



MODUL AJAR KIMIA

HUKUM DASAR KIMIA

KELAS X FASE E

TP. 2025/2026



Disusun Oleh:
YELTRI MAIROZA, S.Pd

SMAN 1 LUBUK ALUNG

Satuan Pendidikan : SMAN 1 Lubuk Alung
Mata Pelajaran : Kimia
Kelas/Fase : X / E
Waktu : 7 x pertemuan (14 JP @45 menit)

IDENTIFIKASI

Peserta Didik

Siswa kelas 10 SMA dengan berbagai tingkat kemampuan awal dalam memahami konsep dasar kimia. Kesiapan peserta didik dalam mempelajari materi hukum dasar kimia sangat dipengaruhi oleh penguasaan konsep-konsep dasar kimia yang telah diperoleh sebelumnya, seperti pemahaman tentang zat, unsur, senyawa, serta konsep dasar reaksi kimia. Pengetahuan awal mengenai struktur atom, tabel periodik unsur, dan konsep mol menjadi fondasi penting agar peserta didik mampu memahami hukum-hukum dasar kimia seperti Hukum Kekekalan Massa, Hukum Perbandingan Tetap, dan Hukum Perbandingan Berganda.

Kemampuan matematika dasar, terutama penguasaan operasi hitung bilangan pecahan, desimal, dan persen, serta pemahaman konsep perbandingan dan rasio, sangat diperlukan untuk memahami perhitungan kuantitatif dalam hukum dasar kimia. Selain itu, keterampilan dalam menyetarakan persamaan reaksi kimia sederhana menjadi prasyarat penting agar peserta didik dapat mengaplikasikan konsep hukum tersebut secara tepat.

Minat peserta didik terhadap fenomena kimia dalam kehidupan sehari-hari, seperti perubahan zat saat memasak, pembakaran, atau penggunaan bahan kimia dalam rumah tangga, turut mempengaruhi motivasi belajar. Peserta didik yang memiliki rasa ingin tahu tinggi terhadap alasan dan mekanisme perubahan kimia akan lebih mudah terlibat aktif dalam proses pembelajaran.

Latar belakang pengalaman belajar peserta didik di tingkat SMP terkait konsep zat dan perubahan kimia memberikan dasar yang cukup untuk memasuki materi hukum dasar kimia di SMA. Dukungan lingkungan belajar yang menyediakan media konkret seperti alat peraga reaksi sederhana, video eksperimen, dan simulasi interaktif akan sangat membantu terutama bagi peserta didik dengan gaya belajar visual dan kinestetik.

Selain itu, kemampuan berpikir logis dan analitis sangat dibutuhkan untuk memahami hubungan kausal antara zat yang bereaksi dan hasil yang diperoleh sesuai hukum-hukum kimia. Keterampilan kerja sama dalam kelompok dan ketekunan dalam latihan penyetaraan reaksi serta penerapan rumus mol akan mendukung keberhasilan pembelajaran. Rasa ingin tahu dan kemampuan reflektif peserta didik dalam mengaitkan konsep hukum kimia dengan fenomena nyata di sekitar menjadi faktor penting dalam membangun pemahaman yang mendalam dan berkelanjutan.

Materi Pelajaran :

- Hukum Kekekalan Massa (Lavoisier)
- Hukum Perbandingan Tetap (Proust)
- Hukum Perbandingan Berganda (Dalton)
- Hipotesis Avogadro dan Penerapannya

Materi hukum dasar kimia mencakup pengetahuan faktual, seperti prinsip-prinsip hukum kekekalan massa Lavoisier, hukum perbandingan tetap Proust, hukum perbandingan berganda Dalton, serta hipotesis Avogadro dan penerapannya. Aspek

konseptual meliputi pemahaman hubungan kuantitatif dalam reaksi kimia, konsep mol, dan massa zat yang terlibat dalam reaksi. Proseduralnya mencakup langkah-langkah dalam menyetarakan persamaan reaksi, perhitungan mol, dan penerapan hukum-hukum dasar dalam masalah kimia sehari-hari. Metakognitifnya meliputi kemampuan mengevaluasi hasil perhitungan, refleksi atas ketepatan penyeimbangan reaksi, dan pengenalan kesalahan umum dalam penerapan hukum.

Materi ini relevan dengan kehidupan nyata peserta didik karena menjelaskan mengapa massa zat sebelum dan sesudah reaksi tetap sama (Hukum Kekekalan Massa), bagaimana komposisi senyawa selalu memiliki perbandingan massa yang tetap (Hukum Perbandingan Tetap), serta mengapa zat dapat berikatan dalam perbandingan massa sederhana dan berulang (Hukum Perbandingan Berganda). Hipotesis Avogadro dan penerapannya membuka wawasan tentang pengukuran zat berdasarkan volume gas yang sama pada kondisi tertentu, sangat penting dalam bidang industri kimia, farmasi, dan teknologi bahan.

Tingkat kesulitan materi ini tergolong sedang, karena menggabungkan konsep teoritis dan keterampilan matematis dalam perhitungan kimia. Pemahaman tentang konsep mol dan kemampuan menyetarakan reaksi secara tepat merupakan tantangan utama bagi peserta didik, terutama dalam menghubungkan konsep abstrak dengan eksperimen nyata. Struktur materi dimulai dari pengenalan masing-masing hukum dasar, disertai contoh eksperimen dan ilustrasi sehari-hari, dilanjutkan dengan penerapan perhitungan kuantitatif melalui rumus mol dan persamaan reaksi, serta penggunaan hipotesis Avogadro dalam konteks volume gas.

Dalam pembelajaran ini, nilai dan karakter yang dapat dikembangkan meliputi ketelitian dalam melakukan pengukuran dan perhitungan, kejujuran ilmiah dalam melaporkan hasil eksperimen, tanggung jawab dalam bekerja sama selama proyek kelompok, serta rasa ingin tahu dan ketekunan dalam memahami konsep hukum kimia yang mendasari berbagai fenomena alam.

Melalui pemahaman hukum dasar kimia, peserta didik tidak hanya memperoleh keterampilan kognitif, tetapi juga membangun sikap ilmiah yang kritis dan integritas, yang sangat penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi masa depan.**

Dimensi Profil Lulusan :

- ☒ DPL 3 – Penalaran Kritis
- ☒ DPL 4 – Kreativitas
- ☒ DPL 5 – Kolaborasi

DESAIN PEMBELAJARAN

A. Capaian Pembelajaran

Peserta didik mampu menggali dan mengkonstruksi pemahaman tentang **hukum dasar kimia** melalui eksperimen dan refleksi, kemudian menerapkannya dalam penyelesaian masalah kontekstual dan mengaitkan konsep tersebut dengan fenomena di sekitar mereka secara kritis dan kreatif.

B. Lintas Disiplin Ilmu :

- Matematika (perhitungan volume dan jumlah partikel)
- Bahasa Indonesia (pemahaman konsep dan penulisan)
- TIK (simulasi interaktif)

C. Tujuan Pembelajaran :

- Menjelaskan hukum kekekalan massa (Lavoisier)
- Menjelaskan hukum perbandingan tetap (Proust)
- Menjelaskan hukum perbandingan berganda (Dalton)
- Menjelaskan hukum perbandingan volum (Gay Lussac)
- Memahami dan menjelaskan Hipotesis Avogadro

D. Topik Pembelajaran :

- Hukum Kekekalan Massa
- Hukum Perbandingan Tetap
- Hukum Perbandingan Berganda
- Hipotesis Avogadro

E. Praktik Pedagogis :

- Demonstrasi eksperimen
- Diskusi dan tanya jawab interaktif
- Simulasi online
- Proyek kelompok analisis fenomena kimia

F. Metode Eksperimen dan Observasi Kontekstual:

- Peserta didik melakukan demonstrasi eksperimen sederhana, seperti percobaan pembakaran dan pengukuran massa, untuk mengamati Hukum Kekekalan Massa secara langsung.
- **Berkesadaran:** Membangkitkan kesadaran bahwa hukum kimia bukan sekadar teori, tapi berlaku dalam fenomena nyata di sekitar mereka.
- **Bermakna:** Memberikan pengalaman langsung dalam mengumpulkan data, mengamati perubahan, dan menarik kesimpulan.
- **Menggembirakan:** Melibatkan peserta didik secara aktif dalam praktik, sehingga pembelajaran lebih hidup dan menantang.
- Aktivitas ini melatih ketelitian, kemampuan observasi, dan kesabaran dalam melakukan eksperimen.

G. Metode Diskusi dan Refleksi Kolaboratif:

- Peserta didik berdiskusi dalam kelompok untuk menganalisis hasil eksperimen dan membandingkannya dengan hukum dasar kimia dan Hipotesis Avogadro.
- **Berkesadaran:** Memperkuat pemahaman bahwa konsep kimia dapat menjelaskan hasil pengamatan secara ilmiah.
- **Bermakna:** Memfasilitasi pengaitkan teori dengan praktik melalui tanya jawab dan berbagi pemikiran.
- **Menggembirakan:** Mendorong interaksi sosial dan rasa percaya diri dalam mengemukakan pendapat.
- Diskusi ini melatih keterampilan komunikasi, argumentasi ilmiah, dan kolaborasi.

H. Metode Simulasi Interaktif dan Visualisasi:

- Peserta didik menggunakan simulasi online (misalnya aplikasi molekul virtual atau simulasi reaksi kimia) untuk memahami konsep perbandingan massa dalam reaksi kimia dan hipotesis Avogadro.

- **Berkesadaran:** Meningkatkan kesadaran tentang pentingnya model dan simulasi dalam memahami konsep yang abstrak.
 - **Bermakna:** Memberikan pengalaman visual dan interaktif yang memudahkan pemahaman konsep molekuler dan reaksi kimia.
 - **Menggembirakan:** Memberikan ruang eksplorasi mandiri yang menyenangkan dengan antarmuka interaktif.
 - Simulasi ini melatih kemampuan berpikir logis, pemecahan masalah, dan kreativitas dalam memvisualisasikan konsep kimia.
-

I. Strategi Proyek Analisis Fenomena Kimia di Sekitar:

- Peserta didik bekerja dalam kelompok untuk mengidentifikasi dan menganalisis fenomena kimia nyata yang berkaitan dengan hukum dasar kimia atau hipotesis Avogadro, misalnya reaksi pembakaran, respirasi, atau proses pengisian balon gas.
- **Berkesadaran:** Mengembangkan kesadaran bahwa kimia hadir dalam kehidupan sehari-hari dan penting untuk dipahami.
- **Bermakna:** Melatih kemampuan mengaitkan teori dengan fenomena konkret dan mengkomunikasikan hasil analisisnya.
- **Menggembirakan:** Memupuk kreativitas dan kemandirian dalam menemukan serta mempresentasikan fenomena.
- Proyek ini melatih kemampuan riset sederhana, kerja sama, dan presentasi ilmiah.

J. Lingkungan Pembelajaran :

- Ruang kelas (diskusi, presentasi)
- Laboratorium (praktikum sederhana)
- Platform digital (simulasi)

K. Budaya Belajar:

- **Penalaran Ilmiah dan Kritis:** mendorong peserta didik untuk menganalisis hasil percobaan secara logis dan mengaitkannya dengan hukum kimia serta menyusun argumen berbasis data.
- **Kreativitas:** dalam menyusun kartu reaksi kimia, merancang infografik hukum-hukum dasar kimia, atau membuat video penjelasan sederhana tentang aplikasi hipotesis Avogadro di kehidupan nyata.
- **Komunikasi Ilmiah:** melalui diskusi kelas, presentasi hasil eksperimen, dan penyusunan laporan ilmiah yang ringkas dan jelas, serta menyampaikan penjelasan dalam bahasa yang komunikatif namun tetap berbasis konsep.

L. Pemanfaatan Digital :

- Video animasi hukum dasar kimia dan hipotesis Avogadro
 - Simulasi hukum kekekalan massa dan hipotesis Avogadro (PhET)
 - LMS untuk kuis online dan tugas
-

PENGALAMAN BELAJAR

Tentu, saya akan mengubah pengalaman belajar tersebut menjadi 7 pertemuan (14 JP @ 45 menit), dengan penyesuaian alokasi waktu pada bagian awal dan penutup agar lebih eksplisit dan merata, serta menambahkan tujuan pembelajaran yang lebih spesifik untuk setiap pertemuan.

PENGALAMAN BELAJAR: HUKUM DASAR KIMIA & HIPOTESIS AVOGADRO

Pertemuan 1: Eksplorasi Hukum Kekekalan Massa (Lavoisier) (2 JP @ 45 menit)

Tujuan Pembelajaran: Peserta didik mampu menjelaskan konsep hukum kekekalan massa melalui pengamatan eksperimen dan mengaitkannya dengan reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari.

AWAL (15 menit - Kontekstual & Menggugah Rasa Ingin Tahu)

- Salam, doa, dan *ice breaking* "Tebak Reaksi Kimia".
- Tampilkan video pembakaran zat dalam wadah tertutup (misalnya, lilin yang menyala dalam botol).
- **Pertanyaan pemantik:**
 - "Mengapa massa zat tidak berubah setelah reaksi pembakaran ini, meskipun kelihatannya ada yang hilang atau muncul?"
 - "Apa kaitannya dengan pembakaran bahan bakar di mesin kendaraan yang kita gunakan setiap hari?"

INTI (65 menit - Eksperiensial & Inkuiri)

- **Memahami (35 menit):**
 - Penjelasan konsep **Hukum Kekekalan Massa (Hukum Lavoisier)** dengan ilustrasi visual dan grafik. Penekanan bahwa massa reaktan sama dengan massa produk.
 - Simulasi PhET atau eksperimen video laboratorium yang menunjukkan reaksi kimia dengan pengukuran massa sebelum dan sesudah reaksi dalam sistem tertutup.
- **Mengaplikasi (30 menit):**
 - Melakukan eksperimen pembakaran/reaksi dalam sistem tertutup (jika memungkinkan secara nyata, jika tidak, gunakan video demonstrasi interaktif atau simulasi). Contoh: Reaksi antara cuka dan soda kue dalam balon tertutup.
 - Diskusi kelompok untuk menganalisis data hasil eksperimen, membandingkan massa reaktan dan produk, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mungkin memengaruhi hasil.

PENUTUP (10 menit)

- **Merefleksi (5 menit):** Presentasi singkat hasil kelompok dan refleksi kelas: “Apa yang berubah dari zat yang bereaksi? Namun, apa yang tetap konstan dalam keseluruhan sistem?”
 - **Penugasan (5 menit):** Kuis formatif interaktif (Quizizz/Kahoot) untuk mengecek pemahaman awal. Tugas: Amati dan catat satu reaksi kimia yang terjadi di rumah (misalnya, memasak, karat pada logam) dan prediksi apakah hukum kekekalan massa berlaku pada reaksi tersebut.
-

Pertemuan 2: Analisis Kuantitatif Hukum Kekekalan Massa (2 JP @ 45 menit)

Tujuan Pembelajaran: Peserta didik mampu menghitung dan membuktikan kebenaran hukum kekekalan massa berdasarkan data eksperimen.

AWAL (15 menit)

- Review singkat materi sebelumnya melalui *mind map* atau *flashcard* konsep kunci Hukum Kekekalan Massa.
- **Pertanyaan pemantik:** “Jika kita mengetahui massa reaktan dan produk dari suatu reaksi, bagaimana kita bisa membuktikan hukum kekekalan massa secara matematis? Apa konsekuensinya jika massa sebelum dan sesudah reaksi tidak setara dalam perhitungan?”

INTI (65 menit)

- **Memahami (35 menit):**
 - Pemberian contoh numerik yang jelas tentang penerapan **Hukum Kekekalan Massa** dalam perhitungan kimia.
 - Visualisasi grafik massa zat sebelum dan sesudah reaksi untuk berbagai kasus, menunjukkan bahwa total massa selalu konstan.
 - Pembahasan studi kasus di mana massa produk tampaknya berkurang (misalnya, gas yang lepas) atau bertambah (misalnya, reaksi dengan oksigen udara), dan bagaimana hal ini tetap sesuai dengan hukum Lavoisier jika sistemnya tertutup.
- **Mengaplikasi (30 menit):**
 - **Lembar Kerja Kuantitatif:** Siswa secara individu atau berpasangan mengerjakan soal-soal hitungan untuk membuktikan hukum kekekalan massa berdasarkan data eksperimen yang diberikan (misalnya, data reaksi pembentukan oksida logam).
 - Diskusi kelompok tentang validasi hasil perhitungan dan analisis potensi kesalahan pengukuran atau asumsi dalam eksperimen yang dapat menyebabkan ketidaksesuaian kecil.

PENUTUP (10 menit)

- **Merefleksi (5 menit):** Refleksi individu dalam jurnal: “Apa pentingnya akurasi pengukuran dalam memverifikasi hukum kekekalan massa? Bagaimana saya bisa memastikan perhitungan saya akurat?”
- **Penugasan (5 menit):** Kuis evaluatif singkat dan diskusi kelas untuk mengklarifikasi konsep. Tugas: Buat laporan mini dari satu perhitungan reaksi kimia rumah tangga (misalnya, pembakaran gula) dengan data perkiraan massa, dan tunjukkan bagaimana hukum kekekalan massa berlaku.

Pertemuan 3: Hukum Perbandingan Tetap (Proust) (2 JP @ 45 menit)

Tujuan Pembelajaran: Peserta didik mampu menjelaskan hukum perbandingan tetap dan menganalisis komposisi zat secara kuantitatif.

AWAL (15 menit)

- Salam, doa, dan permainan “Pasangkan Rumus dengan Senyawa” (misalnya, H_2O dengan air, NaCl dengan garam dapur).
- **Pertanyaan pemantik:** “Mengapa air yang kita minum di mana pun selalu memiliki rumus H_2O , bukan H_2O_2 (hidrogen peroksida)? Apa yang membedakannya?”

INTI (65 menit)

- **Memahami (35 menit):**
 - Penjelasan konsep **Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust):** bahwa perbandingan massa unsur-unsur pembentuk senyawa selalu tetap untuk senyawa yang sama.
 - Pemberian contoh numerik yang jelas untuk senyawa sederhana (misalnya, air, karbon dioksida) dan menunjukkan perbandingan massa unsur-unsurnya.
 - Visualisasi grafik perbandingan massa unsur dalam senyawa (misalnya, grafik massa H dan O dalam air vs. H_2O_2) untuk menunjukkan perbedaan yang jelas.
- **Mengaplikasi (30 menit):**
 - **Lembar Kerja Analisis Data:** Siswa mengerjakan soal-soal di lembar kerja yang meminta mereka menghitung perbandingan massa unsur (misalnya, perbandingan massa H dan O dalam beberapa sampel air).
 - Interpretasi data eksperimen tentang senyawa karbon oksida (CO dan CO_2) atau oksida tembaga (CuO dan Cu_2O) untuk menunjukkan bahwa meskipun unsur pembentuknya sama, perbandingan massanya berbeda karena senyawanya berbeda.

PENUTUP (10 menit)

- **Merefleksi (5 menit):** Diskusi kelompok kecil: “Mengapa komposisi zat (perbandingan massa unsur dalam senyawa) itu penting dan selalu tetap? Apa implikasinya bagi dunia industri atau produksi bahan kimia?”
- **Penugasan (5 menit):** Ringkasan guru dan sesi tanya jawab. Tugas: Analisis komposisi zat dalam satu label makanan kemasan (misalnya, gula, garam, protein) dan kaitkan dengan konsep perbandingan massa.

Pertemuan 4: Hukum Perbandingan Berganda (Dalton) & Hukum Perbandingan Volume (Gay-Lussac) (2 JP @ 45 menit)

Tujuan Pembelajaran: Peserta didik mampu menjelaskan hukum perbandingan berganda dan hukum perbandingan volume, serta menggunakannya untuk membandingkan massa/volume unsur dalam dua senyawa gas berbeda.

AWAL (15 menit)

- Salam, dan kuis cepat dari materi Hukum Perbandingan Tetap sebelumnya.
- **Pertanyaan pemantik:** “Kita tahu karbon dan oksigen bisa membentuk CO (karbon monoksida) dan CO₂ (karbon dioksida). Bagaimana Dalton menjelaskan fenomena ini dalam kaitannya dengan perbandingan massa unsur?”

INTI (65 menit)

- **Memahami Hukum Perbandingan Berganda (35 menit):**
 - Penjelasan konsep **Hukum Perbandingan Berganda (Hukum Dalton)**: jika dua unsur membentuk lebih dari satu senyawa, maka perbandingan massa salah satu unsur yang bersenyawa dengan massa tetap unsur lain merupakan bilangan bulat sederhana.
 - Visualisasi data perbandingan massa C dan O dalam CO dan CO₂ untuk menunjukkan pola bilangan bulat sederhana.
 - Pemberian contoh numerik dan diagram untuk membantu pemahaman.
- **Memahami Hukum Perbandingan Volume (30 menit):**
 - Penjelasan konsep **Hukum Perbandingan Volume (Hukum Gay-Lussac)**: volume gas-gas yang bereaksi dan volume gas-gas hasil reaksi, bila diukur pada suhu dan tekanan yang sama, berbanding sebagai bilangan bulat dan sederhana.
 - Pemberian contoh reaksi gas (misalnya, $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{HCl}(\text{g})$) dan ilustrasi perbandingan volumenya.
 - Latihan soal sederhana untuk menerapkan Hukum Gay-Lussac.

PENUTUP (10 menit)

- **Merefleksi (5 menit):** Refleksi tertulis: “Apa manfaat memahami Hukum Perbandingan Berganda dan Hukum Perbandingan Volume bagi pengembangan industri kimia dan sintesis senyawa baru?”
- **Penugasan (5 menit):** Evaluasi pemahaman dengan pertanyaan terbuka. Tugas: Cari dan analisis 2 senyawa berbeda yang terbentuk dari unsur yang sama di kehidupan nyata (misalnya, SO₂ dan SO₃), lalu jelaskan bagaimana Hukum Perbandingan Berganda berlaku.

Pertemuan 5: Hipotesis Avogadro dan Penerapan pada Volume Gas (2 JP @ 45 menit)

Tujuan Pembelajaran: Peserta didik mampu menjelaskan Hipotesis Avogadro dan menghitung hubungan antara volume, jumlah partikel, dan mol gas.

AWAL (15 menit)

- Salam, doa, dan animasi perbandingan gas dalam balon (misalnya, balon helium vs. balon udara biasa).
- **Pertanyaan pemantik:** “Mengapa balon helium bisa terbang lebih ringan daripada balon yang ditiup dengan napas kita, padahal volumenya sama? Apa yang ada di dalam balon-balon itu?”

INTI (65 menit)

- **Memahami (35 menit):**
 - Penjelasan visual **Hipotesis Avogadro:** pada suhu dan tekanan yang sama, semua gas dengan volume yang sama mengandung jumlah molekul yang sama.
 - Pembahasan konsep mol sebagai satuan jumlah partikel (bilangan Avogadro) dan bagaimana ini berkaitan dengan massa molar.
 - Perbandingan volume gas dan jumlah partikel pada kondisi STP (Standard Temperature and Pressure) dan non-STP.
- **Mengaplikasi (30 menit):**
 - Latihan soal: Menghitung perbandingan volume dan mol gas, serta mengubah mol menjadi volume dan sebaliknya pada kondisi STP.
 - Simulasi ruang gas virtual (misalnya, simulasi gas ideal) untuk memvisualisasikan bagaimana jumlah molekul memengaruhi tekanan dan volume pada kondisi yang berbeda.
 - Siswa memecahkan masalah terkait volume gas dalam konteks yang berbeda.

PENUTUP (10 menit)

- **Merefleksi (5 menit):** Diskusi kelas: “Apa peran Hipotesis Avogadro dalam pengembangan konsep mol dan perhitungan kimia secara keseluruhan? Berikan contoh penerapan Hipotesis Avogadro dalam kehidupan nyata!”
- **Penugasan (5 menit):** Guru menyimpulkan pentingnya Hipotesis Avogadro. Tugas: Analisis dua fenomena sehari-hari (misalnya, mengapa ban kempes di musim dingin, mengapa balon bisa meledak saat kepanasan, atau cara kerja semprotan aerosol) dan jelaskan kaitannya dengan sifat gas berdasarkan Hipotesis Avogadro.

Pertemuan 6: Latihan Gabungan – Hukum Dasar Kimia & Hipotesis Avogadro (2 JP @ 45 menit)

Tujuan Pembelajaran: Peserta didik mampu menyelesaikan permasalahan kontekstual yang melibatkan penerapan berbagai hukum dasar kimia dan Hipotesis Avogadro secara terpadu.

AWAL (15 menit)

- Review singkat semua hukum dasar kimia dan Hipotesis Avogadro yang telah dipelajari melalui sesi tanya jawab cepat.
- **Pertanyaan pemantik:** “Kita sudah belajar banyak hukum! Bagaimana semua hukum ini saling berhubungan dan membantu kita memecahkan masalah kimia yang lebih kompleks?”

INTI (65 menit)

- **Memahami (20 menit):**
 - Rangkuman singkat dan peta konsep yang mengintegrasikan kelima hukum dasar kimia (Lavoisier, Proust, Dalton, Gay-Lussac) dan Hipotesis Avogadro. Penekanan pada bagaimana satu hukum melengkapi hukum lainnya.
 - Pembahasan contoh soal terpadu yang membutuhkan aplikasi lebih dari satu hukum.
- **Mengaplikasi (45 menit):**
 - **Lembar Kerja Kompleks:** Siswa secara individu atau kelompok kecil mengerjakan soal-soal latihan yang menggabungkan konsep massa, perbandingan, dan volume gas dari berbagai hukum.
 - Diskusi kelompok untuk berbagi strategi menyelesaikan soal terpadu, mencari cara paling efisien, dan mengidentifikasi kesalahan umum.
 - Guru berkeliling untuk memberikan bimbingan dan umpan balik langsung.

PENUTUP (10 menit)

- **Merefleksi (5 menit):** Refleksi individu: “Dari semua hukum yang telah saya pelajari, hukum mana yang paling sering saya gunakan atau yang paling krusial untuk pemahaman konsep kimia? Mengapa?”
- **Penugasan (5 menit):** Guru memberikan umpan balik umum dan motivasi. Tugas akhir persiapan proyek mini untuk pertemuan selanjutnya.

Pertemuan 7: Proyek Mini dan Refleksi Integratif (2 JP @ 45 menit)

Tujuan Pembelajaran: Peserta didik mampu mengomunikasikan pemahamannya tentang hukum-hukum dasar kimia dan Hipotesis Avogadro melalui proyek berbasis fenomena nyata.

AWAL (15 menit)

- **Ice breaking:** Kuis reflektif singkat tentang hukum-hukum dasar kimia.
- **Pertanyaan:** “Dari semua hukum yang telah kita pelajari, apa hukum yang paling mudah kalian pahami dan apa yang paling menantang untuk diaplikasikan?”

INTI (65 menit)

- **Memahami (20 menit):**
 - Penjelasan format dan rubrik penilaian untuk proyek mini: Siswa akan menganalisis fenomena nyata di sekitar mereka dan menjelaskan hukum dasar kimia yang berlaku di dalamnya.
 - Contoh-contoh fenomena yang bisa dipilih: pembakaran roti, pompa ban, korosi logam, reaksi dalam *airbag* mobil, proses fotosintesis, dll.
- **Mengaplikasi (45 menit):**
 - **Proyek Mini:** Siswa bekerja secara kelompok untuk memilih satu fenomena nyata.
 - Mereka harus:
 - Mendeskripsikan fenomena tersebut.
 - Menjelaskan hukum-hukum dasar kimia (minimal 2 hukum) atau Hipotesis Avogadro yang relevan dengan fenomena tersebut.
 - Membuat media visual (poster digital/manual, slide presentasi interaktif, atau video singkat) yang menarik dan informatif untuk mengomunikasikan analisis mereka.
 - Guru memfasilitasi dan membimbing proses pengerjaan proyek.

PENUTUP (10 menit)

- **Merefleksi (5 menit):** Presentasi kelompok singkat dari proyek mini dan sesi umpan balik dari teman sebaya serta guru. Refleksi individu tertulis: “Apa pemahaman saya yang berubah atau semakin mendalam setelah mengerjakan proyek ini dan melihat presentasi teman?”
- **Penugasan (5 menit):** Guru menutup dengan kesimpulan menyeluruh, penguatan nilai ilmiah dalam kimia, dan apresiasi atas kerja keras siswa. Tugas: Buat infografis digital tentang salah satu hukum dasar kimia pilihan kalian untuk dipajang di kelas atau dibagikan secara online.

ASESMEN PEMBELAJARAN

A. Asesmen Awal (Diagnostik)



Aktivitas: Eksperimen Mini “Massa dan Pembakaran” + Kuis Kontekstual

- **Deskripsi:** Siswa mengamati video/eksperimen pembakaran logam dalam wadah tertutup, kemudian menjawab kuis singkat.
- **Tujuan:** Mengidentifikasi pengetahuan awal siswa tentang konsep massa sebelum dan sesudah reaksi, serta perbandingan massa unsur dalam senyawa.



KUIS AWAL (10 soal pilihan ganda dengan konteks nyata)

Petunjuk: Pilih satu jawaban paling tepat (A–E)

1. Dalam reaksi pembakaran kertas dalam toples tertutup, kita mengamati...
 - A. Massa berkurang karena api membakar zat
 - B. Massa bertambah karena terbentuk abu
 - C. Massa tetap karena zat tidak hilang
 - D. Massa berubah karena reaksi kimia
 - E. Massa bertambah karena oksigen masuk

✓ **Jawaban: C**

2. Hukum kekekalan massa menyatakan bahwa...
- A. Semua zat mengembang saat dibakar
 - B. Reaksi kimia menghasilkan gas berbahaya
 - C. Massa total zat sebelum dan sesudah reaksi tetap
 - D. Zat baru lebih berat daripada zat asal
 - E. Volume zat berubah saat dipanaskan

✓ **Jawaban: C**

3. Jika 10 g besi bereaksi dengan 2 g sulfur, maka massa senyawa yang terbentuk adalah...
- A. 8 g
 - B. 10 g
 - C. 12 g
 - D. 14 g
 - E. Tidak dapat diketahui

✓ **Jawaban: C**

4. Senyawa air selalu memiliki rumus H_2O . Hal ini membuktikan...
- A. Hukum kekekalan massa
 - B. Hukum perbandingan tetap
 - C. Hukum Avogadro
 - D. Hukum Dalton
 - E. Hukum perubahan fisika

✓ **Jawaban: B**

5. Jika karbon membentuk CO dan CO_2 , maka...
- A. Terjadi perubahan fisika
 - B. Ini bertentangan dengan hukum kimia
 - C. Mendukung hukum perbandingan berganda
 - D. Massa oksigen dalam kedua senyawa sama
 - E. Volume karbon diubah

✓ **Jawaban: C**

6. Gas oksigen dan gas nitrogen memiliki volume yang sama pada suhu dan tekanan yang sama. Maka jumlah partikel...
- A. Oksigen lebih banyak
 - B. Nitrogen lebih banyak
 - C. Sama
 - D. Tidak bisa dibandingkan
 - E. Tergantung jenis gas

✓ **Jawaban: C**

7. Dalam pembuatan pupuk urea, hukum perbandingan massa berlaku karena...
- A. Menggunakan reaksi spontan
 - B. Senyawa tersusun dari unsur tetap
 - C. Adanya proses pembakaran
 - D. Terbentuk gas sebagai hasil
 - E. Reaksi berlangsung cepat

✓ **Jawaban: B**

8. Pembentukan CO_2 dari pembakaran karbon adalah contoh...
- A. Reaksi endoterm
 - B. Reaksi eksoterm
 - C. Reaksi yang mengikuti hukum kekekalan massa
 - D. Reaksi yang mengikuti hukum Avogadro

E. Perubahan bentuk energi

✓ **Jawaban: C**

9. Massa senyawa = jumlah massa penyusunnya. Pernyataan ini adalah bentuk dari...

- A. Teori atom
- B. Hukum Avogadro
- C. Hukum kekekalan massa
- D. Hukum ideal gas
- E. Teori kuantum

✓ **Jawaban: C**

10. Jika 12 g karbon bereaksi dengan 16 g oksigen, maka massa karbon dioksida adalah...

- A. 28 g
- B. 16 g
- C. 12 g
- D. 8 g
- E. 24 g

✓ **Jawaban: A**

B. Asesmen Proses (Formatif & Observatif)

✦ Metode Nyata:

- **Lembar Observasi Diskusi:** Diisi guru saat siswa berdiskusi menyusun analisis massa zat atau mempresentasikan hasil eksperimen.
- **Checklist Aktivitas Individual:** Dicatat saat siswa mengisi jurnal, menyusun konfigurasi, atau menyelesaikan LKPD hukum-hukum dasar.
- **Jurnal Refleksi Siswa:** Menulis kesimpulan dan pemahaman pribadi setelah setiap eksperimen/simulasi.

🔍 Rubrik Ceklist Diskusi (Skala 1–4)

Aspek	1	2	3	4
Partisipasi Aktif				
Komunikasi Efektif				
Kerja Sama & Saling Menghargai				
Menyampaikan Ide dengan Jelas				

C. Asesmen Akhir (Sumatif)

✦ Aktivitas: Tes Tertulis Kontekstual + Proyek Mini

- **Deskripsi Tes:** Gabungan pilihan ganda (5 opsi) dan uraian kontekstual.
- **Deskripsi Proyek Mini:** Siswa menganalisis fenomena kimia nyata dengan mengaitkan hukum dasar dan Hipotesis Avogadro.

📄 SOAL PILIHAN GANDA (5 soal)

1. (Lihat soal kuis awal no. 1–5)

📄 SOAL URAIAN (5 soal + jawaban)

1. **Jelaskan bagaimana hukum kekekalan massa dapat dibuktikan melalui percobaan pembakaran dalam wadah tertutup.**

✓ **Jawaban:** Dalam percobaan ini, massa total reaktan (zat yang dibakar) dan produk

(hasil pembakaran) tetap sama karena tidak ada zat yang keluar atau masuk sistem. Hal ini membuktikan bahwa massa tetap, sesuai hukum kekekalan massa.

2. **Sebuah senyawa terdiri atas 8 g oksigen dan 1 g hidrogen. Jika kamu memiliki 16 g oksigen, berapa gram hidrogen yang dibutuhkan agar membentuk senyawa yang sama?**

✓ *Jawaban:* Perbandingan massa O:H = 8:1, maka untuk 16 g O $\rightarrow$ H = 2 g (perbandingan tetap).

3. **Bagaimana hukum perbandingan berganda menjelaskan pembentukan CO dan CO₂? Jelaskan dengan angka.**

✓ *Jawaban:* Dalam CO, perbandingan massa O:C = 16:12 = 1.33

Dalam CO₂, perbandingan O:C = 32:12 = 2.66

2.66:1.33 = 2:1 $\rightarrow$ menunjukkan perbandingan massa O dalam kelipatan sederhana.

4. **Jelaskan aplikasi nyata Hipotesis Avogadro dalam kehidupan sehari-hari.**

✓ *Jawaban:* Dalam tabung gas, jumlah partikel yang sama menempati volume yang sama (misalnya 1 mol gas = 22,4 L). Ini penting untuk mengukur isi LPG atau gas industri secara efisien.

5. **Mengapa pemahaman hukum dasar kimia penting dalam industri farmasi atau makanan?**

✓ *Jawaban:* Karena setiap senyawa harus dibuat dengan komposisi massa dan unsur yang tepat agar produk aman dan efektif. Hukum perbandingan tetap memastikan takaran yang benar dan konsisten.

Rubrik Penilaian Proyek Mini (100%)

Komponen	Bobot
Pemahaman konsep hukum dan hipotesis	30%
Ketepatan analisis massa & reaksi	30%
Relevansi dengan fenomena kehidupan nyata	20%
Kreativitas dan visual presentasi	20%

Mengetahui,
Kepala SMAN 1 Lubuk Alung,

Lubuk Alung, Juli 2025
Guru Mata Pelajaran Kimia

Arizon, M.Pd
NIP 19690320 199501 1 001

Yeltri Mairoza, S.Pd

LAMPIRAN PEMBELAJARAN

A. LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

LKPD 1

Nama Siswa :
Kelas/Semester : X /
Kelompok :
Mata Pelajaran :
Hari/Tanggal :

HUKUM DASAR KIMIA

1. Hukum Kekekalan Massa

Kegiatan 1

Massa Zat-Zat pada Reaksi Kimia

Tujuan: untuk mengetahui massa zat sebelum reaksi dan massa zat setelah reaksi.

Kalau kita mereaksikan zat-zat pereaksi apakah massa hasil reaksinya akan berubah?

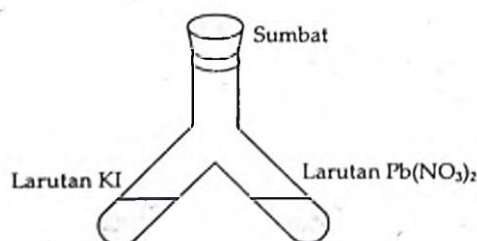
Untuk mengetahuinya dapat dicoba dengan melakukan percobaan berikut.

Alat dan bahan:

1. Neraca
2. Tabung Y
3. Pipet
4. Sumbat tabung
5. Larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,1 M, KI 0,1 M, CuSO_4 0,1 M, NaOH 0,1 M

Cara Kerja:

1. Perhatikan gambar berikut:



1. Masukkan larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dan KI pada masing-masing kaki tabung Y seperti pada gambar dengan menggunakan pipet (hati-hati kedua larutan jangan tercampur).
 2. Sumbat tabung, kemudian tabung ditimbang, catat massanya.
 3. Miringkan tabung sampai kedua larutan bereaksi.
 4. Timbang kembali tabung Y tersebut, catat massanya.
2. Kerjakan dengan menggunakan larutan lain yang bereaksi, misalnya:
 1. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dan Na_2SO_4
 2. CuSO_4 dan NaOH

Tabel Pengamatan:

No	Massa Sebelum Reaksi	Massa Sesudah Reaksi
1.		
2.		

Pertanyaan:

Soal	Jawaban
1. Bagaimana massa pada setiap reaksi?	
2. Kesimpulan apa yang telah kalian dapatkan dari percobaan ini tentang massa zat sebelum dan sesudah reaksi?	

2. Hukum Perbandingan Tetap

Bila unsur membentuk senyawa maka jumlah massa unsur-unsur yang bersenyawa dengan massa senyawa yang dibentuknya akan sama (hukum kekekalan massa).

Kegiatan 2

Menentukan Hukum Perbandingan Tetap

Bagaimana perbandingan massa unsur-unsur tersebut dalam senyawa? Pelajari data- data berikut ini.

Tabel di bawah ini adalah data eksperimen tentang massa dua unsur yang bersenyawa!

Unsur-unsur yang direaksikan		Senyawa yang Terbentuk	Sisa	Massa Zat Sebelum dan Sesudah Reaksi
Hidrogen	Oksigen	. Air	Hidrogen	
2g	8g	9 g	1g	10 g
2g	16g	18 g	-	18 g
Besi	Belerang	Pirit	Besi	
7g	8g	15 g	-	15 g
16 g	16g	30 g	2g	32 g

Pelajari tabel di atas lalu jawab pertanyaan berikut!

Pertanyaan

Soal	Jawaban
1. Hitung perbandingan massa unsur hidrogen dan oksigen dalam air yang membentuk air?	
2. Hitung perbandingan massa unsur besi dan belerang pada pirit?	
3. Apa yang dapat kamu simpulkan dari data di atas tentang massa unsur-unsur dalam senyawa!	

Kesimpulan kamu sesuai atau tidak dengan hukum perbandingan tetap? Apa bunyi hukum Perbandingan Tetap atau Hukum Proust?

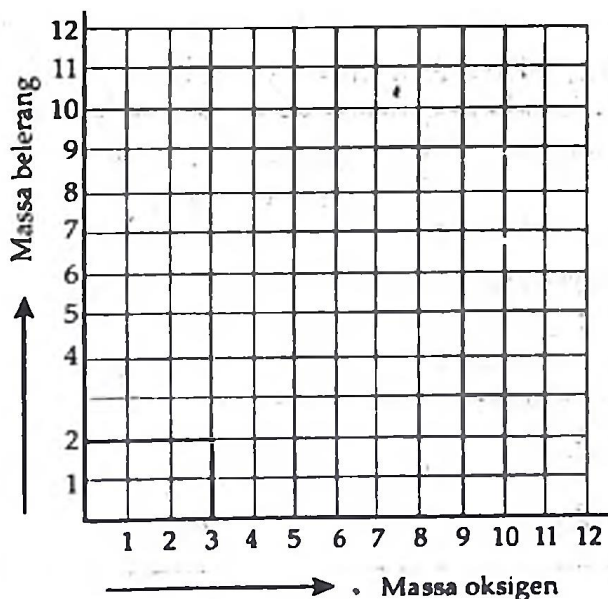
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Latihan 1

Perhatikan tabel perbandingan massa belerang dan massa oksigen pada belerang trioksida

Massa belerang	Massa belerang trioksida	Massa oksigen
2 g	5 g	3 g
2,5 g	6,25 g	
6,5 g	16,25 g	

Isilah terlebih dahulu massa belerang pada tabel, kemudian buatlah grafik yang menyatakan hubungan antara massa oksigen dengan massa belerang yang membentuk belerang trioksida.



Berdasarkan grafik tersebut, jawablah pertanyaan berikut.

Pertanyaan		Jawaban
1.	Kalau yang digunakan dalam reaksi tersebut 8 g oksigen, hitung massa belerang yang bereaksi!	
2.	Kalau yang digunakan dalam reaksi tersebut 5 g belerang, hitung massa oksigen yang bereaksi!	
3.	Bagaimana hubungan antara massa belerang dan massa oksigen dari grafik itu?	
4.	Tentukan perbandingan massa belerang dan oksigen pada setiap senyawa yang dibentuknya!	

3. Hukum Kelipatan Perbandingan

Air merupakan senyawa yang terkenal dengan rumus H_2O yang terbentuk dari unsur H dan O. Ternyata ada lagi senyawa yang terbentuk dari unsur H dan O, yaitu H_2O_2 atau hidrogen peroksida. Air sangat diperlukan oleh makhluk hidup. Sedangkan H_2O_2 termasuk senyawa yang berbahaya, tidak boleh diminum, tetapi kadang-kadang digunakan untuk pemutih atau pemucat warna.

Selain H dan O, unsur C dan O juga dapat membentuk dua senyawa yaitu CO dan CO_2 . Keduanya mempunyai sifat yang berbeda. Gas CO merupakan gas yang dapat mematikan jika terhirup melebihi ambang batas.

Unsur-unsur yang membentuk senyawa lebih dari satu cukup banyak. Apakah ada keteraturan dari massa unsur-unsur yang membentuk senyawa-senyawa tersebut? Pelajari data perbandingan massa unsur-unsur pada senyawa berikut.

Bentuk	Senyawa	Perbandingan massa unsur-unsur		Perbandingan
I	H ₂ O	1 gram H	8 gram O	H _I : H _{II} = 1 : 1
II	H ₂ O ₂	1 gram H	16 gram O	O _I : O _{II} = :
I	N ₂ O ₃	14 gram	24 gram O	N _I : N _{II} = :
II	N ₂ O ₅	14 gram	40 gram O	O _I : O _{II} = :

Pertanyaan:

- Perhatikan perbandingan massa pada H₂O dan H₂O₂. Jika massa hidrogen pada H₂O dan H₂O₂ sama, berapa perbandingan massa O pada H₂O dan H₂O₂?

.....

- Jika massa nitrogen pada N₂O₃ dan N₂O₅ sama, berapa perbandingan massa O pada senyawa-senyawa tersebut?

.....

- Apakah perbandingan massa oksigen pada H₂O dan H₂O₂ maupun N₂O₃ dan N₂O₅ merupakan bilangan bulat dan sederhana?

.....

- Menurut Dalton keteraturan ini disebut hukum apa?

.....

- Tulis bunyi hukum ini!

.....

Bagaimana membuktikan hukum kelipatan perbandingan dari dua senyawa jika tidak diketahui unsur yang massanya sama? Perhatikan contoh berikut.

Contoh soal

Karbon dan oksigen membentuk dua senyawa dengan data massa unsur sebagai berikut.

Senyawa	Massa karbon (C)	Massa oksigen (O)
A	0,6	0,8
B	3,6	9,6

Jelaskan pada senyawa tersebut berlakunya hukum kelipatan perbandingan!

Jawab:

Pada senyawa B: 3,6 gram C ~ 9,6 gram O

Jika pada senyawa B massa C = 0,6 maka massa O-nya adalah:

Massa O = $0,6 \times (9,6/3,6) = 1,6$ gram

Untuk massa C yang sama pada senyawa A dan B perbandingan massa O-nya menjadi:

Senyawa A = 0,6 ~ 0,8

Senyawa B = 0,6 - 1,6

Perbandingan $O_A : O_B = 1 : 2$

Perbandingan tersebut merupakan bilangan bulat dan sederhana sesuai dengan kelipatan perbandingan.

Latihan 2

- Besi membentuk dua oksida, oksida pertama mengandung 1,6 gram oksigen dan 5,6 gram besi, oksigen kedua mengandung 2,4 gram oksigen dan 5,6 gram besi. Jelaskan apakah data ini sesuai dengan hukum kelipatan perbandingan?

Jawab:

Isi tabel berikut untuk menyelesaikan soal tersebut.

Oksida	Massa unsur		Perbandingan massa
I	Fe =	O =	$Fe_I : Fe_{II} = \dots : \dots$
II	Fe =	O =	$O_I : O_{II} = \dots : \dots$

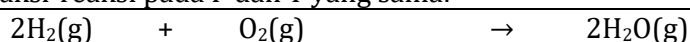
- Unsur karbon dan hidrogen membentuk dua senyawa yaitu A dan B. 1,6 gram sampel senyawa A mengandung 1,2 gram karbon, 4,5 gram sampel senyawa B mengandung 3,6 gram karbon. Apakah pada kedua senyawa berlaku hukum kelipatan perbandingan?

Jawab:

4. Hukum Perbandingan Volum (Hukum Gay Lussac)

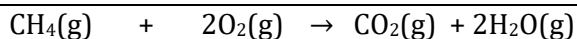
Reaksi dapat juga berlangsung di antara gas-gas dan hasil reaksinya juga berwujud gas. Bagaimana perbandingan volum pada reaksi-reaksi dalam keadaan gas? Amati reaksi- reaksi berikut dan jawab pertanyaannya.

Reaksi-reaksi pada P dan T yang sama:



2 L H_2 bereaksi dengan 1 L O_2 menghasilkan 2 L uap air H_2O

Perbandingan volum gas = $H_2 : O_2 : H_2O$ 2 : 1 : 2



1 L CH_4 bereaksi dengan 2 L O_2 menghasilkan 1 L CO_2 dan 2 L H_2O
Perbandingan volum = 1 : 2 : 1 : 2

Perhatikan reaksi di atas dan jawab pertanyaan berikut.

Pertanyaan:

1. Adakah kesamaan antara perbandingan volum dengan perbandingan koefisien reaksi?

.....
.....
.....

2. Amati angka-angka perbandingan volum, termasuk bilangan apa angka-angka tersebut?

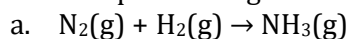
.....
.....
.....

3. Tuliskan bunyi hukum yang berlaku pada reaksi-reaksi di atas!

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Latihan 3

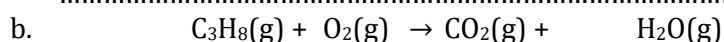
1. Tuliskan perbandingan volum dari reaksi belum setara berikut.



..... L L L

Perbandingan volum:

.....



..... L L L L

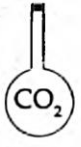
Perbandingan volum:

.....

2. Pada reaksi belum setara: $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3(\text{g})$ bila O_2 bereaksi 30 liter, berapa volum gas N_2 yang diperlukan dan berapa volum N_2O_3 yang dihasilkan pada suhu dan tekanan yang sama?

5. Hipotesis Avogadro

Amati data tentang volum dan jumlah molekul gas O_2 , CO_2 , dan NH_3 berikut.

		
$T_1 = 27^\circ\text{C}$	$T_2 = 27^\circ\text{C}$	$T_3 = 27^\circ\text{C}$
$P_1 = 1 \text{ atm}$	$P_2 = 1 \text{ atm}$	$P_3 = 1 \text{ atm}$
$N_1 = 6 \times 10^{23} \text{ molekul}$	$N_2 = 6 \times 10^{23} \text{ molekul}$	$N_3 = 6 \times 10^{23} \text{ molekul}$
$V_1 = 24,6 \text{ liter}$	$V_2 = 24,6 \text{ liter}$	$V_3 = 24,6 \text{ liter}$

Perhatikan data di atas dan jawab pertanyaan berikut.

Pertanyaan:

a) Pada data di atas, bagaimana P dan T pada labu yang berisi O_2 , CO_2 , dan NH_3 ?

.....
.....
.....
.....

b) Bagaimana volum O_2 , CO_2 , dan NH_3 ?

.....
.....
.....
.....

c) Berapa masing-masing jumlah molekul pada labu di atas?

.....
.....
.....
.....

d) Data ini merupakan contoh data untuk hipotesis Avogadro. Tulis bunyi hipotesis tersebut!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

BAHAN BACAAN

HUKUM DASAR KIMIA

Perlu Ananda ketahui bahwa pada awal abad ke-18 para ilmuwan telah melakukan percobaan-percobaan yang mempelajari secara kuantitatif susunan zat dari beberapa reaksi kimia. Mereka menemukan adanya keteraturan-keteraturan yang dinyatakan sebagai hukum-hukum dasar kimia. Hukum dasar kimia yang akan dibahas di sini adalah Hukum Kekekalan Massa (Lavoisier), Hukum Perbandingan Tetap (Proust), Hukum Kelipatan Perbandingan (Dalton), Hukum Perbandingan Volum (Gay Lussac), dan Hipotesis Avogadro.

1. Hukum Kekekalan Massa (Hukum Lavoisier)

Perhatikan reaksi pembakaran kertas. Sepintas lalu dapat kita lihat bahwa massa abu hasil pembakaran lebih kecil daripada massa kertas yang dibakar.

Apakah pembakaran kertas disertai pengurangan massa?

Antoine Laurent Lavoisier telah menyelidiki massa zat-zat sebelum dan sesudah reaksi. Lavoisier menimbang zat sebelum bereaksi, kemudian menimbang hasil reaksinya. Ternyata massa zat sebelum dan sesudah reaksi selalu sama.

Perubahan materi yang kita amati dalam kehidupan sehari-hari umumnya berlangsung dalam wadah terbuka. Jika hasil reaksi ada yang berupa gas (seperti pada pembakaran kertas), maka massa zat yang tertinggal menjadi lebih kecil daripada massa semula. Tetapi jika gas yang dihasilkan pada pembakaran kertas juga ditimbang massanya, maka massa zat-zat hasil reaksi akan sama dengan sebelum reaksi.

Ananda dapat lihat data hasil reaksi antara $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dengan KI dalam wadah tertutup menghasilkan PbI_2 dan KNO_3 pada Tabel 1.

Tabel 1. Data percobaan massa zat sebelum dan sesudah reaksi

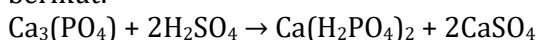
No. Percobaan	Massa sebelum reaksi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI}$ (gram)	Massa sesudah reaksi PbI_2 dan KNO_3 (gram)
1.	3,315	3,315
2.	4,970	4,970
3.	6,630	6,630

Dari data percobaan tersebut dapat diketahui massa zat sebelum dan sesudah reaksi tidak ada perubahan. Hal tersebut membuktikan Hukum Kekekalan Massa.

“Di dalam suatu sistem tertutup, massa zat-zat sebelum reaksi sama dengan massa zat sesudah reaksi”.

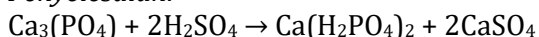
Contoh soal:

Superfosfat adalah pupuk yang mudah larut dalam air. Pupuk ini merupakan campuran antara $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ dengan CaSO_4 dengan perbandingan jumlah molekul 1 : 2. Pupuk ini dibuat melalui reaksi berikut:



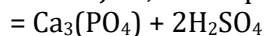
Jika 300 g $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ bereaksi sempurna dengan 189,7 g H_2SO_4 , berapa massa pupuk superfosfat yang dihasilkan?

Penyelesaian:



300 g 189,7 g

Berdasarkan hukum kekekalan massa, massa zat sebelum reaksi sama dengan massa zat sesudah reaksi. Jadi, massa pupuk superfosfat yang dihasilkan



$$= 300 \text{ g} + 189,7 \text{ g} = 489,7 \text{ g}$$

2. Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust)

Senyawa yang sama meskipun berasal dari daerah berbeda atau dibuat dengan cara yang berbeda ternyata mempunyai komposisi yang sama. Contohnya, hasil analisis terhadap garam natrium klorida dari berbagai daerah sebagai berikut.

Asal	Massa Garam	Massa Natrium	Massa Klorida	Massa Na : Cl
Indramayu	2 gram	0,786 gram	1,214 gram	1 : 1,54
Madura	1,5 gram	0,59 gram	0,91 gram	1 : 1,54
Impor	2,5 gram	0,983 gram	1,517 gram	1 : 1,54

Sebagaimana ditunjukkan dalam perhitungan di atas, bahwa perbandingan massa Na terhadap Cl ternyata tetap, yaitu 1 : 1,54. Jadi, senyawa tersebut memenuhi **hukum Proust**.

“Perbandingan massa unsur-unsur dalam suatu senyawa adalah tetap.”

3. Hukum Kelipatan Perbandingan (Hukum Dalton)

Hukum Proust dikembangkan lebih lanjut oleh para ilmuwan untuk unsur-unsur yang dapat membentuk lebih dari satu jenis senyawa. Salah seorang di antaranya adalah *John Dalton* (1766 – 1844). Dalton mengamati adanya suatu keteraturan yang terkait dengan perbandingan massa unsur-unsur dalam suatu senyawa. Untuk memahami hal ini, perhatikan tabel hasil percobaan reaksi antara nitrogen dengan oksigen berikut.

Tabel 2. Reaksi antara Nitrogen dan Oksigen

Jenis Senyawa	Massa Nitrogen yang Direaksikan	Massa Oksigen yang Direaksikan	Massa Senyawa yang Terbentuk
Nitrogen monoksida	0,875 gram	1,00 gram	1,875 gram
Nitrogen dioksida	1,75 gram	1,00 gram	2,75 gram

Dengan massa oksigen yang sama, ternyata perbandingan massa nitrogen dalam senyawa nitrogen dioksida dan senyawa nitrogen monoksida merupakan bilangan bulat dan sederhana.

Massa nitrogen dalam senyawa nitrogen dioksida 1,75 gram 2

$$\frac{\text{Massa nitrogen dalam senyawa nitrogen dioksida}}{\text{Massa nitrogen dalam senyawa nitrogen monoksida}} = \frac{1,75 \text{ gram}}{0,87 \text{ gram}} = \frac{2}{1}$$

“Jika dua jenis unsur bergabung membentuk lebih dari satu senyawa, dan jika, massa salah satu unsur dalam senyawa tersebut sama, sedangkan massa unsur lainnya berbeda, maka perbandingan massa unsur lainnya dalam senyawa tersebut merupakan bilangan bulat sederhana.”

Contoh soal:

Karbon bereaksi dengan oksigen membentuk senyawa A dan B dengan komposisi sebagai berikut:

Senyawa A : 2,41 g karbon dan 3,22 g oksigen

Senyawa B : 6,71 g karbon dan 17,9 g oksigen

Tentukan angka banding karbon yang paling sederhana yang bereaksi dengan oksigen dengan massa yang sama.

Penyelesaian:

	Karbon	Oksigen	Karbon : Oksigen	
Senyawa A	2,41	3,22	1 : 1,33	= 0,75 : 1
Senyawa B	6,71	17,9	1 : 2,67	= 0,37 : 1

Jadi, perbandingan jumlah atom C dalam senyawa A dan senyawa B adalah 2 : 1.

4. Hukum Perbandingan Volum (Hukum Gay - Lussac)

Pada tahun 1808 Josep Louis Gay Lussac dari Perancis menyelidiki hubungan antara volum gas-gas dalam suatu reaksi kimia. Ia menemukan bahwa pada suhu dan tekanan yang sama, satu volum gas oksigen bereaksi dengan dua volum gas hidrogen menghasilkan dua volum uap air.

Dari data percobaan tersebut Gay Lussac menyimpulkan:

“Pada suhu dan tekanan yang sama, volume gas-gas yang bereaksi dan volume gas-gas hasil reaksi berbanding sebagai bilangan bulat dan sederhana.”

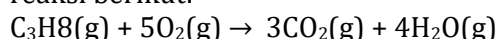
Berikut contoh perbandingan volum pada reaksi-reaksi gas pada kondisi (suhu dan tekanan) yang sama.

- a) $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{g})$ Perbandingan volum gas $\text{H}_2 : \text{Cl}_2 : \text{HCl} = 1 : 1 : 2$
 1 : 2
 1 vol 1 vol 2 vol
- b) $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ Perbandingan volum $\text{NH}_3 : \text{N}_2 : \text{H}_2 = 2 : 1 : 3$
 2 vol 1 vol 3 vol

Hukum ini hanya berlaku untuk reaksi-reaksi gas yang susunan molekulnya sederhana. Hukum perbandingan volum ini diperoleh semata-mata dari hasil percobaan. Berdasarkan hukum ini, kita dapat menghitung volum gas pada suatu reaksi, jika volum salah satu gas diketahui.

Contoh soal:

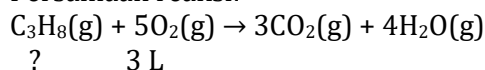
Salah satu komponen gas elpiji yang biasa digunakan dalam kegiatan rumah tangga adalah gas propana (C_3H_8). Pada suhu dan tekanan tertentu, gas propana terbakar sempurna dengan oksigen menurut reaksi berikut:



Bila reaksi ini memerlukan 3 L gas oksigen, berapa volume C_3H_8 yang bereaksi dan gas-gas lain yang dihasilkan?

Penyelesaian:

Persamaan reaksi:



Perbandingan volume = perbandingan koefisien.

$$\frac{\text{Volum C}_3\text{H}_8}{\text{Volum O}_2} = \frac{\text{Koefisien C}_3\text{H}_8}{\text{Koefisien O}_2} \rightarrow \frac{\text{Volum C}_3\text{H}_8}{3\text{L}} = \frac{1}{5}$$

$$\text{Volume C}_3\text{H}_8 = \frac{1}{5} \times 3 \text{ L} = 0,6 \text{ L}$$

5. Hipotesis Avogadro

Hipotesis Avogadro berbunyi :

“Pada suhu dan tekanan yang sama, semua gas bervolume sama mengandung jumlah molekul yang sama pula”.

Berdasarkan hipotesis tersebut Ananda dapat menentukan jumlah molekul gas lain, jika volumenya diketahui.

Contoh Soal :

Gas nitrogen dan gas hidrogen dapat bereaksi membentuk gas amoniak (NH_3) pada keadaan tekanan dan suhu yang sama. Jika 40 molekul gas nitrogen, berapa molekul gas hidrogen yang diperlukan dan berapa molekul gas NH_3 yang dihasilkan?

GLOSARIUM

Koefisien reaksi : angka yang terdapat di depan rumus kimia dalam suatu persamaan reaksi.

Pereaksi : zat yang berubah selama reaksi dan ditulis di sebelah kiri persamaan reaksi.

Persamaan reaksi : suatu persamaan yang menggambarkan zat-zat kimia yang terlibat sebelum dan sesudah reaksi kimia, baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

Rumus empiris : menyatakan perbandingan terkecil atom-atom dalam senyawa.

Rumus molekul : menyatakan jumlah atom-atom dalam senyawa, merupakan kelipatan dari rumus empirisnya

DAFTAR PUSTAKA

Brady, James E. 1990. *General Chemistry, Principles & Structure, fifth edition*. New York: John Wiley & Son.

Devi, K. Poppy, dkk. 2009. *KIMIA 1 Kelas X SMA dan MA*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.

Permana, Irvan. 2009. *Memahami KIMIA SMA/MA Untuk Kelas X, Semester 1 dan 2*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.

Utami, Budi, dkk. 2009. *KIMIA Untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.