

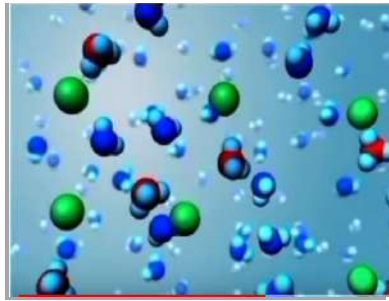
MICRO LEARNING DEDUKTIF

SKALA KEASAMAN (pH) LARUTAN

(SUBTOPIK INDIKATOR ASAM BASA)



https://www.youtube.com/watch?v=wph0Uz_aSr0 - strong electrolyte of NaCl solution



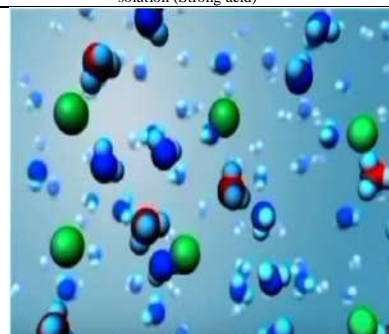
<https://www.youtube.com/watch?v=rKqYE5sZi1s> - HCl solution (Strong acid)



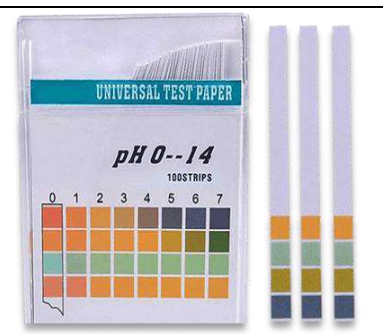
pH meter



Bromothymol blue in various pH
<https://www.youtube.com/watch?v=OLX9QIUmxPE>



<https://www.youtube.com/watch?v=rKqYE5sZi1s> - HCl solution (Strong acid)



Stick universal indicators

NAMA :

KELAS :

NO. ABSEN :

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

Tujuan Pembelajaran

mampu merumuskan hubungan konsentrasi asam kuat dan konsentrasi basa kuat dengan pH larutan (dengan pH meter dan kertas indikator universal) melalui eksperimen.

Fenomena

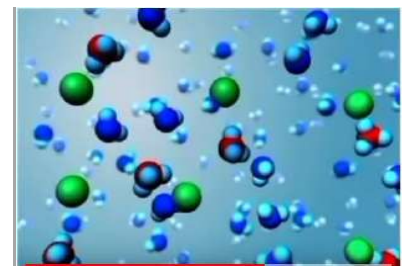
Konsentrasi (molaritas) suatu ion seperti ion H^+ atau OH^- dalam larutan dapat memengaruhi secara kuantitatif aliran listrik dalam bentuk kuat arus atau beda potensial yang besarnya dapat terbaca dalam skala alat ukur seperti yang diberdayakan dalam pH meter. Larutan asam dalam air mengandung ion H^+ , sedang larutan basa mengandung ion OH^- . Besar pH (tingkat/derajat keasaman) merupakan harga negatif log $[ion H^+]$, sedang $pOH = -\log [ion OH^-]$ dalam larutan. Larutan asam atau basa elektrolit kuat dalam air terionisasi sempurna. Larutan monovalen elektrolit kuat dengan konsentrasi tidak terlalu besar ($\leq 10^{-1}$ molar) seperti HCl akan mengandung $[ion H^+] = [HCl]$ yang dilarutkan atau NaOH akan mengandung $[ion OH^-] = [NaOH]$ yang dilarutkan ([video animasi ionisasi asam kuat](#)). Sementara air murni merupakan elektrolit lemah, karena mengalami ionisasi diri sebagian dalam kesetimbangan menghasilkan $[ion H^+]$ dan $[ion OH^-]$ atau harga K_w sebesar 10^{-14} pada suhu $25^\circ C$ dan tekanan satu atmosfer ([video animasi ionisasi diri air](#)). Air murni bersifat netral tidak bersifat asam maupun basa dengan harga $pH = 7$, karena $[ion H^+] = [ion OH^-] = 10^{-7}$.

Sementara indikator asam-basa visual seperti kertas lakmus, bromtimol biru, dan indikator alami sesungguhnya mengandung zat kimia yang juga dapat terionisasi sebagian (biasanya asam atau basa lemah) dengan harga kesetimbangan tertentu yang dapat mengalami pergeseran reaksi kesetimbangan ke arah reaktan atau produk dengan disertai perubahan warna bergantung pada besar konsentrasi ion H^+ atau OH^- ([animasi perubahan warna bromtimol biru](#)). Kertas indikator universal dibuat dalam bentuk *stick* untuk memudahkan penggunaannya. Indikator universal mengandung gabungan sejumlah indikator asam-basa visual yang mampu memperlihatkan warna yang berbeda dengan jangkauan lebih luas sesuai dengan rentangan skala pH dan memberi warna berbeda setiap

Dari dasar-dasar pengetahuan awal di atas, larutan dalam air dengan pH 1 s.d 6 dapat dibuat dengan larutan asam klorida yang terionisasi sempurna (elektrolit kuat) dari konsentrasi 0,100 M s.d. 10^{-6} M, air murni yang dipanaskan terlebih dahulu (untuk menghilangkan kemungkinan kandungan gas karbondioksida yang dapat membentuk asam karbonat sebagai pengotor) dan kemudian didinginkan hing $25^\circ C$ untuk mendapatkan $pH = 7$, dan pH 8 s.d. 14 bisa dibuat dari larutan NaOH yang juga terionisasi sempurna (elektrolit kuat) dari konsentrasi 10^{-6} M s.d. 1,0 M. Total $[H^+]$ dari asam dan dari air untuk larutan HCl dalam perhitungan secara praktis sama dengan $[HCl]$. Demikian juga total $[OH^-]$ dari NaOH dan dari air untuk larutan NaOH untuk perhitungan pOH secara praktis sama dengan



https://www.youtube.com/watch?v=wph0Uz_aSf0 - strong electrolyte of NaCl solution



<https://www.youtube.com/watch?v=rKqYE5sZiIs> - HCl solution (Strong acid)

[NaOH]. Keberadaan $[H^+]$ dan sekaligus $[OH^-]$ dalam air mengikuti pergeseran kesetimbangan ionisasi diri air, sehingga skala keasaman dan kebasaan dapat digabung dalam satu skala yaitu skala pH. Harga pOH dapat diubah menjadi harga pH dengan rumus $pH = 14 - pOH$ pada suhu $25^\circ C$. Dengan penentuan pH variasi larutan sampel yang dirancang melalui pengukuran dengan pH meter yang diperiksa silang dari hasil penentuan pH dengan menggunakan indikator asam-basa kertas universal, skala pH 1 – 14 mestinya dapat dibuktikan (diverifikasi).

1. Mengamati

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

Informasi faktual baru:	<ul style="list-style-type: none"> • • •
Pengetahuan/konsepsi ilmiah prasyarat:	<ul style="list-style-type: none"> • • •

Daftar informasi awal yang diharapkan

2. Menanya

Berdasarkan hal tersebut yang telah diamati, buatlah rumusan masalah klarifikasi (jika ada) dan masalah investigasi berkaitan dengan skala pH larutan dalam air!

Jawaban :

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

Pertanyaan investigatif (sebuah 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 satu kalimat jawaban sementara dari rumusan investigasi yang dibuat (dalam sebuah kalimat sebab-akibat lebih cocok untuk hipotesis deduktif)!

b. Merancang percobaan (pembuktian hipotesis)

Untuk menguji hipotesis yang telah dirumuskan, buatlah rancangan percobaan pembuktian hipotesis yang meliputi identifikasi 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)
[HCl] atau [NaOH] dalam larutan menentukan pH 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 (ini 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			
	aquades			
	NaOH 0,000001M			
	NaOH 0,00001M			
	NaOH 0,0001M			
	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:

b) Bahan dan fungsinya:

4) Cara Kerja

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



https://drive.google.com/file/d/1JgH5KY3xniR-lqtwDT0ixPa1Ai6lKHj2/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. 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
[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			

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).

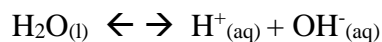
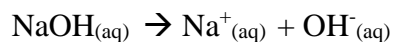
1) pH berkaitan dengan $[\text{ion H}^+]$. Mengapa [HCl] dan [NaOH] memengaruhi pH larutan?

Jawaban:

Konsentrasi ion H^+ atau OH^- dalam air

Penegasan kembali informasi awal dalam fenomena. Asam [klorida](#) dengan konsentrasi 0,100 M menunjukkan larutan elektrolit kuat sebagai indikator HCl terionisasi sempurna dalam air. Demikian juga NaOH dengan konsentrasi 0,100 M menunjukkan larutan elektrolit kuat sebagai indikasi NaOH mengalami ionisasi sempurna dalam air (boleh dilihat kembali [video animasi ionisasi elektrolit kuat](#), [video animasi ionisasi asam kuat](#)) dan [air sendiri \(video animasi\)](#) dalam fenomena pengantar.

Persamaan ionisasi contoh-contoh jenis zat tersebut dalam air yang berhubungan dengan kekuatan daya hantar listriknya sebagai berikut.



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

- 2) Bagaimanakah hubungan data konsentrasi larutan asam atau basa elektrolit kuat dalam air dengan pH larutan yang terukur?

Jawaban:

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

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

Hipotesis	VB		VT		VK
	Asam kuat atau basa kuat	$[\text{ion H}^+]$ atau $[\text{ion OH}^-]$	pH terbaca pada pH meter atau kertas universal	$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ $= 14 - \log[\text{OH}^-]$	Suhu
Besar $[\text{HCl}]$ atau $[\text{NaOH}]$ 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				

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

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

Jawaban:

Kesimpulan

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

Simpulan yang diharapkan:

(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 tautan [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 penguasaan konsep atau pengayaan terkait (baik dalam LKPD atau sumber lain yang ditemukan) terkait dengan temuan Anda.

b. Informasi deduksi konsepsi ilmiah skala pH (juga bisa buka [PPT Guru](#))**Fenomena (lihat lembar kerja)**

Sejumlah informasi/pengetahuan awal dalam pembuktian skala pH diperoleh dari paragraf fenomena pengantar dan sumber lain. Informasi awal sebagai berikut. (1) Besar pH (tingkat/derajat keasaman) merupakan harga negatif log [ion H^+], sedang $pOH = -\log [ion OH^-]$ dalam larutan. (2) Dalam air, larutan monovalen $\leq 0,10$ M elektrolit kuat mengandung [ion H^+] = [asam] untuk HCl atau mengandung [ion OH^-] = [basa] untuk NaOH. (3) Besar [ion H^+] = [ion OH^-] untuk air murni, sedangkan [ion H^+] larutan HCl secara praktis sama dengan [HCl] dan [ion OH^-] larutan NaOH secara praktis sama dengan [NaOH]. (4) Besar [H^+] dan [OH^-] larutan dalam air dengan kehadiran asam atau basa mengikuti pergeseran kesetimbangan ionisasi diri air dengan harga K_w sebesar 10^{-14} pada suhu $25^\circ C$ dan tekanan 1 atmosfer, sehingga skala pH merentang dari 1 – 14 yakni dari sangat asam ($pH = 1$) menuju netral ($pH = 7$) dan kemudian menuju sangat basa ($pH = 14$).

Sejumlah informasi hasil pengamatan awal di atas mengarahkan pada rumusan masalah investigasi deduktif yang perlu dijawab yakni “bagaimana membuktikan (menunjukkan/memverifikasi) skala keasaman/kebasaan (skala pH) larutan dalam air 1 - 14? Agar pengumpulan data untuk konstruksi konsepsi ilmiah sebagai jawaban rumusan masalah investigasi di atas, maka perlu diawali dengan rumusan hipotesis dalam bentuk pengetahuan konseptual sebab-akibat (sebuah kalimat aktif akan optimal mendukung penalaran deduktif). Dengan menyimak informasi awal yang didapat, rumusan hipotesis untuk rumusan masalah investigasi tersebut adalah “pada suhu $25^\circ C$ dan tekanan 1 atmosfer, larutan HCl yang terionisasi sempurna dalam air menghasilkan [ion H^+] yang sama dengan [HCl] dan juga NaOH terionisasi sempurna dalam air menghasilkan [ion OH^-] sama dengan [NaOH] serta ion H^+ dan ion OH^- dari hasil ionisasi diri aquades memiliki konsentrasi yang sama sebesar akar kuadrat dari harga kesetimbangan ionisasi diri air (dengan harga $K_w = 10^{-14}$) memberikan pH sebesar $-\log [H^+] = -\log [HCl]$ untuk larutan HCl dan $14 - (-\log [NaOH])$ untuk larutan NaOH serta pH 7 untuk air murni”.

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 3.1.2a.

Tabel 3.1.2a. Rancangan pembuktian hipotesis

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°C dan tekanan 1 atmosfer, larutan HCl yang 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 ⁻ yang sama dari hasil ionisasi diri air murni dengan konsentrasi sebesar akar kuadrat dari harga kesetimbangan ionisasi diri air (dengan harga $K_w = 10^{-14}$) memberikan pH sebesar $-\log [H^+] = -\log [HCl]$ untuk larutan HCl dan $14 - (-\log [NaOH])$ untuk larutan NaOH serta pH 7 untuk air murni.	Asam klorida	0.100 M	0.10 M ion H ⁺			<ul style="list-style-type: none"> • Asam monovalen elektrolit kuat • Basa monovalen elektrolit kuat • Suhu 25°C & tekanan 1 atm • Konsentrasi asam atau basa dari 0,100 s.d. 1 x 10⁻⁶ M
		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 ⁺			
		10 ⁻⁶ M	10 ⁻⁶ 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 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"> • pH meter dan/atau kertas indikator asam-basa universal • 14 labur erlenmeyer 100 mL yang tertutup • 2 buah labu ukur 50 mL • Pipet gondok 5 mL • termometer 	<ul style="list-style-type: none"> • total masing-masing 50 mL 0,100 M larutan HCl dan larutan NaOH (dari hipotesis 1) untuk standarisasi dan pembuatan larutan yang lebih encer. • 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 • 50 mL larutan 0,100 M NaOH baru dibuat dan sudah distandarisasi • Aquades yang akan

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). (i) Menyediakan 50 mL larutan HCl dengan konsentrasi bervariasi 0,100 M dan 10⁻² s.d. 1 x 10⁻⁶ M melalui

pengenceran larutan standar HCl, 50 mL air murni, dan 50 mL larutan NaOH 0,100 M dan 1×10^{-2} s.d. 1×10^{-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°C) disiapkan dari pendinginan air murni yang telah dipanaskan (untuk menghilangkan asam karbonat yang terbentuk dari 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 3.1.2b. Data hasil eksperimen dan pengolahannya

Hipotesis	VB			VT		VK
	Asam/ basa kuat	[asam] atau [basa]	$[\text{H}^+]$ atau $[\text{OH}^-]$ hasil ionisasi	pH larutan terukur terukur (pH meter dan /atau kertas universal)	$-\log[\text{H}^+]$ atau $14 - \log[\text{OH}^-]$	
Pada suhu 25°C dan tekanan 1 atmosfer, larutan HCl yang terionisasi sempurna dalam air menghasilkan $[\text{ion H}^+]$ yang sama dengan $[\text{HCl}]$ dan juga NaOH terionisasi sempurna dalam air menghasilkan $[\text{ion OH}^-]$ sama dengan $[\text{NaOH}]$ 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 $K_w = 10^{-14}$) memberikan pH sebesar $-\log[\text{H}^+] = -\log[\text{HCl}]$ untuk larutan HCl dan $14 - (-\log[\text{NaOH}])$ untuk larutan NaOH serta pH 7 untuk air murni	Asam klorida	0.100 M	0.10 M ion H^+	1	1	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu 25°C & tekanan 1 atm • Konsentrasi larutan asam dan basa tidak terlalu pekat
		0.01 M	0.01 M ion H^+	2	2	
		10^{-3} M	10^{-3} M ion H^+	3	3	
		10^{-4} M	10^{-4} M ion H^+	4	4	
		10^{-5} M	10^{-5} M ion H^+	5	5	
		10^{-6} M	10^{-6} M ion H^+	6	6	
	aguades	murni	10^{-7} M ion H^+ dan juga 10^{-7} M ion OH^-	7	7	
	Natrium hidroksida	10^{-6} M	10^{-6} M ion $[\text{OH}^-]$	8	8	
		10^{-5} M	10^{-5} M ion $[\text{OH}^-]$	9	9	
		10^{-4} M	10^{-4} M ion $[\text{OH}^-]$	10	10	
		10^{-3} M	10^{-3} M ion $[\text{OH}^-]$	11	11	
		0.01 M	10^{-2} M ion $[\text{OH}^-]$	12	12	
		0.100 M	0.100 M ion $[\text{OH}^-]$	13	13	
		1.00 M	1,00 M ion $[\text{OH}^-]$	14	14	

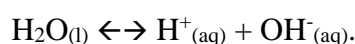
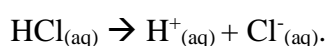
Interpretasi hasil pengolahan data dalam tabel di atas adalah variasi $[\text{ion H}^+] = [\text{HCl}]$, air murni, dan variasi $[\text{ion OH}^-] = [\text{NaOH}]$ bersesuaian dengan harga pH terukur yakni (i)

larutan HCl 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} M secara berurutan memiliki pH adalah 1, 2, 3, 4, 5, dan 6, (ii) air murni memiliki 7, dan (iii) larutan NaOH 10^{-6} , 10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} , 10^{-2} , 10^{-1} , dan 10^0 secara berurutan memiliki pH 8, 9, 10, 11, 12, 13, dan 14.

Pembahasan

Larutan elektrolit kuat mengalami ionisasi sempurna. Larutan asam merupakan larutan elektrolit yang mengandung ion H^+ dari ionisasi molekul asam. Larutan basa juga merupakan larutan elektrolit, tetapi mengandung ion OH^- dari ionisasi zat yang larut. Air murni sebagai pelarut zat asam atau basa merupakan suatu sistem kesetimbangan ion (ionisasi diri) sebagai elektrolit lemah yang sekaligus menghasilkan ion H^+ dan OH^- dengan harga hasil kali $[ion H^+] \times [OH^-]$ atau K_w sebesar 10^{-14} pada suhu $25^\circ C$ tekanan 1 atmosfer. Kehadiran $[ion H^+]$ dan $[OH^-]$ yang sama dalam air murni saling menghilangkan sifat keasaman dan kebasaan, sehingga air bersifat netral (tidak asam dan juga tidak basa). Kehadiran asam atau basa lain dalam air memberikan efek pergeseran kesetimbangan ion-ion air (H^+ dan OH^-) dari pengaruh ion senama dalam kesetimbangan ionisasi diri air dengan harga K_w tetap pada suhu yang sama. Besar harga $[ion H^+]$ atau $[OH^-]$ dari 10^{-1} hingga 10^{-7} molar ternyata menghasilkan pengetahuan sistematis berupa skala pH ($= -\log [H^+]$) dari 1-14 yang banyak manfaat pada reaksi kimia atau peristiwa kebutuhan hidup dalam air terkait dengan kehadiran ion H^+ dan ion OH^- . Penggunaan besaran negatif dari harga log dapat lebih efisien mengkomunikasikan angka yang kecil dari 10^{-1} s.d. 10^{-7} .

Larutan HCl dalam air merupakan elektrolit kuat dengan konsentrasi $\leq 10^{-1}$ M terionisasi sempurna menghasilkan $[H^+]$ yang sama dengan $[HCl]$ yang dilarutkan. Demikian juga larutan NaOH dalam air merupakan elektrolit kuat dengan konsentrasi $\leq 10^{-1}$ M terionisasi sempurna menghasilkan $[OH^-] = [NaOH]$ yang dilarutkan. Reaksi ionisasi larutan HCl dan NaOH dalam air serta ionisasi diri air sebagai berikut.



Dengan memertimbangkan konsentrasi ion H^+ dan ion OH^- dari air sangat kecil, maka kehadiran asam atau basa elektrolit kuat dengan konsentrasi $\geq 10^{-6}$ molar secara praktis dalam perhitungan pH ($-\log [H^+]$) atau perhitung pOH ($-\log [OH^-]$) cukup hanya memperhitungkan $[H^+]$ dari asam atau $[OH^-]$ dari basa elektrolit kuat. Kombinasi variasi sampel larutan HCl 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} M, air murni, larutan NaOH 10^{-6} , 10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} , 10^{-2} , 10^{-1} , dan 10^0 semestinya dapat menunjukkan skala pH dari 1 s.d. 14.

Data hasil eksperimen yang diukur dengan kombinasi pH meter dan kertas indikator asam-basa kertas universal serta pengolahannya (Tabel 3.1.2.1b) sesuai dengan rancangan pembuktian hipotesis deduktif yang membenarkan kajian pengetahuan (teori) deduktif di atas tentang skala pH 1-14 tersebut. Larutan HCl dengan molaritas 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} M secara berurutan memiliki $[H^+] = [HCl]$ yang dilarutkan atau memiliki pH secara berurutan 1, 2, 3, 4, 5, dan 6. Air murni memiliki $[H^+] = [OH^-]$ atau memiliki pH = 7 pada suhu $25^\circ C$. Larutan NaOH dengan molaritas 10^{-6} , 10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} , 10^{-2} , dan 10^{-1} M secara berurutan memiliki $[OH^-] = [NaOH]$ yang dilarutkan atau memiliki pOH secara berurutan 6, 5, 4, 3, 2, dan 1 atau pH secara berurutan 8, 9, 10, 11, 12, dan 13.

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°C dan tekanan 1 atmosfer mampu membuktikan kebenaran konsepsi ilmiah skala pH larutan dalam air 1 – 14 yang dirumuskan dalam hipotesis.

Pada suhu 25°C dan tekanan 1 atmosfer, larutan HCl yang terionisasi sempurna dalam air menghasilkan [ion H^+] yang sama dengan [HCl] dan juga NaOH terionisasi sempurna dalam air menghasilkan [ion OH^-] 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 $K_w = 10^{-14}$) memberikan pH sebesar $-\log [\text{H}^+] = -\log [\text{HCl}]$ untuk larutan HCl dan $14 - (-\log [\text{NaOH}])$ untuk larutan NaOH serta pH 7 untuk air murni.

c. Tugas *micro learning* deduktif skala pH

- i. Tugas kelompok/perorangan: rangkuman kegiatan 5M ilmiah deduktif (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 sebab-akibat) yang disasar 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 deduktif

Rangkuman kegiatan *micro learning* dengan pendekatan ilmiah 5M deduktif 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 dalam chapter (*sample problem* dan *follow up problem*) maupun pada akhir dalam 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.

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°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 $[\text{ion H}^+]$ atau $[\text{OH}^-]$ dari konsentrasi asam dan basa kuat dengan rentang 0,10 s.d. 10^{-6} molar dengan pH yang terukur.

Sumber Rujukan

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 2nd 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.