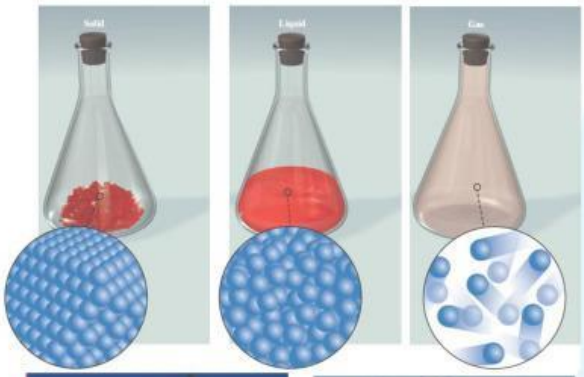














Kurikulum Merdeka

E-LKPD KIMIA STOIKIOMETRI

Oleh: Lathifah

- *Persamaan reaksi kimia*
- *Penyetaraan reaksi kimia*
- *Stoikiometri*
- *Konsep mol*
- *Rumus molekul*
- *Rumus empiris*
- *Persen hasil*

Nama:

Kelas:

Kelompok:

FASE F
KELAS
11

LIVEWORKSHEETS

TENTANG LKPD

Materi : **Stoikiometri**

Kelas : **11 Fase F**

Kurikulum : **Kurikulum Merdeka**

Penyusun : **Lathifah (+6282320000720)**

Institusi : **Departemen Kimia Universitas Negeri Padang**

KATA PENGANTAR

E-LKPD ini disusun berdasarkan Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran sesuai Kurikulum Merdeka. E-LKPD ini menyajikan materi mengenai Stoikiometri untuk peserta didik kelas 11 Fase F. E-LKPD ini dilengkapi dengan gambar 3 level multirepresentasi kimia yaitu level maksroskopik atau tampak zat secara nyata, level sub-mikroskopik atau model molekul zat, dan level simbolik atau rumus kimia dari zat pada setiap sub-bab materi yang memungkinkan peserta didik dapat memahami bacaan dari E-LKPD ini dengan lebih baik sehingga peserta didik dapat mempelajari materi secara mandiri. Terdapat langkah *Problem Based Learning* (PBL) dalam materi E-LKPD ini. Langkah PBL tersebut berfungsi untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah pada materi Stoikiometri. PBL mencakup lima langkah yaitu orientasi masalah, pengorganisasian peserta didik, penyelidikan kelompok, pengembangan dan penyajian hasil, serta analisis dan evaluasi.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dari bahan ajar yang disusun. Penulis mengharapkan masukan dan saran pembaca atau pengguna, untuk pengembangan E-LKPD selanjutnya agar lebih baik. Atas masukan dan saran dari pembaca, penulis ucapkan terima kasih.

Padang, 8 Agustus 2024
Penulis

Lathifah

Setelah mempelajari bab ini, peserta didik diharapkan mampu:

1. Menyetarakan persamaan reaksi kimia. 1
2. Menjelaskan tentang pengertian stoikiometri 6
3. Menghitung massa, volume, dan jumlah partikel jika diketahui jumlah molnya, dan sebaliknya. 6
4. Menentukan rumus molekul dan rumus empiris suatu senyawa. 10
5. Menghitung persen hasil dari reaksi kimia 13
6. Menggunakan konsep mol dan pereaksi pembatas dalam reaksi kimia 13

LIVEWORKSHEETS

PETUNJUK PENGGUNAAN

LKPD ini terdiri dari beberapa komponen:

1 **Indikator pembelajaran**

→ Hal yang harus dicapai peserta didik setelah proses pembelajaran dilakukan

2 **Petunjuk**

→ Petunjuk untuk melakukan kegiatan pembelajaran

3 **MATERI**

→ Bagian yang memuat materi untuk memberikan stimulus pengetahuan dan pemahaman siswa

4 **LATIHAN**

→ Bagian yang memuat soal latihan untuk menguji pengetahuan dan pemahaman siswa

5 **KEGIATAN**

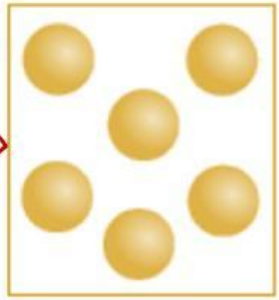
→ Bagian yang memuat kegiatan untuk mengaplikasikan pemahaman konsep siswa

6



→ Gambar bentuk nyata dari zat

7



→ Gambar model molekul dari zat

8 $S_{(s)}$

→ Rumus kimia dari zat

LIVEWORKSHEETS

1 **Menyetarakan persamaan reaksi**

Baca dan pahami Materi 1 di bawah ini!

MATERI 1
PENYETARAAN PERSAMAAN REAKSI

Persamaan reaksi kimia seperti sebuah resep

Salah satu cara untuk memahami reaksi kimia adalah menganggapnya sebagai "resep." Misalnya resep untuk membuat s'mores dapat ditulis seperti berikut:



▲ *Gambar 1. S'mores*

Biskuit + Marshmallow + Cokelat batang → S'mores

Sebuah resep yang baik akan mencantumkan bahan dan jumlah yang diperlukan serta jumlah produk yang akan dihasilkannya. Sehingga resep yang lebih rinci dari s'mores adalah sebagai berikut:

2 Biskuit + 1 Marshmallow + ¼ Cokelat batang -> 1 S'mores

Persamaan reaksi pemanasan natrium bikarbonat (soda kue)

Soda kue atau natrium bikarbonat ($NaHCO_{3\,(s)}$) jika dipanaskan akan menghasilkan padatan natrium karbonat ($Na_2CO_{3\,(s)}$), uap air ($H_2O_{\,(l)}$), dan gas karbondioksida ($CO_{2\,(g)}$). Reaksi ini dapat dituliskan dalam persamaan reaksi menggunakan rumus kimia dari zat seperti berikut:



▲ *Gambar 2. Soda kue*

$NaHCO_{3\,(s)} \rightarrow Na_2CO_{3\,(s)} + H_2O_{\,(l)} + CO_{2\,(g)}$ *Pers. (1. 1)* (belum setara)

▲ Reaktan ▲ Arah reaksi ▲ Produk

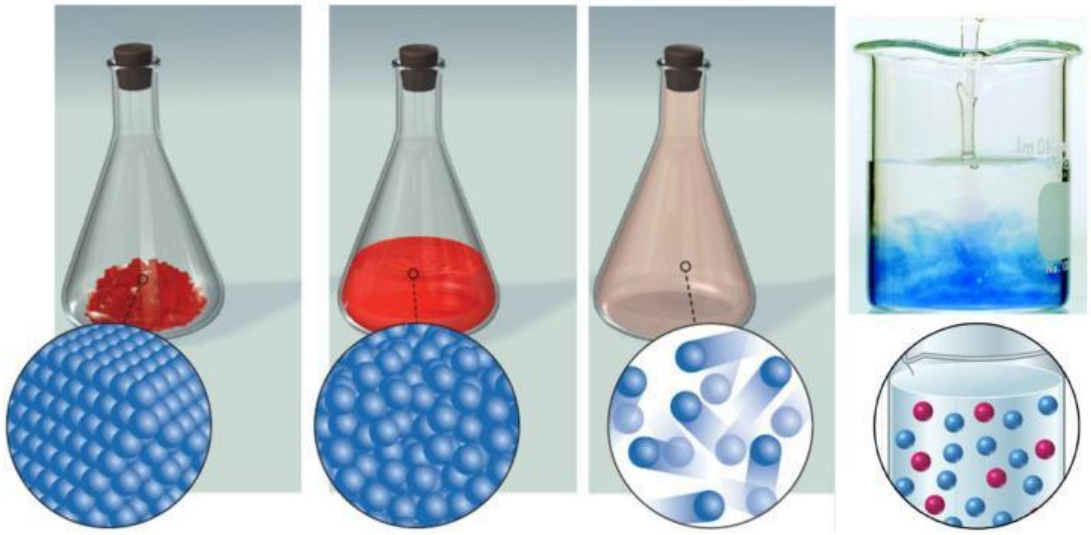
- Reaktan adalah zat-zat yang mengalami reaksi ditulis pada awal panah
- Produk adalah zat-zat yang dihasilkan reaksi ditulis pada ujung panah
- Panah menunjukkan arah reaksi yang terjadi

Singkatan dari keterangan wujud zat dan larutan:

a. *Solid* (*s*) = padat
b. *Liquid* (*l*) = cair
c. *Gas* (*g*) = gas
d. *Aqueous* (*aq*) = larutan (zat dilarutkan dalam pelarut air)

https://bit.ly/video-pemanasan-natrium-bikarbonat

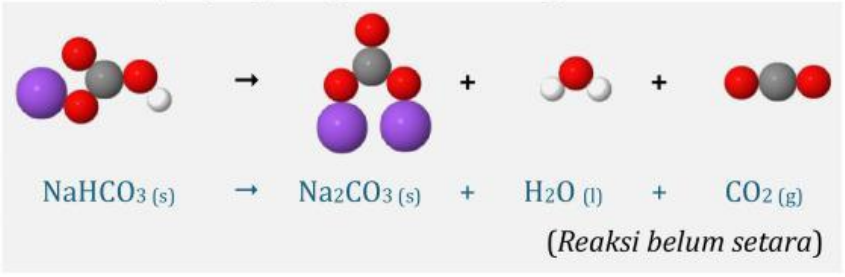
LIVEWORKSHEETS



▲ *Gambar 4. Bentuk nyata dan model molekul dari wujud padat, cair, gas, dan larutan*

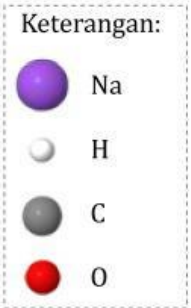
Penyetaraan persamaan reaksi pemanasan natrium bikarbonat (soda kue)

Molekul dari *Pers (1.1)* dapat digambarkan sebagai berikut:



$NaHCO_{3\,(s)} \rightarrow Na_2CO_{3\,(s)} + H_2O_{(l)} + CO_{2\,(g)}$

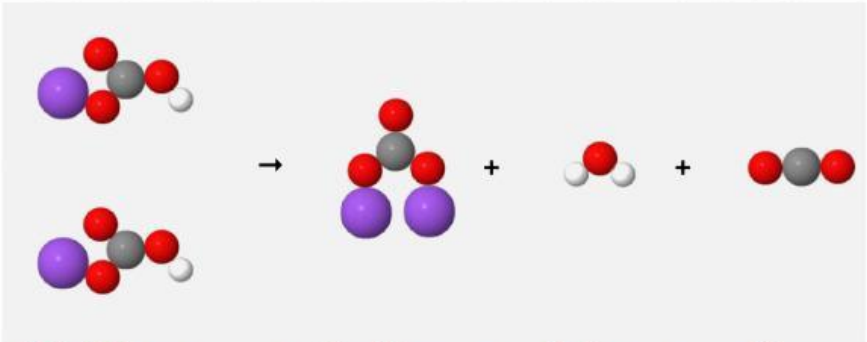
(*Reaksi belum setara*)



Pada persamaan di atas, terdapat 2 atom Na pada sisi produk tetapi hanya terdapat 1 atom Na pada sisi reaktan. Hal ini tidak sesuai dengan **Hukum Kekekalan Massa**

Hukum Kekekalan Massa (Hukum Lavoisier)
→Materi tidak dapat diciptakan atau dihancurkan dalam reaksi kimia

Untuk menyetarakan reaksi, jumlah dan jenis atom pada sisi produk harus sama dengan sisi reaktan dengan cara menambahkan **koefisien** di awal rumus kimia zat untuk melipatgandakannya.

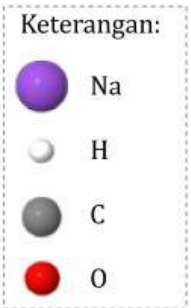


$2\ NaHCO_{3\,(s)} \rightarrow Na_2CO_{3\,(s)} + H_2O_{(l)} + CO_{2\,(g)}$

▲

Koefisien

(*Reaksi setara*)



LIVEWORKSHEETS

Setelah menambahkan koefisien 2 pada rumus kimia $NaHCO_3$ persamaan reaksi di atas dapat diartikan bahwa tiap 2 molekul $NaHCO_3$ menghasilkan 1 molekul Na_2CO_3, 1 molekul H_2O, dan 1 molekul CO_2. Cobalah hitung jumlah dan jenis atom pada kedua sisi persamaan reaksi untuk memastikan apakah reaksi tersebut benar-benar sudah setara!

Persamaan reaksi setara adalah persamaan reaksi kimia yang jumlah dan jenis atom pada kedua sisi produk dan reaktan sudah sama

Cara mudah menentukan koefisien untuk menyetarakan persamaan reaksi:

- Jika sebuah atom hanya terdapat pada satu senyawa pada kedua sisi reaksi, setarakan atom ini terlebih dahulu
- Jika ada unsur bebas, setarakan di akhir
- Dalam beberapa reaksi, dapat terdapat grup atom (contoh: ion poliatomik) yang tidak berubah. Dalam hal ini, setarakan grup atom ini sebagai kesatuan.
- Boleh menggunakan koefisien berupa pecahan tapi harus dijadikan bilangan bulat di akhir dengan mengalikan seluruh koefisien pada persamaan reaksi dengan bilangan yang sama

Setelah memahami Materi 1, kerjakanlah Latihan 1 untuk menguji pemahamanmu tentang penyetaraan persamaan reaksi!

LATIHAN 1
PENYETARAAN REAKSI

1. **Tentukanlah apakah reaksi kimia berikut sudah setara atau belum! Buktikan dengan menunjukkan berapa jumlah tiap atom pada kedua sisi panah!** ***(ingat! Koefisien melipatgandakan jumlah unsur dalam suatu senyawa)***

   a. $BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2HCl$

Atom	Jumlah pada produk	Jumlah pada reaktan
Ba		
Cl		
H		
S		
O		
Kesimpulan:		

LIVEWORKSHEETS

b. $4NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2N_2 + 5H_2O$

Atom	Jumlah pada produk	Jumlah pada reaktan
N		
H		
O		
Kesimpulan:		

2. Proses haber adalah reaksi yang penting dalam industri untuk mensintesis ammonia (NH_3) dari gabungan unsur nitrogen (N_2) dan unsur hidrogen (H_2). Tuliskan persamaan reaksi setara dari proses ini!



NH_3 N_2 H_2



▲ *Gambar 5. Ammonia murni berwujud cair diaplikasikan ke dalam tanah pertanian secara langsung untuk menyuburkan tanah*

__ _____ + __ _____ → __ _____ N_2 NH_3 H_2

3. Setarakanlah reaksi di bawah ini! Periksa kembali jumlah masing-masing atom untuk memastikan persamaanmu sudah setara!

a. $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$

__ _____ + __ _____ → __ _____ H_2 O_2 H_2O

a. $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

__ _____ + __ _____ → __ _____ + __ _____ CH_4 O_2 CO_2 H_2O

b. $NO + O_2 \rightarrow NO_2$

__ _____ + __ _____ → __ _____ NO O_2 NO_2

LIVEWORKSHEETS

c. $NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3 + NO$

__ _____ + __ _____ → __ _____ + __ _____

NO_2 H_2O HNO_3 NO

d. $FeCl_3 + H_2S \rightarrow Fe_2S_3 + HCl$

__ _____ + __ _____ → __ _____ + __ _____

$FeCl_3$ H_2S Fe_2S_3 HCl

e. $C_6H_{14}O_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

__ _____ + __ _____ → __ _____ + __ _____

$C_6H_{14}O_4$ H_2S Fe_2S_3 HCl

Setelah menyelesaikan Latihan 1, apakah kamu sudah bisa menyetarakan persamaan reaksi kimia? Pelajari kembali jika belum sebelum melanjutkan pembelajaran selanjutnya!

LIVEWORKSHEETS

2 **Menjelaskan tentang pengertian stoikiometri**

3 **Menghitung massa, volume, dan jumlah partikel jika diketahui jumlah molnya, dan sebaliknya.**

Baca dan pahami Materi 2 di bawah ini!

MATERI 2
STOIKIOMETRI

Stoikiometri merupakan perhitungan kuantitatif dari zat dalam ilmu kimia



▲*Gambar 6. Paku*

Reaksi kimia terjadi dalam skala molekul, maka tidak mungkin kita dapat menghitung berapa atom pada sampel nyata yang kita punya. Maka diperlukan penghitungan dengan cara mengkonversi satuan yang dapat diukur seperti massa dari sejumlah banyak atom. Konsep ini sama seperti jika kita membeli paku dengan jumlah tertentu di toko bangunan. Kita tidak perlu menghitung satu persatu paku yang akan dibeli jika kita mengetahui berapa jumlah paku dalam satu kg, maka kita cukup membeli paku dalam satuan kg

Stoikiometri dibutuhkan untuk mengkonversikan pengukuran yang menggunakan skala dalam miligram atau gram ke dalam satuan zat dalam kimia yang disebut dengan "**mol**" (n). Satu mol adalah **jumlah molekul (N)** sebanyak **konstanta Avogadro (N_A)** yaitu 6,022 x 10^{23} unit. Massa dari 1 mol tiap unsur atau senyawa disebut dengan **massa molar (Mm)**

1 mol = 6,022 x 10^{23} unit

Massa 1 mol = Massa molar (Mm)

Masssa molar dapat dilihat pada **nomor massa** pada tabel periodik seperti contoh di bawah.

1 mol karbon (C) = 6,022 x 10^{23} atom C = 12 g karbon

1 mol oksigen (O_2) = 6,022 x 10^{23} molekul O_2 = 2 x 16 g = 32 g oksigen

1 mol air (H_2O) = 6,022 x 10^{23} molekul H_2O = (2 x 1 g) + 16 g = 18 g air

LIVEWORKSHEETS



◀ *Gambar 7. Penampakan satu mol beberapa jenis unsur secara nyata.*

Unsur-unsur di samping mempunyai jumlah molekul yang sama, namun dengan massa yang berbeda. Coba temukan berapa massa dari masing-masing unsur pada gambar!

Stoikiometri pada Volume Gas

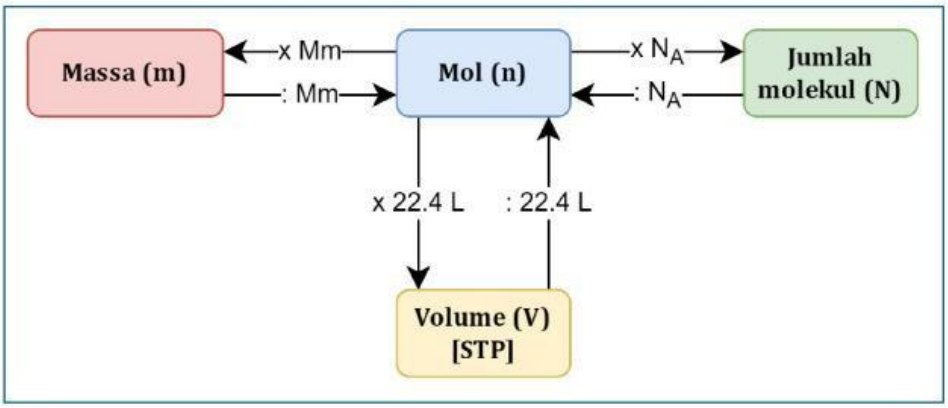
Para ahli telah sepakat bahwa pada **suhu 273K dan tekanan 1 atm** merupakan kondisi suhu dan tekanan standar atau *Standard conditions of temperature and pressure* disingkat dengan **STP.** Pada STP, volume dari 1 mol semua jenis gas adalah 22,4 liter

1 mol gas = 22,4 liter gas (pada STP)



▲*Gambar 7. Perbandingan volume 22,4 Liter dengan bola*

Hubungan antara massa, mol, jumlah molekul, dan volume



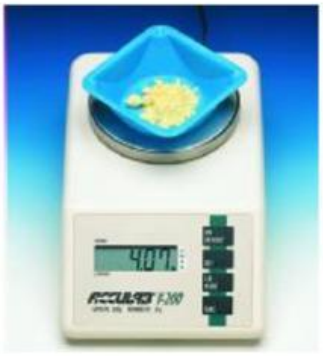
◀ *Gambar 8. Hubungan antara massa, mol, jumlah molekul dan volume secara sederhana*

Setelah memahami Materi 2, kerjakanlah Latihan 2 untuk menguji pemahamanmu!

LIVEWORKSHEETS

LATIHAN 2
STOIKIOMETRI

1. **Seorang siswa menimbang unsur sulfur (S) di laboratorium dan mendapatkan massa 40,7 g seperti Gambar 5. Tentukanlah**



▲*Gambar 9. Sulfur yang ditimbang*

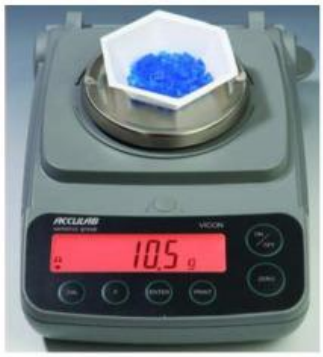
   a. Berapa mol sulfur yang ada?

Diketahui: $m = 40{,}7\ g$ $Mm = 32\ g/mol$ Ditanya: $n = \cdots ?$	Jawab: $n = \frac{m}{Mm}$ $n = \frac{40{,}7\ g}{32\ g/mol}$ $n = 1{,}27\ mol$

   b. Berapa jumlah total atom sulfur dalam sampel?

Diketahui: $n = 1{,}27\ mol$ $N_A = 6{,}022 \times 10^{23}\ atom\ \mathbf{S}/mol$ Ditanya: $N = \cdots ?$	Jawab: $N = n \times N_A$ $N = 1{,}27\ mol \times 6{,}022 \times 10^{23}\ atom\ \mathbf{S}/mol$ $N = 7{,}65 \times 10^{23}\ atom\ \mathbf{S}$

2. **Seorang siswa menimbang unsur Tembaga(II) Sulfat ($CuSO_4$) di laboratorium dan mendapatkan massa 10,5 g seperti Gambar 5. Tentukanlah**



▲*Gambar 10. Tembaga(II) Sulfat yang ditimbang*

   a. Berapa mol Tembaga(II) Sulfat yang ada?

Diketahui: $m = 10{,}5\ g$ $Mm = 159{,}5\ g/mol$ Ditanya: $n = \cdots ?$	Jawab: $n = \frac{m}{Mm}$ $n = \frac{10{,}5\ g}{159{,}5\ g/mol}$ $n = 0{,}07\ mol$

   b. Berapa jumlah total molekul Tembaga(II) Sulfat dalam sampel?

Diketahui: $n = 0{,}07\ mol$ $N_A = 6{,}022 \times 10^{23}\ molekul\ \mathbf{CuSO4}/mol$ Ditanya: $N = \cdots ?$	Jawab: $N = n \times N_A$ $N = 0{,}07\ mol \times 6{,}022 \times 10^{23}\ molekul\ \mathbf{CuSO4}/mol$ $N = 0{,}42 \times 10^{23}\ molekul\ \mathbf{CuSO4}$

LIVEWORKSHEETS

3. **Titanium(IV) oksida (TiO_2) adalah salah satu bahan penting dalam *sunscreen* karna dapat menghalangi radiasi dari sinar ultraviolet. Dalam sebuah eksperimen untuk memproduksi TiO_2 ini, seorang peneliti menyiapkan 23.5 g sampel titanium. Berapa mol sampel Ti yang dimiliki oleh peneliti tersebut?**

Diketahui: $m = 23.5\ g$ $Mm = 48\ g/mol$ Ditanya: $n = \frac{m}{Mm}$	Jawab: $n = \frac{23{,}5\ g}{48\ g/mol}$ $n = 0{,}49\ mol$

4. **Berapa massa 10 L gas siklopropana, C_3H_6 yang sering digunakan sebagai anestetik, jika diukur dalam STP?**

Diketahui: $V = 10\ L$ $Mm = 42\ g/mol$ Ditanya: $m = \cdots ?$	Jawab: $m = n \times Mm$ $n = \frac{V}{22{,}4\ L/mol}$ $n = \frac{10\ L}{22{,}4\ L/mol}$ $n = 0{,}45\ mol$ $m = 0{,}45\ mol \times 42\ g/mol$ $m = 18{,}9\ g$

5. **Berapa liter gas hidrogen yang dibutuhkan dalam kondisi STP untuk direaksikan tepat dengan 1,5 Liter gas nitrogen untuk menghasilkan ammonia? (*Gunakan persamaan pada Latihan 1 No. 2*)**

Diketahui: $V\ N_2 = 1{,}5\ L$ $N_2 + 3\ H_2 \rightarrow 2\ NH_3$ Ditanya: $V\ H_2 = \cdots ?$	Jawab: $\frac{V\ H_2}{V\ N_2} = \frac{3}{1}$ $V\ H_2 = 3 \times V\ N_2$ $V\ H_2 = 3 \times 1{,}5\ L$ $V\ H_2 = 4{,}5\ L$

Setelah menyelesaikan Latihan 2, apakah kamu sudah memahami apa itu stoikiometri? Apakah kamu sudah menguasai perhitungan dari massa, volume, dan jumlah molekul zat dengan konsep mol?
Pelajari kembali jika belum sebelum melanjutkan pembelajaran selanjutnya!

LIVEWORKSHEETS

4 **Menentukan rumus molekul dan rumus empiris suatu senyawa.**

Setelah menguasai konsep dari penyetaraan reaksi dan stoikiometri, kerjakan Kegiatan 1 untuk mengaplikasikan pemahamanmu!

KEGIATAN 1
RUMUS MOLEKUL DAN RUMUS EMPIRIS

Langkah 1 Orientasi Masalah

Salah satu zat kimia berbahaya yang sering ditemukan dalam produk *skincare* adalah senyawa yang mengandung unsur timbal (Pb). BPOM menetapkan kadar unsur timbal maksimal dalam suatu produk adalah 20 mg per liter. Dengan bantuan alat di laboratorium, dapat diperoleh data persentase unsur-unsur penyusun suatu senyawa dan jumlah senyawa dalam suatu sampel produk. Bagaimana cara menganalisis keamanan kandungan unsur timbal dalam suatu produk *skincare*?



▲ *Gambar 11.. Berbagai jenis produk skincare*

Langkah 2 Pengorganisasian Peserta Didik

Silakan duduk dalam kelompok untuk mencari jawaban atas solusi permasalahan yang diberikan!

Langkah 3 Penyelidikan Kelompok

Untuk membantu menemukan solusi dari permasalahan sebelumnya, kerjakan kegiatan berikut:

Analisis sampel *skincare* Produk X dilakukan menggunakan *Mass spectroscopy* (MS) dan *Energy Dispersive X Ray Spectroscopy* (EDXS) untuk mengukur massa molekul dari senyawa yang

LIVEWORKSHEETS

terkandung dalam sampel dan menentukan komposisi unsur penyusun senyawa tersebut. Data hasil analisis dengan kedua alat tersebut menunjukkan kandungan senyawa 1 yang mempunyai persentase komposisi unsur seperti di bawah. Analisislah data dan lengkapi tabel yang kosong dengan perhitungannya! *(Anggap massa senyawa 100 gr untuk memudahkan perhitungan)*

Senyawa 1	
Massa molekul	267.21 g/mol
Pb	77.7%
C	4.4%
O	17.9%

	Pb	C	O
Massa	77.7 g	4,4 g	17,9 g
Mol	0,38 mol	0,37 mol	1,12 mol
Perbandingan mol	1	1	3

Data hasil *Atomic emission spectroscopy*

Sampel Produk X	
Volume Produk X	30 mL
Senyawa 1	7.48 mmol

Langkah 4 Pengembangan dan Penyajian Hasil

Berdasarkan hasil diskusi yang telah dilakukan, jawablah pertanyan berikut lalu presentasikan bersama kelompokmu!

1. Berdasarkan perbandingan mol yang didapat. Apa rumus empiris dari senyawa timbal tersebut? Berapa massa molekul dari rumus tersebut?

   Rumus empiris = $PbCO_3$

   Massa molekul = 267 g/mol

2. Apakah massa dari rumus empiris yang didapat sama dengan massa molekul dari data hasil laboratorium? Jika tidak, berapa perbandingannya?

   Sama

LIVEWORKSHEETS

3. Berdasarkan jawaban dari pertanyaan sebelumnya, apa rumus molekul dari senyawa timbal tersebut?

Rumus molekul = $PbCO_3$

4. Buatlah kemungkinan gambar molekul dari senyawa tersebut!

5. Berapa kadar (mg/L) senyawa timbal tersebut dalam sampel Produk X? Dengan kadar tersebut apakah Produk X aman digunakan?

Diketahui: $n\ Senyawa\ 1 = 7{,}48\ mmol$ $n\ Senyawa\ 1 = 0{,}00748\ mol$ $V\ Sampel\ X = 30\ mL$ $V\ Sampel\ X = 0{,}03\ L$ Ditanya: $Kadar\ Senyawa\ 1 = \cdots ?$	Jawab: $m = n \times Mm$ $m\ senyawa\ 1 = 0{,}00748\ mol \times 267\ g/mol$ $m\ senyawa\ 1 = 2\ g$ $m\ senyawa\ 1 = 2000\ mg$ $Kadar\ Senyawa\ 1 = \frac{2000\ mg}{0{,}03\ L}$ $Kadar\ Senyawa\ 1 = 66{,}67\ mg/L$ Produk X = tidak aman

Langkah 5 Analisis dan Evaluasi

Tuliskan kesimpulan dari kegiatan analisis sampel Produk X!

Berdasarkan kegiatan yang telah dilakukan, apa solusi dari masalah pada awal Kegiatan 1?

Setelah menyelesaikan Kegiatan 1, apakah kamu sudah dapat menentukan rumus empiris dan rumus molekul suatu senyawa?
Pelajari kembali jika belum sebelum melanjutkan pembelajaran selanjutnya!

LIVEWORKSHEETS