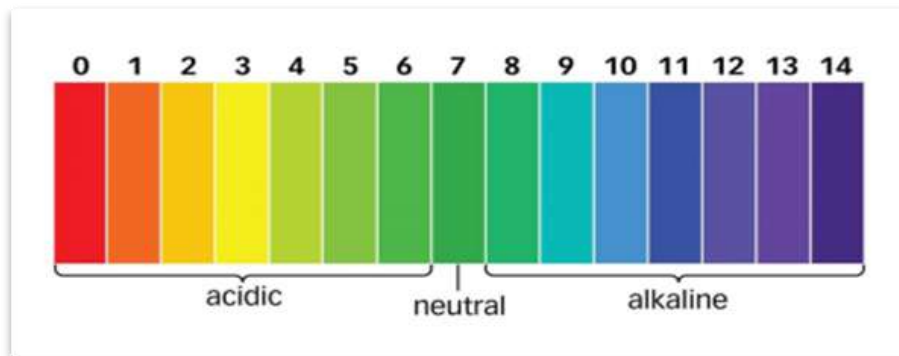


# **MICRO LEARNING INDUKTIF**

## **SKALA KEASAMAN (pH) LARUTAN**

### **(SUBTOPIK INDIKATOR ASAM BASA)**



**NAMA** :

**KELAS** :

**NO. ABSEN** :

Naskah *micro learning* terdiri atas (a) lembar kerja, (b) informasi (teks) materi konstruksi konsepsi ilmiah, dan (c) tugas kelompok dan perorangan.

### Tujuan Pembelajaran

mampu mengkonstruksi skala keasaman melalui pengukuran pH dan/atau indikator kertas asam-basa universal dari serangkaian rangkaian konsentrasi larutan asam kuat, aquades, dan basa kuat.

### Fenomena

Di sekolah menengah pertama (SMP) sudah diajak mengenal larutan asam dengan menggunakan kertas lakmus merah dan biru ([buka video](#)). Dalam kehidupan sehari-hari kita sering merasakan minuman dari yang sangat asam hingga tawar demikian juga pahit hingga tawar. Makin pekat suatu asam berasa makin asam dan makin pekat suatu basa berasa semakin pahit. Derajat keasaman/kebasaan dinyatakan dari harga pH yang diukur menggunakan pH meter atau ditentukan dari warna kertas indikator asam-basa universal yang dibasahi larutan tersebut. Lebih teliti lagi bahwa derajat keasaman merentang dari sangat asam (pH=1) ke sedikit asam dan netral (pH=7), dan dari netral ke sedikit basa hingga sangat (pH=14). Tentu saja pemahaman tentang skala pH perlu diketahui dulu untuk mengetahui pengetahuan asam basa lebih lanjut seperti pembuatan larutan dengan pH tertentu untuk pemeliharaan mikroorganisme atau daerah pH perubahan warna dari suatu indikator asam basa alami yang mungkin kita buat (seperti dari ekstrak bunga kembang sepatu).



Larutan dalam air dengan pH 1 s.d 6 dimiliki larutan asam klorida yang terionisasi sempurna (elektrolit kuat) dari konsentrasi 0,100 M s.d.  $10^{-6}$  M. Air murni (aquades) yang bersifat netral (tidak berasa asam dan tidak berasa pahit) memiliki pH 7. Sementara pH 8 s.d. 14 bisa didapat dari larutan NaOH yang juga terionisasi sempurna (elektrolit kuat) dari konsentrasi  $10^{-6}$  M s.d. 0,10 M. Istilah pH dikaitkan dengan konsentrasi ion  $H^+$  atau  $OH^-$  dalam larutan air. Pada suhu  $25^\circ C$  hasil kali [ion  $H^+$ ] dan  $[OH^-]$  dalam air tetap sebesar  $10^{-14}$ . Skala pH meter memberdayakan besar skala kelistrikan terkait dengan konsentrasi ion  $H^+$  atau  $OH^-$  dalam larutan asam/basa dalam air. Sementara perubahan warna indikator visual asam basa berhubungan dengan pergeseran reaksi kesetimbangan kandungan zat utama dalam indikator itu oleh besar konsentrasi ion  $H^+$  atau  $OH^-$  dalam larutan. Komponen reaktan dan produk dari kesetimbangan zat indikator memiliki warna yang berbeda.



### 1. Mengamati

Berdasarkan fenomena yang telah diamati, informasi-informasi awal penting apa diperoleh (diamati) terkait percobaan membangun skala keasaman/kebasaan berupa pH 1 – 14 dalam air pada suhu  $25^\circ C$ .

Jawaban (daftar informasi awal menuju rumusan masalah):

Informasi faktual baru:	• •
Pengetahuan/konsepsi ilmiah prasyarat:	• •

Daftar informasi awal yang diharapkan

## 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 skala pH larutan dalam air!

Jawaban :

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	Variabel Bebas (VB)	Variabel Terikat (VT)	Variabel kontrol (VK)
Besar pH larutan ditentukan oleh [HCl] atau [NaOH] dalam larutan	1. [HCl] atau [NaOH]	1. pH larutan	Suhu 25°C

## 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	VB	VT		VK
	Asam kuat atau basa kuat	pH terbaca pada pH meter (video)	pH teridentifikasi dengan indikator universal (video)	Suhu
pH larutan ditentukan oleh [HCl] atau [NaOH]	HCl 0,1 M			25°C
	HCl 0,01 M			
	HCl 0,001 M			
	HCl 0,0001 M			
	HCl 0,00001 M			
	HCl 0,000001 M			
	Aquades			
	NaOH 0,000001M			
	NaOH 0,00001M			
	NaOH 0,0001M			
	NaOH 0,001M			
	NaOH 0,01M			
	NaOH 0,1M			

## 3) Alat dan bahan

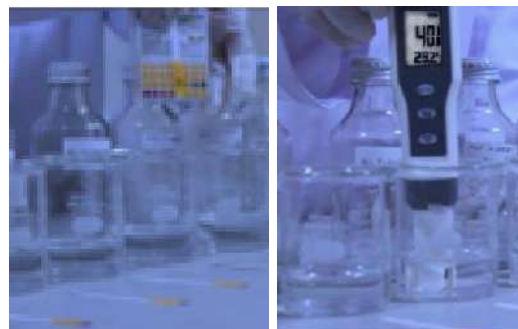
Berdasarkan desain pembuktian Tabel 2 alat dan bahan yang diperlukan serta fungsinya sebagai berikut.

## a) Alat dan fungsinya (diisi):

## b) Bahan dan fungsinya (diisi):

4) Cara Kerja

Berdasarkan desain pembuktian Tabel 2 cara kerja (prosedur) pengambilan data eksperimen sebagai berikut (diisi).



[https://drive.google.com/file/d/1JgH5KY3xniR-lqtwDToixPa1Ai6lKHj2/view?usp=share\\_link](https://drive.google.com/file/d/1JgH5KY3xniR-lqtwDToixPa1Ai6lKHj2/view?usp=share_link)

5) 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).

6) Pelaksanaan pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan sesuai dengan desain pembuktian hipotesis (tabel 2) mengikuti prosedur/cara kerja di atas disajikan dalam [https://drive.google.com/file/d/1JgH5KY3xniR-lqtwDToixPa1Ai6lKHj2/view?usp=share\\_link](https://drive.google.com/file/d/1JgH5KY3xniR-lqtwDToixPa1Ai6lKHj2/view?usp=share_link). Data hasil pengamatan disajikan dalam format pencatatan data (Tabel 3).

Tabel 3 Data hasil eksperimen (contoh)

Hipotesis	VB	VT		VK
	Asam kuat atau basa kuat	pH terbaca pada pH meter (video)	pH teridentifikasi dengan indikator universal (video)	Suhu
Besar [HCl] atau [NaOH] dalam larutan menentukan besar pH larutan	HCl 0,1 M			25°C
	HCl 0,01 M			
	HCl 0,001 M			
	HCl 0,0001 M			
	HCl 0,00001 M			
	HCl 0,000001 M			
	Air murni			
	NaOH 0,000001M			
	NaOH 0,00001M			
	NaOH 0,0001M			
	NaOH 0,0001M			
	NaOH 0,001M			
	NaOH 0,01M			
	NaOH 0,1M			

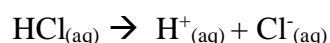
#### 4. Mengasosiasi

Pada tahapan mengasosiasi, diharapkan menjawab pertanyaan-pertanyaan di bawah ini melalui data yang telah diperoleh dalam tabel di bagian mengumpulkan data, serta dari mencermati ulasan materi pada *power point* di bagian mengasosiasi ataupun melalui sumber-sumber yang relevan, sehingga dapat menyimpulkan rumusan hipotesis yang dibuat dan mempersiapkan untuk dapat mempresentasikan hasil dengan baik! Rumusan hipotesis untuk dibuktikan “ harga negatif dari  $\log [\text{ion H}^+]$  atau  $14 - \log [\text{OH}^-]$  dalam larutan merupakan derajat keasaman atau kebasaaan atau pH dari larutan tersebut”.

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).

- a) pH berkaitan dengan  $[\text{ion H}^+]$  atau  $[\text{OH}^-]$ . Mengapa  $[\text{HCl}]$  dan  $[\text{NaOH}]$  memengaruhi pH larutan?

Informasi keberadaan partikel-partikel asam klorida ([klik video animasi partikel](#)) dengan konsentrasi 0,100 M dan lebih encer memperlihatkan larutan elektrolit kuat yang menunjukkan larutan HCl sebagai asam kuat yakni terionisasi sempurna dalam air. Demikian juga NaOH dengan konsentrasi 0,100 M dan lebih encer juga menunjukkan larutan elektrolit kuat sebagai indikasi NaOH basa kuat yang mengalami ionisasi sempurna dalam air. Sementara air merupakan elektrolit lemah yang mengindikasikan hanya sedikit mengalami ionisasi. Ionisasi dalam air yang berhubungan dengan kekuatan daya hantar listrik disajikan dalam video ([klik video animasi](#)) untuk larutan garam, ([klik video animasi](#)) untuk larutan asam kuat, dan ([klik video animasi](#)) untuk air sendiri. Persamaan reaksi ionisasi HCl, NaOH, dan  $\text{H}_2\text{O}$  sebagai berikut.



Air murni atau aquades bersifat netral (tidak asam atau basa/pahit), karna mengandung konsentrasi ion  $\text{H}^+$  dan  $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$  sama. Air hanya terionisasi sedikit menghasilkan ion  $\text{H}^+$  dan  $\text{OH}^-$ . Kehadiran tambahan ion  $\text{H}^+$  ke dalam air menyebabkan larutannya dalam air memperbesar konsentrasi ion  $\text{H}^+$  sehingga larutan bersifat asam (air tidak netral lagi). Sebaliknya, kehadiran tambahan ion  $\text{OH}^-$  ke dalam air menambah konsentrasi ion  $\text{OH}^-$  dalam air yang membuat air tidak netral lagi dan bersifat basa. pH larutan dalam air merupakan derajat atau skala kekuatan asam atau basa dalam air.

- b) Bagaimanakah hubungan data  $[\text{ion H}^+]$  dan  $[\text{OH}^-]$  larutan asam atau basa kuat dalam air dengan pH larutan yang terukur?

Jawaban:

Dari sumber informasi ditemukan bahwa, pada suhu  $25^\circ\text{C}$  hasil kali antara  $[\text{ion H}^+]$  dan  $[\text{ion OH}^-]$  dari ionisasi diri air adalah  $10^{-14}$ . Pada suhu tersebut  $-\log ([\text{H}^+] \times [\text{OH}^-])$  dalam larutan sama dengan 14. Dari data dalam Tabel 3 dapat dianalisis hubungan konsentrasi ion  $\text{H}^+$  dan konsentrasi ion  $\text{OH}^-$  dengan keasaman (pH) larutan melalui pengolahan data dalam Tabel 4.

Tabel 4. Tabel analisis hubungan  $[H^+]$  dan  $[OH^-]$  terhadap pH larutan

Hipotesis	VB		VT		VK
	Asam kuat atau basa kuat	[ion $H^+$ ] atau [ion $OH^-$ ]	pH terbaca pada pH meter atau kertas universal	$pH = -\log[H^+]$ $= 14 - \log [OH^-]$	Suhu
Besar $[HCl]$ atau $[NaOH]$ dalam larutan menentukan besar pH larutan	HCl 0,1 M				25°C
	HCl 0,01 M				
	HCl 0,001 M				
	HCl 0,0001 M				
	HCl 0,00001 M				
	HCl 0,000001 M				
	aquades				
	NaOH 0,000001M				
	NaOH 0,00001M				
	NaOH 0,0001M				
	NaOH 0,0001M				
	NaOH 0,001M				
	NaOH 0,01M				
	NaOH 0,1M				

Interpretasi hasil pengolahan data (contoh):

Hasil perhitungan konsentrasi asam elektrolit kuat HCl dan basa elektrolit kuat NaOH dengan pH larutan menunjukkan kecocokan yang tinggi. pH larutan secara matematika cukup ditentukan oleh konsentrasi larutan HCl atau NaOH saja.

- c) Mengapa  $[ion H^+]$  atau  $[ion OH^-]$  dari ionisasi air terabaikan dalam menentukan pH larutan asam maupun basa elektrolit kuat (ingat hasil kali ( $[H^+] \times [OH^-]$ ) dalam air pada suhu 25°C tetap sebesar  $10^{-14}$ )?

Jawaban:

- d) Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan tersebut, apa kesimpulan yang Anda dapatkan terkait dengan rumusan hipotesis yang diajukan di depan?

Simpulan yang diharapkan:

(nyatakan dengan mengkonfirmasi (pilih): hipotesis diterima/ditolak)



## 5. Mengkomunikasikan

Setelah lembar kerja diisi lengkap, dapat dibuat presentasi kerja ilmiah yang dilakukan seperti contoh presentasi yang disajikan dalam bentuk hyperlink [PPT](#) 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 (bisa juga klik/buka [PPT Guru](#))

#### Fenomena (lihat lembar kerja)

Sejumlah informasi/pengetahuan awal diperoleh dari paragraf fenomena dan pengamatan di sekitar (buku IPA SMP). Pengetahuan awal tersebut yakni: (1) derajat keasaman/kebasaan (pH) dapat ditentukan dari warna kertas indikator universal yang dibasahi larutan dan/atau diukur dengan pH meter, (2) skala pH 1 -14 dapat ditunjukkan oleh variasi konsentrasi larutan HCl (elektrolit kuat), air murni (netral), dan variasi konsentrasi larutan NaOH (elektrolit kuat), (3) pada suhu 25°C hasil kali  $[ion H^+]$  dan  $[OH^-]$  dalam air tetap sebesar  $10^{-14}$ , dan (4) skala pH meter memberdayakan besar skala kelistrikan larutan asam/basa dalam air, sedangkan warna indikator visual asam basa berhubungan konsentrasi komponen/spesi pembawa warna dari reaksi kesetimbangan ion indikator yang bergeser mengikuti besar  $[H^+]$  atau  $[OH^-]$  dalam larutan.

Sejumlah informasi hasil pengamatan awal di atas mengarahkan pada rumusan masalah investigasi yang perlu dijawab yakni bagaimana skala pH 1-14 yang ditunjukkan oleh pH meter dan/atau kertas indikator universal dapat ditunjukkan oleh variasi konsentrasi larutan HCl, air murni, dan variasi konsentrasi larutan NaOH dalam air? Agar pengumpulan data untuk konstruksi konsepsi ilmiah sebagai jawaban rumusan masalah investigasi di atas, maka perlu diawali dengan rumusan hipotesis dalam bentuk pengetahuan konseptual akibat-sebab (sebuah kalimat pasif akan optimal mendukung penalaran induktif). Dengan menyimak informasi awal yang didapat, rumusan hipotesis untuk rumusan masalah investigasi tersebut adalah “pada suhu 25°C dan tekanan 1 atmosfer, pH hasil pengukuran dengan pH meter dan/atau kertas indikator universal sama dengan  $-\log [HCl]$  untuk HCl (asam kuat monovalen) dan sama dengan  $14 - (-\log [NaOH])$  untuk NaOH (basa kuat monovalen), serta pH 7 untuk air murni, karena HCl terionisasi sempurna dalam air menghasilkan  $[ion H^+]$  yang sama dengan  $[HCl]$  dan juga NaOH terionisasi sempurna dalam air menghasilkan  $[ion OH^-]$  yang sama dengan  $[NaOH]$  serta ion  $H^+$  dan ion  $OH^-$  dari hasil ionisasi diri air murni memiliki konsentrasi ion  $H^+$  dan konsentrasi ion  $OH^-$  yang sama sebesar akar kuadrat dari harga kesetimbangan ionisasi diri air (dengan harga  $K_w = 10^{-14}$ ).

Rancangan eksperimen (pembuktian hipotesis) diawali dengan mengidentifikasi variabel bebas (VB), variabel terikat (VT), dan variabel kontrol (VK) dari rumusan hipotesis. Tahapan selanjutnya menentukan variasi nilai variabel bebas sebagai sampel eksperimen untuk diamati variasi akibatnya (VT), dan faktor lain yang mungkin berpengaruh dikontrol/dikendalikan (seperti dengan membuatnya sama) agar tidak memberi efek perbedaan pada variasi nilai VT. Rumusan hipotesis di atas melibatkan



konsentrasi asam (HCl) atau ion  $H^+$ , ion  $H^+$  dan  $OH^-$  air murni, dan konsentrasi basa (NaOH) atau ion  $OH^-$  dari basa sebagai VB, pH larutan sebagai VT, dan sampel berupa asam dan basa elektrolit kuat monovalen serta air murni pada suhu  $25^\circ C$  dan tekanan 1 atmosfer sebagai VK. Rancangan eksperimen perlu dibuat dalam bentuk tabel. Tabel tersebut akan mengarahkan kepada format pencatatan data pada akhir kegiatan M3 dan tabel pengolahan untuk analisis data (fase mengasosiasi M4). Dalam membuat ketiga tabel ini harus saling mempertimbangkan (saling kontrol) kesesuaiannya. Tabel rancangan eksperimen disajikan dalam Tabel 3.1.1a.

Tabel 3.1.1a. Rancangan pembuktian hipotesis

3	Hipotesis	VB			VT		VK
		Asam/ basa kuat	[asam] atau [basa]	$[H^+]$ atau $[OH^-]$ hasil ionisasi	pH larutan terukur terukur (pH meter dan /atau kertas universal)	$-\log[H^+]$ atau $14 - \log [OH^-]$	
Pada suhu $25^\circ C$ dan tekanan 1 atmosfer, pH hasil pengukuran dengan pH meter dan/atau kertas indikator universal sama dengan $-\log [HCl] = -\log [H^+]$ untuk HCl (asam kuat monovalen) dan sama dengan $14 - (-\log [NaOH]) = -\log [OH^-]$ untuk NaOH (basa kuat monovalen) serta pH 7 untuk air murni, karena HCl terionisasi sempurna dalam air menghasilkan $[ion H^+]$ yang sama dengan $[HCl]$ dan juga NaOH terionisasi sempurna dalam air menghasilkan $[ion OH^-]$ yang sama dengan $[NaOH]$ serta ion $H^+$ dan ion $OH^-$ dari hasil ionisasi diri air murni memiliki konsentrasi yang sama sebesar akar kuadrat dari harga kesetimbangan ionisasi diri air (dengan harga $K_w = 10^{-14}$ ).	Asam klorida	0.100 M	0.10 M ion $H^+$			<ul style="list-style-type: none"> <li>Asam monovalen elektrolit kuat</li> <li>Basa monovalen elektrolit kuat</li> <li>Suhu <math>25^\circ C</math> &amp; tekanan 1 atm</li> <li>Konsentrasi asam atau basa dari 0,100 s.d. <math>1 \times 10^{-6}</math> M</li> </ul>	
		0.01 M	0.01 M ion $H^+$				
		$10^{-3}$ M	$10^{-3}$ M ion $H^+$				
		$10^{-4}$ M	$10^{-4}$ M ion $H^+$				
		$10^{-5}$ M	$10^{-5}$ M ion $H^+$				
	aguades	murni	$10^{-7}$ M ion $H^+$ dan juga $10^{-7}$ M ion $OH^-$				
		Natrium hidroksida	$10^{-6}$ M	$10^{-6}$ M ion $OH^-$			
	$10^{-5}$ M		$10^{-5}$ M ion $OH^-$				
	$10^{-4}$ M		$10^{-4}$ M ion $OH^-$				
	$10^{-3}$ M		$10^{-3}$ M ion $OH^-$				
	0.01 M		$10^{-2}$ M ion $OH^-$				
	0.100 M	0.100 M	0.100 M ion $OH^-$				
		1.00 M	1,00 M ion $OH^-$				

Untuk pengumpulan data pembuktian hipotesis sesuai rancangan diperlukan alat-alat dan bahan sebagai berikut.

Alat	Bahan
<ul style="list-style-type: none"> <li>pH meter dan/atau kertas indikator asam-basa universal</li> <li>14 labur erlenmeyer 100 mL yang tertutup</li> <li>2 buah labu ukur 50 mL</li> <li>Pipet gondok 5 mL</li> <li>termometer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>total masing-masing 50 mL 0,100 M larutann HCl dan larutan NaOH (dari hipotesis 1) untuk standarisasi dan pembuatan larutan yang lebih encer.</li> <li>50 mL larutan 0,100 M HCl yang sudah distandarisasi yang secara berkelanjutan digunakan membuat variasi 50 mL konsentrasi larutan HCl dari 0,01 s.d. 0,000001 M</li> <li>50 mL larutan 0,100 M NaOH baru dibuat dan sudah distandarisasi</li> <li>Aquades yang akan</li> </ul>

Prosedur pelaksanaan dan pencatatan data eksperimen melibatkan penyediaan air murni, persiapan 100 mL larutan 0,100 M larutan NaOH yang segar (baru dibuat) dan dipastikan dengan teliti konsentrasinya melalui standarisasi dengan larutan standar primer, 100 larutan 0,100 M larutan HCl yang juga distandarisasi. Selanjutnya melibatkan kegiatan utama sebagai berikut ([https://drive.google.com/file/d/1JgH5KY3xniR-lqtWDT0ixPa1Ai6lKHj2/view?usp=share\\_link](https://drive.google.com/file/d/1JgH5KY3xniR-lqtWDT0ixPa1Ai6lKHj2/view?usp=share_link)). (i) Menyediakan 50 mL larutan HCl dengan konsentrasi bervariasi 0,100 M dan  $10^{-2}$  s.d.  $1 \times 10^{-6}$  M melalui pengenceran larutan standar HCl, 50 mL air murni, dan 50 mL larutan NaOH 0,100 M dan  $1 \times 10^{-2}$  s.d.  $1 \times 10^{-6}$  M dengan mengencerkan larutan standar 0,100 M NaOH. (ii) Menguji pH setiap larutan dengan indikator asam-basa kertas universal dan juga diukur dengan pH meter untuk memastikan harga pH yang terukur. (iii) Air murni dengan suhu sama ( $25^{\circ}\text{C}$ ) disiapkan dari pendinginan air murni yang telah dipanaskan (untuk menghilangkan asam karbonat yang terbentuk dari  $\text{CO}_2$  dari udara yang larut). (iv) Hasil pengukuran pH dari semua sampel (13 buah sampel) dicatat

Format (tabel) pencatatan data hasil pengumpulan data untuk pembuktian hipotesis mungkin bisa tidak serumit tabel reancangan percobaan 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). Dengan pertimbangan efisiensi penulisan dokumen *micro learning* ini, tabel pencatatan data yang sekaligus sudah diisi dengan catatan data hasil eksperimen (akhir M3) dan tabel pengolahan data (awal M4) disajikan bersamaan (digabung) dalam Tabel 3.1.2.1a.

Tabel 3.1.1b. Data hasil eksperimen dan pengolahannya

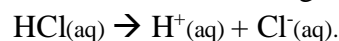
Hipotesis	VB			VT		VK
	Asam/ basa kuat	[asam] atau [basa]	[H <sup>+</sup> ] atau [OH <sup>-</sup> ] hasil ionisasi	pH larutan terukur terukur (pH meter dan /atau kertas universal)	$-\log[\text{H}^+]$ atau $14 - \log[\text{OH}^-]$	
Pada suhu $25^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 1 atmosfer, pH hasil pengukuran dengan pH meter dan/atau kertas indikator universal sama dengan $-\log[\text{HCl}] = -\log[\text{H}^+]$ untuk HCl (asam kuat monovalen) dan sama dengan $14 - (-\log[\text{NaOH}] = -\log[\text{OH}^-])$ untuk NaOH (basa kuat monovalen) serta pH 7 untuk air murni, karena HCl terionisasi sempurna dalam air menghasilkan [ion H <sup>+</sup> ] yang sama dengan [HCl] dan juga NaOH terionisasi sempurna dalam air menghasilkan [ion OH <sup>-</sup> ] yang sama dengan [NaOH] serta ion H <sup>+</sup> dan ion OH <sup>-</sup> dari hasil ionisasi diri air	Asam klorida	0.100 M	0.10 M ion H <sup>+</sup>	1	1	• Suhu $25^{\circ}\text{C}$ & tekanan 1 atm • Konsentrasi larutan asam dan basa tidak terlalu pekat
		0.01 M	0.01 M ion H <sup>+</sup>	2	2	
		$10^{-3}$ M	$10^{-3}$ M ion H <sup>+</sup>	3	3	
		$10^{-4}$ M	$10^{-4}$ M ion H <sup>+</sup>	4	4	
		$10^{-5}$ M	$10^{-5}$ M ion H <sup>+</sup>	5	5	
	aguades	murni	$10^{-7}$ M ion H <sup>+</sup> dan juga $10^{-7}$ M ion OH <sup>-</sup>	7	7	
		Natrium hidroksida	$10^{-6}$ M	$10^{-6}$ M ion [OH <sup>-</sup> ]	8	
	$10^{-5}$ M		$10^{-5}$ M ion [OH <sup>-</sup> ]	9	9	
	$10^{-4}$ M		$10^{-4}$ M ion [OH <sup>-</sup> ]	10	10	
	$10^{-3}$ M		$10^{-3}$ M ion [OH <sup>-</sup> ]	11	11	

murni memiliki konsentrasi yang sama sebesar akar kuadrat dari harga kesetimbangan ionisasi diri air (dengan harga $K_w = 10^{-14}$ ).	0.01 M	$10^{-2}$ M ion $[OH^-]$	12	12
	0.100 M	0.100 M ion $[OH^-]$	13	13
	1.00 M	1.00 M ion $[OH^-]$	14	14

Interpretasi hasil pengolahan data dalam tabel di atas adalah harga pH terukur adalah (i) 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 secara berurutan untuk larutan HCl  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$  M, (ii) 7 untuk air murni, dan (iii) 8, 9, 10, 11, 12, 13, dan 14 secara berurutan untuk larutan NaOH  $10^{-6}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-1}$ , dan  $10^0$ .

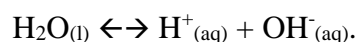
### Pembahasan

Informasi awal menyatakan bahwa besar harga pH yang diukur oleh pH meter sesungguhnya mengukur besar gejala kelistrikan yang berkaitan dengan konsentrasi suatu ion (yakni  $[ion H^+]$  atau  $[ion OH^-]$  untuk gejala pH). Data pembuktian hipotesis menunjukkan bahwa variasi harga pH hasil pengukuran PH meter dan/atau kertas indikator universal berhubungan dalam bentuk harga negatif dari  $\log [HCl]$  atau  $14 - (-\log [NaOH])$ , serta setengah  $-\log K_w$  untuk air murni. Larutan HCl sebagai elektrolit kuat mengalami ionisasi sempurna menghasilkan ion  $H^+$  dan ion  $Cl^-$  (semua partikelnya berupa ion dan tidak ada berupa molekul HCl dalam air). Jadi  $[ion H^+] =$  konsentrasi HCl yang dilarutkan. Hal yang sama juga terjadi pada larutan basa elektrolit kuat NaOH. Reaksi ionisasi larutan HCl dan NaOH dalam air sebagai berikut.



Gejala kelistrikan untuk  $[ion H^+]$  cukup sensitif yang mampu dibedakan dalam rasio 10 atau 0,1 kali  $[ion H^+]$  atau  $[ion OH^-]$  dengan rentang  $[ion H^+]$  atau  $[ion OH^-]$  dari  $10^{-1}$  s.d.  $10^{-6}$ . Harga pH 1 - 6 berbanding terbalik dengan variasi  $[HCl]$  konsentrasi larutan HCl dari  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$  molar, sedangkan harga pH larutan basa dari 14 - 8 berbanding terbalik dengan variasi  $[ion NaOH]$  dari  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$  molar. Harga pH ternyata sama dengan harga negatif  $\log [ion H^+]$  yang lebih efisien dalam penyajian angka yang kecil. Dengan kajian yang sama, sesungguhnya juga didapat harga pOH sama dengan  $-\log [ion OH^-]$ .

Air murni yang bersifat netral (tidak asam atau tidak basa) memiliki pH = 7 yakni setengah lebar rentang skala keasaman/kebasaan dari 1 - 14 dan bahkan pada suhu  $25^\circ C$  dan tekanan 1 atmosfer harga pH dan pOH dapat dikonversi melalui persamaan  $pH = 14 - pOH$ . Ternyata persamaan tersebut berhubungan dengan harga tetapan kesetimbangan ionisasi diri air sebagai pelarut dalam larutan asam atau basa. Reaksi kesetimbangan ionisasi diri air adalah



Harga tetapan kesetimbangan pada suhu  $25^\circ C$  dan tekanan 1 atmosfer adalah  $10^{-14}$ , sehingga  $[H^+] = [OH^-] =$  akar kuadrat dari  $10^{-14} = 10^{-7}$ . Komposisi  $[ion H^+]$  dan  $[ion OH^-]$  dari larutan asam atau basa dalam air yang mengikuti sistem kesetimbangan ion-ion air  $K_w = [H^+] [OH^-] = 10^{-14}$  pada suhu  $25^\circ C$  dan tekanan 1 atmosfer memungkinkan menggabungkan skala keasaman dan kebasaan dalam sebuah skala pH 1 - 14. Dalam

perhitungan pH, konsentrasi ion  $H^+$  dari larutan asam secara praktis ditentukan oleh  $[H^+]$  dari asam saja dan demikian juga konsentrasi ion  $OH^-$  dalam larutan basa sedcara praktis ditentukan oleh  $[OH^-]$  dari basa saja, karena  $[H^+]$  atau  $[OH^-]$  dari air sangat kecil. Rancangan eksperimen skala pH dengan menggunakan variasi konsentrasi larutan HCl dari  $10^{-1}$  s.d.  $10^{-6}$ , air murni dan variasi konsentrasi larutan NaOH dari  $10^{-1}$  s.d.  $10^{-6}$  M pada suhu  $25^\circ C$  dan tekanan 1 atmosfer mampu membangun konsepsi ilmiah skala pH larutan dalam air 1 – 14.

### Kesimpulan

Rancangan eksperimen skala pH dengan menggunakan variasi konsentrasi larutan HCl dari  $10^{-1}$  s.d.  $10^{-6}$ , air murni dan variasi konsentrasi larutan NaOH dari  $10^{-1}$  s.d.  $10^{-6}$  M pada suhu  $25^\circ C$  dan tekanan 1 atmosfer mampu membangun konsepsi ilmiah skala pH larutan dalam air 1 – 14 sebagai berikut (membenarkan rumusan hipotesis).

Pada suhu  $25^\circ C$  dan tekanan 1 atmosfer, pH hasil pengukuran dengan pH meter dan/atau kertas indikator universal sama dengan  $-\log [HCl] = -\log [H^+]$  untuk HCl (asam kuat monovalen) dan sama dengan  $14 - (-\log [NaOH]) = -\log [OH^-]$  untuk NaOH (basa kuat monovalen) serta pH 7 untuk air murni, karena HCl terionisasi sempurna dalam air menghasilkan [ion  $H^+$ ] yang sama dengan [HCl] dan juga NaOH terionisasi sempurna dalam air menghasilkan [ion  $OH^-$ ] yang sama dengan [NaOH] serta ion  $H^+$  dan ion  $OH^-$  dari hasil ionisasi diri air murni memiliki konsentrasi yang sama sebesar akar kuadrat dari harga kesetimbangan ionisasi diri air (dengan harga  $K_w = 10^{-14}$ ).

## c. Tugas *micro learning* induktif skala pH

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). 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 pengayaan konsepsi ilmiah yang disasar.

Identifikasi dan jawab soal-soal penguasaan konsep dan soal-soal pengayaan konsep (tentang konsep faktor yang memengaruhi laju reaksi) yang ada di dalam 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. Silberberg, M.S. (2003). Chemistry The Molecular nature of Matter and Change. Third Edition. New York: McGraw-Hill Higher Education.
2. Silberberg, M.S. (2010). Principle of General Chemistry 2<sup>nd</sup> edition. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc
3. Brady, J.E., (1990). *General Chemistry: Principle and Structure*. New York: John Wiley & Son.
4. Chand, R., (2002). Chemistry. Seventh Edition, Boston: McGraw-Hill Companies, Inc.
5. 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.

### C. Tes formatif *micro learning* skala pH

Soal pilihan dapat diprogramkan secara efektif dan efisien melalui daring

#### Pilih satu jawaban yang paling benar dan lengkap!

1. Informasi berikut mengarahkan pada rumusan masalah investigatif tentang skala pH, KECUALI ...
  - A. Larutan 0,01 M dari senyawa ion NaOH terionisasi sebagian dalam air dan menghantarkan listrik lemah
  - B. Larutan 0,01 M HCl dari senyawa molekuler terionisasi sempurna dalam air yang menghantarkan listrik sangat kuat
  - C. Pada suhu 25°C,  $[H^+] \times [OH^-]$  adalah  $10^{-14}$
  - D. Larutan dengan  $pH < 7$  bersifat asam
  - E. Larutan dengan  $pH >$  bersifat basa
2. Pertanyaan investigatif menuju konsepsi ilmiah sebab dan akibat tentang skala pH adalah ...
  - A. Bagaimana variasi konsentrasi HCl dalam air membangun keseluruhan skala pH 1-14?
  - B. Bagaimana variasi konsentrasi NaOH dalam air membangun keseluruhan skala pH 1-14?
  - C. Bagaimana aquades (air murni) dapat membangun keseluruhan skala pH 1-14?
  - D. Bagaimana variasi konsentrasi elektrolit membangun keseluruhan skala pH 1-14?
  - E. Bagaimana variasi konsentrasi HCl dan konsentrasi NaOH dalam air dapat membangun skala pH 1-14?

3. Berikut adalah kegiatan atau hasil aspek-aspek kegiatan pengumpulan data dalam konstruksi konsepsi ilmiah skala pH larutan. Pernyataan yang benar adalah ...
  - A. Rumusan hipotesis “variasi konsentrasi dalam air dari asam kuat, basa kuat, dan aquades sendiri dapat membangun skala pH 1-14.
  - B. Larutan elektrolit kuat mulai dari konsentrasi 0,10 molar menuju yang lebih encer dapat membangun skala pH dari 1 hingga 14.
  - C. Batas konsentrasi dari 0,10 hingga  $10^{-6}$  molar untuk larutan HCl maupun NaOH merupakan variabel bebas
  - D. Variasi konsentrasi dari 0,10 hingga  $10^{-6}$  molar untuk larutan HCl maupun NaOH merupakan variasi nilai variabel terikat
  - E. Semua rumusan benar.
4. Kegiatan atau hasil kegiatan mengasosiasi data eksperimen menuju konfirmasi kebenaran konsepsi ilmiah tentang skala pH yang benar adalah ...
  - A. larutan dalam air dari senyawa molekuler HCl 0,01 M dan yang lebih encer hanya sebagian dalam bentuk ion-ionnya.
  - B. larutan NaOH 0,10 M dalam air tidak mengandung ion  $H^+$ , sehingga tidak bisa dinyatakan dalam skala keasaman.
  - C. pada suhu  $25^{\circ}C$ , larutan NaOH 0,001 molar dalam air mengandung ion  $H^+$  sebanyak  $10^{-11}$  molar dan memiliki pH 11.
  - D. reaksi kesetimbangan ionisasi diri air menyebabkan larutan dalam air selalu mengandung ion  $H^+$  dan ion  $OH^-$ , sehingga bersifat netral (tidak asam/basa)
  - E. larutan HCl  $10^{-9}$  molar dalam air memiliki pH 9.
5. Pernyataan aspek kegiatan dan/atau hasil kegiatan ilmiah yang perlu ada dalam mengkomunikasikan hasil belajar tentang skala pH dengan pendekatan ilmiah, KECUALI ...
  - A. hasil dari eksperimen yang tidak mendukung kebenaran rumusan hipotesis skala pH tidak perlu dikomunikasikan lanjut dalam belajar secara ilmiah.
  - B. informasi awal utama untuk membangun konsepsi ilmiah skala pH di bagian awal topik asam basa adalah contoh asam dan basa yang tergolong elektrolit kuat
  - C. berisi rumusan masalah investigatif atau rumusan hipotesis atau rumusan pengetahuan konseptual sebab-akibat sasaran.
  - D. dokumen kegiatan pengumpulan data utama yang berupa gambar dan/atau foto, video, tabel, atau informasi lain diperlukan menjamin kebenaran data.
  - E. penyajian hubungan variasi  $[ion H^+]$  atau  $[OH^-]$  dari konsentrasi asam dan basa kuat dengan rentang 0,10 s.d.  $10^{-6}$  molar dengan pH yang terukur.