kitab Suci. Dalam beberapa tahun terakhir, pertikaian ilmu/agama yang paling menonjol adalah pertikaian sengit antara kaum Darwinis dan pendukung “perancangan cerdas” di Amerika Serikat, yang akan menjadi fokus kami di sini.

Penentangan teologis terhadap teori evolusi Darwin bukanlah hal baru. Ketika *The Origin of Species* diterbitkan pada tahun 1859, buku ini langsung menuai kritik dari kalangan gereja di Inggris. Alasannya jelas: teori Darwin menyatakan bahwa semua spesies yang ada saat ini, termasuk manusia, berasal dari nenek moyang yang sama dalam jangka waktu yang lama. Teori ini jelas bertentangan dengan Kitab Kejadian yang mengatakan bahwa Tuhan menciptakan semua makhluk hidup dalam jangka waktu enam hari. Beberapa penganut Darwin telah mencoba menyelaraskan keyakinan mereka akan evolusi dengan keyakinan Kristen mereka dengan menyatakan bahwa Kitab Kejadian tidak boleh ditafsirkan secara harfiah, melainkan harus dianggap sebagai kiasan atau simbolik. Namun, di AS, banyak penganut Protestan evangelis yang tidak mau mengubah keyakinan agama mereka agar sesuai dengan temuan ilmiah. Mereka bersikukuh bahwa kisah penciptaan dalam Alkitab benar adanya dan teori evolusi Darwin sepenuhnya salah.

Pendapat ini dikenal sebagai “kreasionisme”, dan diterima oleh sekitar 40 persen populasi orang dewasa di AS. Kreasionisme merupakan sebuah kekuatan politik yang sangat kuat, dan selama bertahun-tahun telah memberikan pengaruh yang besar terhadap pengajaran biologi di sekolah-sekolah menengah di Amerika, sehingga membuat para ilmuwan kecewa. Karena konstitusi Amerika melarang pengajaran agama di sekolah-sekolah umum, maka diciptakanlah “ilmu penciptaan” yang menyatakan bahwa penjelasan alkitabiah tentang penciptaan adalah penjelasan ilmiah yang lebih baik mengenai kehidupan di bumi dibandingkan dengan teori evolusi Darwin. Jadi mengajarkan penciptaan berdasarkan Alkitab tidak melanggar larangan konstitusi, karena hal itu dianggap sebagai ilmu pengetahuan, bukan agama! Pada tahun 1981, sebuah undang-undang disahkan di Arkansas yang menyerukan agar guru biologi memberikan “waktu yang sama” pada ilmu pengetahuan evolusi dan penciptaan. Namun, hal ini ditolak oleh hakim federal pada tahun berikutnya, dan pada tahun 1987 keputusan Mahkamah Agung memutuskan bahwa pengajaran ilmu penciptaan di sekolah umum adalah inkonstitusional.

Menyusul kekalahan hukum ini, gerakan ilmu penciptaan dengan cerdas mengubah namanya menjadi “desain cerdas”. Nama tersebut mengacu pada argumen lama tentang keberadaan Tuhan, yang dikenal sebagai “argumen dari desain”, yang mengatakan bahwa keberadaan organisme biologis yang kompleks hanya dapat dijelaskan dengan asumsi bahwa dewa yang cerdas menciptakannya; dewa ini biasanya diidentikkan dengan Tuhan Kristen. Argumen mengenai desain adalah bagian dari arus utama intelektual pada era pra-Darwinian namun tentu saja ditolak oleh para ahli biologi kontemporer. Para pendukung rancangan cerdas telah menyadarkan kembali argumen tersebut, dengan mengklaim bahwa organisme biologis menunjukkan “kompleksitas yang tidak dapat direduksi” yang tidak mungkin berevolusi dengan cara Darwin, dan dengan demikian

merupakan bukti hasil karya Tuhan. Sistem yang "kompleks dan tidak dapat direduksi" adalah sistem yang memiliki sejumlah bagian yang saling berinteraksi, yang masing-masing bagiannya sangat penting bagi berfungsinya sistem, jika salah satu bagian tersebut disingkirkan atau diubah, maka sistem akan rusak. Memang benar bahwa organisme biologis, dan memang sel-sel individual, dalam hal ini bersifat kompleks, karena fungsinya bergantung pada aktivitas terkoordinasi dari banyak komponen biokimia. Saling ketergantungan semacam ini tidak mungkin terjadi melalui seleksi alam, klaim kelompok perancang cerdas.

Meskipun baru-baru ini menonjol, argumen ini adalah anggur lama dalam botol baru. Dalam *The Origin of Species*, Darwin sendiri bertanya-tanya bagaimana mata vertebrata, sebuah organ yang sangat kompleks, bisa berevolusi melalui seleksi alam, dan ia menyatakan bahwa sekilas hal ini tampak "tidak masuk akal". Namun, Darwin percaya bahwa kesulitan ini dapat diatasi dengan membayangkan rangkaian mulai dari mata sederhana (mungkin hanya beberapa sel peka cahaya) hingga mata modern melalui serangkaian perbaikan bertahap, yang masing-masing memberikan keuntungan selektif. Dengan cara ini, sebuah organ yang sangat kompleks, dengan komponen-komponen yang telah diatur dengan baik, dapat berevolusi melalui seleksi alam. Darwin sendiri hanya dapat menebak apa saja tahap peralihan dalam evolusi mata. Namun karya ilmiah baru-baru ini telah menawarkan wawasan rinci tentang kemungkinan urutan tahapan, berdasarkan studi perkembangan embrio mata, dan melakukan analisis genetik terperinci, pada spesies vertebrata. Jadi anggapan bahwa mata tidak mungkin muncul melalui seleksi alam telah berhasil dibantah. Moralnya bersifat generalisasi: tidak ada bukti yang mendukung gagasan bahwa organisme menunjukkan ciri-ciri yang tidak mungkin dihasilkan oleh proses evolusi.

Selain penekanan mereka pada "kompleksitas yang tidak dapat direduksi", para pendukung perancangan cerdas telah mencoba melemahkan pandangan dunia Darwin dengan cara lain. Mereka berargumentasi bahwa bukti-bukti yang mendukung Darwinisme tidak meyakinkan, sehingga Darwinisme tidak boleh dianggap sebagai fakta yang sudah mapan melainkan sebagai "hanya sebuah teori". Selain itu, mereka juga berfokus pada berbagai perselisihan internal di antara para penganut Darwin, dan mengambil beberapa pernyataan yang tidak hati-hati dari masing-masing ahli biologi, dalam upaya untuk menunjukkan bahwa ketidaksepakatan dengan teori evolusi adalah hal yang wajar secara ilmiah. Mereka menyimpulkan bahwa karena Darwinisme 'hanya sebuah teori', siswa juga harus dihadapkan pada teori-teori alternatif seperti teori bahwa dewa yang cerdas menciptakan semua organisme hidup.

Di satu sisi, memang benar bahwa Darwinisme "hanya sebuah teori" dan bukan fakta yang terbukti. Seperti yang kita lihat di Bab 3.7, hal ini tidak mungkin terjadi membuktikan bahwa suatu teori ilmiah adalah benar, dalam arti pembuktian yang ketat, karena kesimpulan dari data ke teori selalu bersifat non-deduktif. Namun ini adalah poin umum yang tidak ada hubungannya dengan teori evolusi itu sendiri. Dengan cara yang sama, kita dapat berargumentasi bahwa 'hanya sebuah teori' bahwa bumi berputar mengelilingi matahari, atau bahwa air terbuat dari  $H_2O$ , atau bahwa benda-benda yang tidak didukung cenderung jatuh, sehingga siswa harus diberikan alternatif terhadap masing-masing teori tersebut. Namun, para pendukung desain cerdas tidak membantah hal ini. Mereka tidak skeptis terhadap ilmu pengetahuan secara keseluruhan, namun terhadap teori evolusi secara khusus. Jadi, agar posisi mereka bisa dipertahankan, mereka tidak bisa begitu saja menyatakan bahwa data kami tidak menjamin kebenaran teori Darwin. Hal yang

sama berlaku untuk setiap teori ilmiah, dan juga berlaku untuk sebagian besar keyakinan yang masuk akal.

Argumen rancangan cerdas lainnya adalah bahwa catatan fosil tidak lengkap, terutama jika menyangkut nenek moyang *Homo sapiens*. Ada beberapa kebenaran dalam tuduhan ini. Para evolusionis telah lama bingung mengenai kesenjangan dalam catatan fosil. Salah satu teka-teki yang masih ada adalah mengapa hanya ada sedikit sekali "fosil transisi" makhluk peralihan antara dua spesies. Jika spesies kemudian berevolusi dari spesies sebelumnya seperti yang ditegaskan teori Darwin, tentu saja fosil transisi merupakan hal yang umum? Namun, hal ini bukanlah argumen yang baik untuk menentang teori Darwin. Fosil bukanlah satu-satunya atau bahkan sumber utama bukti teori evolusi. Sumber lain termasuk anatomi komparatif, embriologi, biogeografi, dan genetika. Misalnya saja fakta bahwa manusia dan simpanse mempunyai 98 persen DNA yang sama. Fakta ini dan ribuan fakta serupa sangat masuk akal jika teori evolusi benar, dan dengan demikian merupakan bukti bagus bagi teori tersebut. Tentu saja, seorang pendukung rancangan cerdas juga dapat menjelaskan fakta ini, dengan mengatakan bahwa sang perancang memilih untuk membuat manusia dan simpanse secara genetis serupa karena alasan mereka sendiri. Namun kemungkinan untuk memberikan "penjelasan" semacam ini hanya menunjukkan bahwa teori Darwin tidak disertai bukti secara logis, sehingga pada prinsipnya, penjelasan lain dapat dibuat. Poin metodologis ini benar tetapi tidak menunjukkan sesuatu yang istimewa mengenai Darwinisme.

Meskipun argumen kelompok perancangan cerdas sama sekali tidak masuk akal, kontroversi tersebut menimbulkan pertanyaan serius mengenai pendidikan ilmu. Bagaimana seharusnya ketegangan antara ilmu dan agama diatasi dalam sistem pendidikan sekuler? Siapa yang harus menentukan isi kelas ilmu di sekolah menengah? Haruskah orang tua yang tidak ingin anaknya diajari tentang evolusi, atau materi ilmiah lainnya, ditolak oleh negara? Pertanyaan-pertanyaan ini biasanya hanya mendapat sedikit perhatian publik, namun pertentangan antara Darwinisme dan perancangan cerdas telah mengedepankan pertanyaan-pertanyaan ini.

### **3.16.7 Apakah ilmu bebas nilai?**

Semua orang pasti setuju bahwa pengetahuan ilmiah terkadang digunakan untuk tujuan yang tidak etis, misalnya membuat senjata nuklir dan kimia. Namun, kasus-kasus seperti ini tidak menunjukkan bahwa ada sesuatu yang tidak pantas secara etis mengenai pengetahuan ilmiah itu sendiri. Penggunaan pengetahuan tersebutlah yang tidak etis. Memang benar, banyak filsuf akan mengatakan bahwa tidak masuk akal jika kita berbicara tentang ilmu atau pengetahuan ilmiah yang etis atau tidak etis. Ilmu berkaitan dengan fakta, dan fakta itu sendiri tidak memiliki signifikansi etis. Apa yang kita lakukan terhadap fakta-fakta itulah yang benar atau salah, bermoral atau tidak bermoral. Dalam pandangan ini, ilmu pada dasarnya adalah aktivitas bebas nilai yang tugasnya hanya memberikan informasi tentang dunia. Apa yang masyarakat pilih untuk dilakukan terhadap informasi tersebut adalah soal lain.

Tidak semua filsuf menerima gambaran ilmu ini sebagai sesuatu yang netral dalam kaitannya dengan pertanyaan tentang nilai, maupun dikotomi fakta/nilai yang mendasarinya. Beberapa orang menyatakan bahwa penyelidikan ilmiah selalu sarat dengan penilaian nilai. Salah satu

argumen untuk hal ini berasal dari fakta nyata bahwa ilmuwan harus memilih apa yang akan dipelajari, tidak semuanya dapat diperiksa sekaligus. Jadi penilaian mengenai kepentingan relatif dari objek-objek studi yang berbeda harus dibuat, dan ini adalah penilaian nilai, dalam arti yang lemah. Argumen lain berasal dari fakta bahwa kumpulan data apa pun pada prinsipnya dapat dijelaskan dengan lebih dari satu cara. Oleh karena itu, pilihan teori seorang ilmuwan tidak akan pernah ditentukan secara unik oleh datanya. Beberapa filsuf menganggap hal ini untuk menunjukkan bahwa nilai selalu terlibat dalam pilihan teori, dan dengan demikian ilmu tidak bisa bebas nilai. Argumen ketiga adalah bahwa pengetahuan ilmiah tidak dapat dipisahkan dari penerapannya sebagaimana yang disyaratkan oleh kebebasan nilai. Berdasarkan pandangan ini, sangatlah naif jika kita menggambarkan para ilmuwan yang melakukan penelitian tanpa pamrih demi kepentingan mereka sendiri, tanpa memikirkan penerapan praktisnya. Fakta bahwa banyak penelitian ilmiah saat ini didanai oleh sektor swasta memperkuat pandangan ini.

Meskipun menarik, argumen-argumen ini agak abstrak dan bertujuan untuk menunjukkan bahwa ilmu tidak bisa bebas nilai sebagai sebuah prinsip, dibandingkan mengidentifikasi kasus-kasus aktual mengenai nilai yang berperan dalam ilmu. Namun tuduhan spesifik mengenai muatan nilai juga telah dilontarkan. Di sini kita fokus pada dua contoh, satu dari psikologi/biologi dan yang lainnya dari kedokteran.

Kasus pertama kami berkaitan dengan disiplin psikologi evolusioner, yang mencoba memahami susunan psikologis manusia, dan perilaku yang dihasilkannya, dengan menerapkan prinsip-prinsip Darwin. Sekilas, proyek ini terdengar sangat masuk akal. Manusia hanyalah salah satu spesies hewan, dan para ahli biologi sepakat bahwa teori Darwin dapat menjelaskan banyak hal tentang perilaku hewan dan landasan psikologisnya. Misalnya, ada penjelasan Darwin yang jelas tentang mengapa tikus secara naluriah takut terhadap kucing. Di masa lalu, tikus dengan rasa takut naluriah ini cenderung meninggalkan lebih banyak keturunan dibandingkan tikus yang tidak memiliki keturunan, karena tikus tersebut akan dimakan; dengan asumsi bahwa naluri tersebut didasarkan pada genetika, dan dengan demikian diturunkan dari orang tua ke keturunannya, selama beberapa generasi, maka naluri tersebut akan menyebar ke seluruh populasi. Para psikolog evolusi percaya bahwa banyak aspek psikologi manusia yang dapat diberikan penjelasan Darwinian semacam ini.

Sebagai ilustrasi, pertimbangkan preferensi kawin manusia. Terdapat bukti bahwa laki-laki dan perempuan secara sistematis berbeda dalam atribut yang mereka cari dari pasangan kawinnya. (Kekuatan bukti ini masih diperdebatkan.) Sebuah survei lintas budaya besar-besaran yang dilakukan oleh David Buss menemukan bahwa laki-laki rata-rata lebih memilih pasangan nikah perempuan mereka yang lebih muda dari mereka, dan memiliki usia yang hampir sama dengan puncak perempuan. kesuburan (sekitar 24 tahun). Sebaliknya, perempuan lebih memilih menikah dengan laki-laki yang lebih tua darinya. Selain itu, daya tarik fisik lebih penting bagi laki-laki, sedangkan potensi penghasilan lebih penting bagi perempuan. Buss dan psikolog evolusioner lainnya berpendapat bahwa preferensi ini mempunyai penjelasan Darwin. Dari sudut pandang evolusi, strategi terbaik bagi pejantan adalah menemukan pasangan betina yang memiliki potensi reproduksi tinggi, karena hal ini akan memaksimalkan jumlah keturunan yang dapat dihasilkan oleh betina tersebut. Betina sebaiknya memilih pejantan berstatus tinggi, yang menguasai sumber daya dan mampu menafkahi keturunannya. (Perbedaan dalam strategi kawin

yang optimal ini berasal dari fakta bahwa betina memiliki persediaan telur yang terbatas, sedangkan jantan memiliki sperma yang tidak terbatas, sehingga perawatan keturunan lebih penting bagi betina.) Oleh karena itu, ada pendapat bahwa preferensi kawin pada manusia modern bisa berbeda-beda. dijelaskan oleh seleksi alam Darwin.

Meskipun gagasan bahwa ciri-ciri psikologis manusia telah berevolusi melalui seleksi alam adalah masuk akal, psikologi evolusioner adalah bidang yang kontroversial, dan para praktisiannya telah dituduh memiliki bias ideologis. Kontroversi ini bermula dari "perang sosiobiologi" pada tahun 1970an dan 1980an. Sosiobiologi manusia adalah disiplin pendahulu psikologi evolusioner dan memiliki komitmen yang sama untuk mencari penjelasan Darwin tentang perilaku manusia. Serangkaian pertukaran sengit terjadi antara E. O. Wilson, yang bukunya tahun 1975 *Sociobiology* mendirikan bidang ini, dan rekannya di Harvard Richard Lewontin dan Stephen Jay Gould. Perselisihan ini muncul dari klaim Wilson bahwa banyak perilaku sosial manusia, termasuk agresi, pemerkosaan, dan xenofobia, mempunyai dasar genetik, dan merupakan adaptasi yang disukai oleh seleksi alam karena meningkatkan keberhasilan reproduksi nenek moyang kita.

Sosiobiologi menuai berbagai kritik, beberapa di antaranya sangat ilmiah. Kritikus menunjukkan bahwa hipotesis sosiobiologis sulit untuk diuji sehingga harus dianggap sebagai dugaan, bukan kebenaran yang pasti, dan bahwa pengaruh budaya terhadap perilaku manusia tidak boleh diremehkan. Namun pihak lain mengajukan keberatan yang lebih mendasar, dengan menyatakan bahwa seluruh upaya sosiobiologis secara ideologis patut dicurigai. Mereka melihatnya sebagai upaya untuk memaafkan perilaku anti-sosial, yang biasanya dilakukan oleh laki-laki, atau untuk mendukung keniscayaan pengaturan sosial tertentu. Dengan berargumentasi bahwa pemerkosaan, misalnya, mempunyai komponen genetik dan muncul melalui seleksi Darwin, para ahli sosiobiologi tampaknya menyiratkan bahwa hal tersebut "alami" sehingga para pemerkosa tidak bertanggung jawab atas tindakan mereka-mereka hanya menuruti dorongan genetik mereka. Singkatnya, para kritikus menuduh bahwa sosiobiologi adalah ilmu yang sarat nilai, dan nilai-nilai yang terkandung di dalamnya sangat meragukan.

Dalam banyak hal, psikologi evolusioner modern mewakili kemajuan dibandingkan sosiobiologi pada tahun 1970an dan 1980an. Karya terbaik dalam psikologi evolusioner memiliki dasar empiris yang kuat dan memenuhi standar ilmiah yang paling ketat. Determinisme genetik yang naif dari para sosiobiolog awal telah memberikan gambaran yang lebih berbeda di mana faktor-faktor budaya, dan juga gen, diakui mempengaruhi perilaku, dan di mana keragaman lintas budaya tidak diabaikan. Namun, psikologi evolusioner terus menarik kritik, sebagian karena psikologi evolusioner sama dengan pendahulunya yang menekankan sisi 'gelap' dari sifat manusia, fokus pada hal-hal yang berkaitan dengan seks, perkawinan, dan pernikahan, serta dugaan adanya perbedaan psikologis bawaan. antara pria dan wanita. Fokus-fokus ini agak mengejutkan, mengingat psikologi manusia mencakup lebih dari itu. Oleh karena itu, tuduhan bahwa psikologi evolusioner berfungsi untuk memperkuat stereotip yang ada, meskipun secara tidak sengaja, sulit untuk sepenuhnya dihindari.

Salah satu tanggapan yang mungkin terhadap tuduhan ini adalah dengan menekankan perbedaan antara fakta dan nilai. Pertimbangkan saran yang dibuat oleh beberapa psikolog evolusioner bahwa perselingkuhan dalam perkawinan, atau "persetubuhan ekstra-pasangan", adalah strategi

berevolusi yang digunakan perempuan untuk memperoleh manfaat genetik bagi keturunannya ketika pasangan jangka panjang mereka memiliki kualitas genetik yang rendah. Benar atau tidaknya hal ini mungkin merupakan pertanyaan berdasarkan fakta ilmiah, meski tidak mudah untuk dijawab. Tapi fakta adalah satu hal, nilai adalah hal lain. Sekalipun persetubuhan ekstrapasangan merupakan adaptasi evolusioner, hal itu tidak menjadikannya benar secara moral. Jadi tidak ada yang mencurigakan secara ideologis mengenai psikologi evolusioner, meskipun fokus penelitiannya agak selektif. Seperti semua ilmu, ilmu hanya mencoba memberi tahu kita fakta tentang dunia. Terkadang faktanya meresahkan, tapi kita harus belajar menghadapinya.

Contoh kedua kita mengenai kemungkinan muatan nilai datang dari psikiatri, cabang kedokteran yang menangani gangguan mental seperti depresi, skizofrenia, dan anoreksia. Terdapat perdebatan yang sedang berlangsung di kalangan psikiater dan filsuf mengenai bagaimana konsep gangguan mental (atau penyakit mental) harus dipahami. Ada kelompok yang menganut "model medis", yang mengatakan bahwa masalah apakah sesuatu itu merupakan gangguan mental atau bukan merupakan hal yang obyektif; tidak ada penilaian nilai yang terlibat. Gangguan mental dan fisik sama dalam hal ini, demikian argumennya. Jika Anda menderita diabetes atau emfisema, misalnya, tubuh fisik Anda tidak berfungsi dengan baik; Demikian pula, jika Anda menderita depresi atau skizofrenia, pikiran Anda tidak bekerja dengan baik. Jadi batasan antara kesehatan mental dan penyakit sama obyektifnya dengan batasan antara kesehatan fisik dan penyakit, dalam model medis.

Pandangan alternatif menganggap gangguan mental sebagai kategori normatif yang melekat, yang melibatkan penilaian nilai implisit atau eksplisit. Dalam pandangan ini, sesuatu disebut gangguan jiwa jika melibatkan pola perilaku yang menyimpang dari ekspektasi masyarakat, atau dianggap "menyimpang" oleh orang lain. Misalnya, homoseksualitas dianggap sebagai gangguan mental di negara-negara Barat hingga saat ini; baru pada tahun 1973 *American Psychiatric Association* menghapus homoseksualitas dari **MDS** (Manual Diagnostik dan Statistik Gangguan Mental), dan tidak semua anggotanya setuju. Selain itu, para antropolog medis telah mendokumentasikan variasi lintas budaya yang cukup besar dalam gangguan mental yang diakui masyarakat, sesuatu yang telah lama sulit ditangani oleh **MDS**. Jadi pandangan bahwa gangguan jiwa merupakan konsep yang sarat nilai atau normatif tentu masuk akal. Para pendukung pandangan ini biasanya berpendapat bahwa gangguan jiwa bukanlah kategori medis yang sebenarnya, melainkan sebuah instrumen kontrol sosial. Versi radikal dari argumen ini dikemukakan oleh psikiater Amerika Thomas Szasz dalam buku terkenal tahun 1961 berjudul *The Myth of Mental Illness*.

Perdebatan antara "model medis" dan pandangan bahwa gangguan mental pada dasarnya sarat dengan nilai adalah hal yang rumit. Salah satu permasalahannya adalah hubungan antara pikiran dan otak. Hal yang mendukung model medis ini adalah bahwa setidaknya beberapa gangguan mental diketahui memiliki dasar saraf atau neurokimia, yaitu kelainan otak, yang sering kali timbul dari kerusakan sirkuit otak. Hal ini semakin menjadi pandangan psikiatri arus utama. Karena otak merupakan bagian dari tubuh fisik, hal ini menunjukkan bahwa tidak ada dikotomi yang tajam antara gangguan mental dan fisik. Jadi jika kategori gangguan fisik dianggap objektif dan bukan sarat nilai, tentunya hal yang sama juga berlaku untuk gangguan mental?

Meskipun kuat, argumen ini tidak meyakinkan karena dua alasan. Pertama, untuk beberapa



gangguan mental, seperti penyakit masa kanak-kanak autisme dan ADHD (*Attention Deficit Hyperactivity Disorder*/**Gangguan Kurang Perhatian dan Hiperaktivitas**), masih terdapat perbedaan pendapat mengenai apakah gangguan-gangguan tersebut merupakan gangguan yang tunggal dan terpadu. Gangguan ini ditandai dengan kumpulan gejala yang sering terjadi namun tidak selalu bersamaan, dan sangat bervariasi dari satu anak ke anak lainnya. (Inilah sebabnya autisme disebut sebagai 'gangguan spektrum'.) Selain itu, banyak dari gejala-gejala ini ditemukan pada tingkat tertentu pada anak-anak 'normal', yang tidak memenuhi ambang batas diagnosis. Hal ini menunjukkan bahwa ada unsur konvensionalitas atau kesewenang-wenangan dalam apa yang dianggap sebagai gangguan jiwa; jadi meskipun fungsi mental bergantung pada jaringan otak dan kimia otak, hal ini tidak berarti bahwa gangguan mental harus dimasukkan dalam kategori yang sama objektifnya dengan gangguan fisik.

Kedua, tidak semua pihak sepakat bahwa kelainan fisik merupakan kategori obyektif. Beberapa filsuf berpendapat bahwa pembicaraan apa pun tentang kelainan atau penyakit, baik fisik maupun mental, pada dasarnya bersifat normatif dan sarat nilai. Jika seseorang menderita kelainan fisik, berarti tubuhnya atau sebagiannya mengalami gangguan sehingga tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Namun kata 'seharusnya' ini menunjukkan dimensi normatif. Siapa yang memutuskan bagaimana tubuh fisik 'seharusnya' bekerja? Bagaimanapun fisiologi manusia menunjukkan variasi yang cukup besar. Beberapa orang mempunyai penglihatan 20/20, yang lain sedikit kurang, dan yang lainnya jauh lebih buruk. Tentunya ada upaya untuk menarik garis dan mengatakan bahwa ini adalah cara kerja mata manusia yang 'seharusnya' melibatkan penilaian nilai. Dalam masyarakat di mana ketajaman penglihatan kurang penting, misalnya, batasannya mungkin ada di tempat lain. Jadi dalam pandangan ini, gangguan mental dan fisik keduanya merupakan kategori yang sarat nilai.

Terhadap hal ini, para filsuf lain telah mencoba untuk mendukung model medis dengan menyatakan bahwa secara normatif di sini hanya terlihat. Pembicaraan tentang bagaimana tubuh, atau pikiran, 'seharusnya' bekerja dapat didasarkan pada cara yang sepenuhnya obyektif, melalui konsep fungsi biologis, demikian pendapat mereka. Untuk memahami saran ini, perhatikan hati manusia. Jantung memompa darah ke seluruh tubuh, dan juga mengeluarkan bunyi berdebar teratur; Namun, hanya fungsi jantung saja yang pertama, dan suara berdebar hanyalah efek samping. Menurut pandangan luas, perbedaan antara fungsi dan efek samping ini mempunyai dasar objektif dalam fakta sejarah evolusi. Karena mereka memompa darah, bukan karena mengeluarkan suara berdebar, maka jantung disukai oleh seleksi alam, sehingga tetap ada saat ini. Oleh karena itu, jika jantung seseorang tidak memompa darah, maka secara objektif jantung tersebut tidak berfungsi. Ketika dokter berbicara tentang 'penyakit jantung', mereka tidak membuat penilaian apa pun, melainkan hanya mengacu pada fungsi jantung, dalam artian fungsi biologisnya yang telah berevolusi.

Kisah serupa juga bisa diceritakan mengenai gangguan mental. Otak dan subkomponennya mempunyai fungsi biologis; Ketika otak seseorang tidak menjalankan fungsinya dengan baik, hal ini berujung pada gangguan jiwa. Jadi dalam mengklasifikasikan kondisi seperti skizofrenia dan depresi sebagai gangguan mental, kami tidak membuat penilaian tetapi hanya mengacu pada fakta bahwa pada pasien dengan kondisi ini, beberapa bagian otak mereka tidak menjalankan fungsinya dengan baik. Jadi batasan antara gangguan mental dan kesehatan mental pada prinsip-

nya dapat ditarik secara objektif, melalui pengertian fungsi biologis. Dengan cara ini, para pendukung model medis berharap dapat menunjukkan bahwa apa yang dianggap sebagai gangguan mental bukanlah cerminan dari norma-norma sosial yang berlaku, melainkan memiliki dasar biologis yang obyektif. Namun, argumen ini kontroversial karena didasarkan pada asumsi tentang sejarah evolusi kita yang mungkin tidak benar. Karena alasan ini dan alasan lainnya, tidak semua psikiater dan filsuf menerimanya.

Terakhir, perhatikan bahwa dua contoh (dugaan) muatan nilai dalam ilmu berbeda jenisnya. Dalam kasus psikologi evolusioner, sarannya adalah bahwa hipotesis tertentu yang dipilih peneliti untuk diselidiki, dan jawaban yang mereka usulkan, berfungsi untuk memperkuat stereotip yang ada. Jika hal ini benar, maka pada prinsipnya masalah ini dapat diatasi dengan memodifikasi konten ilmu pengetahuan secara tepat, dengan hati-hati untuk mengecualikan segala kemungkinan bias, dan menerapkan standar ilmiah yang lebih ketat. Dalam kasus psikiatri, sarannya adalah bahwa kategori gangguan mental itu sendiri sarat dengan nilai, yang melibatkan penilaian nilai secara implisit. Jika hal ini benar, maka kurang jelas bagaimana cara memperbaikinya, karena gangguan mental adalah gagasan mendasar dalam psikiatri. Jadi muatan nilai dalam kasus ini berpotensi lebih mendalam.

Sebagai kesimpulan, tidak dapat dipungkiri bahwa usaha ilmiah harus mendapat kritik dari berbagai sumber, meskipun hal ini jelas memberikan manfaat bagi umat manusia. Ini juga merupakan hal yang baik, karena penerimaan yang tidak kritis terhadap segala sesuatu yang dikatakan dan dilakukan para ilmuwan akan menjadi tidak sehat dan dogmatis. Refleksi filosofis terhadap kritik yang dilontarkan terhadap ilmu mungkin tidak menghasilkan jawaban akhir, namun dapat membantu mengisolasi isu-isu utama dan mendorong diskusi yang rasional dan seimbang mengenai isu-isu tersebut.



# Daftar Pustaka

- [1] B. Russell, *A History of Western Philosophy*, Simon and Schuster, 1945.
- [2] Plato, *Complete Works*, Hackett Publishing, 1997.
- [3] Aristotle, *The Complete Works of Aristotle*, Princeton University Press, 1984.
- [4] I. Kant, *Critique of Pure Reason*, Cambridge University Press, 1998.
- [5] R. Descartes, *Meditations on First Philosophy*, Cambridge University Press, 1996.
- [6] J. Locke, *An Essay Concerning Human Understanding*, Penguin Classics, 1689.
- [7] D. Hume, *An Enquiry Concerning Human Understanding*, Oxford University Press, 1748.
- [8] St. Augustine, *Confessions*, Oxford University Press, 1991.
- [9] T. Aquinas, *Summa Theologica*, Cambridge University Press, 1997.
- [10] Avicenna, *The Book of Healing*, Brigham Young University, 2005.
- [11] A. Chalmers, *What Is This Thing Called Science?*, Open University Press, 1999.
- [12] K. Popper, *The Logic of Scientific Discovery*, Routledge, 2002.
- [13] F. Bacon, *The Advancement of Learning*, Oxford University Press, 2000.
- [14] I. Kant, *Critique of Pure Reason*, Cambridge University Press, 1998.
- [15] Imre Lakatos (1970). *Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes*. Dalam: *Criticism and the Growth of Knowledge*, diedit oleh Imre Lakatos dan Alan Musgrave, Cambridge University Press.
- [16] Richard P. Feynman (2011). *The Feynman Lectures on Physics*. Addison-Wesley.

- [17] Theodore L. Brown, H. Eugene LeMay, Bruce E. Bursten, Catherine Murphy, Patrick Woodward, and Matthew Stoltzfus (2017). *Chemistry: The Central Science (14th Edition)*. Pearson.
- [18] Neil A. Campbell, Lisa A. Urry, Michael L. Cain, Steven A. Wasserman, Peter V. Minorsky, and Jane B. Reece (2018). *Campbell Biology (11th Edition)*. Pearson.
- [19] Anthony Giddens, Philip W. Sutton (2013). *Sociology (7th Edition)*. Polity Press.
- [20] Paul Krugman, Robin Wells (2015). *Economics (4th Edition)*. Worth Publishers.
- [21] David G. Myers, C. Nathan DeWall (2019). *Psychology (12th Edition)*. Worth Publishers.
- [22] James Stewart, Daniel Clegg, and Saleem Watson (2015). *Essential Calculus (2nd Edition)*. Cengage Learning.
- [23] Alfred Tarski (1941). *Introduction to Logic and to the Methodology of Deductive Sciences*. Oxford University Press.
- [24] Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, and Clifford Stein (2022). *Introduction to Algorithms (5th Edition)*. The MIT Press.
- [25] Henry Petroski (2016). *The Essential Engineer: Why Science Alone Will Not Solve Our Global Problems*. Vintage.
- [26] Loscalzo (2018). *Harrison's Principles of Internal Medicine (20th Edition)*. McGraw-Hill Education.
- [27] Adeboye Adejare (2021). *Remington: The Science and Practice of Pharmacy (23rd Edition)*. Philadelphia: Elsevier.
- [28] T. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, 1996.
- [29] B. Russell, *The Problems of Philosophy*, Oxford University Press, 1997.
- [30] Samir Okasha, "Philosophy of Science: A Very Short Introduction", second edition, Oxford University Press, (2016).
- [31] Wikipedia, "Filsafat Ilmu", [https://id.wikipedia.org/wiki/Filsafat\\_ilmu](https://id.wikipedia.org/wiki/Filsafat_ilmu). (Diakses 26 Pebruari 2024)