

SAINS
***MICRO LEARNING* INDUKTIF**
SISTEM DAN LINGKUNGAN
BANTUAN VIDEO EKSPERIMEN



Dr. Ida Bagus Nyoman Sudria, M.Sc.
Universitas Pendidikan Ganesha
Singaraja 2023

GLOSARIUM

Aspek pembelajaran utuh mencakup kognitif, afektif, dan produk

Asam: larutan dalam air melepas ion H^+ dan dapat memiliki $pH < 7$ pada keadaan STP

Basa: larutan dalam air melepas ion OH^- dan dapat memiliki $pH > 7$ pada keadaan STP

Black's principle (asas Black): panas yang ditransfer (dilepas dan diterima) antara sistem dan lingkungan dalam suatu peristiwa termokimia ketika mencapai kesetimbangan termal adalah sama, sesuai dengan hukum kekekalan energi sebesar $(q) = m \times C_p \times \Delta t$.

Induktif: alur informasi dalam penarikan simpulan mulai dari contoh bagian-bagian menuju simpulan generalisasi pengetahuan yang dapat dibangun

Fraksi mol: mol suatu zat per mol total dalam larutan

Kalor: kuantitas energi yang dilepaskan/diterima yang menyebabkan perubahan suhu

Kalor jenis (C_p): kalor yang diterima/dilepas oleh suatu bahan per gram dan per derajat Celcius

Kalorimeter: alat untuk mengukur besar perpindahan kalor

Kalor reaksi: kalor yang dilepas atau diterima dari satu suatu reaksi per mol reaksi yang dimaksud

Molaritas (M): Molaritas: mol zat terlarut per liter larutannya

Reaksi penetralan asam-basa: reaksi antara asam (H^+) dan basa (OH^-) menghasilkan air dan garam yang disertai penurunan sifat keasaman dan kebasaan menuju sifat netral.

Konten mikro (*micro content*): *self-contained and meme size chunks of data* yakni potongan data utuh dan berukuran *meme* (seperti video atau genre) yang secara individual dapat dialamatkan dan diproses baik oleh komputer maupun oleh pikiran

Micro learning: sebuah program pembelajaran yang hanya berisi sebuah konten mikro.

Suhu/temperatur: derajat kepanasan suatu materi yang ditunjukkan oleh termometer pengukurnya

Sistem termokimia: kelompok komponen dari suatu peristiwa/termokimia yang mempertukarkan energi dan menjadi pusat perhatian

Tingkat makroskopis materi: kajian gejala yang dapat diamati seperti warna

Lingkungan: kelompok komponen dari suatu peristiwa/termokimia yang mempertukarkan energi (serah/terima energi) dengan sistem

Tingkat submikroskopis materi: kajian molekuler dari materi (tidak kasat mata, tetapi kasat instrumen misalnya dengan IR, NMR, atau mikroskop elektron)

Tingkat simbolik materi: kajian tingkat simbol materi seperti rumus kimia

Video eksperimen: rekaman visual terutama segmen pengumpulan dan catatan data untuk pembuktian sebuah hipotesis

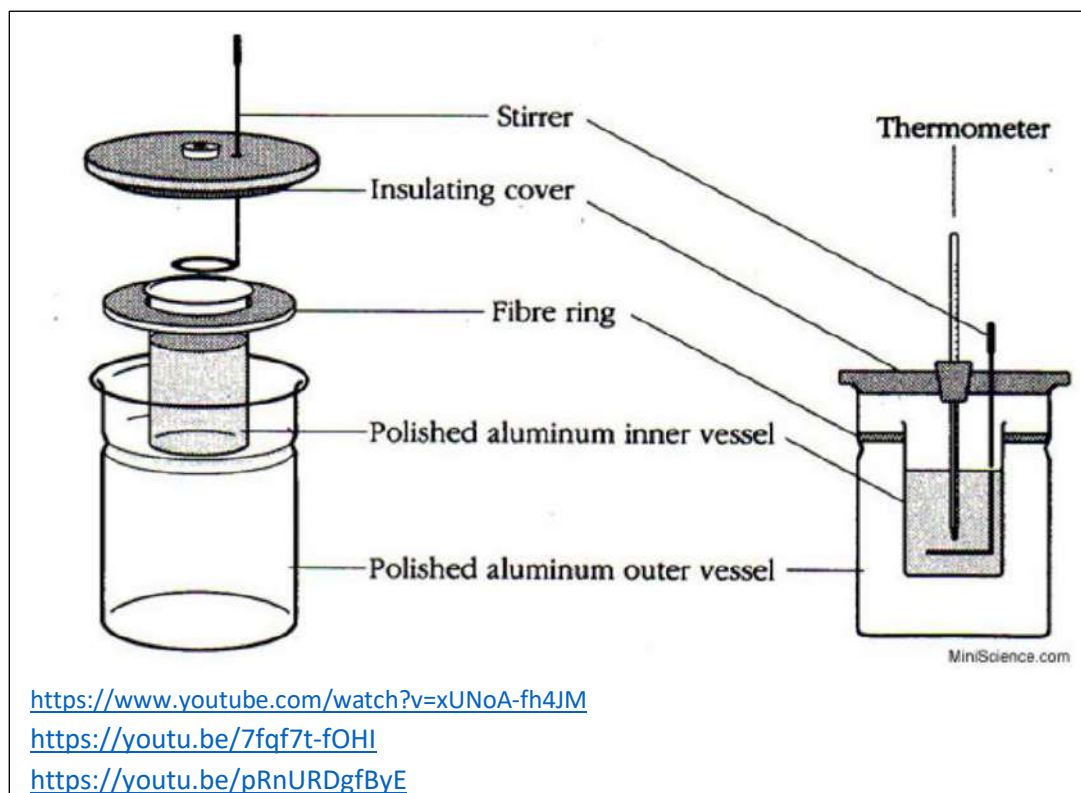
Video animasi: video visualisasi terutama gerakan partikel sub-mikroskopis (molekuler) dari materi

Fenomena

Transfer panas/kalor dalam suatu peristiwa seperti dalam suatu termokimia dikatakan terjadi antara sistem (menjadi pusat perhatian) dan lingkungan (kelompok lainnya yang bertransfer panas dengan sistem sehingga memenuhi hukum kekekalan energi. Tujuan kajian/eksperimen semestinya menjadi acuan dalam menentukan komponen-komponen sebagai sistem (menjadi pusat perhatian). Penentuan sistem dan lingkungan dari suatu peristiwa tidak konsisten dan identifikasi komponen-komponen sistem atau lingkungan yang tidak lengkap dapat menyebabkan kesalahan perhitungan total kalor yang dipertukarkan. Dua contoh peristiwa transfer panas seperti pengukuran kapasitas kalorimeter dan sebuah contoh reaksi termokimia seperti reaksi penetralan asam dan basa. Kelompok komponen-komponen penerima panas suhunya meningkat, sedangkan kelompok komponen-komponen pelepas panas mengalami penurunan suhu. Black's *principle* menyatakan ketika terjadi kesetimbangan termal, besar kalor yang dipertukarkan $(q) = m \times C_p \times \Delta t$. Informasi awal demikian cukup menuju rumusan konsepsi ilmiah pasangan sistem dan lingkungan dalam pertukaran panas (termasuk termokimia).

Data eksperimen untuk konstruksi konsepsi ilmiah kapasitas panas kalorimeter dan data eksperimen konstruksi konsepsi ilmiah kalor reaksi dapat digunakan untuk konstruksi konsepsi ilmiah tentang sistem dan lingkungan.

1. Mengamati di awal (M1)



Sejumlah minimal (kecukupan) informasi awal dalam paragraf latar fenomena dan/atau pengalaman di sekitar dalam bentuk butir-butir pengetahuan faktual dan

prosedural (atau prosedur) diperlukan (dicatat) untuk dapat merumuskan masalah investigasi, hipotesis, dan pengumpulan data dalam membangun pengetahuan ilmiah tentang sistem dan lingkungan. Butir-butir informasi tersebut cukup membantu jika dikelompokkan seperti dalam tabel berikut.

Daftar informasi awal yang diperlukan	
Informasi/ pengetahuan faktual baru:	<ul style="list-style-type: none"> • • • Kelompok komponen-komponen pelepas panas • Kelompok komponen-komponen penerima panas • dst.
Informasi prosedur:	<ul style="list-style-type: none"> • • • Mengidentifikasi Kelompok komponen-komponen pelepas panas • dst.
Pengetahuan/ konsepsi ilmiah prasyarat:	<ul style="list-style-type: none"> • • • Penerimaan panas meningkatkan suhu • dst.

2. Menanya

Berdasarkan sejumlah informasi faktual awal tersebut yang diperoleh dalam fenomena latar dan pengamatan di sekitar, buatlah pertanyaan klarifikatif untuk informasi yang belum jelas (jika ada) dan masalah investigatif tentang sistem dan lingkungan!

Pertanyaan klarifikasi (kejelasan informasi faktual awal dan [pengetahuan prasyarat]):

Pertanyaan investigatif (rumusan masalah yang akan dicari jawabannya melalui tahapan M3 dan M4):

3. Mengumpulkan data

a. Merumuskan hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah di atas, buatlah sebuah hipotesis atau sebuah kalimat jawaban sementara dari rumusan masalah investigasi yang telah dibuat

(dalam bentuk sebuah kalimat akibat-sebab lebih cocok untuk hipotesis induktif)!

b. Merancang percobaan/eksperimen (pembuktian hipotesis)

Untuk menguji hipotesis yang telah dirumuskan, buatlah rancangan percobaan pembuktian yang meliputi identifikasi variabel-variabel hipotesis, desain/rancangan pembuktian hipotesis, menentukan alat dan bahan, menyusun prosedur kerja/cara kerja, dan membuat format pencatatan data!

1) Variabel percobaan

Tabel 1. Jenis variabel (*ini contoh*, siswa diharapkan mengembangkan sendiri)

Hipotesis (KI= konsepsi ilmiah)	VB	VT		VK
	Reaksi kimia/Peristiwa mengikuti hukum kekal energi	Komponen		
		Sistem	Lingkungan	
	Penentuan kapasitas kalorimeter (tujuan)			• Transfer energi dalam bentuk kalor/panas
	Pengukuran kalor reaksi penetralan (tujuan)	Partikel-partikel reaktan		

2) Desain percobaan (pembuktian hipotesis)

Desain percobaan dibuat dengan memberikan variasi nilai/aspek variabel bebas (sampel dan perlakuan) dan menetapkan variasi nilai variabel terikat (hasil pengukuran/pengamatan akibat dari perlakuan) yang akan mengikuti variasi nilai variabel bebas.

Tabel 2. Desain pembuktian hipotesis (contoh)

Hipotesis (KI= konsepsi ilmiah)	VB	VT		VK
	Reaksi kimia/Peristiwa mengikuti hukum kekal energi	Komponen		
		Sistem	Lingkungan	
Termokimia (induktif): “hanya terdapat sistem sebagai kelompok komponen yang mempertukarkan kalor/panas kepada lingkungan sebagai kelompok komponen yang bertukar panas dengan sistem sehingga terjadi hukum kekal energi dalam suatu peristiwa/tremokimia”.	Penentuan kapasitas kalorimeter (tujuan) dengan penambahan air panas ke dalam kalorimeter yang berisi air dingin			• Transfer energi dalam bentuk kalor/panas
	Pengukuran kalor reaksi penetralan (tujuan) $\text{NaOH}_{(aq)} + \text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}$		Pelarut, produk, dan kalorimeter	

3) Alat dan bahan

Berdasarkan desain pembuktian Tabel 2 alat dan bahan yang diperlukan serta fungsinya sebagai berikut.

a) Alat dan fungsinya:

Alat dan spesifikasi	Fungsi
1.	
2.	
..	

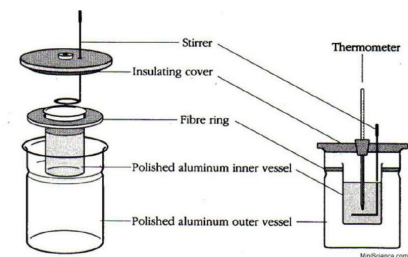
a) Bahan dan fungsinya:

Bahan dan kuantitas	Fungsi
1.	
2.	
..	

c. Cara kerja

Berdasarkan desain pembuktian hipotesis, prosedur pengambilan data eksperimen sebagai berikut.

Cara kerja
1.
2.
..



<https://youtu.be/rAzTl44N-F4>

2) Format/tabel hasil pengamatan

Format (tabel) pencatatan data hasil pengumpulan data untuk pembuktian hipotesis mungkin bisa tidak serumit tabel reancangan pembuktian hipotesis atau tabel pengolahan analisis data. Tabel pencatatan data bertujuan untuk mencatat data kebutuhan minimal agar semua data aspek-aspek yang diperlukan dalam tabel pengolahan data terpenuhi. Namun untuk menjamin kelengkapan informasi, tabel pencatatan data hasil eksperimen dan pengolahannya mengacu pada tabel rancangan pembuktian hipotesis (tabel yang sama, Tabel 2).

3) Pelaksanaan pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan mengikuti prosedur yang dikembangkan dari desain pembuktian hipotesis (Tabel 2) seperti dalam rekaman video

(<https://youtu.be/Cyv1YdKUsng>). Data hasil pengamatan disajikan dalam format pencatatan data (Tabel 3).

Tabel 2. Desain pembuktian hipotesis (contoh)

Hipotesis (KI= konsepsi ilmiah)	VB	VT		VK
	Reaksi kimia/Peristiwa transfer panaas	Komponen		
		Sistem	Lingkungan	
Termokimia (induktif: “pertukaran kalor (sebagai bentuk energi) terjadi antara sistem (kom-ponen yang menjadi pusat perhatian sesuai tujuan) dan lingkungan (yang dilibatkan bertransfer kalor oleh sistem) dalam suatu peristiwa/reaksi kimia (tremokimia) yang mengikuti hukum kekekalan energi.	Penentuan kapasitas kalorimeter (tujuan) dengan penambahan air panas ke dalam kalorimeter yang berisi air dingin			• Transfer energi dalam bentuk kalor/panas mengikuti hukum kekekalan energi
	Pengukuran kalor reaksi penetralan (tujuan) $\text{NaOH}_{(aq)} + \text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}$	Partikel-partikel zat reaktan	Pelarut, produk, dan kalorimeter	

4. Mengasosiasi

Pada tahapan mengasosiasi, diharapkan menjawab pertanyaan-pertanyaan di bawah ini melalui data yang telah diperoleh dalam tabel di bagian mengumpulkan data dan melalui sumber-sumber yang relevan, sehingga dapat menjawab rumusan investigasi dan mengkonfirmasi kebenaran rumusan hipotesis yang dibuat dan mempersiapkan untuk dapat mempresentasikan hasil dengan baik!

Dari data hasil eksperimen dalam Tabel 3 yang diperoleh berdasarkan percobaan dapat dianalisis sebagai berikut (ini contoh, subjek belajar diharapkan mengembangkan sendiri agar lebih merasakan penemuan konsepsi ilmiah oleh diri sendiri).

Pengolahan data dan analisis data

-
-

Tabel hasil pengolahan data

Interpretasi: data hasil eksperimen dalam tabel di atas menunjukkan (satu kalimat tentang prediksi simpulan data menuju konfirmasi penerimaan/penolakan rumusan hipotesis). Contoh “hanya ada dua kelompok komponen-komponen yang mempertukarkan kalor dalam setiap peristiwa pertukaran energi yakni sistem dan lingkungan”.

- Kelompok komponen yang bertukar panas dalam penentuan kalorimeter adalah kelompok kalorimeter dan air dingin dengan kelompok air hangat
- Kelompokkomponen yang bertukar panas dalam penentuan kalor reaksi adalah
-
- Sesuai tujuan, maka sistem adalah kalorimeter dan air dingin untuk penentuan kapasitas kalorimeter, sedangkan partikel-partikel zat reaktan untuk penentuan

kalor reaksi.

-

Simpulan:

.....

..... (hipotesis diterima/ditolak)

5. Mengkomunikasikan

Setelah lembar kerja diisi lengkap, dapat dibuat presentasi kerja ilmiah yang dilakukan seperti contoh presentasi yang disajikan dalam bentuk tautan ([contoh PPT siswa untuk konten lain](#)) ini. Komunikasi proses dan temuan belajar dapat juga disajikan dalam bentuk dokumen laporan, poster, artikel ilmiah, makalah, atau bentuk komunikasi lain. Materi presentasi terutama berisi rangkuman langkah-langkah kerja ilmiah dan temuannya. Jangan lupa menjawab soal-soal terkait untuk penguasaan dan pengayaan konsep (baik dalam lembar kerja atau sumber lain yang ditemukan) terkait dengan temuan Anda.

b. Teks *micro learning* induktif skala pH

Fenomena (lihat lembar kerja)

Fenomena objek belajar untuk kluster ilmiah 5M TK-1 sudah cukup disajikan dalam lembar kerja.

Paragraf fenomena dan pengalaman di sekitar dapat diidentifikasi sejumlah informasi awal faktual dan prosedur yang kiranya diperlukan untuk membangun konsepsi ilmiah tentang sistem dan lingkungan. Komponen-komponen yang melakukan transfer panas (termokimia) masing-masing dikelompokkan ke dalam sistem dan lingkungan, penentuan komponen dan sistem dalam peristiwa transfer panas bergantung pada yang menjadi pusat perhatian (seperti tujuan). Kelompok komponen-komponen penerima panas suhunya meningkat, sedangkan kelompok komponen-komponen yang melepas mengalami penurunan suhu. *Black's principle* menyatakan ketika terjadi kesetimbangan termal besar kalor yang dipertukarkan $(q) = m \times C_p \times \Delta t$.

Kelompok-kelompok informasi awal terbut tersebut cukup mengarahkan pada rumusan masalah investigasi. Adapun rumusan masalah investigasinya adalah "bagaimana hubungan sistem dan lingkungan dalam transfer panas/kalor dikaitkan dengan komponen penerima dan pelepas panas sesuai dengan tujuan kajian peristiwa tersebut"?

Agar pengumpulan data untuk konstruksi konsepsi ilmiah menghasilkan data yang menjawab suatu rumusan masalah investigasi, maka perlu diawali dengan rumusan hipotesis sebagai jawaban sementara terhadap rumusan masalah yang bersangkutan. Rumusan hipotesis sebagai perkiraan (jawaban sementara) terhadap rumusan masalah tersebut "hanya terdapat sistem sebagai kelompok komponen yang mempertukarkan kalor/panas kepada lingkungan sebagai kelompok komponen yang bertukar panas dengan

sistem sehingga terjadi hukum kekekalan energi dalam suatu peristiwa/termokimia”

Rumusan hipotesis mengindikasikan: (1) variabel bebas (VB = aspek sebab) dengan kemungkinan variasi nilainya atau sampel pengetahuan faktual sebab yang umumnya sebagai subjek dari peristiwa, (2) variabel terikat (VT = aspek akibat) sebagai efek atau konsekuensi dari perlakuan sebab dengan kemungkinan variasi efek dari variasi nilai VB, dan (3) variabel kontrol (VK = aspek lain yang dikendalikan seperti disamakan agar tidak ikut mempengaruhi akibat) dalam rumusan hipotesis. Variabel kontrol juga sangat penting untuk dipenuhi agar hubungan sebab-akibat dalam peristiwa itu betul valid (tidak salah atau tidak diragukan). Hipotesis di atas melibatkan peristiwa/reaksi kimia sebagai VB, komponen-komponen pelepas dan penerima panas dalam reaksi/peristiwa transfer panas tersebut sebagai VT, dan terjadi peristiwa transfer energi dalam bentuk pans/kalor yang mengikuti hukum kekekalan energi sebagai VK.

Desain/rancangan percobaan/eksperimen terhadap ketiga hipotesis sesuai dengan VB, VT, dan VK dengan memberi variasi nilai VB dan mengamati variasi nilai VT perlu disajikan dalam bentuk tabel rancangan pembuktian hipotesis. Tabel ini akan mengarahkan kepada tabel pencatatan data pada akhir kegiatan M3 dan tabel pengolahan untuk analisis data (fase mengasosiasi M4). Sajian aspek-aspek rancangan pembuktian hipotesis untuk variasi nilai VB dan kemungkinan variasi VT dengan keterbatasan variabel kontrol merupakan aspek utama dalam tabel rancangan pembuktian hipotesis seperti yang telah disajikan dalam lembar kerja fase awal M3.

Tabel TK-1.1 Rancangan pembuktian hipotesis

Hipotesis (KI= konsepsi ilmiah)	VB	VT		VK
	Reaksi kimia/Peristiwa transfer panaan	Komponen		
		Sistem	Lingkungan	
Termokimia (induktif: “pertukaran kalor (sebagai bentuk energi) terjadi antara sistem (komponen yang menjadi pusat perhatian sesuai tujuan) dan lingkungan (yang dilibatkan bertransfer kalor oleh sistem) dalam suatu peristiwa/reaksi kimia (tremokimia) yang mengikuti hukum kekekalan energi..	Penentuan kapasitas kalorimeter (tujuan) dengan penambahan air panas ke dalam kalorimeter yang berisi air dingin			• Transfer energi dalam bentuk kalor/panas mengikuti hukum kekekalan energi
	Pengukuran kalor reaksi penetralan (tujuan) $\text{NaOH}_{(aq)} + \text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}$	Partikel-partikel zat reaktan	Pelarut, produk, dan kalo-rimeter	

Pegumpulan data pembuktian hipotesis di sini menggunakan data yang sudah didapat dalam eksperimen penentuan kapasitas kalpori meter (<https://youtu.be/Cyy1YdKUsng>) dan data dalam eksperimen penentuan kalor reaksi (<https://youtu.be/BhoCpY3PTfo>). Kedua eksperimen tersebut menggunakan alat-alat dan bahan sebagai berikut.

Tabel TK-1.2 Alat-alat dan bahan eksperimen

Alat	Bahan
Kalorimeter, termometer, batang pengaduk, penggaris, labu ukur, timbangan, pipet tetes, gelas kimia	<ul style="list-style-type: none"> • Bahan pencuci alat-alat, kertas milimeter untuk grafik • Air dingin dan air hangat • Larutan reaktan • Penangas air dalam suhu kamar

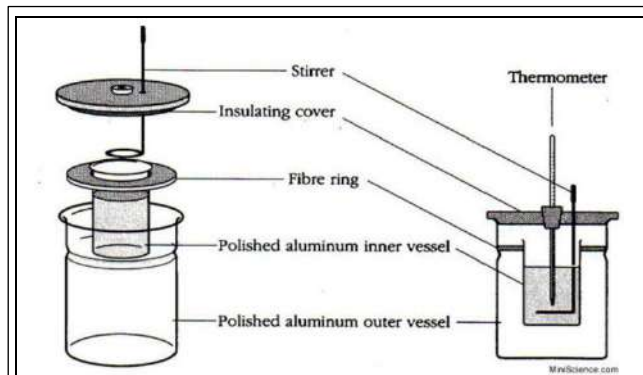
Cara kerja

Data untuk pembuktian hipotesis dalam *micro learning* ini langsung menggunakan data yang didapat untuk eksperimen penentuan kapasitas kalorimeter dan eksperimen penentuan kalor reaksi. Data dari kedua sumber tersebut diolah digabung mengikuti tabel rancangan pembuktian hipotesis pasangan sistem dan lingkungan (termokimia). Penggabungan data dari kedua sumber tersebut dan analisisnya disajikan dalam tautan video <https://youtu.be/rAzTI44N-F4>. Data dari kedua eksperimen tersebut untuk pembuktian sistem dan lingkungan berupa hasil identifikasi kelompok-kelompok yang bertukar panas dari setiap sampel eksperimen. Hasil tersebut disajikan dalam tabel berikut.

Tabel TK-1.3 Data untuk hipotesis 3

Reaksi kimia/peristiwa	Suhu campuran
50 gram air panas bersuhu 80°C dicampur dengan 50 gr air dalam kalorimeter A yang bersuhu 25°C	33°C
50 mL larutan HCl 2M direaksikan dengan 50 mL larutan NaOH 2M dalam kaorimeter terset dengan suhu awal semua komponen 25°C	25.99°C

Analisis data hasil eksperimen untuk keperluan menerima atau menolak hipotesis melibatkan pengolahan data dan diskusi tahapan-tahapan rasional (dialog tanya jawab) menuju hasil analisis konfirmasi kebenaran rumusan hipotesis. Analisis data pembuktian hipotesis di atas melibatkan identifikas kelompok-kelomppk komponen yang mempertukarkan kalor untuk setiap sampel. Hasil analisis disajikan dalam Tabel T-1.4.1.



<https://youtu.be/rAzTI44N-F4>

<https://youtu.be/pRnURDgfByE>

<https://www.youtube.com/watch?v=69E62Y32q80>

Tabel TK-1.4.1 Pengolahan data

Hipotesis (KI= konsepsi ilmiah)	VB		VT		VK
	Reaksi kimia/Peristiwa transfer panaas	Komponen			
		Sistem	Lingkungan		
Termokimia (induktif: “pertukaran kalor (sebagai bentuk energi) terjadi antara sistem (komponen yang menjadi pusat perhatian sesuai tujuan) dan lingkungan (yang dilibatkan bertransfer kalor oleh sistem) dalam suatu peristiwa/reaksi kimia (tremokimia) yang mengikuti hukum kekekalan energi”..	Penentuan kapasitas kalorimeter (tujuan) dengan penambahan air panas ke dalam kalorimeter yang berisi air dingin	Kalorimeter dan air dingin (+1750 kal)	Air panas (-1750 kal)	• Transfer energi dalam bentuk kalor/panas mengikuti hukum kekekalan energi	
	Pengukuran kalor reaksi penetralan (tujuan) $\text{NaOH}_{(aq)} + \text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}$	Partikel-partikel zat reaktan (secara teori – 13,65kal/mol	Pelarut, produk, dan kalo-rimeter (+13,55 kkal/mol)		

Interpretasi: hanya terdapat dua kelompok komponen yang mempertukarkan panas yakni melepas dan menerima panas) dalam setiap peristiwa/termokimia, terutama hasil pengamatan langsung kesetaraan besar panas yang dilepas dan diterima dalam eksperimen penentuan kapasitas kalorimeter menunjukkan peristiwa ytransfer panas mengikuti hukum kekekalan energi.

Pembahasan

Temuan ilmiah adalah “pertukaran kalor (sebagai bentuk energi) terjadi antara komponen pemberi dan komponen penerima kalor atau antara sistem (yang menjadi pusat perhatian) dan lingkungan (yang dilibatkan bertransfer kalor oleh sistem) dalam suatu peristiwa/reaksi kimia (termokimia) yang mengikuti hukum kekekalan energi”. Komponen yang menerima panas atau menerima panas hanya menjadi salah satu sistem atau lingkungan saja. (1) Sampel penentuan kapasitas kalorimeter memiliki tujuan untuk menemukan harga kapasitas panas sebagai karakteristik panas kalorimeter tersebut. Dengan demikian kalorimeter dan air di dalam kalorimeter tersebut yang bersuhu awal yang sama sebagai sistem. Sementara air bersuhu berbeda yang dicampurkan ke dalam air di dalam kalorimeter tersebut sebagai lingkungan. (2) Sampel penentuan kalor reaksi eksotermal penetralan asam-basa memiliki tujuan untuk menentukan kalor reaksi asam-basa, maka kelompok yang melepas adalah reaksi antar partikel-partikel reaktan yang sebagai sistem. Sementara kelompok penerima kalor yang di lepas sistem adalah pelarut, partikel-partikel zat produk, dan kalorimeter yang sebagai lingkungan.

Kesimpulan:

Pertukaran kalor (sebagai bentuk energi) terjadi antara sistem (komponen yang menjadi pusat perhatian sesuai tujuan) dan lingkungan (yang dilibatkan bertransfer kalor oleh sistem) dalam suatu peristiwa/reaksi kimia (termokimia) yang mengikuti hukum kekekalan energi (hipotesis diterima).

Konsepsi ilmiah memiliki manfaat besar dalam memahami peristiwa alam yang banyak saling terkait dan semestinya terus diungkap keterkaitannya untuk lebih memahami alam dan memperoleh manfaat yang lebih banyak. Dengan demikian suatu konsepsi ilmiah yang baru ditemukan melalui pendekatan saintifik itu memerlukan strategi refleksi penjaminan kebenaran dan retensi (ingatannya) yang dikenal sebagai bentuk metakognitif dari suatu konsepsi ilmiah yang telah ditemukan. Metakognitif tentang suatu konsepsi ilmiah cenderung personal dari orang yang menghasilkan konstruksi konsepsi ilmiah tersebut, meskipun untuk label (nama konsep yang sama). Pemilikan metakognitif tentu lebih sulit dibangun atau kurang efektif melalui belajar hafalan. Pengelompokan informasi ke dalam jenis pengetahuan faktual, prosedur ilmiah, pengetahuan konseptual, dan metakognitif serta keterkaitannya dalam konstruksi konsepsi ilmiah sangat berguna. Tentu saja strategi metakognitif dari suatu temuan konsepsi ilmiah muncul dari keterampilan mengaitkan jenis-jenis pengetahuan terkait yakni pengetahuan faktual, prosedur ilmiah untuk membangun pengetahuan ilmiah (pengetahuan konseptual sebab-akibat) yang baru ditemukan tersebut. Konsepsi ilmiah sebab-akibat yang ditemukan atau rumusan hipotesis yang sudah dibuktikan benar merupakan pengetahuan konseptual. Berikut adalah contoh

keterkaitan keempat jenis pengetahuan dalam konstruksi konsepsi ilmiah kapasitas kalorimeter yang telah berhasil dikonstruksi melalui kegiatan 5M yang diorganisasikan dalam bentuk tabel.

Pengetahuan konseptual	Pengetahuan faktual	Prosedur saintifik dilibatkan	Variabel bebas (VB)	Variabel terikat (VT)	Variabel kontrol (VK)	Pengetahuan prasyarat	Meta-kognitif
Pertukaran kalor (sebagai bentuk energi) terjadi antara sistem (komponen yang menjadi pusat perhatian sesuai tujuan) dan lingkungan (yang dilibatkan bertransfer kalor oleh sistem) dalam suatu peristiwa/reaksi kimia (tremokimia) yang mengikuti hukum kekekalan energi	•	•	•	•	•	•	•

Konstruksi metakognitif dari pengetahuan konseptual (pengetahuan ilmiah) yang ditemukan serta jenis pengetahuan faktual dan prosedur ilmiah dalam pengkonstruksianannya lebih lanjut dikerjakan sebagai salah satu isi tugas kelompok dalam sesi tugas pada akhir unit modul ini.

b. Tugas

i. Tugas kelompok/perorangan: rangkuman kegiatan 5M ilmiah induktif (dikumpul bersamaan dengan isian *worksheet* (lembar kerja) 5M sebagai tugas kelompok pasca-pembelajaran.

1). Isian kegiatan 5M dalam *worksheet*

2a). Sesuai dengan kajian Anda sendiri, buat rangkuman jenis pengetahuan dan keterkaitannya dalam bentuk isian tabel jenis pengetahuan faktual, prosedural, konseptual, dan metakognitif serta keterkaitannya dalam konstruksi konsepsi ilmiah (= pengetahuan konseptual akibat-sebab) sasaran serta konsistensi variabel-variabel pembuktian hipotesis berikut.

Hipotesis	Pengetahuan faktual	Prosedur ilmiah (p. Prosedural)	Variabel bebas (VB)	Variabel terikat (VT)	Variabel kontrol (VK)	Pengetahuan prasyarat	Meta-kognitif
	•	•	•	•	•	•	•

b. Buat rangkuman deskriptif untuk kegiatan 5M ilmiah induktif

Rangkuman kegiatan *micro learning* dengan pendekatan ilmiah 5M induktif dengan mengikuti siklus belajar 5M sebagai berikut (deskripsi ringkas tujuan, hasil kegiatan setiap fase 5M ilmiah untuk mencapainya, dan rasional/kesesuaian temuan dengan kajian pustaka).

ii. Tugas perorangan: pemahaman dan penguasaan konsepsi ilmiah yang disasar.

Identifikasi dan jawab soal-soal penguasaan konsep dan soal-soal penguasaan konsep (tentang kapasitas panas kalorimeter) yang ada di dalam buku-buku pelajaran Kimia srkolah menengah. Soal-soal penguasaan konsep dan penguasaan juga dapat ditemukan teks chapter (*sample problem* dan *follow up problem*) maupun pada akhir teks *Chapter 18* dalam buku sumber “Silberberg, M.S. (2010), *Principle of General Chemistry*. Second Edition New York: The McGraw-Hill Companies, Inc. atau sumber lain. Tes formatif dikerjakan untuk refleksi capaian kognitif *micro learning* faktor yang memengaruhi laju reaksi.

Sumber rujukan konten kimia

1. Buku-buku pelajaran Kimia sekolah menengah
2. Silberberg, M.S. (2003). *Chemistry The Molecular nature of Matter and Change*. Third Edition. New York: McGraw-Hill Higher Education.
3. Silberberg, M.S. (2010). *Principle of General Chemistry* 2nd edition. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc
4. Brady, J.E., (1990). *General Chemistry: Principle and Structure*. New York: John Wiley & Son.
5. Chand, R., (2002). *Chemistry*. Seventh Edition, Boston: McGraw-Hill Companies, Inc.
6. Sumber internet lainnya untuk kajian termokimia dan bagian-bagiannya seperti kalorimeter, termokimia, perubahan entalpi reaksi, energi ikatan, entropi, kespontanan reaksi kimia umum dan khusus redoks yang sangat berkembang untuk elektrokimia, hukum Hess, dan siklus Born-Haber.

Tes Penguasaan konsep

Pilih satu jawaban yang paling benar !

Komponen-komponen yang melakukan pertukaran panas dalam penentuan kapasitas kalorimeter sangat jelas diamati. Sementara dalam penentuan kalor reaksi penetralan larutan basa dengan larutan asam yang jelas diamati adalah terjadi peningkatan suhu dan komponen yang mengalami perubahan suhu tidak jelas diamati. Manakah pernyataan berikut yang paling benar?

- A. Meskipun hanya peningkatan suhu yang diamati secara nyata (konkrit), hukum kekekalan energi tetap berlaku
- B. Jenis dan jumlah partikel-partikel reaktan yang bereaksi dalam penentuan kalor reaksi merupakan sistem
- C. Massa total air pelarut, partikel-partikel zat produk, bagian kalorimeter dengan suhu berubah merupakan komponen lingkungannya dalam penentuan kalor reaksi
- D. Jawaban B dan C benar
- E. E. Jawaban A, B, dan C benar