



KELAS 10

KIMIA

**Memahami Peran Kimia dalam Kehidupan:
Buku Pegangan Kimia untuk Siswa Kelas 10**

Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas terbitnya e-book Kimia ini yang merupakan bagian dari upaya menghadirkan pembelajaran yang lebih mudah diakses oleh seluruh pelajar Indonesia. Kimia adalah mata pelajaran yang mempelajari tentang struktur, sifat, perubahan, dan reaksi zat, yang sangat penting dalam memahami proses di alam maupun dalam kehidupan sehari-hari, mulai dari makanan, kesehatan, hingga industri.

E-book ini disusun berdasarkan Capaian Pembelajaran Kimia Fase E (sesuai dengan Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 Tentang Capaian Pembelajaran Pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah Pada Kurikulum Merdeka). Konten e-book ini dirancang agar peserta didik dapat memahami materi Kimia secara komprehensif, mengasah keterampilan berpikir kritis, serta menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Selain materi utama, e-book ini juga dilengkapi dengan latihan soal, pembahasan, serta tautan ke sumber belajar tambahan seperti video pembelajaran interaktif.

E-book ini merupakan bagian dari platform [Fitri](#), sebuah platform pembelajaran digital yang menyediakan akses gratis ke berbagai materi belajar, termasuk e-book, latihan soal, dan video pembelajaran interaktif untuk seluruh anak Indonesia. Fitri hadir sebagai wujud kontribusi nyata dalam mendukung pemerataan akses pendidikan berkualitas di Indonesia. Dengan semangat gotong royong dan inklusi, Fitri berkomitmen untuk membantu seluruh siswa, di mana pun berada, agar dapat belajar secara mandiri, efektif, dan menyenangkan. Hal ini selaras dengan tujuan besar pendidikan Indonesia, yaitu mewujudkan generasi yang cerdas, berakarakter, dan siap menghadapi tantangan zaman.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung tersedianya e-book ini. Semoga kehadiran e-book Kimia ini dapat memberikan manfaat nyata dalam proses belajar peserta didik dan turut berkontribusi dalam meningkatkan literasi bangsa.

Jakarta, Juni 2025

Tim Fitri

Daftar Isi

BAB 1: KIMIA DALAM KESEHARIAN KITA.....	4
1. Peran Ilmu Kimia dalam Kehidupan	6
2. Teknik Bekerja di Laboratorium Kimia.....	11
3. Prinsip Kimia Hijau Untuk Lingkungan.....	19
4. Nanoteknologi dalam Kimia Hijau	26
5. Konsep Rumus Kimia, Tata Nama, dan Persamaan Reaksi.....	32
Rangkuman	40
Latihan Soal	41
Referensi.....	43
BAB 2: SUSUNAN ATOM SERTA POLA KEPERIODIKAN UNSUR	44
1. Komponen Penyusun Atom.....	46
2. Sistem Periodik Unsur	51
Rangkuman	55
Latihan Soal	56
Referensi.....	58
BAB 3: KETERIKATAN ANTARATOM DALAM PEMBENTUKAN MOLEKUL	59
1. Kestabilan dan Ketidakstabilan Atom	61
2. Pembentukan dan Karakteristik Ikatan Ionik.....	64
3. Pembentukan dan Karakteristik Ikatan Kovalen	67
Rangkuman	74
Latihan Soal	75
Referensi.....	77
BAB 4: TEORI HUKUM DASAR DAN METODE PERHITUNGAN KIMIA	78
1. Hukum Dasar Kimia dalam Kehidupan.....	80
2. Konsep Massa Atom Relatif dan Massa Rumus Relatif	84
3. Pengertian dan Fungsi Mol dalam Kimia	87
4. Kadar Zat.....	92
Rangkuman	102
Latihan Soal	103
Referensi.....	105



BAB 1:

KIMIA DALAM KESEHARIAN KITA

Karakter Pelajar Pancasila

Gotong Royong: Mampu bekerja sama, menghargai pendapat orang lain, dan berkontribusi aktif dalam kelompok.

Berpikir Kritis: Mampu menganalisis informasi secara objektif, logis, dan ilmiah untuk menyelesaikan masalah.

Kata Kunci: Metode ilmiah, Kimia Hijau, Pemanasan global, Ozon, Bahan kimia ramah lingkungan, Nanoteknologi, Nanomaterial, Rumus kimia, Rumus molekul, Persamaan reaksi.

Tujuan Pembelajaran: Memahami Konsep Metode Ilmiah, Kimia Hijau, Pemanasan Global dan Rumus Kimia

1. Menerapkan Metode Ilmiah

- ▷ Menelaah dan menerapkan metode ilmiah sebagai salah satu metode kerja dalam ilmu kimia.
- ▷ Mengidentifikasi dan menyikapi bahan kimia dalam kehidupan sehari-hari yang aman bagi manusia dan alam sekitar.

2. Mengidentifikasi Peran Ilmu Kimia dan Kimia Hijau

- ▷ Mengidentifikasi peran ilmu kimia dalam kehidupan sehari-hari.
- ▷ Mendeskripsikan gerakan kimia hijau dan dapat mengidentifikasi penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

3. Menganalisis Pemanasan Global dan Ozon

- ▷ Menganalisis dan menyikapi kegiatan yang tidak sesuai dengan prinsip kimia hijau yang berdampak pada pemanasan global.
- ▷ Mendeskripsikan pemanasan global, penyebab, dan cara mengatasi serta terlibat dalam kegiatan pencegahan.

4. Mendeskripsikan Nanoteknologi dan Rumus Kimia

- ▷ Mendeskripsikan nanoteknologi, sifat nanomaterial, dan manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari.
- ▷ Mendeskripsikan rumus kimia, rumus molekul, dan menuliskan persamaan reaksi dengan benar.



F I T R I



1. Peran Ilmu Kimia dalam Kehidupan

Ilmu kimia adalah cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari sifat, struktur, komposisi, dan perubahan materi. Sebagai salah satu disiplin ilmu dasar, kimia memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan manusia, karena hampir semua aspek kehidupan kita melibatkan reaksi kimia. Dari proses pencernaan makanan di dalam tubuh hingga pengembangan bahan bakar yang lebih efisien, ilmu kimia berkontribusi pada kemajuan teknologi, industri, kesehatan, pertanian, dan lingkungan hidup. Dalam bab ini, kita akan membahas bagaimana ilmu kimia berperan dalam berbagai sektor kehidupan dan dampaknya bagi kemajuan peradaban manusia.

Peranan Ilmu Kimia

a. Kedokteran dan Farmasi

Ilmu kimia memiliki peran yang sangat penting dalam bidang kedokteran dan farmasi. Senyawa kimia digunakan untuk merancang dan memproduksi obat-obatan yang menyembuhkan berbagai penyakit, baik itu penyakit menular maupun penyakit kronis. Proses kimia digunakan untuk memahami struktur molekul obat dan bagaimana obat berinteraksi dengan tubuh manusia. Penemuan-penemuan dalam bidang kimia farmasi telah menghasilkan berbagai inovasi medis, seperti antibiotik, vaksin, dan obat-obatan yang meningkatkan kualitas hidup dan memperpanjang umur manusia.



Tes darah di laboratorium kimia – kompas.com/Silmi Nurul Utami

b. Energi dan Lingkungan

Dalam sektor energi, ilmu kimia berperan dalam mengembangkan sumber energi yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Kimia digunakan untuk menciptakan bahan bakar alternatif seperti bioenergi dan sel surya yang mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Selain itu, kimia juga berkontribusi dalam penciptaan teknologi penyimpanan energi, seperti baterai dan superkapasitor, yang membantu mengoptimalkan pemanfaatan energi. Dalam konteks lingkungan, kimia berperan dalam pengelolaan dan pemulihan lingkungan, seperti mengurangi polusi udara, air, dan tanah, serta dalam proses daur ulang dan pengolahan limbah.

c. Industri

Kimia adalah fondasi dari banyak proses industri yang mengubah bahan mentah menjadi produk jadi yang kita gunakan sehari-hari. Dalam industri kimia, bahan-bahan kimia digunakan dalam pembuatan plastik, kertas, tekstil, bahan bangunan, elektronik, dan banyak lagi. Proses kimia memungkinkan pengolahan bahan mentah menjadi produk yang lebih berguna, efisien, dan tahan lama. Selain itu, kimia juga berperan dalam peningkatan kualitas produk melalui teknik seperti katalisis dan sintesis senyawa.



Proses pengacaran bawang dan timun – wikipedia.org

d. Pertanian dan Pangan

Dalam bidang pertanian, ilmu kimia digunakan untuk meningkatkan hasil pertanian melalui pengembangan pupuk, pestisida, dan herbisida yang dapat mengendalikan hama dan penyakit tanaman. Selain itu, kimia juga berperan dalam pengembangan teknologi bioteknologi yang mendukung pertanian berkelanjutan, seperti tanaman tahan terhadap kekeringan atau penyakit. Dalam bidang pangan, ilmu kimia terlibat dalam pengawetan makanan dan pengembangan produk pangan yang lebih sehat dan bergizi. Proses kimia juga digunakan dalam teknik pemrosesan pangan, seperti pengeringan, fermentasi, dan pengemasan.

e. Lingkungan Hidup

Ilmu kimia memiliki peran besar dalam melindungi lingkungan hidup kita. Kimia digunakan untuk mengembangkan teknologi pengolahan limbah yang dapat mengurangi polusi dan mencegah kerusakan lingkungan. Selain itu, kimia juga digunakan untuk mempelajari dampak aktivitas manusia terhadap lingkungan dan mencari solusi untuk masalah seperti pemanasan global, kerusakan ozon, dan polusi udara. Penelitian kimia juga mendukung pengembangan bahan-bahan ramah lingkungan, seperti bahan bakar hijau dan bahan pengganti plastik yang lebih ramah lingkungan.

Contoh Soal Peranan Ilmu Kimia

Apa peran utama ilmu kimia dalam sektor kedokteran dan farmasi?

- A. Mengembangkan teknologi daur ulang plastik yang ramah lingkungan.
- B. Menemukan senyawa kimia untuk merancang dan memproduksi obat-obatan.
- C. Menghasilkan bahan bakar fosil yang lebih efisien.
- D. Menyusun prosedur pertanian organik untuk mengurangi penggunaan pestisida.
- E. Menciptakan metode pemisahan logam berat dari limbah industri.

Jawaban:

- B. Menemukan senyawa kimia untuk merancang dan memproduksi obat-obatan.

Penjelasan:

Ilmu kimia berperan sangat penting dalam bidang kedokteran dan farmasi dengan mengembangkan senyawa kimia yang digunakan untuk merancang dan memproduksi obat-obatan. Proses kimia memungkinkan para ilmuwan untuk memahami bagaimana senyawa tertentu dapat berinteraksi dengan tubuh manusia untuk menyembuhkan berbagai penyakit. Contohnya, dalam pembuatan antibiotik, vaksin, dan obat-obatan lainnya, prinsip-prinsip kimia digunakan untuk memastikan efektivitas dan keamanan produk yang dihasilkan. Dengan demikian, peran kimia sangat esensial dalam meningkatkan kualitas hidup manusia melalui pengobatan yang efektif.

Metode Ilmiah

Metode ilmiah adalah suatu pendekatan sistematis yang digunakan untuk mencari jawaban terhadap pertanyaan atau masalah melalui pengamatan, eksperimen, dan analisis data. Dalam ilmu kimia, metode ilmiah sangat penting karena memungkinkan ilmuwan untuk memahami fenomena alam secara objektif dan terukur. Melalui metode ini, ilmuwan dapat menguji hipotesis, menarik kesimpulan, dan mengembangkan teori yang dapat diterapkan dalam berbagai situasi. Langkah-langkah yang terstruktur dalam metode ilmiah memastikan bahwa setiap temuan dapat diuji ulang dan dipertanggungjawabkan,

yang merupakan dasar dari kemajuan dalam ilmu pengetahuan. Berikut adalah langkah-langkah utama dalam metode ilmiah:

1) Observasi

Langkah pertama dalam metode ilmiah adalah **observasi**, yaitu pengamatan terhadap fenomena atau masalah yang ada di sekitar kita. Observasi ini bisa datang dari kejadian sehari-hari atau eksperimen yang sudah dilakukan sebelumnya. Dalam konteks kimia, observasi bisa berupa pengamatan terhadap perubahan fisik (seperti perubahan warna atau suhu) atau reaksi kimia yang terjadi.

Contoh: Seorang ilmuwan mungkin mengamati bahwa larutan tertentu berubah warna saat terkena udara, dan ini memunculkan rasa ingin tahu untuk mempelajari lebih lanjut penyebab perubahan tersebut.

2) Merumuskan Pertanyaan

Setelah observasi, ilmuwan akan merumuskan **pertanyaan** atau masalah yang ingin dijawab. Pertanyaan ini harus spesifik dan relevan dengan fenomena yang diamati. Dalam tahap ini, ilmuwan menyusun masalah yang akan diuji melalui eksperimen.

Contoh: Berdasarkan perubahan warna yang diamati, ilmuwan mungkin bertanya, "Apa yang menyebabkan larutan ini berubah warna saat terpapar udara?"

3) Menyusun Hipotesis

Setelah merumuskan pertanyaan, ilmuwan akan mengajukan **hipotesis**, yaitu dugaan sementara yang didasarkan pada pengetahuan atau teori yang sudah ada. Hipotesis harus dapat diuji melalui eksperimen. Hipotesis biasanya bersifat prediktif dan akan mengarah pada eksperimen yang dirancang untuk mengonfirmasi atau membantahnya.

Contoh: Hipotesis yang diajukan mungkin adalah, "Larutan tersebut berubah warna karena reaksi oksidasi yang terjadi saat berinteraksi dengan oksigen di udara."

4) Melakukan Eksperimen

Langkah selanjutnya adalah **eksperimen**. Dalam eksperimen, ilmuwan akan merancang percobaan untuk menguji hipotesis yang telah disusun. Pada tahap ini, sangat penting untuk mengontrol variabel lain yang dapat mempengaruhi hasil eksperimen. Hanya satu variabel yang diuji dalam eksperimen untuk memastikan hasil yang sah.

Contoh: Ilmuwan bisa melakukan eksperimen dengan menempatkan larutan tersebut dalam kondisi yang berbeda, seperti dengan mengatur jumlah oksigen yang tersedia, untuk melihat apakah perubahan warna tetap terjadi.

5) Mengumpulkan dan Menganalisis Data

Setelah eksperimen dilakukan, **data** yang diperoleh dari eksperimen tersebut harus **dikumpulkan** dan dianalisis. Data ini bisa berbentuk kuantitatif (misalnya, pengukuran suhu atau volume) atau kualitatif (misalnya, pengamatan perubahan warna). Analisis data bertujuan untuk menentukan apakah hipotesis didukung oleh hasil eksperimen.



Contoh: Data yang dikumpulkan mungkin menunjukkan bahwa perubahan warna memang terjadi lebih cepat dengan peningkatan kadar oksigen, yang mendukung hipotesis oksidasi.

6) Kesimpulan

Berdasarkan analisis data, ilmuwan akan **menarik kesimpulan** mengenai apakah hipotesis mereka benar atau salah. Jika hasil eksperimen mendukung hipotesis, maka hipotesis tersebut dapat diterima sementara sebagai penjelasan untuk fenomena yang diamati. Sebaliknya, jika hasilnya tidak mendukung hipotesis, maka hipotesis harus ditinjau kembali atau diubah.

Contoh: Jika eksperimen menunjukkan bahwa oksidasi memang menyebabkan perubahan warna pada larutan, ilmuwan dapat menyimpulkan bahwa hipotesis tersebut benar.

7) Publikasi dan Replikasi

Setelah menarik kesimpulan, ilmuwan seringkali **mempublikasikan** hasil penelitiannya dalam jurnal ilmiah agar bisa diperiksa dan diverifikasi oleh ilmuwan lain. Replikasi eksperimen oleh ilmuwan lain penting untuk memastikan hasil eksperimen dapat diulang dan konsisten.

Contoh: Penemuan ilmuwan dapat dipublikasikan dalam jurnal ilmiah terkait kimia, dan ilmuwan lain mungkin akan melakukan eksperimen serupa untuk memastikan kesimpulan yang didapat.



Tahukah Kamu?

Reaksi Millard

- ▷ Reaksi Maillard terjadi ketika gula (karbohidrat) bereaksi dengan asam amino (komponen penyusun protein) pada suhu tinggi. Proses ini menghasilkan berbagai senyawa berwarna coklat dan aroma khas yang meningkatkan rasa makanan, seperti pada roti panggang atau steak
- ▷ Selama proses Maillard, senyawa kimia yang terbentuk, seperti melanoidin, memberikan warna coklat pada permukaan makanan. Selain itu, reaksi ini juga menghasilkan senyawa volatil yang mempengaruhi aroma dan rasa, membuat makanan menjadi lebih lezat.
- ▷ Reaksi Maillard juga berhubungan dengan pembentukan senyawa yang disebut AGE (*advanced glycation end-products*), yang jika terbentuk dalam jumlah besar dapat mempengaruhi kesehatan, seperti meningkatkan risiko diabetes atau penyakit jantung. Oleh karena itu, konsumsi makanan yang diproses dengan cara ini sebaiknya dilakukan dengan bijak.



Kegiatan Kelompok 1

Jelajah Peran Kimia di Sekitarmu

1) Buatlah kelompok kecil yang terdiri dari 3–4 orang.

2) Observasi Lapangan Mini:

- ▷ Lakukan pengamatan di lingkungan sekitar sekolah, rumah, atau lingkungan umum (pasar, apotek, bengkel, dapur, dll).
- ▷ Catat minimal 3 benda atau proses yang kalian anggap berkaitan dengan ilmu kimia.
- ▷ Contoh: Pupuk di taman sekolah, obat antiseptik di UKS, cat di ruang seni, minuman isotonik di kantin.

3) Analisis dan Klasifikasi:

- ▷ Diskusikan dalam kelompok, benda/proses yang ditemukan termasuk dalam bidang apa:
 - a. Kesehatan dan Farmasi
 - b. Energi dan Lingkungan
 - c. Industri
 - d. Pertanian dan Pangan
 - e. Kehidupan Sehari-hari
- ▷ Jelaskan bagaimana ilmu kimia terlibat dalam benda/proses tersebut (gunakan pengetahuan awal kalian atau sumber terpercaya daring).

4) Tantangan Reflektif:

- a. Dari semua peran kimia yang kalian temukan, adakah salah satunya yang menurut kalian justru bisa berisiko bagi kesehatan atau lingkungan?
- b. Tulis alasannya dan beri alternatif solusi atau bahan yang lebih aman (green chemistry).

5) Produk Kelompok: Poster “Kimia di Sekitarku”

- ▷ Buatlah poster atau infografis dari hasil observasi dan analisis kalian.
- ▷ Gunakan kertas plano atau media digital.
- ▷ Cantumkan:
 - a. Foto atau ilustrasi benda/proses
 - b. Penjelasan singkat peran kimia
 - c. Potensi risiko (jika ada) dan saran alternatif

6) Pertanyaan Panduan Diskusi:

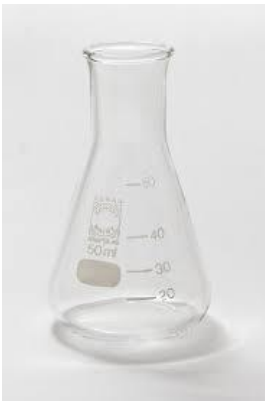
- a. Apa peran ilmu kimia dari objek yang kalian amati?
- b. Mengapa ilmu kimia penting dalam bidang tersebut?
- c. Bagaimana ilmu kimia dapat dimanfaatkan secara aman dan berkelanjutan?
- d. Jika kamu menjadi ahli kimia, inovasi apa yang ingin kamu kembangkan?



2. Teknik Bekerja di Laboratorium Kimia

Laboratorium kimia adalah tempat di mana para ilmuwan, teknisi, dan siswa melakukan percobaan, pengujian, dan penelitian untuk mempelajari sifat-sifat zat dan reaksi kimia. Bekerja di laboratorium menuntut pemahaman yang baik tentang prosedur kerja, penggunaan alat, serta prinsip keselamatan. Hal ini penting karena banyak bahan kimia yang digunakan bersifat reaktif, beracun, atau mudah terbakar. Oleh karena itu, mengenal lingkungan laboratorium, fungsi alat-alat kimia, serta cara menangani bahan kimia dengan benar menjadi kunci utama dalam memastikan keberhasilan eksperimen sekaligus menjaga keselamatan diri dan lingkungan sekitar. Perhatikan tabel alat-alat kimia berikut:

Tabel Alat-Alat Kimia

Nama Alat	Gambar	Kegunaan	Keterangan
Gelas imia (Beaker glass)		1) Menyiapkan larutan yang akan digunakan. 2) Mereaksikan zat dalam volume yang banyak. 3) Melarutkan zat padat ke dalam air dalam proses pembuatan larutan.	Variasi ukuran yaitu 50, 100, 200, 500, dan 1000 mL
Labu erlenmeyer		1) Menyimpan larutan yang akan digunakan. 2) Mereaksikan larutan.	Variasi ukuran yaitu 50, 100, 200, dan 500 mL
Gelas ukur		Melakukan pengukuran volume cairan.	Variasi ukuran yaitu 5, 10, 25, 50, 100, 200, dan 500 mL

Nama Alat	Gambar	Kegunaan	Keterangan
Pipet gondok/volumetri		Mengambil cairan dengan volume tertentu.	Variasi ukuran yaitu 10, 25, 50, dan 100 mL
Labu takar		1) Mengukur volume cairan dengan teliti. 2) Membuat larutan dengan volume tertentu dan ketelitian tinggi.	Variasi ukuran yaitu 10, 25, 50, 100, 500, dan 1000 mL
Tabung reaksi dan rak tabung reaksi		1) Tabung reaksi untuk mereaksikan zat dalam jumlah sedikit. 2) Rak tabung reaksi digunakan untuk menempatkan tabung reaksi.	Ukuran kecil, sedang, dan besar. Harus ditempatkan pada rak tabung reaksi.
Penjepit tabung reaksi		Menjepit tabung reaksi pada proses pemanasan.	Ada yang terbuat dari kayu dan logam.
Lampu spiritus		Sebagai alat pemanas dengan bahan bakar spiritus.	Mematikan api dengan menutup sumbunya dengan tutupnya.

Nama Alat	Gambar	Kegunaan	Keterangan
Corong		a. Menuang cairan dari wadah yang bermulut lebar ke wadah yang lebih kecil. b. Menyaring dan memisahkan endapan dari cairannya.	Harus menggunakan kertas saring jika digunakan sebagai alat penyaring.
Kaki tiga		Penyangga wadah yang berisi cairan yang dipanaskan, dipasang di atas lampu spiritus.	Debu kasa asbes tidak baik untuk kesehatan.
Botol reagen		Menyimpan zat cair.	
Botol semprot		Mencuci, menyemprot, dan menambah akuades dalam jumlah sedikit.	
Lumpang porselen		Untuk menghaluskan zat padat (menggerus).	

Nama Alat	Gambar	Kegunaan	Keterangan
Neraca Ohaus		Menimbang zat.	Zat yang ditimbang harus diletakkan pada kaca arloji atau gelas kimia, tidak boleh diletakkan secara langsung.
Gelas arloji		Sebagai wadah zat padat yang akan ditimbang dengan menggunakan neraca.	

Sifat Bahan Kimia

Setiap zat kimia memiliki sifat-sifat khas yang membedakannya dari zat lain. Sifat-sifat ini penting untuk dipahami karena menentukan bagaimana suatu bahan akan bereaksi dalam kondisi tertentu, bagaimana cara penanganannya, dan apa dampaknya terhadap lingkungan atau kesehatan. Dalam konteks laboratorium maupun kehidupan sehari-hari, mengenali sifat bahan kimia membantu kita untuk bekerja dengan lebih aman dan efisien.

Secara umum, sifat bahan kimia dibedakan menjadi dua kategori utama yaitu, sifat fisika dan sifat kimia. Sifat fisika mencakup karakteristik yang dapat diamati tanpa mengubah komposisi zat, seperti titik didih, titik leleh, dan warna. Sementara itu, sifat kimia berhubungan dengan kemampuan zat untuk mengalami perubahan kimia, seperti mudah terbakar atau bereaksi dengan asam.

Memahami kedua jenis sifat ini sangat penting, terutama dalam pemilihan bahan untuk eksperimen, penyimpanan zat, dan pengelolaan limbah kimia.

Tabel Sifat Bahan Kimia dan Contohnya

Lambang	Sifat Bahan Kimia	Contoh
	Pengoksidasi (<i>Oxidizing</i>).	Asam sulfat, asam nitrat.

Lambang	Sifat Bahan Kimia	Contoh
	Mudah menyala (<i>flammable</i>).	Alkohol, bensin, solar.
	Beracun (<i>toxic</i>).	Merkuri, timbal, dioksin.
	Mudah meledak (<i>Explosive</i>).	Amonium nitrat, kalium klorat.
	Iritasi (<i>Irritant</i>).	Kalsium klorida, natrium hidroksida, toluena, amonia.
	Korosif (<i>corrosive</i>).	Asam sulfat, natrium hidroksida.
	Berbahaya bagi lingkungan (<i>dangerous for environment</i>).	Timbal, merkuri, arsenik.

Contoh soal sifat bahan kimia

Manakah dari bahan berikut yang terkenal sebagai bahan kimia korosif?

- A. Amonia.
- B. Asam sulfat.
- C. Natrium klorida.
- D. Karbon dioksida.
- E. Etanol.

Jawaban:

B. Asam sulfat.

Penjelasan:

Asam sulfat (H_2SO_4) adalah bahan kimia yang sangat korosif, yang dapat menyebabkan luka bakar serius pada kulit, mata, dan saluran pernapasan jika terpapar. Karena sifatnya yang sangat reaktif, asam sulfat sering digunakan dalam berbagai industri, seperti pembuatan pupuk, detergen, dan bahan kimia lainnya. Namun, penggunaannya harus sangat hati-hati dengan memperhatikan prosedur keselamatan yang ketat untuk mencegah cedera.

Bahan-bahan lain yang tercantum, seperti amonia (NH_3), memang bersifat korosif dalam kadar tinggi, namun asam sulfat lebih dikenal sebagai bahan yang sangat berbahaya dalam hal ini. NaCl (garam), karbon dioksida, dan etanol bukanlah bahan yang memiliki sifat korosif yang signifikan dibandingkan dengan asam sulfat.

Keselamatan Kerja di Laboratorium

Keselamatan kerja di laboratorium kimia adalah prioritas utama yang tidak boleh diabaikan, karena lingkungan laboratorium mengandung banyak potensi bahaya yang bisa membahayakan kesehatan dan keselamatan. Dalam laboratorium kimia, kita sering kali bekerja dengan bahan-bahan yang berisiko tinggi, seperti zat beracun, korosif, mudah terbakar, atau reaktif. Oleh karena itu, pemahaman tentang prosedur keselamatan dan penerapannya sangat penting untuk mencegah kecelakaan yang dapat merusak diri sendiri, orang lain, serta lingkungan sekitar.



Peneliti Menggunakan APD Laboratorium Lengkap –
Shutterstock.com. 2601979367

Untuk memastikan keselamatan di laboratorium, setiap individu yang bekerja harus mengikuti serangkaian langkah keselamatan yang telah ditetapkan. Langkah-langkah ini mencakup penggunaan alat pelindung diri (APD), pengenalan terhadap bahan kimia yang digunakan, prosedur darurat yang harus dilakukan jika terjadi kecelakaan, serta cara-cara pengelolaan dan penyimpanan bahan kimia dengan aman.

Berikut adalah langkah-langkah keselamatan kerja di laboratorium kimia:

1) Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)

- ▷ **Kacamata pelindung:** Digunakan untuk melindungi mata dari percikan bahan kimia berbahaya atau asap beracun yang bisa muncul selama eksperimen.
- ▷ **Sarung tangan:** Menjaga tangan dari kontak langsung dengan bahan kimia berbahaya. Sarung tangan harus dipilih berdasarkan jenis bahan kimia yang digunakan.
- ▷ **Jas lab:** Jas laboratorium harus dipakai untuk melindungi tubuh dari kontak langsung dengan bahan kimia, serta mencegah tumpahan yang bisa merusak pakaian atau kulit.
- ▷ **Sepatu tertutup:** Sepatu yang menutup seluruh kaki untuk melindungi dari kemungkinan tumpahan bahan kimia.



Memakai sarung tangan – detik.com/Yudistira Imandiar

2) Mengenal dan Membaca Label Bahan Kimia

- ▷ **Pahami label dan petunjuk bahan kimia:** Setiap bahan kimia harus dilengkapi dengan label yang menjelaskan sifat-sifat berbahaya, cara penanganannya, dan informasi darurat jika terjadi kecelakaan.
- ▷ **Menggunakan lembar data keselamatan bahan (SDS):** Lembar data ini memberikan informasi penting mengenai karakteristik bahan kimia, potensi bahaya, dan langkah-langkah pertolongan pertama yang perlu dilakukan.

3) Pemahaman Tentang Prosedur Darurat

- ▷ **Mengetahui lokasi alat pemadam kebakaran:** Setiap laboratorium harus dilengkapi dengan pemadam api yang sesuai dan seluruh pengguna laboratorium harus tahu cara penggunaannya.
- ▷ **Mengidentifikasi lokasi alat pertolongan pertama:** Pastikan semua orang tahu di mana kotak P3K berada dan bagaimana cara menggunakannya.
- ▷ **Pahami cara menggunakan shower keamanan dan pencuci mata:** Jika bahan kimia mengenai kulit atau mata, segeralah menggunakan shower atau pencuci mata yang tersedia untuk mengurangi efek dari paparan bahan kimia.

4) Penanganan dan Penyimpanan Bahan Kimia

- ▷ **Penyimpanan bahan kimia sesuai dengan kategori:** Beberapa bahan kimia harus disimpan terpisah karena bisa bereaksi berbahaya jika dicampur. Gunakan sistem penyimpanan yang sesuai dengan kategori bahan kimia tersebut (misalnya, bahan mudah terbakar, bahan korosif, atau bahan beracun).
- ▷ **Menjaga kebersihan dan ketertiban:** Semua bahan kimia harus disimpan di tempat yang tepat dan tidak dibiarkan berserakan. Selain itu, laboratorium harus selalu dijaga kebersihannya untuk mencegah kecelakaan yang tidak diinginkan.

5) Menggunakan Peralatan Laboratorium dengan Benar

- ▷ **Pahami penggunaan alat laboratorium:** Sebelum menggunakan alat atau instrumen, pastikan sudah memahami cara penggunaannya dengan benar. Misalnya, penggunaan tabung reaksi, pipet, dan alat pemanas harus dilakukan sesuai prosedur yang telah ditentukan.
- ▷ **Cek alat-alat laboratorium secara berkala:** Pastikan semua peralatan dalam kondisi baik dan tidak ada yang rusak atau cacat. Alat yang rusak bisa menyebabkan kecelakaan saat digunakan.

6) Menghindari Makanan dan Minuman di Laboratorium

Jangan makan atau minum di laboratorium: Bahan kimia bisa dengan mudah menempel pada peralatan atau permukaan meja, yang dapat berisiko tertelan saat kita makan atau minum. Selalu pastikan tidak ada makanan atau minuman di dalam area laboratorium.

7) Prosedur Evakuasi

- ▷ **Ketahui jalur evakuasi:** Setiap laboratorium harus dilengkapi dengan jalur evakuasi yang jelas dan mudah diakses. Jika terjadi kecelakaan atau keadaan darurat, segera evakuasi dan mengikuti prosedur yang telah ditentukan.
- ▷ **Latihan evakuasi rutin:** Latihan evakuasi secara berkala perlu dilakukan agar semua orang di laboratorium siap menghadapi situasi darurat dengan tenang dan terkoordinasi.

8) Pembersihan Setelah Eksperimen

- ▷ **Bersihkan alat dan area kerja setelah eksperimen:** Pastikan semua alat dan bahan kimia dibersihkan setelah digunakan. Hal ini tidak hanya mencegah terjadinya kecelakaan di masa mendatang, tetapi juga menghindari kontaminasi silang antara bahan kimia yang berbeda.
- ▷ **Membuang limbah kimia dengan benar:** Limbah kimia harus dibuang sesuai dengan prosedur yang berlaku. Jangan membuang bahan kimia sembarangan karena dapat mencemari lingkungan.

9) Pelatihan dan Pengawasan

- ▷ **Pelatihan keselamatan kerja:** Setiap individu yang bekerja di laboratorium harus mendapatkan pelatihan keselamatan yang memadai. Pelatihan ini meliputi penggunaan alat pelindung diri, prosedur darurat, serta cara mengelola bahan kimia dengan aman.
- ▷ **Pengawasan dari supervisor:** Pengawasan yang baik sangat penting untuk memastikan bahwa prosedur keselamatan diikuti dengan benar dan setiap aktivitas dilakukan dengan hati-hati.

Contoh soal keselamatan kerja di laboratorium

Apa langkah yang paling penting untuk dilakukan sebelum memulai eksperimen di laboratorium kimia?

Jawaban:

Membaca label bahan kimia dan memahami instruksi keselamatan

Penjelasan:

Sebelum memulai eksperimen, sangat penting untuk membaca label bahan kimia dan memahami instruksi keselamatan yang tercantum. Label bahan kimia memberikan informasi penting tentang potensi bahaya bahan tersebut (misalnya, korosif, mudah terbakar, beracun), serta langkah-langkah pengendalian yang harus dilakukan. Pemahaman yang benar tentang bahaya yang ada dapat mencegah terjadinya kecelakaan atau kecelakaan yang tidak terduga selama eksperimen.

Meskipun langkah-langkah lain seperti penggunaan alat pelindung diri, persiapan alat, dan membersihkan meja kerja juga sangat penting, membaca label bahan kimia adalah langkah pertama yang krusial untuk menghindari risiko yang mungkin terjadi terkait dengan reaktivitas atau potensi bahaya bahan kimia yang digunakan.



3. Prinsip Kimia Hijau Untuk Lingkungan

Dalam dunia yang semakin menyadari pentingnya pelestarian lingkungan, gerakan kimia hijau menjadi kunci dalam mengurangi jejak karbon, mengurangi polusi, dan menjaga ekosistem. Pada sub-bab ini, kita akan mengeksplorasi lebih dalam tentang prinsip-prinsip kimia hijau, bagaimana penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, serta bagaimana kimia hijau berkontribusi dalam menghadapi tantangan global seperti perubahan iklim dan pemanasan global.

Definisi dan Prinsip Kimia Hijau

Kimia hijau, atau **Green Chemistry**, adalah cabang ilmu kimia yang berfokus pada perancangan produk dan proses kimia yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Tujuan utamanya adalah untuk mengurangi atau menghilangkan penggunaan bahan kimia berbahaya, mengurangi limbah yang dihasilkan, serta menggunakan sumber daya secara efisien tanpa merusak lingkungan. Konsep kimia hijau tidak hanya berfokus pada pengurangan dampak negatif terhadap lingkungan, tetapi juga menciptakan proses yang lebih aman dan ekonomis.

Kimia hijau mendorong penciptaan senyawa, reaksi, dan teknologi baru yang mengutamakan prinsip-prinsip keberlanjutan. Para ilmuwan yang berfokus pada kimia hijau berusaha menggantikan bahan kimia berbahaya dengan bahan yang lebih aman, dan mengganti proses yang merusak lingkungan dengan teknologi yang lebih bersih.



Logo 12 prinsip kimia hijau – sigmaaldrich.com

Kimia hijau didasarkan pada 12 prinsip yang dikembangkan oleh **John C. Warner** dan **Paul T. Anastas** pada tahun 1998. Prinsip-prinsip ini menjadi pedoman bagi para ilmuwan dan industri untuk mengembangkan proses kimia yang lebih ramah lingkungan. Berikut adalah **12 prinsip kimia hijau**:

1) Pencegahan Limbah

Limbah lebih baik dihindari daripada harus dikelola setelah terbentuk. Oleh karena itu, proses kimia yang lebih efisien dan tidak menghasilkan limbah lebih disarankan.

2) Penggunaan Sumber Daya yang Lebih Efisien

Menggunakan jumlah bahan yang lebih sedikit untuk mencapai hasil yang diinginkan, serta menghindari pemborosan bahan kimia dalam proses produksi.

3) Merancang Proses yang Lebih Aman

Proses kimia yang digunakan harus menghasilkan sedikit atau tidak ada bahan berbahaya bagi kesehatan manusia atau lingkungan.

4) Desain Bahan Kimia yang Tidak Berbahaya

Memilih bahan kimia yang lebih aman bagi manusia dan lingkungan, serta menghindari penggunaan bahan kimia yang dapat menimbulkan efek toksik atau merusak ekosistem.

5) Mengurangi Penggunaan Pelarut

Pelarut kimia sering digunakan dalam banyak reaksi kimia, tetapi mereka dapat mencemari dan menambah limbah. Oleh karena itu, mengurangi atau menghilangkan penggunaan pelarut dalam proses kimia sangat dianjurkan.

6) Meningkatkan Efisiensi Energi

Proses kimia harus dirancang agar lebih efisien dalam penggunaan energi, mengurangi kebutuhan akan energi yang besar dan mengurangi dampak lingkungan yang terkait dengan konsumsi energi.

7) Menggunakan Bahan yang Terbarukan

Menggunakan bahan kimia yang berasal dari sumber daya terbarukan, seperti tanaman atau bahan organik, menggantikan bahan yang berasal dari sumber daya tak terbarukan.

8) Penghindaran Bahan yang Dapat Menyebabkan Reaksi Berbahaya

Menghindari penggunaan bahan kimia yang dapat menghasilkan reaksi yang berbahaya, seperti ledakan atau kebakaran, serta memperhatikan stabilitas bahan kimia yang digunakan.

9) Meminimalkan Produk Sampingan

Mengurangi jumlah produk sampingan yang tidak diinginkan dalam proses kimia, yang sering kali menjadi sumber limbah.

10) Desain untuk Penggunaan Jangka Panjang

Mengutamakan desain proses kimia yang dapat digunakan dalam jangka panjang, dengan dampak lingkungan yang minimal, serta mempertimbangkan keberlanjutan produk yang dihasilkan.

11) Penggunaan Proses Katalitik

Menggunakan katalis untuk mempercepat reaksi kimia tanpa mengubah katalis itu sendiri, sehingga meningkatkan efisiensi proses dan mengurangi pemborosan.

12) Pemantauan Proses Secara Real-Time

Menggunakan teknologi untuk memantau reaksi kimia dan kondisi proses secara langsung, untuk memastikan reaksi berlangsung dengan efisien dan aman, serta mencegah pemborosan atau bahaya yang tidak diinginkan.

Prinsip-prinsip kimia hijau ini bertujuan untuk menggantikan proses kimia konvensional yang lebih merusak lingkungan dengan solusi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Penerapan prinsip kimia hijau tidak hanya mengurangi dampak lingkungan, tetapi juga dapat memberikan manfaat ekonomi, meningkatkan efisiensi, dan memperbaiki kualitas hidup manusia.

Penerapan Kimia Hijau dalam Kehidupan Sehari-Hari

Kimia hijau bertujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia melalui berbagai perubahan dalam cara kita memproduksi dan menggunakan bahan kimia. Berikut adalah beberapa **penerapan Kimia Hijau dalam kehidupan sehari-hari**:

a. Penggunaan Produk Ramah Lingkungan

- ▷ Produk rumah tangga seperti pembersih, deterjen, dan bahan pengawet yang dibuat dengan bahan-bahan ramah lingkungan mengurangi paparan bahan berbahaya di rumah dan lingkungan.

- ▷ Menggunakan produk yang bebas dari bahan kimia beracun atau yang dapat terurai dengan mudah di alam.



Konsep daur ulang – shutterstock.com/1084463009

b. Pengolahan Limbah yang Efisien

- ▷ Menggunakan teknologi yang ramah lingkungan untuk mengolah limbah kimia dengan cara yang tidak merusak ekosistem.
- ▷ Menerapkan prinsip daur ulang dan penggunaan kembali bahan-bahan kimia, sehingga mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan.

c. Bahan Pangan Organik

- ▷ Konsumsi makanan yang diproduksi dengan bahan kimia yang lebih sedikit atau tanpa pestisida dan bahan pengawet berbahaya.
- ▷ Penerapan pertanian berkelanjutan yang mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya.

d. Penggunaan Energi Terbarukan

- ▷ Menggunakan sumber energi terbarukan, seperti tenaga surya atau angin, untuk menggantikan bahan bakar fosil yang dapat menghasilkan polusi kimia dan gas rumah kaca.
- ▷ Menyusun kebijakan dan kebiasaan rumah tangga yang mengurangi konsumsi energi melalui efisiensi energi dan penerapan teknologi hemat energi.

e. Transportasi Ramah Lingkungan

- ▷ Menggunakan kendaraan listrik atau kendaraan yang menggunakan bahan bakar alternatif, seperti biofuel, untuk mengurangi emisi polutan kimia.
- ▷ Mendorong transportasi umum atau berbagi kendaraan untuk mengurangi jumlah kendaraan pribadi yang mengemisi bahan kimia berbahaya.

f. Penggunaan Solvent Ramah Lingkungan

Menggunakan pelarut (solvent) yang lebih aman untuk manusia dan lingkungan, menggantikan pelarut berbahaya yang sulit terurai atau beracun.

g. Desain Produk yang Dapat Terurai

Memproduksi produk yang dapat terurai dengan aman setelah masa pakainya, mengurangi penumpukan bahan kimia berbahaya di tempat pembuangan akhir.



Memakai sarung Bioplastik adalah salah satu contoh produk terurai – wikipedia.org

Reaksi Kimia di Sekitar Kita

Reaksi kimia adalah proses di mana satu atau lebih zat diubah menjadi zat lain melalui perubahan struktur atom. Berikut adalah beberapa contoh reaksi kimia yang sering terjadi di sekitar kita:

a. Pembakaran Sampah

Pembakaran sampah terjadi saat bahan organik dalam sampah dibakar dengan oksigen. Proses ini menghasilkan energi panas, karbon dioksida (CO_2), dan uap air (H_2O). Namun, jika pembakaran tidak terkendali, bisa menghasilkan gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO) atau dioxin. Pembakaran sampah dapat digunakan untuk mengurangi volume sampah, namun penting untuk menggunakan teknologi yang dapat mengurangi polusi udara.



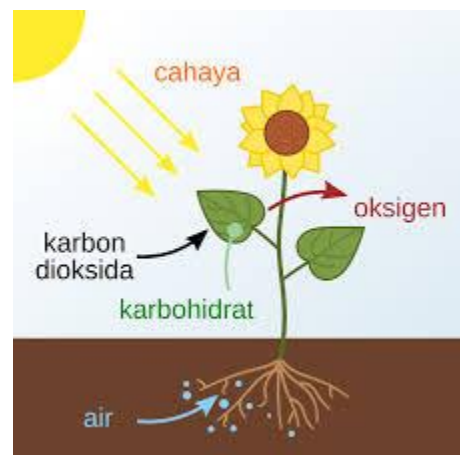
Pembakaran sampah – [kompas.com/Albertus Adit](https://kompas.com/AlbertusAdit)

b. Perkaratan Besi

Perkaratan adalah proses kimia yang terjadi ketika besi terpapar oksigen dan air, membentuk karat (oksida besi). Karat ini mengurangi ketahanan dan kekuatan logam, yang bisa merusak struktur besi atau baja. Untuk mencegah perkaratan, sering digunakan lapisan pelindung seperti cat atau pelapisan seng (galvanisasi) pada besi.

c. Fotosintesis

Fotosintesis adalah proses alami yang dilakukan oleh tumbuhan hijau untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi kimia yang disimpan dalam bentuk glukosa. Proses ini juga menghasilkan oksigen (O_2) sebagai produk sampingan yang sangat penting bagi kehidupan. Selain itu, fotosintesis membantu mengurangi kadar karbon dioksida (CO_2) di atmosfer, yang berkontribusi pada pengendalian perubahan iklim.



Fotosintesis - Wikipedia

Kimia Hijau dan Pemanasan Global

Pemanasan global adalah fenomena peningkatan suhu rata-rata bumi yang disebabkan oleh penumpukan gas rumah kaca di atmosfer, seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan nitrogen oksida (NO_x). Gas-gas ini menghalangi panas dari matahari untuk keluar dari atmosfer, yang menyebabkan terjadinya efek rumah kaca. Salah satu kontributor utama terhadap pemanasan global adalah aktivitas manusia, terutama dalam penggunaan bahan bakar fosil yang menghasilkan emisi gas rumah kaca.

Kimia hijau merupakan bidang yang bertujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan melalui pendekatan yang lebih ramah lingkungan dalam proses kimia. Kimia hijau berfokus pada pengembangan bahan kimia, reaksi, dan teknologi yang mengurangi atau bahkan menghilangkan penggunaan bahan berbahaya, serta mengurangi emisi gas rumah kaca. Dengan demikian, kimia hijau dapat memainkan peran penting dalam upaya mitigasi perubahan iklim dan pemanasan global.

Melalui penerapan prinsip-prinsip kimia hijau, seperti penggunaan bahan baku terbarukan, pengurangan limbah, dan efisiensi energi, kita dapat mengurangi jejak karbon yang ditinggalkan oleh berbagai proses industri dan kegiatan manusia lainnya. Oleh karena itu, kimia hijau tidak hanya memberikan manfaat dalam hal kesehatan manusia dan keberlanjutan, tetapi juga dapat menjadi solusi penting dalam upaya global untuk memerangi pemanasan global.

a. Pemanasan Global

Pemanasan global merujuk pada fenomena peningkatan suhu rata-rata bumi yang terjadi akibat peningkatan konsentrasi gas rumah kaca (GHG) di atmosfer. Gas-gas ini, seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan nitrogen oksida (NO_x), memiliki kemampuan untuk menahan panas yang dipantulkan oleh permukaan bumi, menyebabkan efek rumah kaca yang mengakibatkan suhu bumi terus meningkat.

1) Penyebab Pemanasan Global

Pemanasan global terutama disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti:

- ▷ **Pembakaran Bahan Bakar Fosil:** Proses pembakaran bahan bakar fosil (seperti batu bara, minyak, dan gas alam) untuk energi menghasilkan emisi gas CO_2 yang signifikan. Transportasi, pembangkit listrik, dan industri adalah penyumbang terbesar gas ini.
- ▷ **Deforestasi:** Penebangan hutan untuk pertanian atau pembangunan mengurangi kemampuan pohon dalam menyerap CO_2 dari atmosfer. Hutan yang hilang tidak hanya mengurangi penyerapan CO_2 , tetapi juga melepaskan CO_2 yang telah disimpan sebelumnya ke atmosfer.
- ▷ **Pertanian dan Peternakan:** Aktivitas pertanian, terutama peternakan, menghasilkan metana (CH_4), yang merupakan gas rumah kaca yang jauh lebih kuat daripada CO_2 . Selain itu, pupuk nitrogen juga menghasilkan nitrogen oksida (NO_x), yang turut berperan dalam pemanasan global.

2) Dampak Pemanasan Global

Pemanasan global dapat memicu berbagai perubahan yang merugikan, antara lain:

- ▷ **Perubahan Iklim:** Suhu yang lebih tinggi menyebabkan perubahan pola cuaca, termasuk peningkatan kejadian cuaca ekstrem seperti badai, banjir, dan kekeringan.
- ▷ **Pencairan Es dan Kenaikan Permukaan Laut:** Pemanasan global menyebabkan pencairan es di kutub dan gletser, yang mengarah pada kenaikan permukaan laut. Hal ini dapat mengancam kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil.
- ▷ **Gangguan Ekosistem:** Perubahan suhu dan pola cuaca memengaruhi ekosistem, menyebabkan spesies terancam punah, perubahan dalam siklus hidup tanaman dan hewan, serta degradasi habitat alami.

b. Peran Kimia Hijau dalam Mengurangi Pemanasan Global

Kimia hijau menawarkan solusi dengan mengurangi emisi gas rumah kaca melalui prinsip-prinsip berikut:

- ▷ **Penggunaan Energi Terbarukan:** Menggantikan bahan bakar fosil dengan sumber energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, dan biomassa untuk mengurangi emisi CO_2 .
- ▷ **Efisiensi Energi:** Mengoptimalkan penggunaan energi dalam berbagai proses kimia untuk meminimalkan pemborosan energi, yang sering kali berujung pada emisi gas rumah kaca.
- ▷ **Proses Ramah Lingkungan:** Mengembangkan teknologi kimia yang mengurangi penggunaan bahan baku berbasis fosil, menggantikan dengan sumber daya terbarukan, serta mengurangi limbah berbahaya.

- ▷ **Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca:** Teknologi dan reaksi kimia yang meminimalkan atau bahkan menghilangkan pembentukan gas rumah kaca dalam proses industri.

Ozon dan Pemanasan Global

Ozon adalah molekul yang terdiri dari tiga atom oksigen (O_3) dan memiliki peran penting dalam atmosfer bumi. Ozon terdistribusi dalam dua lapisan utama atmosfer: **lapisan ozon stratosfer** yang melindungi bumi dari radiasi ultraviolet (UV) berbahaya dari matahari, dan **ozon troposfer** yang berada di lapisan udara dekat permukaan bumi, yang memiliki efek berbeda terhadap pemanasan global.

a. Peran Lapisan Ozon dalam Menjaga Kehidupan

Lapisan ozon yang terletak di stratosfer (sekitar 10-50 km di atas permukaan bumi) berfungsi sebagai pelindung utama dari radiasi UV berbahaya yang dapat merusak DNA, menyebabkan kanker kulit, gangguan mata (seperti katarak), dan merusak ekosistem laut serta tanaman. Tanpa lapisan ozon, kehidupan di bumi akan terancam oleh paparan UV yang berlebihan.

b. Hubungan Antara Ozon dan Pemanasan Global

1) Pemanasan Global dan Ozon Troposfer

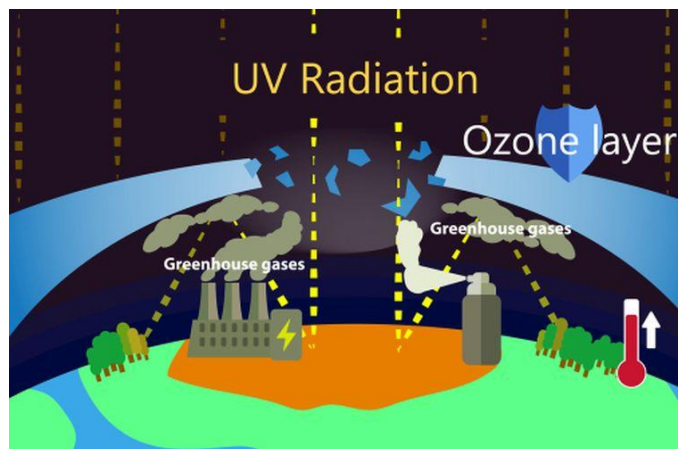
- ▷ **Ozon Troposfer (lapisan bawah atmosfer):** Ozon yang terbentuk di troposfer (lapisan atmosfer yang kita hirup) adalah gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap pemanasan global. Meskipun ozon di stratosfer melindungi bumi dari sinar UV, ozon di troposfer bertindak sebagai gas rumah kaca yang menahan panas, meningkatkan suhu permukaan bumi.
- ▷ Ozon troposfer terbentuk melalui reaksi fotokimia yang melibatkan polusi udara, seperti oksida nitrogen (NO_x) dan senyawa organik volatil (VOC), yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor, pabrik, dan pembakaran bahan bakar fosil. Ozon ini dapat memperburuk efek pemanasan global karena kemampuannya untuk menahan panas, meningkatkan suhu rata-rata bumi.

2) Penipisan Lapisan Ozon dan Pemanasan Global

- ▷ **Penipisan Lapisan Ozon:** Aktivitas manusia, terutama penggunaan bahan kimia seperti klorofluorokarbon (CFC), halon, dan senyawa lainnya yang mengandung klorin dan bromin, dapat merusak lapisan ozon. CFC dan senyawa sejenisnya menyebabkan ozon di stratosfer terurai, menciptakan lubang ozon, terutama di wilayah kutub.

- ▷ **Efek Penipisan Ozon pada Pemanasan Global:**

Meskipun penipisan ozon secara langsung berhubungan dengan meningkatnya paparan radiasi UV, ia juga dapat mempengaruhi iklim dan cuaca. Ketika lapisan ozon menipis, efek rumah kaca dapat meningkat secara tidak langsung. Namun, penting untuk diingat bahwa gas rumah kaca seperti CO_2 , metana, dan lainnya memainkan peran yang jauh lebih besar dalam pemanasan global dibandingkan ozon yang terurai.



Ilustrasi ozon dan pemanasan global – [kompas.com/Serafica Gischa](https://kompas.com/Serafica%20Gischa)

3) Peran Kimia Hijau dalam Menangani Ozon dan Pemanasan Global

Kimia hijau dapat berkontribusi pada perlindungan ozon dan pengurangan pemanasan global melalui beberapa pendekatan:

- ▷ **Penggunaan Bahan Pengganti yang Aman:** Mengganti bahan kimia yang merusak ozon, seperti CFC dan halon, dengan alternatif yang tidak berbahaya bagi lapisan ozon, seperti hidrofluoroolefin (HFO) dan hidrofluorokarbon (HFC) yang lebih ramah lingkungan.
- ▷ **Penerapan Teknologi Ramah Lingkungan:** Mengurangi polusi yang menghasilkan ozon troposfer melalui teknologi yang lebih bersih dan efisien, seperti kendaraan listrik, pembangkit energi terbarukan, dan teknologi industri yang lebih ramah lingkungan.
- ▷ **Penyaringan dan Pengolahan Gas Rumah Kaca:** Mengembangkan metode untuk menangkap dan mengelola gas rumah kaca serta polutan yang berperan dalam pembentukan ozon troposfer. Misalnya, dengan menerapkan filter dan katalis yang mengurangi emisi oksida nitrogen dan senyawa organik volatil.

Contoh soal kimia hijau dan lingkungan

Apa faktor utama penyebab pemanasan global?

Jawaban:

Peningkatan konsentrasi gas karbon dioksida (CO_2) di atmosfer

Penjelasan:

Pemanasan global terutama disebabkan oleh **peningkatan konsentrasi gas rumah kaca**, seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan dinitrogen oksida (N_2O), yang terperangkap di atmosfer dan menyebabkan efek rumah kaca. CO_2 adalah salah satu gas rumah kaca yang paling dominan, dan sumber utamanya adalah pembakaran bahan bakar fosil (seperti minyak, gas, dan batu bara) dalam kegiatan industri, transportasi, dan pembangkit listrik. Peningkatan kadar CO_2 ini menyebabkan suhu rata-rata global meningkat, yang memicu perubahan iklim dan berbagai dampak lingkungan lainnya.





4. Nanoteknologi dalam Kimia Hijau

Nanoteknologi adalah cabang ilmu yang mempelajari dan memanipulasi materi pada skala nanometer (1-100 nanometer), yaitu sekitar 100.000 kali lebih kecil dari ukuran rambut manusia. Pada skala ini, materi memiliki sifat-sifat fisik, kimia, dan biologis yang unik, yang berbeda dengan sifat pada ukuran makroskopik. Nanoteknologi membawa banyak potensi untuk diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk dalam **kimia hijau**, dengan memungkinkan penciptaan bahan dan proses yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Penerapan nanoteknologi dalam kimia hijau mencakup berbagai inovasi, mulai dari pengembangan katalis yang lebih efisien, pembersihan polusi, hingga penciptaan bahan kimia yang lebih aman dan ramah lingkungan. Dengan kemampuan untuk mengontrol sifat bahan pada level atom dan molekul, nanoteknologi membuka peluang untuk menciptakan solusi yang lebih berkelanjutan dalam pengolahan bahan kimia dan industri.

Di sub-bab ini, kita akan menjelajahi peran nanoteknologi dalam kimia hijau, mengidentifikasi penerapan nanoteknologi untuk mengurangi dampak lingkungan, serta hubungan antara nanoteknologi dan keberlanjutan dalam industri kimia.

Definisi Nanoteknologi dan Partikel Nano

Nanoteknologi adalah ilmu dan teknik yang melibatkan manipulasi materi pada skala nanometer, yakni ukuran sekitar 1 hingga 100 nanometer. Untuk memberikan gambaran, 1 nanometer (nm) setara dengan 1 per miliar meter, atau lebih kecil dari ukuran sebagian besar molekul dan atom. Nanoteknologi menggabungkan berbagai disiplin ilmu, termasuk fisika, kimia, biologi, dan teknik material, untuk menciptakan material, perangkat, dan sistem dengan sifat yang sangat berbeda dari material pada skala makroskopik.

Salah satu aspek utama nanoteknologi adalah kemampuannya untuk memanipulasi partikel nano, yaitu partikel yang berukuran sangat kecil, dengan diameter antara 1 hingga 100 nanometer. Pada skala ini, material menunjukkan sifat fisika dan kimia yang berbeda dibandingkan dengan bahan yang lebih besar. Misalnya, material pada skala nano sering kali memiliki konduktivitas listrik, sifat optik, dan kekuatan mekanik yang jauh lebih baik daripada bentuk makroskopiknya. Sifat-sifat unik ini membuat nanoteknologi sangat menjanjikan dalam berbagai aplikasi, terutama dalam bidang kimia hijau. Partikel nano memiliki beberapa sifat yang sangat berbeda dari bahan makroskopik:

a. Peningkatan Rasio Permukaan terhadap Volume

Pada skala nano, rasio permukaan terhadap volume sangat tinggi, yang membuat partikel nano memiliki reaktivitas kimia yang lebih besar. Hal ini memudahkan partikel nano untuk berinteraksi dengan bahan kimia lainnya, meningkatkan efisiensi dalam reaksi kimia.

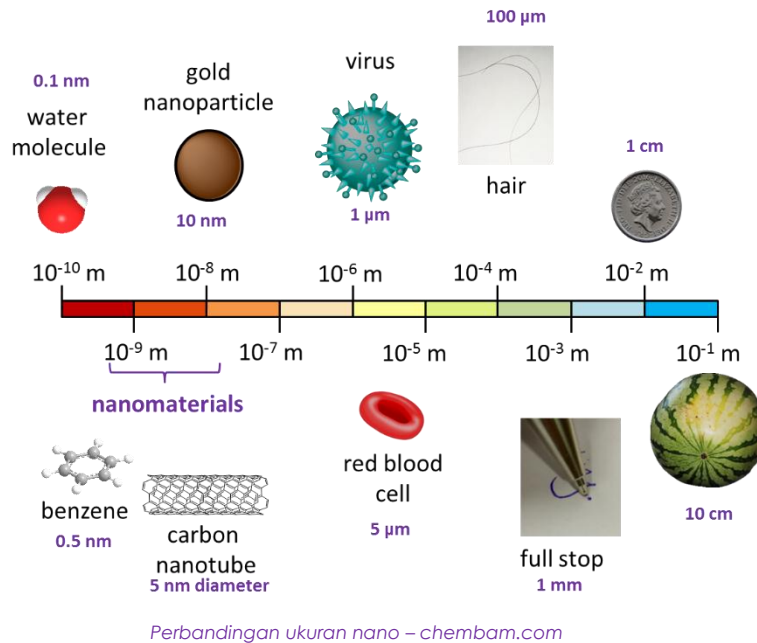
b. Sifat Optik dan Magnetik

Partikel nano sering kali menunjukkan sifat optik yang berbeda dari bahan biasa. Sebagai contoh, partikel nano dapat memiliki warna yang sangat berbeda karena pengaruh ukuran dan bentuknya terhadap sifat cahaya yang diserap atau dipantulkan. Demikian pula, sifat magnetik partikel nano dapat bervariasi, tergantung pada ukurannya dan komposisinya.

c. Kekuatan dan Ketahanan

Pada skala nano, bahan sering kali memiliki kekuatan yang lebih besar dan ketahanan terhadap stres mekanik atau termal yang lebih baik dibandingkan dengan bentuk makroskopiknya. Hal ini membuka peluang untuk pembuatan material yang lebih tahan lama dan lebih efisien dalam berbagai aplikasi.

Penerapan nanoteknologi dalam **kimia hijau** memungkinkan pembuatan bahan dan proses yang lebih efisien, mengurangi penggunaan bahan berbahaya, serta meningkatkan pemanfaatan energi dan bahan baku yang lebih ramah lingkungan. Sebagai contoh, katalis berbasis nanoteknologi dapat meningkatkan efisiensi reaksi kimia, mengurangi jumlah energi yang diperlukan, dan mengurangi limbah yang dihasilkan.



Perkembangan Nanoteknologi

Nanoteknologi telah mengalami kemajuan yang luar biasa sejak pertama kali dikembangkan pada akhir abad ke-20. Berkat kemajuan dalam ilmu material, teknik manufaktur, dan pemahaman tentang fisika pada skala nano, nanoteknologi kini menjadi salah satu bidang yang paling dinamis dan menjanjikan dalam dunia ilmu pengetahuan dan teknologi. Perkembangan nanoteknologi telah membuka berbagai kemungkinan baru dalam berbagai sektor, mulai dari kesehatan, energi, lingkungan, hingga industri kimia dan kimia hijau.

a. Awal Perkembangan Nanoteknologi

Istilah "nanoteknologi" pertama kali diperkenalkan oleh ilmuwan asal Jepang, Norio Taniguchi pada tahun 1974. Taniguchi menggunakan istilah ini untuk menggambarkan teknologi yang mengolah materi pada skala nanometer. Pada waktu itu, perkembangan nanoteknologi masih terbatas pada teori dan konsep dasar mengenai perilaku materi pada skala nano. Namun, seiring dengan kemajuan dalam mikroskopi dan teknik pengolahan material, para ilmuwan mulai dapat mengamati dan memanipulasi materi pada level molekuler dan atom.

b. Kemajuan Teknologi dan Metode Pengolahan

Seiring dengan perkembangan teknologi, khususnya dalam bidang mikroskopi elektron dan mikroskopi pemindai tunnel (STM), ilmuwan kini dapat memvisualisasikan dan memanipulasi atom dan molekul dengan tingkat presisi yang sangat tinggi. Metode-metode ini memungkinkan ilmuwan untuk merancang partikel nano dengan ukuran, bentuk, dan sifat yang diinginkan, yang dapat memiliki karakteristik yang sangat berbeda dari materi makroskopik.

- ▷ Metode *Top-Down*: Pada pendekatan ini, materi pada skala besar diproses atau dipotong menjadi partikel nano. Teknik ini termasuk penggunaan lithografi untuk memotong material dan mengubah struktur permukaan untuk menciptakan ukuran nano yang diinginkan.

- ▷ Metode Bottom-Up: Dalam pendekatan ini, partikel nano dibangun secara bertahap dengan merakit atom atau molekul individu untuk membentuk struktur yang lebih besar. Proses ini mencakup teknik seperti sintesis kimia, self-assembly, dan sol-gel.

c. Perkembangan dalam Aplikasi Industri

Seiring dengan kemajuan dalam teknik pembuatan dan pemahaman teori nanoteknologi, aplikasi praktisnya mulai berkembang pesat di berbagai industri. Beberapa area di mana nanoteknologi telah memberikan dampak signifikan meliputi:

- ▷ Industri Kimia dan Kimia Hijau: Nanoteknologi memungkinkan pengembangan katalis yang lebih efisien, yang mengurangi penggunaan energi dan bahan baku dalam reaksi kimia. Partikel nano juga digunakan dalam proses pengolahan bahan kimia yang lebih ramah lingkungan dengan mengurangi limbah dan meminimalkan penggunaan bahan berbahaya.
- ▷ Energi: Dalam sektor energi, nanoteknologi telah digunakan untuk mengembangkan baterai yang lebih efisien, panel surya yang lebih murah, dan penyimpanan energi yang lebih baik, yang mengarah pada penggunaan sumber energi terbarukan yang lebih optimal.
- ▷ Kesehatan dan Pengobatan: Nanoteknologi memainkan peran penting dalam pengembangan obat yang lebih efektif dengan penghantaran obat yang lebih tepat sasaran, serta dalam penciptaan material medis yang lebih ringan, lebih kuat, dan lebih biokompatibel. Selain itu, nanoteknologi digunakan untuk mendeteksi penyakit lebih awal dengan teknologi pemindaian yang lebih canggih.

d. Tantangan dan Perspektif Masa Depan

Meskipun kemajuan nanoteknologi sangat menjanjikan, ada tantangan yang perlu diatasi. Beberapa di antaranya termasuk masalah keamanan dan dampak lingkungan, serta potensi bahaya kesehatan yang dapat ditimbulkan oleh partikel nano jika tidak ditangani dengan hati-hati. Oleh karena itu, riset lebih lanjut diperlukan untuk memahami lebih dalam potensi risiko yang terkait dengan nanoteknologi dan memastikan penerapan yang aman.

Tabel Perbandingan Sifat Karbon Berbagai Ukuran dan Bentuk

Sifat	Partikel Biasa		Partikel Nano		
	Grafit (Arang)	Intan	Fulerena	CNTs	Grafena
Kekerasan	Lunak, rapuh, mudah patah	Keras tetapi rapuh, mudah pecah	Keras	Sangat keras, kuat, dan lentur	Sangat keras, kuat, dan lentur
Penampakan	Hitam	Transparan dan berwarna apabila dikotori	Hitam padat	Hitam padat	Hitam padat
Daya Hantar Listrik	Konduktor	Nonkonduktor	Semikonduktor	Konduktor	Konduktor
Daya Hantar Panas	Rendah	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi
Penggunaan	Isi pensil, campuran pelumas	Perhiasan, mata bor	Farmasi (pengikat obat)	Alat olahraga, kerangka sepeda	Layar LCD, layar sentuh komputer

Penerapan Nanoteknologi dalam 12 Aspek Kimia Hijau

Nanoteknologi dapat memberikan solusi inovatif dalam kimia hijau dengan meningkatkan efisiensi dan mengurangi dampak lingkungan. Berikut adalah contoh penerapan nanoteknologi dalam 12 aspek kimia hijau:

1) Pencegahan Limbah

Contoh: Nanokatalis yang digunakan dalam reaksi kimia dapat mengurangi pembentukan limbah dengan meningkatkan efisiensi reaksi, menghasilkan lebih sedikit produk sampingan.

2) Penggunaan Sumber Daya yang Lebih Efisien

Contoh: Partikel nano seperti nanopartikel logam dapat mempercepat reaksi, mengurangi jumlah bahan baku yang diperlukan dan memaksimalkan hasil dari reaksi kimia.

3) Merancang Proses yang Lebih Aman

Contoh: Nanoteknologi memungkinkan pembuatan sensor yang sangat sensitif untuk mendeteksi bahan kimia berbahaya, sehingga meningkatkan keselamatan dalam laboratorium atau proses industri.

4) Desain Bahan Kimia yang Tidak Berbahaya

Contoh: Nanomaterial seperti nanopartikel karbon dapat digunakan untuk menggantikan bahan kimia berbahaya dalam aplikasi industri, seperti dalam cat atau pelapis yang lebih aman dan tidak beracun.

5) Mengurangi Penggunaan Pelarut

Contoh: Nanoteknologi memungkinkan pembuatan katalis heterogen yang memungkinkan reaksi kimia tanpa membutuhkan pelarut berbahaya, sehingga mengurangi kebutuhan akan pelarut.

6) Meningkatkan Efisiensi Energi

Contoh: Nanomaterial seperti nanorod dan nanotube dapat digunakan dalam sel surya untuk meningkatkan efisiensi konversi energi dari sinar matahari menjadi listrik, mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil.

7) Menggunakan Bahan yang Terbarukan

Contoh: Nanoteknologi dapat digunakan untuk mengubah biomassa menjadi bahan bakar atau produk kimia yang lebih efisien, dengan mengoptimalkan proses melalui penggunaan katalis berbasis nanopartikel.

8) Penghindaran Bahan yang Dapat Menyebabkan Reaksi Berbahaya

Contoh: Nanoteknologi dapat menghasilkan material yang lebih stabil, seperti nanomaterial dalam baterai dan kapasitor, yang mengurangi risiko kebakaran dan ledakan dibandingkan dengan bahan konvensional.

9) Meminimalkan Produk Sampingan

Contoh: Nanokatalis memungkinkan reaksi kimia lebih selektif, menghasilkan sedikit produk sampingan atau limbah, dan meningkatkan efisiensi proses kimia secara keseluruhan.

10) Desain untuk Penggunaan Jangka Panjang

Contoh: Nanoteknologi dapat menciptakan material yang lebih tahan lama dan tahan korosi, seperti pada bahan konstruksi atau pelapis yang bertahan lebih lama, mengurangi kebutuhan akan penggantian material secara teratur.

11) Penggunaan Proses Katalitik

Contoh: Nanokatalis berbasis logam atau karbon digunakan untuk mempercepat reaksi kimia dalam pembuatan bahan bakar atau produk kimia, yang mengurangi konsumsi energi dan bahan baku.

12) Pemantauan Proses Secara Real-Time

Contoh: Nanoteknologi memungkinkan pengembangan sensor berbasis nanomaterial yang dapat

memantau kualitas udara atau air secara real-time, membantu dalam pengendalian polusi dan penerapan tindakan yang cepat.

Berbagai Produk Nanoteknologi

Nanoteknologi telah menghasilkan berbagai inovasi dalam banyak sektor industri, termasuk kimia, energi, kesehatan, dan elektronik. Dengan kemampuan untuk memanipulasi materi pada skala nanometer, produk-produk nanoteknologi menawarkan sifat-sifat unik yang dapat meningkatkan kinerja dan keberlanjutan.



Nanoteknologi –
[shutterstock.com/684989755](https://www.shutterstock.com/684989755)

Berikut adalah beberapa contoh produk nanoteknologi yang telah diterapkan di berbagai industri:

a. Baterai dan Penyimpanan Energi

- ▷ **Contoh Produk:** Baterai berbasis nanoteknologi, seperti baterai lithium-ion dengan anoda berbasis silikon atau superkapasitor berbasis grafena
- ▷ **Penerapan:** Produk ini menawarkan kapasitas penyimpanan energi yang lebih besar dan waktu pengisian yang lebih cepat dibandingkan dengan baterai konvensional. Ini juga memungkinkan penyimpanan energi yang lebih efisien, yang sangat penting untuk kendaraan listrik dan perangkat elektronik portabel.

b. Filter Air dan Purifikasi

- ▷ **Contoh Produk:** Filter berbasis nanomaterial karbon atau silver nanowires.
- ▷ **Penerapan:** Nanoteknologi memungkinkan pembuatan filter air yang lebih efisien untuk menghilangkan partikel mikro, virus, bakteri, dan zat pencemar lainnya. Produk ini berpotensi memberikan akses yang lebih baik ke air bersih, terutama di daerah-daerah yang kekurangan sumber daya air.

c. Pakaian dan Tekstil Nanoteknologi

- ▷ **Contoh Produk:** Pakaian anti air atau pakaian pelindung berbasis nanopartikel perak atau silika.

- ▷ **Penerapan:** Nanoteknologi digunakan untuk mengembangkan tekstil yang tahan air, lebih kuat, lebih ringan, dan memiliki sifat antibakteri. Selain itu, pakaian ini juga bisa memiliki kemampuan untuk menyerap dan mengelola kelembaban, serta memberikan perlindungan UV.

d. Produk Kosmetik dan Perawatan Kulit

- ▷ **Contoh Produk:** Krim pelembap atau sunscreen berbasis nanomaterial titanium dioksida atau zinc oxide.
- ▷ **Penerapan:** Nanoteknologi digunakan dalam industri kosmetik untuk meningkatkan penetrasi bahan aktif dalam produk perawatan kulit dan untuk membuat produk seperti sunscreen yang lebih transparan dan efektif dalam melindungi kulit dari radiasi UV.

e. Pengemasan Makanan Nanoteknologi

- ▷ **Contoh Produk:** Kemasan makanan berbasis nanomaterial yang dapat meningkatkan umur simpan dan melindungi dari kontaminasi.
- ▷ **Penerapan:** Nanoteknologi memungkinkan pembuatan bahan kemasan yang dapat menghalangi oksigen dan kelembapan, sehingga memperpanjang umur simpan makanan dan mencegah pertumbuhan bakteri.

Contoh soal nanoteknologi

Penerapan nanoteknologi yang paling umum untuk meningkatkan performa dan efisiensi adalah?

Jawaban: Pembuatan obat-obatan untuk penghantaran yang lebih tepat sasaran

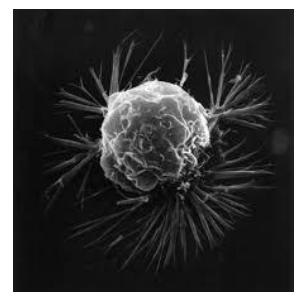
Penjelasan:

Nanoteknologi sangat penting dalam pengembangan **obat-obatan untuk penghantaran yang lebih tepat sasaran**. Dengan memanipulasi materi pada skala nanometer, nanopartikel dapat digunakan untuk mengarahkan obat secara langsung ke sel target atau jaringan tertentu di dalam tubuh, sehingga meningkatkan efisiensi pengobatan dan mengurangi efek samping. Teknologi ini digunakan untuk menciptakan sistem penghantaran obat yang lebih efektif, seperti dalam pengobatan kanker, di mana nanopartikel membawa obat langsung ke sel kanker tanpa merusak sel sehat.



Tahukah Kamu?

Nanopartikel dapat diprogram untuk mengenali dan menempel pada molekul khusus di permukaan sel kanker, sehingga efektif untuk deteksi. Selain itu, nanopartikel juga dapat mengantarkan obat langsung ke sel kanker, meminimalkan kerusakan pada sel sehat dan meningkatkan efektivitas pengobatan.





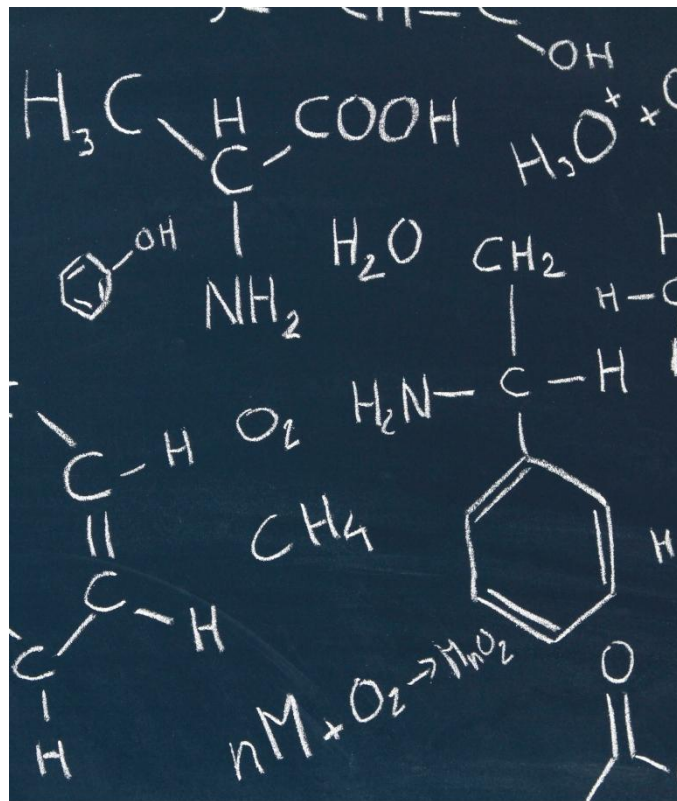
5. Konsep Rumus Kimia, Tata Nama, dan Persamaan Reaksi

Rumus kimia, tata nama, dan persamaan reaksi adalah konsep dasar dalam ilmu kimia yang sangat penting untuk memahami struktur dan reaksi zat kimia. Rumus kimia memberikan informasi tentang jenis dan jumlah atom dalam suatu senyawa, sedangkan tata nama memungkinkan kita untuk memberikan nama pada senyawa berdasarkan aturan yang telah ditetapkan, sehingga memudahkan komunikasi di antara ilmuwan di seluruh dunia. Persamaan reaksi menggambarkan perubahan kimia yang terjadi antara reaktan dan produk dalam sebuah reaksi kimia, memungkinkan kita untuk memahami proses yang terlibat dan menghitung kuantitas bahan yang terlibat.

Rumus Kimia dan Tata Nama

Rumus kimia dan tata nama adalah elemen dasar dalam ilmu kimia yang memungkinkan kita untuk memahami dan mengkomunikasikan struktur serta komposisi senyawa kimia secara sistematis. Rumus kimia memberikan informasi penting tentang jenis dan jumlah atom dalam suatu senyawa, yang memudahkan kita untuk memahami komposisinya. Tata nama, di sisi lain, adalah sistem aturan yang digunakan untuk memberi nama pada senyawa kimia, yang mengikuti pedoman tertentu agar senyawa dapat dikenali dengan jelas.

Setiap senyawa kimia memiliki rumus yang menggambarkan proporsi atom-atom dalam molekulnya. Tata nama kimia, yang didasarkan pada rumus tersebut, membantu dalam memberikan identifikasi yang tepat pada senyawa dan memastikan bahwa ilmuwan dapat berbicara tentang senyawa tersebut tanpa kebingungan. Dalam bagian ini, kita akan mempelajari tiga jenis rumus kimia utama, yaitu rumus molekul, rumus struktur, dan rumus empiris, serta bagaimana memberikan nama pada senyawa berdasarkan aturan yang telah ditetapkan.



Rumus Molekul

Rumus molekul adalah jenis rumus kimia yang menunjukkan jumlah atom yang tepat dari setiap unsur yang ada dalam suatu molekul senyawa. Rumus ini memberikan informasi yang lebih lengkap dibandingkan dengan rumus empiris karena menunjukkan jumlah atom yang sesungguhnya dalam suatu senyawa, bukan sekadar rasio atom. Rumus molekul sangat penting dalam menggambarkan struktur dan komposisi suatu molekul secara akurat.

Contoh Rumus Molekul:

▷ H_2O (air):

Rumus molekul air menunjukkan bahwa satu molekul air terdiri dari dua atom hidrogen (H) dan satu atom oksigen (O).

▷ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (glukosa):

Dalam rumus molekul glukosa, terdapat enam atom karbon (C), dua belas atom hidrogen (H), dan enam atom oksigen (O).

Rumus molekul memberikan gambaran yang jelas tentang struktur dasar molekul, yang sangat berguna dalam kimia organik dan kimia anorganik untuk memahami cara senyawa tersebut berperilaku dalam berbagai reaksi kimia.

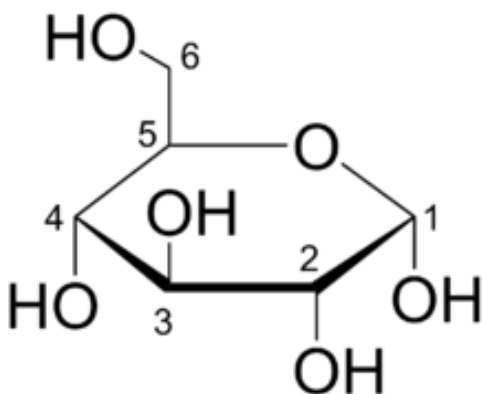
Untuk menentukan rumus molekul suatu senyawa, kita biasanya memerlukan data mengenai **berat molekul senyawa** dan **rasio atom-atom** dalam senyawa tersebut. Informasi ini dapat diperoleh dari analisis eksperimen atau perhitungan berdasarkan massa molar elemen-elemen penyusun molekul tersebut.

Contoh: Jika kita mengetahui berat molekul glukosa adalah 180 g/mol, dan kita dapat menghitung dari data eksperimen bahwa satu molekul glukosa terdiri dari enam atom karbon, dua belas atom hidrogen, dan enam atom oksigen, kita dapat menuliskan rumus molekulnya sebagai **C₆H₁₂O₆**.

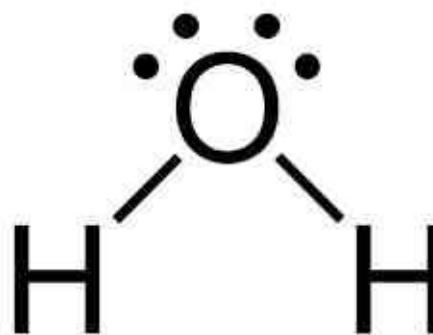
Rumus Struktur

Rumus struktur adalah representasi kimia yang menunjukkan bagaimana atom-atom dalam suatu molekul terikat satu sama lain dan bagaimana ikatan kimia antara atom tersebut terbentuk. Berbeda dengan rumus molekul yang hanya mencantumkan jumlah atom setiap unsur dalam molekul, rumus struktur juga menggambarkan struktur tiga dimensi dari molekul tersebut serta jenis ikatan antara atom-atomnya (misalnya ikatan tunggal, rangkap, atau tripel).

Rumus struktur memberikan informasi yang lebih mendalam tentang geometri molekul dan sifat reaktivitasnya. Pemahaman tentang rumus struktur sangat penting untuk memprediksi sifat fisik dan kimia dari senyawa tersebut, termasuk stabilitasnya, cara molekul berinteraksi dengan molekul lain, dan cara molekul tersebut berperilaku dalam reaksi kimia.



Contoh rumus struktur glukosa – wikipedia.com



Rumus struktur air – Kompasiana.com/Desak NyomanSrinadi

Rumus Empiris

Rumus empiris adalah rumus kimia yang menunjukkan rasio paling sederhana antara atom-atom dari unsur-unsur dalam suatu senyawa. Berbeda dengan rumus molekul yang menunjukkan jumlah atom yang tepat, rumus empiris hanya menunjukkan rasio relatif atom dari unsur-unsur yang ada, tanpa memberikan informasi tentang jumlah atom sesungguhnya.

a. Contoh Rumus Empiris:

▷ Glukosa (C₆H₁₂O₆)

Rumus molekul glukosa adalah **C₆H₁₂O₆**, yang menunjukkan jumlah atom karbon, hidrogen, dan oksigen dalam satu molekul glukosa. Namun, rumus empiris glukosa adalah **CH₂O**, karena rasio antara karbon, hidrogen, dan oksigen dalam senyawa ini adalah 1:2:1.

▷ **Hidrogen Peroksida (H_2O_2)**

Rumus molekul hidrogen peroksida adalah H_2O_2 , yang menunjukkan bahwa ada dua atom hidrogen dan dua atom oksigen. Namun, rumus empirisnya juga HO , karena rasio atom hidrogen terhadap oksigen adalah 1:1.

b. Nama Senyawa Ion (Gabungan Ion-Ion)

Senyawa ion adalah senyawa yang terbentuk melalui ikatan ionik, di mana atom-atom saling menarik karena perbedaan muatan listrik. Senyawa ini terbentuk antara ion positif (kation) dan ion negatif (anion). Ketika menulis nama senyawa ion, kita mengikuti aturan tata nama tertentu untuk memudahkan identifikasi dan komunikasi mengenai senyawa tersebut.

1) Proses Pembentukan Senyawa Ion:

▷ **Kation (Ion Positif):**

Kation terbentuk ketika atom kehilangan satu atau lebih elektron, sehingga menjadi bermuatan positif. Misalnya, ion natrium (Na^+) terbentuk ketika atom natrium (Na) kehilangan satu elektron.

▷ **Anion (Ion Negatif):**

Anion terbentuk ketika atom memperoleh satu atau lebih elektron, sehingga menjadi bermuatan negatif. Misalnya, ion klorida (Cl^-) terbentuk ketika atom klor (Cl) memperoleh satu elektron.

2) Tata Nama Senyawa Ion:

Untuk memberi nama pada senyawa ion, biasanya aturan berikut diterapkan:

▷ **Nama Kation** (ion positif) ditulis terlebih dahulu.

▷ **Nama Anion** (ion negatif) ditulis setelah kation.

▷ **Untuk Anion Monatomik**, nama ion diubah dengan menambahkan akhiran "-ida".

- Misalnya, ion klorida (Cl^-) berasal dari klor (Cl), dan ion oksida (O^{2-}) berasal dari oksigen (O).

▷ **Untuk Kation dengan Banyak Keadaan Oksidasi**, angka oksidasi ditulis menggunakan angka Romawi dalam tanda kurung setelah nama kation.

- Misalnya, **besi(III) klorida** (FeCl_3), di mana ion besi memiliki angka oksidasi +3.

3) Contoh Nama Senyawa Ion:

▷ **NaCl (Natrium Klorida)**

- Kation: Na^+ (Natrium)
- Anion: Cl^- (Klorida)
Nama: Natrium klorida

▷ **CuSO_4 (Tembaga(II) Sulfat)**

- Kation: Cu^{2+} (Tembaga)
- Anion: SO_4^{2-} (Sulfat)
Nama: Tembaga(II) sulfat
(Karena tembaga dapat memiliki dua angka oksidasi: +1 dan +2, angka oksidasi tembaga harus dicantumkan sebagai "II" di sini.)

▷ **FeCl_3 (Besi(III) Klorida)**

- Kation: Fe^{3+} (Besi)

- Anion: Cl^- (Klorida)
Nama: Besi(III) klorida

▷ **CaO (Kalsium Oksida)**

- Kation: Ca^{2+} (Kalsium)
- Anion: O^{2-} (Oksida)
Nama: Kalsium oksida

4) Aturan Lain:

- ▷ **Kation Tunggal:** Jika kation hanya memiliki satu angka oksidasi yang jelas (seperti Na^+ , Ca^{2+} , Al^{3+}), tidak perlu mencantumkan angka oksidasi dalam nama.
Misalnya, NaCl adalah **Natrium klorida**, dan CaO adalah **Kalsium oksida**.
- ▷ **Ion Poliatomik:** Beberapa senyawa ion melibatkan ion yang terdiri dari lebih dari satu atom, seperti **sulfat (SO_4^{2-})**, **nitrat (NO_3^-)**, dan **ammonium (NH_4^+)**.
- Misalnya, **NaNO_3** adalah **Sodium nitrat**, yang mengandung ion natrium (Na^+) dan ion nitrat (NO_3^-).

c. Nama Senyawa Biner

Senyawa biner adalah senyawa yang terdiri dari dua unsur yang berbeda. Dalam kimia, senyawa biner sering kali dibentuk oleh ikatan ionik atau kovalen antara dua unsur, baik unsur logam dan non-logam, maupun dua unsur non-logam. Proses penamaan senyawa biner mengikuti aturan tata nama yang berbeda, tergantung pada jenis ikatan yang terjadi di antara unsur-unsur penyusunnya.

1) Penamaan Senyawa Biner yang Mengandung Ikatan Ionik:

Untuk senyawa biner yang melibatkan **ikatan ionik**, yaitu senyawa yang terbentuk antara kation (ion positif) dan anion (ion negatif), penamaan dilakukan dengan cara berikut:

- ▷ **Nama kation** (ion positif) ditulis terlebih dahulu.
- ▷ **Nama anion** (ion negatif) ditulis setelah kation.
- ▷ Untuk anion **monatomik**, nama unsur diubah dengan menambahkan akhiran "-ida".

2) Contoh Senyawa Biner dengan Ikatan Ionik:

▷ **NaCl (Natrium Klorida)**

- Kation: Na^+ (Natrium)
- Anion: Cl^- (Klorida)
Nama: Natrium klorida.

▷ **MgO (Magnesium Oksida)**

- Kation: Mg^{2+} (Magnesium)
- Anion: O^{2-} (Oksida)
Nama: Magnesium oksida.



▷ **CaF₂ (Kalsium Fluorida)**

- Kation: Ca²⁺ (Kalsium)
- Anion: F⁻ (Fluorida)
Nama: Kalsium fluorida.

▷ **Al₂O₃ (Aluminium Oksida)**

- Kation: Al³⁺ (Aluminium)
- Anion: O²⁻ (Oksida)
Nama: Aluminium oksida.

3) Penamaan Senyawa Biner yang Mengandung Ikatan Kovalen:

Untuk senyawa biner yang melibatkan **ikatan kovalen** (biasanya antara dua unsur non-logam), penamaan mengikuti aturan yang sedikit berbeda. Dalam hal ini, angka prefiks digunakan untuk menunjukkan jumlah atom setiap unsur dalam senyawa. Berikut adalah aturan penamaan untuk senyawa kovalen:

- ▷ Nama unsur pertama ditulis pertama, diikuti dengan nama unsur kedua yang diubah akhiran menjadi "-ida".
- ▷ Angka prefiks digunakan untuk menunjukkan jumlah atom dari masing-masing unsur. Prefiks yang umum digunakan adalah: **mono-**, **di-**, **tri-**, **tetra-**, **penta-**, **heksa-**, dll.
- ▷ **Prefiks mono-** biasanya tidak digunakan untuk unsur pertama.

4) Contoh Senyawa Biner dengan Ikatan Kovalen:

▷ **CO (Karbon Monoksida)**

Karbon (C) dan oksigen (O).
Nama: Karbon monoksida (prefiks mono- tidak digunakan untuk karbon).

▷ **CO₂ (Karbon Dioksida)**

Karbon (C) dan oksigen (O).
Nama: Karbon dioksida.

▷ **N₂O₄ (Dinitrogen Tetraoksida)**

Nitrogen (N) dan oksigen (O).
Nama: Dinitrogen tetraoksida.

▷ **P₄O₁₀ (Tetrafosfor Deksaoksida)**

Fosfor (P) dan oksigen (O).
Nama: Tetrafosfor dekaoksida.

5) Aturan Tambahan dalam Penamaan Senyawa Biner:

- ▷ **Ion Poliatomik:** Jika senyawa mengandung ion poliatomik (seperti **NO₃⁻**, **SO₄²⁻**, atau **NH₄⁺**), maka nama ion poliatomik tersebut digunakan dalam penamaan.

Contoh: **NaNO₃** adalah **Sodium nitrat** (biner dengan ion poliatomik **NO₃⁻**).

- ▷ **Menunjukkan Angka Oksidasi dalam Kation dengan Banyak Oksidasi:** Jika kation (misalnya logam) dapat memiliki lebih dari satu angka oksidasi, maka angka oksidasi dicantumkan dalam tanda kurung menggunakan angka Romawi setelah nama kation.

Contoh: **FeCl₂** (Besi(II) klorida) dan **FeCl₃** (Besi(III) klorida).

Persamaan Reaksi

Persamaan reaksi adalah representasi simbolik dari suatu reaksi kimia, yang menunjukkan bahan-bahan yang terlibat dalam reaksi dan bagaimana mereka berubah menjadi produk. Dengan menggunakan simbol unsur dan rumus senyawa, persamaan reaksi memberikan gambaran yang jelas tentang reaktan, produk, dan perbandingan jumlah zat yang terlibat dalam reaksi kimia.

a. Jenis-jenis Persamaan Reaksi

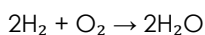
Terdapat beberapa jenis persamaan reaksi kimia yang umumnya digunakan, yaitu:

▷ Persamaan Reaksi yang Seimbang:

Persamaan reaksi yang menunjukkan jumlah atom yang sama dari setiap unsur di kedua sisi reaksi (reaktan dan produk). Reaksi kimia harus selalu diwakili oleh persamaan yang seimbang untuk mematuhi hukum kekekalan massa, yang menyatakan bahwa massa total reaktan sama dengan massa total produk.

Contoh:

Reaksi pembakaran hidrogen dengan oksigen:



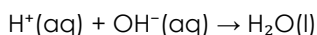
Dalam persamaan ini, jumlah atom hidrogen dan oksigen di sisi reaktan sama dengan jumlah atom hidrogen dan oksigen di sisi produk.

▷ Persamaan Reaksi Ionik:

Digunakan untuk menggambarkan reaksi yang terjadi dalam larutan, dengan menuliskan ion-ion yang terlibat secara langsung. Biasanya digunakan dalam reaksi yang melibatkan senyawa yang larut dalam air.

Contoh:

Reaksi pembentukan garam dari larutan asam klorida dan natrium hidroksida:

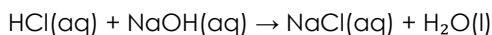


Dalam persamaan ionik ini, ion-ion yang terlibat dalam reaksi digambarkan tanpa memperlihatkan senyawa yang tidak terurai.

▷ Persamaan Reaksi Netralisasi:

Digunakan untuk menggambarkan reaksi antara asam dan basa yang menghasilkan air dan garam.

Contoh:



Reaksi ini menunjukkan reaksi antara asam klorida (HCl) dan natrium hidroksida (NaOH) untuk membentuk garam natrium klorida (NaCl) dan air (H₂O).

b. Langkah-langkah Menyusun Persamaan Reaksi:

Untuk menulis persamaan reaksi yang benar, ikuti langkah-langkah berikut:

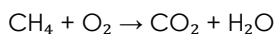
1) Tentukan Reaktan dan Produk

Identifikasi bahan-bahan yang bereaksi (reaktan) dan hasil yang terbentuk (produk) dalam reaksi kimia. Misalnya, dalam pembakaran metana (CH₄) dengan oksigen, reaktan adalah metana (CH₄) dan oksigen (O₂), dan produk adalah karbon dioksida (CO₂) dan air (H₂O).

2) Tulis Rumus Kimia Reaktan dan Produk

Tuliskan rumus kimia reaktan dan produk yang terlibat dalam reaksi.

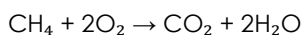
Contoh:



3) Seimbangkan Persamaan Reaksi

Seimbangkan jumlah atom dari masing-masing unsur di sisi kiri dan kanan persamaan reaksi. Untuk melakukannya, tambahkan koefisien di depan rumus senyawa sehingga jumlah atom di sisi reaktan dan produk menjadi sama.

Contoh:



Di sini, jumlah atom karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) sudah seimbang di kedua sisi reaksi.

4) Cek Keseimbangan

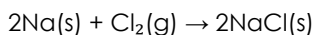
Pastikan jumlah atom di sisi kiri (reaktan) dan sisi kanan (produk) persamaan reaksi sudah seimbang.

Jika belum, sesuaikan koefisiennya lagi.

5) Tuliskan Fase Zat (Opsional)

Menambahkan fase zat pada persamaan reaksi, seperti (s) untuk padatan, (l) untuk cairan, (g) untuk gas, dan (aq) untuk larutan dapat memberikan informasi tambahan tentang keadaan fisik zat yang terlibat.

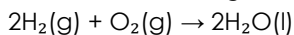
Contoh:



c. Contoh Persamaan Reaksi:

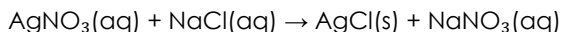
▷ Reaksi Pembakaran

Pembakaran hidrogen menghasilkan air.



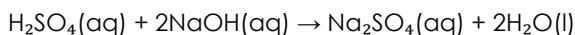
▷ Reaksi Pengendapan

Reaksi antara larutan perak nitrat dan natrium klorida menghasilkan endapan perak klorida.



▷ Reaksi Asam-Basa (Netralisasi)

Reaksi antara asam sulfat dan natrium hidroksida menghasilkan garam dan air.



d. Pentingnya Persamaan Reaksi:

- ▷ **Memahami Reaksi Kimia:** Persamaan reaksi memungkinkan kita untuk menggambarkan perubahan yang terjadi selama reaksi kimia dan memberikan wawasan tentang bagaimana zat berubah menjadi produk baru.
- ▷ **Perhitungan Stoikiometri:** Dengan persamaan reaksi yang seimbang, kita dapat menghitung jumlah bahan yang diperlukan atau dihasilkan dalam reaksi kimia, yang sangat penting dalam sintesis industri dan laboratorium.

Stoichiometry.

$$n = \frac{\text{weight (g)}}{\text{MW}} = \frac{\text{Conc. (M)} \times \text{Volume (cm}^3\text{)}}{1,000} = \frac{\text{V}}{22.4} = \frac{N}{6.02 \times 10^{23}}$$

mole
molecular weight
Avogadro number.
number of molecules.

Stoichiometri – shutterstock.com/2127960029

- ▷ **Memprediksi Hasil Reaksi:** Persamaan reaksi juga membantu ilmuwan untuk memprediksi produk yang akan terbentuk dari reaksi tertentu dan bagaimana reaksi akan berlangsung.

Rangkuman

Bab ini memberikan gambaran menyeluruh tentang pentingnya ilmu kimia dalam kehidupan sehari-hari dan bagaimana penerapannya dapat membawa dampak positif bagi lingkungan dan kesejahteraan manusia. Dimulai dengan peran ilmu kimia, kita memahami bagaimana kimia terlibat dalam berbagai bidang, seperti kesehatan, farmasi, energi, industri, pertanian, dan lingkungan hidup. Kemudian, kita membahas metode ilmiah, yang menjadi landasan dalam eksperimen kimia, di mana setiap langkah, mulai dari observasi hingga publikasi, berperan penting untuk menghasilkan pengetahuan yang valid dan dapat dipertanggungjawabkan.

Lebih lanjut, bab ini mengeksplorasi bekerja di laboratorium kimia, di mana keselamatan menjadi prioritas utama, dan pentingnya pemahaman tentang sifat bahan kimia serta penggunaan alat yang tepat. Dalam konteks keberlanjutan, kimia hijau muncul sebagai gerakan penting untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Penerapan nanoteknologi dalam kimia hijau menunjukkan bagaimana teknologi ini dapat memberikan solusi ramah lingkungan, dengan menghasilkan produk yang lebih efisien dan aman.

Selanjutnya, pembahasan mengenai rumus kimia, tata nama, dan persamaan reaksi memberikan dasar yang kuat untuk memahami komposisi senyawa dan cara penulisannya. Rumus molekul dan empiris menjelaskan hubungan antara atom-atom dalam senyawa, sementara tata nama memberikan sistem untuk memberi nama senyawa secara konsisten. Persamaan reaksi menunjukkan perubahan yang terjadi selama reaksi kimia, memberikan gambaran mengenai bagaimana bahan-bahan bereaksi untuk menghasilkan produk baru.

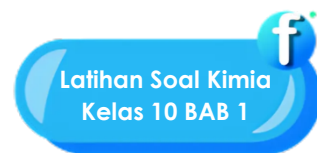
Secara keseluruhan, bab ini menekankan pentingnya pemahaman dasar kimia, baik dari segi teori maupun praktik, untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Ilmu kimia, dengan berbagai cabangnya, tidak hanya memberikan pengetahuan tentang materi di sekitar kita tetapi juga berkontribusi pada penciptaan solusi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Latihan Soal

1. Kegiatan berikut yang bertentangan dengan kimia hijau adalah ...
 - a. Menggunakan daun untuk membungkus makanan.
 - b. Membakar sampah dengan cara membakarnya di tempat sampah.
 - c. Menggunakan raket nyamuk daripada obat nyamuk bakar.
 - d. Memilah sampah sesuai jenisnya, menimbun sampah organik dan membuang sampah anorganik di tempat pembuangan sampah.
 - e. Berjalan kaki atau bersepeda untuk berpergian jarak dekat daripada menggunakan motor.
2. Gas berikut yang memiliki andil terbesar dalam efek rumah kaca adalah ...
 - a. Karbon monoksida.
 - b. Karbon dioksida.
 - c. Metana
 - d. Hidrokarbon
 - e. Nitrogen
3. Rumus kimia berikut yang merupakan rumus empiris adalah ...
 - a. C_2H_6
 - b. N_2O_4
 - c. KCl
 - d. H_2O
 - e. C_3H_8
4. Langkah observasi dan pengamatan adalah peneliti melakukannya dengan cara ...
 - a. Membaca studi pustaka atau referensi.
 - b. Melakukan pengukuran.
 - c. Menentukan variabel.
 - d. Menarik simpulan.
 - e. Mengelompokkan data.
5. Senyawa tembaga (II) sulfat mempunya rumus kimia ...
 - a. $TeSO_4$
 - b. $BeSO_4$
 - c. Fe_2SO_4
 - d. $Fe(SO_4)_2$

- e. CuSO_4
6. Rumus kimia nitrogen pentoksida adalah ...
- NO
 - N_2O_4
 - N_2O
 - N_2O_5
 - N_2O_3
7. Sifat partikel nano sangat berbeda dengan sifat partikel ukuran besar, hal ini dikarenakan ...
- Ukuran yang sangat kecil.
 - Adanya efek kuantum.
 - Pengaruh medan magnetik.
 - Pengaruh medan listrik.
 - Titik lebur yang tinggi.

**Akses latihan soal
lainnya di sini yuk!**



Referensi

- Anastas, P. T., & Warner, J. C. (2019). *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford University Press.
- Ball, P. (2013). *The Ingredients of Life: A Chemistry of Change*. Oxford University Press.
- Basak, S., & Patel, H. (2020). *Nanotechnology in Chemical and Biological Sensing*. Springer.
- Bopp, S. (2014). *The Chemistry of Life: From Molecular Biology to Biochemistry*. Wiley-VCH.
- Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., & Langford, S. (2014). *Chemistry: The Central Science*. Pearson.
- Cespedes, S., & Castillo, S. (2020). *Nanotechnology and Sustainable Development*. Springer.
- Dwyer, P. (2018). *Nanotechnology in Drug Delivery: A Pharmaceutical Perspective*. Wiley.
- Fogg, D. (2012). *Sustainable Chemistry: Green Chemistry and the Environment*. CRC Press.
- Green, M., & Karni, J. (2017). *Advanced Chemistry*. McGraw-Hill Education.
- Hester, R. E., & Harrison, R. M. (2017). *Green Chemistry: An Introductory Text*. Royal Society of Chemistry.
- Kegley, S. E., & Stone, W. (2021). *The Green Chemistry Reader*. Wiley.
- Miessler, G. L., Fischer, P. J., & Tarr, D. A. (2014). *Inorganic Chemistry*. Pearson.
- Taniguchi, N. (2017). *Nanotechnology: A Brief Introduction*. Elsevier.
- Wright, J., & Powell, D. (2019). *Introduction to Green Chemistry*. CRC Press.
- Zhuravlev, L., & Romashov, L. (2020). *Green Chemistry and Nanotechnology*. Springer.

BAB 2:

SUSUNAN ATOM SERTA POLA KEPERIODIKAN UNSUR

Karakter Pelajar Pancasila

Mandiri: Mampu belajar secara aktif dan bertanggung jawab dalam memahami konsep-konsep atom.

Bernalar Kritis: Menganalisis teori-teori atom dan sifat unsur secara logis dan ilmiah.

Gotong Royong: Bekerja sama dalam diskusi atau eksperimen untuk memahami konfigurasi elektron dan tabel periodik.

Kreatif: Mengembangkan cara-cara baru dalam menjelaskan teori atom dan sifat unsur secara menarik dan tepat.

Kata Kunci: Partikel penyusun atom, Nomor atom, Nomor massa, Teori atom, Konfigurasi elektron, Tabel periodik, Keperiodikan unsur, Energi ionisasi, Keelektronegatifan, Jari-jari atom.

Tujuan Pembelajaran: Memahami, Mendeskripsikan, dan Mengkritisi Susunan Atom, Perkembangan Teori Atom dan Keperiodikan Sifat Unsur

1. Memahami Struktur Dasar Atom

- ▷ Mengidentifikasi partikel penyusun atom (proton, neutron, elektron) beserta sifat-sifatnya.
- ▷ Menjelaskan tanda atom seperti nomor atom dan nomor massa sebagai informasi dasar unsur.

2. Menganalisis Perkembangan Teori Atom

- ▷ Mengkaji perjalanan teori atom dari masa Democritus hingga teori modern.
- ▷ Mengevaluasi kontribusi tiap teori terhadap perkembangan ilmu pengetahuan.

3. Menguasai Konsep Konfigurasi Elektron

- ▷ Menghubungkan konfigurasi elektron dengan sifat kimia unsur.
- ▷ Mendeskripsikan konfigurasi elektron dari suatu atom.

4. Memahami Sistem Periodik dan Keperiodikan Unsur

- ▷ Mendeskripsikan pengelompokan unsur dalam tabel periodik berdasarkan sifat kimia dan fisika.
- ▷ Menjelaskan tren keperiodikan sifat unsur seperti jari-jari atom, energi ionisasi, dan keelektronegatifan.



F I T R I

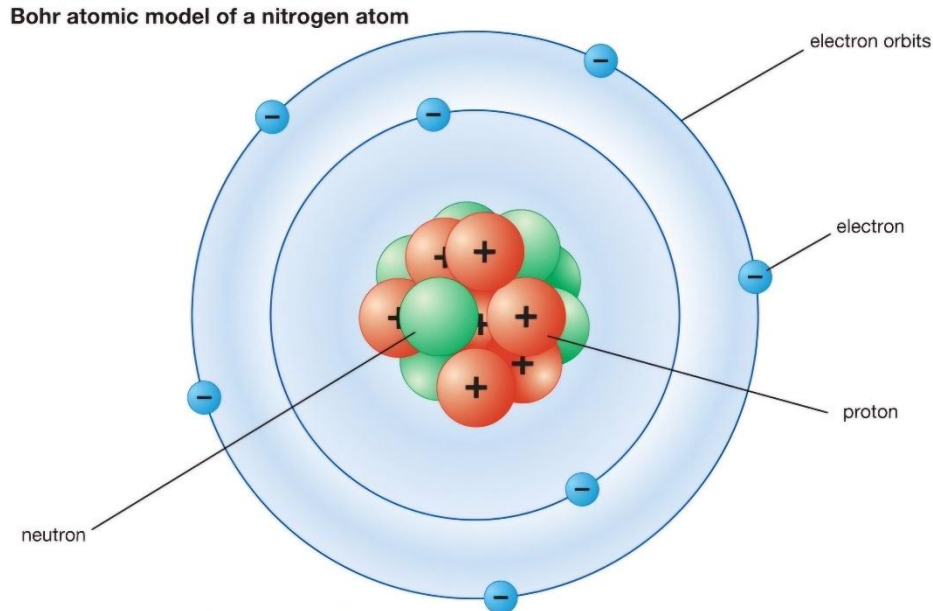


1. Komponen Penyusun Atom

Atom adalah unit dasar dari materi yang membentuk segala substansi di alam semesta. Setiap atom terdiri dari tiga komponen utama, yaitu proton, neutron, dan elektron, yang masing-masing memiliki sifat dan peranannya sendiri dalam menentukan karakteristik atom tersebut. Pemahaman tentang komponen penyusun atom sangat penting dalam kimia, karena sifat-sifat materi dan reaksi kimia sebagian besar dipengaruhi oleh interaksi antara partikel-partikel ini. Dalam sub-bab ini, kita akan membahas secara mendalam mengenai ketiga partikel penyusun atom, serta bagaimana mereka berkontribusi terhadap struktur atom secara keseluruhan.

Partikel-Partikel Penyusun Atom

Atom terdiri dari tiga partikel utama yang memiliki peran penting dalam menentukan sifat dan struktur atom tersebut. Partikel-partikel ini adalah proton, neutron, dan elektron. Masing-masing partikel memiliki karakteristik yang berbeda, baik dari segi massa, muatan, maupun letaknya dalam atom. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut mengenai masing-masing partikel penyusun atom:



Struktur Atom – kompasiana.com/Ricky Hamanay

a. Proton

Proton adalah partikel bermuatan positif yang terletak di inti atom. Massa proton hampir serupa dengan massa neutron, tetapi jauh lebih besar dibandingkan dengan massa elektron. Jumlah proton dalam inti atom menentukan nomor atom, yang secara langsung berhubungan dengan identitas unsur tersebut. Misalnya, atom dengan satu proton adalah hidrogen, sementara atom dengan enam proton adalah karbon. Oleh karena itu, jumlah proton dalam inti atom sangat penting dalam menentukan sifat kimia suatu unsur.

b. Neutron

Neutron adalah partikel yang tidak bermuatan (netral) dan juga terletak di inti atom, bersama dengan proton. Neutron memiliki massa yang hampir sama dengan proton. Walaupun tidak memiliki muatan

listrik, neutron berperan penting dalam menjaga kestabilan inti atom. Neutron membantu mengikat proton dalam inti, mengurangi gaya tolak menolak antara proton yang bermuatan positif. Perbedaan jumlah neutron pada atom yang sama dapat menghasilkan isotop, yang memiliki sifat kimia yang mirip, tetapi massa yang berbeda.

c. Elektron

Elektron adalah partikel bermuatan negatif yang mengorbit inti atom pada berbagai tingkat energi atau orbital. Meskipun massa elektron sangat kecil dibandingkan dengan proton dan neutron, elektron memiliki peranan yang sangat penting dalam menentukan sifat kimia suatu atom, terutama dalam hal ikatan kimia. Jumlah elektron dalam suatu atom biasanya sama dengan jumlah proton, sehingga atom secara keseluruhan bersifat netral secara listrik. Namun, jika ada penambahan atau pengurangan elektron, atom dapat menjadi ion dengan muatan positif atau negatif.

Setiap unsur kimia memiliki identitas unik yang ditunjukkan melalui **nomor atom**, **nomor massa**, dan **lambang unsur**. **Nomor atom** (ditandai dengan simbol Z) adalah jumlah proton yang terdapat di inti atom, yang secara langsung menentukan sifat dasar dari unsur tersebut dan tempatnya dalam tabel periodik.

Contoh:



Dimana:

- ▷ $Z = 6$ (nomor atom, jumlah proton)
- ▷ $A = 12$ (nomor massa, jumlah proton dan neutron)
- ▷ C adalah lambang unsur karbon.

Contoh soal perhitungan proton, elektron, dan neutron

Diberikan unsur berikut:



Tentukan jumlah proton, jumlah elektron dan jumlah neutron!

Jawaban:

Atom Na mempunyai nomor atom 11 dan nomor massa 23.

Jumlah proton = nomor atom = 11

Jumlah elektron = 11

Jumlah neutron = nomor massa – nomor atom = $23 - 11 = 12$

Sejarah dan Perkembangan Teori Atom

Teori atom telah mengalami perkembangan yang signifikan sepanjang sejarah, dari pemikiran awal para filsuf Yunani hingga penemuan-penemuan ilmiah yang membentuk pemahaman kita tentang struktur atom saat ini. Setiap teori atom yang dikemukakan oleh para ilmuwan memberikan kontribusi penting dalam mengungkap sifat dasar materi. Masing-masing teori ini muncul sebagai respons terhadap keterbatasan pemahaman sebelumnya, dengan eksperimen dan observasi yang mengarahkan penemuan lebih lanjut. Perjalanan penting perkembangan teori atom dimulai dari pandangan awal Democritus tentang atom sebagai partikel terkecil, hingga penemuan teori atom modern yang lebih kompleks dan terperinci..

a. Democritus

Democritus, seorang filsuf Yunani yang hidup pada abad ke-5 SM, adalah salah satu tokoh pertama yang mengemukakan gagasan mengenai atom. Meskipun pemikirannya tidak didasarkan pada eksperimen ilmiah seperti yang dilakukan ilmuwan modern, gagasannya sangat berpengaruh dan menjadi dasar bagi teori atom yang berkembang kemudian. Democritus berpendapat bahwa segala sesuatu di alam semesta ini terdiri dari partikel-partikel kecil yang tidak dapat dibagi lagi, yang disebut "atomos" (dari bahasa Yunani, yang berarti "tidak terbagi"). Menurutnya, atom-atom ini tidak memiliki sifat yang terlihat, tetapi mereka bergerak dalam ruang kosong (kosmos), dan perbedaan sifat benda di dunia ini disebabkan oleh perbedaan bentuk, ukuran, dan susunan atom-atom penyusunnya. Meskipun teori atom Democritus tidak dapat dibuktikan pada masanya, pemikirannya membuka jalan bagi pengembangan teori atom di masa depan. Pada masa itu, banyak orang yang lebih mengikuti pandangan para filsuf seperti Aristoteles yang menolak konsep atom, menganggap bahwa materi terbentuk dari empat elemen dasar (api, air, tanah, dan udara). Namun, pandangan Democritus tetap bertahan sebagai fondasi penting yang kelak akan diterima dan diperkuat oleh para ilmuwan seperti John Dalton lebih dari dua ribu tahun kemudian.



Democritus – Wikipedia.org

b. John Dalton

John Dalton, seorang ilmuwan Inggris yang hidup pada akhir abad ke-18 dan awal abad ke-19, adalah salah satu tokoh penting dalam mengembangkan teori atom yang lebih sistematis dan berbasis eksperimen. Dalton dikenal karena merumuskan **Teori Atom Dalton**, yang menandai awal dari pendekatan ilmiah terhadap struktur atom. Teori ini dikembangkan pada awal abad ke-19 dan didasarkan pada serangkaian eksperimen kimia yang mendalam. Dalton mengemukakan beberapa postulat dasar dalam teori atomnya, yang meliputi:

- ▷ **Setiap unsur terdiri dari partikel-partikel yang sangat kecil dan tidak dapat dibagi lagi yang disebut atom.** Atom-atom dari unsur yang sama adalah identik dalam hal massa dan sifat-sifat lainnya.
- ▷ **Atom-atom dari unsur yang berbeda memiliki massa dan sifat yang berbeda.** Dengan kata lain, setiap unsur memiliki atom yang unik dan berbeda dari unsur lainnya.
- ▷ **Dalam reaksi kimia, atom tidak dapat diciptakan atau dihancurkan, hanya dapat bergabung atau terpisah dalam rasio yang tetap.** Hal ini berkontribusi pada pemahaman hukum kekekalan massa dalam reaksi kimia.



John Dalton – wikipedia.org

Teori Dalton sangat berpengaruh pada saat itu karena memberikan penjelasan yang lebih jelas tentang struktur materi dan hubungan antar unsur kimia. Meskipun ada beberapa pembaruan dalam teori atom seiring waktu, ide dasar Dalton tentang atom sebagai partikel dasar dari materi tetap menjadi landasan bagi banyak penelitian kimia dan fisika di kemudian hari.

c. J.J Thomson

J.J. Thomson, seorang ilmuwan asal Inggris, merupakan tokoh kunci dalam perkembangan teori atom setelah John Dalton. Pada tahun 1897, Thomson melakukan eksperimen menggunakan tabung sinar katoda yang mengarah pada penemuan penting: ia berhasil mengidentifikasi partikel yang lebih kecil dari atom, yang kemudian dikenal dengan nama **elektron**. Penemuan ini mengubah pandangan dunia ilmiah tentang struktur atom.

Berdasarkan eksperimen tersebut, Thomson mengajukan model atom yang dikenal dengan **Model Plum Pudding** (atau Model Kue Plum) pada tahun 1904. Dalam model ini, atom dianggap sebagai sebuah bola bermuatan positif yang "terisi" dengan elektron-elektron bermuatan negatif, seperti kismis yang tersebar dalam kue plum. Model ini menyarankan bahwa atom tidaklah solid dan tak terbagi, melainkan terdiri dari muatan positif yang tersebar merata di seluruh atom, dengan elektron-elektron yang mengorbit di dalamnya.

Meskipun model Plum Pudding kemudian digantikan oleh model atom yang lebih akurat, penemuan elektron oleh Thomson memberikan dasar bagi teori atom yang lebih maju. Penemuan elektron juga membuka jalan bagi pengembangan teori-teori selanjutnya tentang struktur atom, dan bahkan mempengaruhi penelitian dalam bidang fisika kuantum.



J.J Thomson – wikipedia.org

d. Ernest Rutherford



Ernest Rutherford – wikipedia.org

Ernest Rutherford, seorang ilmuwan asal Selandia Baru yang bekerja di Inggris, adalah salah satu tokoh yang memberikan kontribusi besar terhadap pemahaman kita tentang struktur atom. Pada tahun 1909, Rutherford melakukan eksperimen yang sangat terkenal yang dikenal dengan **Eksperimen Penembakan Partikel Alfa**. Dalam eksperimen ini, ia menembakkan partikel alfa (yang merupakan inti helium) pada lapisan tipis emas. Hasil eksperimen ini sangat mengejutkan dan mengarah pada penemuan penting: sebagian besar partikel alfa dapat menembus lapisan emas tanpa hambatan, namun beberapa partikel dipantulkan dengan sudut yang besar. Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa atom sebagian besar terdiri dari ruang kosong. Namun, ada sebagian kecil massa atom yang terkonsentrasi pada suatu area kecil yang sangat padat dan bermuatan positif di pusat atom. Rutherford menyebut area ini sebagai **inti atom**.

Penemuan ini mengubah model atom yang sebelumnya diajukan oleh Thomson. Dalam model atom Rutherford, atom terdiri dari inti yang sangat kecil, padat, dan bermuatan positif, sementara elektron mengorbit inti dalam ruang kosong yang relatif luas.

Model inti atom yang dikemukakan oleh Rutherford ini menjadi landasan bagi pengembangan model atom yang lebih kompleks oleh Niels Bohr. Penemuan inti atom oleh Rutherford juga membuka jalan bagi pemahaman lebih lanjut tentang struktur materi dan dasar dari teori fisika nuklir.

e. Niels Bohr

Niels Bohr, seorang fisikawan asal Denmark, merupakan tokoh penting dalam perkembangan teori atom setelah penemuan inti atom oleh Ernest Rutherford. Pada tahun 1913, Bohr mengajukan **Model Atom Bohr**, yang merupakan pengembangan dari model atom Rutherford. Dalam model ini, Bohr mengusulkan bahwa elektron tidak bergerak secara acak di sekitar inti atom, melainkan bergerak pada orbit-orbit tertentu yang disebut **orbit stasioner**. Elektron pada setiap orbit ini memiliki energi tertentu dan tidak memancarkan radiasi elektromagnetik saat mengorbit pada orbit tersebut.

Model Bohr berhasil menjelaskan beberapa fenomena yang tidak dapat dijelaskan oleh model sebelumnya, seperti **garis spektrum emisi** yang dihasilkan oleh atom hidrogen. Menurut Bohr, ketika elektron berpindah dari satu orbit ke orbit lainnya, ia akan menyerap atau memancarkan energi dalam bentuk foton dengan frekuensi tertentu, yang sesuai dengan perbedaan energi antara dua orbit tersebut. Penjelasan ini sesuai dengan pengamatan eksperimen spektroskopi yang menunjukkan adanya garis-garis tertentu pada spektrum cahaya yang dipancarkan oleh atom.

Walaupun model Bohr berhasil menjelaskan spektrum hidrogen dengan sangat baik, model ini memiliki keterbatasan ketika diterapkan pada atom yang lebih kompleks, dengan lebih dari satu elektron. Namun, kontribusi Bohr dalam menghubungkan teori atom dengan fenomena kuantum membuka jalan bagi perkembangan teori atom lebih lanjut, terutama teori mekanika kuantum yang lebih modern.



Niels Bohr – wikipedia.org

Contoh soal teori perkembangan atom

Teori atom Thomson yang menyatakan bahwa atom merupakan bola pejal bermuatan positif diilhami oleh adanya percobaan tentang...

- A. Sinar Alfa
- A. Sinar Katoda
- B. Spektrum Cahaya
- C. Reaksi Pembelahan Inti
- D. Efek fotoelektrik

Jawaban:

B. Sinar Katoda

Penjelasan:

Teori atom Thomson yang menyatakan bahwa atom merupakan bola pejal bermuatan positif, dengan elektron-elektron tersebar di dalamnya (model plum pudding), diilhami oleh adanya percobaan tentang **sinar katoda**.

Percobaan sinar katoda yang dilakukan oleh Thomson menunjukkan bahwa sinar katoda terdiri dari partikel-partikel bermuatan negatif yang lebih kecil daripada atom, yang kemudian dikenal sebagai **elektron**. Dari hasil percobaan ini, Thomson menyimpulkan bahwa atom tidaklah bersifat pejal dan tidak terbagi, tetapi terdiri dari materi bermuatan positif dengan elektron bermuatan negatif yang tersebar di seluruh atom.



2. Sistem Periodik Unsur

Sistem periodik unsur adalah sebuah cara untuk mengorganisasi unsur-unsur kimia berdasarkan kesamaan sifat-sifat mereka. Konsep ini pertama kali diperkenalkan oleh **Dmitri Mendeleev** pada tahun 1869, yang menyusun unsur-unsur berdasarkan peningkatan massa atom dan mengelompokkan unsur-unsur dengan sifat yang mirip dalam kolom yang sama. Penataan unsur dalam sistem periodik ini menunjukkan pola atau tren tertentu yang berlaku pada sifat-sifat fisik dan kimia unsur, seperti energi ionisasi, elektronegativitas, dan jari-jari atom. Seiring perkembangan ilmu pengetahuan, sistem periodik yang ada kini disusun berdasarkan **nomor atom** (bukan lagi massa atom) dan lebih dikenal dengan nama **Tabel Periodik Unsur Modern**. Pemahaman tentang sistem periodik sangat penting dalam kimia, karena memungkinkan kita untuk memprediksi perilaku unsur dan sifat-sifat senyawa yang mereka bentuk. Dalam sub-bab ini, kita akan membahas lebih dalam tentang bagaimana sistem periodik unsur disusun, komponen-komponen yang ada di dalamnya, dan sifat keperiodikan yang muncul dari penataan unsur-unsur tersebut.

Komponen Sistem Periodik Unsur

Sistem periodik unsur, yang kita kenal sekarang, terdiri dari beberapa komponen utama yang memudahkan kita untuk memahami dan mengklasifikasikan unsur-unsur kimia berdasarkan sifat-sifat mereka. Komponen-komponen ini meliputi kolom (golongan), baris (periode), nomor atom, dan juga blok unsur. Setiap komponen memiliki peran penting dalam menggambarkan sifat dan perilaku unsur. Berikut adalah penjelasan mengenai komponen-komponen utama dalam sistem periodik unsur:

a. Golongan (Kolom)

Sistem periodik dibagi menjadi 18 kolom atau golongan, yang mengelompokkan unsur-unsur berdasarkan kesamaan sifat kimianya. Unsur dalam satu golongan memiliki jumlah elektron valensi yang sama, yang mempengaruhi sifat reaktivitas dan kemampuan unsur dalam membentuk ikatan kimia. Sebagai contoh, unsur-unsur golongan 1 (seperti litium, natrium, dan kalium) dikenal sebagai logam alkali yang sangat reaktif, sementara unsur-unsur golongan 18 (seperti neon dan argon) adalah gas mulia yang sangat stabil dan tidak reaktif.

b. Periode (Baris)

Tabel periodik juga dibagi menjadi 7 periode atau baris yang menunjukkan tingkat energi dari elektron dalam atom. Seiring Bergeraknya dari kiri ke kanan dalam satu periode, sifat unsur cenderung berubah. Misalnya, dalam periode yang sama, sifat logam pada sisi kiri berubah menjadi sifat non-logam di sisi kanan. Hal ini berhubungan dengan penambahan jumlah proton dan elektron dalam atom, yang mengubah ukuran atom dan energi ionisasi.

c. Nomor Atom

Nomor atom, yang terletak di setiap unsur pada tabel periodik, menunjukkan jumlah proton dalam inti atom. Nomor atom ini sangat penting karena menentukan identitas suatu unsur dan urutannya dalam tabel periodik. Misalnya, hidrogen memiliki nomor atom 1, sementara helium memiliki nomor atom 2. Penataan unsur berdasarkan nomor atom menggantikan sistem sebelumnya yang disusun berdasarkan massa atom, dan memberikan cara yang lebih tepat dalam mengelompokkan unsur-unsur.

d. Blok Unsur

Tabel periodik dibagi menjadi empat blok berdasarkan konfigurasi elektron atom: **blok s, p, d, dan f**. Blok ini mencerminkan jenis orbital tempat elektron terakhir unsur tersebut berada. Blok s terdiri dari unsur-unsur dengan konfigurasi elektron terakhir di orbital s, blok p memiliki unsur-unsur dengan konfigurasi

elektron terakhir di orbital p, dan seterusnya. Pembagian ini membantu memahami pola reaktivitas dan sifat kimia unsur, serta memberi gambaran mengenai struktur elektron atom.

Gol.	→1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
↓Periode																		
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
	*			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
	**			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Tabel periodik modern – wikipedia.org

Kegiatan Kelompok 1

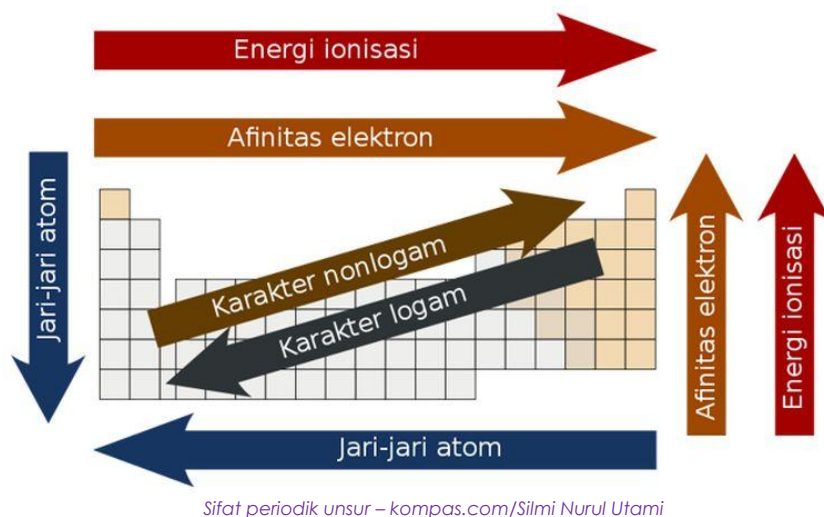
Menelusuri Pola dalam Sistem Periodik Unsur

Lakukan kegiatan berikut bersama yang terdiri dari 4-5 orang.

- 1) Amati tabel periodik unsur yang ada di buku atau yang ditempel di kelas.
- 2) Pilih tiga unsur berbeda dari tabel periodik. Usahakan memilih dari golongan dan periode yang berbeda.
- 3) Catat informasi berikut dari masing-masing unsur:
 - a. Golongan dan periode
 - b. Nomor atom
 - c. Jenis unsur (logam, nonlogam, atau metaloid)
 - d. Termasuk dalam blok apa (s, p, d, atau f)
- 4) Diskusikan bersama kelompokmu:
 - a. Apa pola yang kalian temukan dari letak unsur terhadap sifatnya?
 - b. Mengapa unsur-unsur dalam golongan yang sama memiliki sifat serupa?
- 5) Tuliskan hasil pengamatan dan kesimpulan kelompokmu dalam bentuk tabel singkat.
- 6) Presentasikan hasil diskusi kelompokmu di depan kelas secara bergantian.

Sifat Keperiodikan Unsur

Sifat keperiodikan unsur merujuk pada pola atau tren yang berulang dalam sifat fisik dan kimia unsur-unsur berdasarkan posisi mereka dalam tabel periodik. Konsep keperiodikan ini adalah salah satu aspek utama dari tabel periodik yang memudahkan kita untuk memahami hubungan antara struktur atom dan sifat-sifat unsur. Beberapa sifat keperiodikan yang paling penting yang dapat diamati di tabel periodik meliputi **energi ionisasi**, **jari-jari atom**, **elektronegativitas**, dan **afinitas elektron**. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut mengenai sifat-sifat keperiodikan tersebut:



a. Energi Ionisasi

Energi ionisasi adalah energi yang dibutuhkan untuk melepaskan satu elektron dari atom dalam keadaan gas. Sifat ini menunjukkan kecenderungan unsur untuk kehilangan elektron. Dalam satu periode (dari kiri ke kanan), energi ionisasi cenderung meningkat karena jumlah proton dalam inti atom bertambah, menarik elektron lebih kuat, dan membuatnya lebih sulit untuk melepaskan elektron. Sebaliknya, dalam satu golongan (dari atas ke bawah), energi ionisasi cenderung menurun karena jarak antara elektron valensi dan inti semakin jauh, mengurangi gaya tarik inti terhadap elektron.

b. Jari-Jari Atom

Jari-jari atom adalah jarak antara inti atom dan elektron terluar dalam atom. Dalam satu periode, jari-jari atom cenderung berkurang dari kiri ke kanan. Hal ini terjadi karena bertambahnya jumlah proton di inti atom yang menarik elektron lebih kuat, sehingga elektron lebih rapat ke inti. Di sisi lain, dalam satu golongan, jari-jari atom semakin besar dari atas ke bawah, karena penambahan lapisan kulit elektron yang membuat jarak antara inti dan elektron terluar semakin besar.

c. Elektronegativitas

Elektronegativitas adalah kecenderungan atom untuk menarik pasangan elektron dalam ikatan kimia. Dalam satu periode, elektronegativitas cenderung meningkat dari kiri ke kanan, karena semakin banyak proton di inti atom yang menarik pasangan elektron lebih kuat. Sebaliknya, dalam satu golongan, elektronegativitas cenderung menurun dari atas ke bawah, karena penambahan lapisan kulit elektron yang mengurangi daya tarik inti terhadap pasangan elektron.

d. Afinitas Elektron

Afinitas elektron adalah energi yang dilepaskan ketika sebuah atom menerima elektron tambahan. Unsur dengan afinitas elektron tinggi cenderung lebih mudah menerima elektron, sementara yang dengan afinitas rendah lebih sulit. Secara umum, afinitas elektron meningkat dari kiri ke kanan dalam satu periode, karena semakin banyak proton yang menarik elektron baru. Namun, dalam golongan, afinitas elektron dapat bervariasi dan cenderung lebih rendah pada unsur-unsur yang berada di bagian bawah tabel periodik.

Contoh soal sistem periodik unsur

Manakah dari berikut ini yang benar mengenai tren elektronegativitas dalam tabel periodik?

- A. Elektronegativitas cenderung menurun dari kiri ke kanan dalam satu periode.
- B. Elektronegativitas cenderung meningkat dari atas ke bawah dalam satu golongan.
- C. Elektronegativitas cenderung meningkat dari kiri ke kanan dalam satu periode.
- D. Elektronegativitas tidak dipengaruhi oleh posisi unsur dalam tabel periodik.
- E. Elektronegativitas cenderung menurun dari atas ke bawah dalam satu periode.

Jawaban:

C. Elektronegativitas cenderung meningkat dari kiri ke kanan dalam satu periode.

Penjelasan:

Elektronegativitas adalah kecenderungan suatu atom untuk menarik pasangan elektron dalam ikatan kimia. Dalam tabel periodik, **elektronegativitas** cenderung **meningkat** dari kiri ke kanan dalam satu periode karena bertambahnya jumlah proton di inti atom. Hal ini menyebabkan daya tarik inti terhadap pasangan elektron meningkat, sehingga atom menjadi lebih kuat menarik elektron dari atom lain dalam ikatan kimia.

Sebaliknya, dalam satu golongan (dari atas ke bawah), **elektronegativitas** cenderung **menurun** karena penambahan lapisan kulit elektron yang mengurangi pengaruh inti terhadap pasangan elektron di luar, menjadikan daya tarik inti terhadap elektron menjadi lebih lemah.



Tahukah Kamu?

Fakta Unik Air

- ▷ Air (H_2O), yang kita konsumsi setiap hari, terdiri dari unsur hidrogen (H) yang mudah terbakar dan oksigen (O) yang mendukung pembakaran, namun keduanya membentuk air yang sangat stabil dan esensial untuk kehidupan.
- ▷ Meskipun unsur-unsur ini memiliki sifat yang berbeda, keduanya bergabung membentuk **air** yang stabil dan esensial untuk kehidupan, menunjukkan bagaimana ikatan kimia bisa menghasilkan sifat baru.



Rangkuman

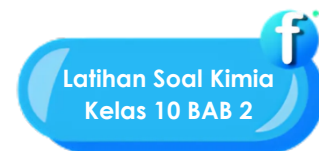
Bab ini membahas konsep dasar mengenai struktur atom dan sistem periodik unsur yang merupakan fondasi dalam mempelajari kimia. Dimulai dengan pemahaman tentang **komponen penyusun atom**, kita mempelajari tiga partikel utama dalam atom: proton, neutron, dan elektron, yang memiliki peran penting dalam menentukan sifat atom dan unsur. Selanjutnya, **perkembangan teori atom** dijelaskan melalui perjalanan ilmiah dari Democritus yang pertama kali mencetuskan konsep atom, hingga teori-teori lebih lanjut yang diajukan oleh ilmuwan seperti John Dalton, J.J. Thomson, Ernest Rutherford, dan Niels Bohr, yang masing-masing memberikan kontribusi penting dalam membentuk pemahaman kita tentang atom dan struktur mikroskopisnya. Pada bagian berikutnya, **sistem periodik unsur** menunjukkan bagaimana unsur-unsur kimia diorganisir dalam tabel periodik berdasarkan sifat keperiodikan mereka. Sistem ini terdiri dari golongan, periode, nomor atom, dan blok unsur yang memungkinkan kita untuk memahami pola sifat fisik dan kimia unsur. Terakhir, pembahasan mengenai **sifat keperiodikan unsur** mengungkapkan tren dalam energi ionisasi, elektronegativitas, jari-jari atom, dan afinitas elektron, yang semakin memperkaya pemahaman kita tentang interaksi antar unsur dalam reaksi kimia. Secara keseluruhan, bab ini memberikan wawasan penting mengenai bagaimana atom dan unsur-unsur dalam tabel periodik saling berhubungan, serta bagaimana sifat-sifat mereka dapat diprediksi berdasarkan posisi mereka dalam sistem periodik.

Latihan Soal

1. Konfigurasi elektron dari atom $^{40}_{29}\text{Ca}$ menurut teori atom Bohr adalah ...
 - a. 2 8 10
 - b. 2 8 8 2
 - c. 2 8 18 12
 - d. 2 8 18 8 4
 - e. 2 8 18 18 2
2. Elektron valensi dari $^{14}_7\text{N}$ adalah ...
 - a. 2
 - b. 4
 - c. 5
 - d. 7
 - e. 9
3. Jumlah proton, neutron, dan elektron dari $^{27}_{13}\text{Al}$ adalah ...
 - a. 13, 27, dan 13
 - b. 13, 14, dan 13
 - c. 14, 13, dan 13
 - d. 14, 14, dan 13
 - e. 27, 14, dan 13
4. Unsur X mempunyai konfigurasi elektron 2 8 8 1, di dalam sistem periodik, unsur X terletak pada ...
 - a. Golongan IVA, periode pertama
 - b. Golongan IVB, periode pertama
 - c. Golongan IA, periode ketiga
 - d. Golongan IA, periode pertama
 - e. Golongan IA, periode keempat
5. Berikut ini adalah pernyataan tentang penemuan teori atom. Manakah yang sesuai dengan penemuan masing-masing ilmuwan terkait teori atom?
 - a. John Dalton menyatakan bahwa atom adalah bola pejal yang tidak dapat dibagi lagi.
 - b. J.J. Thomson menemukan elektron melalui eksperimen sinar katoda dan mengusulkan model atom seperti kue plum.

- c. Ernest Rutherford mengemukakan bahwa atom terdiri dari inti yang sangat kecil dan bermuatan positif dengan elektron yang mengorbit.
 - d. Niels Bohr mengembangkan model atom dengan menyarankan bahwa elektron mengorbit pada orbit-orbit yang terpisah dengan tingkat energi tertentu.
 - e. Semua jawaban di atas benar.
6. Unsur dengan nomor atom 11 akan mempunyai sifat yang mirip dengan unsur yang mempunyai nomor atom ...
- a. 3
 - b. 7
 - c. 12
 - d. 15
 - e. 18
7. Pasangan unsur yang berada dalam satu golongan adalah ...
- a. Natrium dan Kalium
 - b. Karbon dan Silikon
 - c. Nitrogen dan Oksigen
 - d. Aluminium dan Xenon
 - e. Magnesium dan Besi

**Akses latihan soal
lainnya di sini yuk!**



Referensi

- Atkins, P., & Jones, L. (2010). *Chemical Principles: The Quest for Insight* (5th ed.). W.H. Freeman and Company.
- Barrett, C. A. (2017). *The Periodic Table: A Very Short Introduction*. Oxford University Press.
- Berg, J. M., Tymoczko, J. L., & Gatto, G. J. (2012). *Biochemistry* (7th ed.). W.H. Freeman and Company.
- Brown, T. L., LeMay, H. E., & Bursten, B. E. (2015). *Chemistry: The Central Science* (13th ed.). Pearson.
- Chang, R. (2014). *Chemistry: A Molecular Approach* (2nd ed.). Pearson.
- DeVore, J. R., & Schreyer, D. D. (2016). *Chemistry: A Framework for Understanding Matter*. Academic Press.
- Hall, J. W. (2012). *Principles of General Chemistry* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Harris, D. C. (2015). *Quantitative Chemical Analysis* (9th ed.). W.H. Freeman and Company.
- Kotz, J. C., Treichel, P. M., & Townsend, J. R. (2015). *Chemistry & Chemical Reactivity* (9th ed.). Cengage Learning.
- McMurry, J., & Fay, R. C. (2016). *Chemistry: A Contemporary Approach* (7th ed.). Pearson.
- McQuarrie, D. A., & Simon, J. D. (2011). *Physical Chemistry: A Molecular Approach*. University Science Books.
- Mortimer, C. E. (2013). *Chemistry: A Conceptual Approach*. John Wiley & Sons.
- Petrucci, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., & Bissonnette, C. (2017). *General Chemistry: Principles and Modern Applications* (11th ed.). Pearson.
- Reusch, W. (2013). *The Development of the Atomic Theory*. University of Michigan Chemistry Department.
- Zumdahl, S. S., & Zumdahl, S. A. (2019). *Chemistry: An Atoms First Approach* (3rd ed.). Cengage Learning.



BAB 3:

KETERIKATAN ANTARATOM DALAM PEMBENTUKAN MOLEKUL

Karakter Pelajar Pancasila

Mandiri: Belajar mandiri memahami kestabilan dan ikatan kimia.

Bernalar Kritis: Menganalisis ikatan dan interaksi molekul secara logis.

Gotong Royong: Bekerja sama memahami sifat senyawa.

Kreatif: Menjelaskan bentuk dan gaya molekul dengan cara inovatif.

Tujuan Pembelajaran: Memahami dan Menganalisis Kestabilan Atom, Ikatan Kimia dan Interaksi Antar Molekul

1. Memahami Hubungan Konfigurasi Elektron dengan Kestabilan Atom

- ▷ Menyadari pentingnya kestabilan atom untuk membentuk senyawa.
- ▷ Menganalisis dampak ketidakstabilan atom terhadap reaksi kimia.

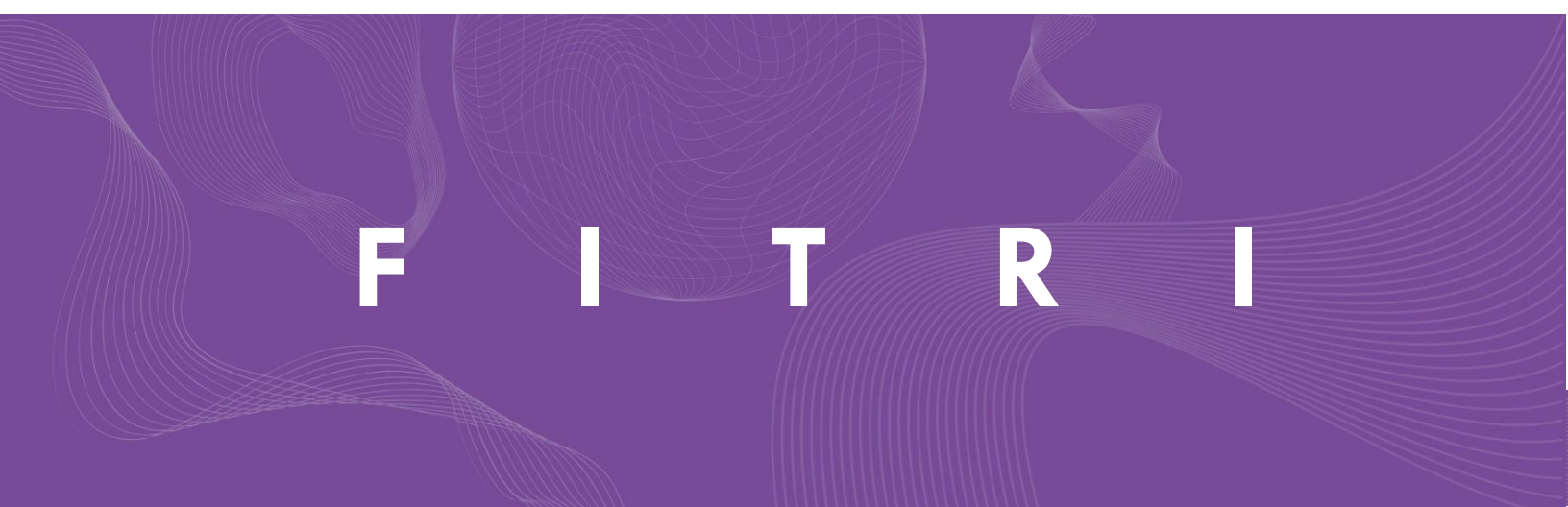
2. Menganalisis Jenis Ikatan Kimia dan Sifat-Sifat Senyawa

- ▷ Mengidentifikasi terjadinya ikatan ionik dan kovalen.
- ▷ Menganalisis sifat-sifat senyawa yang terbentuk dari ikatan tersebut.

• **Kata Kunci:** Kestabilan atom, Konfigurasi elektron, Ikatan ionik, Ikatan kovalen, Bentuk molekul, Pasangan elektron ikatan, Pasangan elektron bebas, Gaya antarmolekul, Gaya van der Waals, Ikatan hidrogen.

3. Mempelajari Struktur Molekul dan Interaksi Antar Molekul

- ▷ Menemukan hubungan antara pasangan elektron ikatan dan bentuk molekul.
- ▷ Menganalisis gaya natarmolekul dan pengaruhnya terhadap sifat suatu zat.



F I T R I



1. Kestabilan dan Ketidakstabilan Atom

Setiap atom memiliki kecenderungan untuk mencapai keadaan stabil, yang biasanya terjadi ketika lapisan elektron terluar (kulit valensi) penuh. Keadaan stabil ini sangat penting dalam menentukan sifat kimia suatu unsur. Namun, tidak semua atom berada dalam keadaan stabil. Atom yang tidak stabil cenderung untuk membentuk ikatan kimia dengan atom lain guna mencapai kestabilan tersebut.

Pada dasarnya, atom stabil memiliki konfigurasi elektron yang lebih teratur dan cenderung tidak reaktif, sedangkan atom tidak stabil cenderung bereaksi dengan atom lain untuk mencapai konfigurasi yang lebih stabil. Proses ini terjadi melalui pembentukan ikatan kimia, baik itu ikatan ionik, kovalen, atau jenis ikatan lainnya.

Konfigurasi Elektron Atom Stabil dan Tidak Stabil

Dalam model Bohr, elektron-elektron atom mengelilingi inti atom dalam orbit-orbit tertentu, yang disebut sebagai kulit elektron. Setiap kulit ini memiliki kapasitas tertentu, di mana jumlah maksimal elektron yang dapat ditempatkan di masing-masing kulit mengikuti aturan berikut:

- ▷ **Kulit pertama (K):** Maksimal 2 elektron
- ▷ **Kulit kedua (L):** Maksimal 8 elektron
- ▷ **Kulit ketiga (M):** Maksimal 8 elektron
- ▷ **Kulit keempat (N):** Maksimal 18 elektron

Atom berusaha mencapai kestabilan dengan mengisi kulit elektron secara berurutan hingga mencapai konfigurasi yang stabil. Atom yang memiliki kulit terluar penuh atau mendekati penuh akan cenderung stabil dan tidak mudah bereaksi. Di sisi lain, atom yang kulit terluarnya tidak penuh cenderung berikatan dengan atom lain untuk mencapai kestabilan.



Konfigurasi elektron model Bohr – thehistoryoftheatom.com

a. Atom Stabil

Atom stabil memiliki konfigurasi elektron yang penuh di kulit valensinya (kulit terluar), sehingga atom ini cenderung tidak berreaksi dan lebih stabil. Dengan mengikuti aturan 2-8-8 dan seterusnya, atom stabil akan memiliki kulit terluar yang penuh dengan elektron. Contoh konfigurasi elektron atom stabil:

1) Atom Neon (Ne) - Nomor atom 10

- ▷ Konfigurasi: 2,8
- ▷ Neon memiliki dua kulit elektron, dengan kulit pertama terisi 2 elektron dan kulit kedua terisi 8 elektron. Kulit kedua yang terisi penuh membuat Neon menjadi atom yang sangat stabil dan tidak reaktif.



Konfigurasi elektron Neon Niels Bohr – shutterstock.com/2344240742

2) Atom Argon (Ar) - Nomor atom 18

- ▷ Konfigurasi: 2,8,8

- ▷ Argon memiliki tiga kulit elektron. Kulit pertama terisi 2 elektron, kulit kedua terisi 8 elektron, dan kulit ketiga terisi 8 elektron. Argon sangat stabil karena kulit ketiga juga terisi penuh.

3) Atom Krypton (Kr) - Nomor atom 36

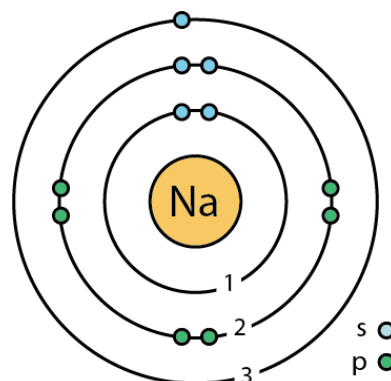
- ▷ Konfigurasi: 2,8,18,8
- ▷ Krypton memiliki empat kulit elektron. Kulit pertama terisi 2 elektron, kulit kedua terisi 8 elektron, kulit ketiga terisi 18 elektron, dan kulit keempat terisi 8 elektron. Kulit keempat yang terisi penuh membuat Krypton sangat stabil, mirip dengan gas mulia lainnya.

b. Atom Tidak Stabil

Atom tidak stabil memiliki konfigurasi elektron di kulit terluarnya yang belum penuh, sehingga atom tersebut cenderung bereaksi dengan atom lain untuk mengisi kulit terluarnya dan mencapai konfigurasi yang stabil. Contoh atom yang tidak stabil:

1) Atom Natrium (Na) - Nomor atom 11

- ▷ Konfigurasi: 2,8,1
- ▷ Natrium memiliki tiga kulit elektron. Kulit pertama terisi 2 elektron, kulit kedua terisi 8 elektron, dan kulit ketiga hanya terisi 1 elektron. Atom ini tidak stabil karena kulit ketiga tidak penuh, sehingga Natrium cenderung melepaskan elektron tersebut untuk mencapai konfigurasi yang lebih stabil, yaitu seperti Neon (2,8).



Konfigurasi elektron Natrium Niels Bohr – commons.wikimedia.org

2) Atom Fluor (F) - Nomor atom 9

- ▷ Konfigurasi: 2,7
- ▷ Fluor memiliki dua kulit elektron. Kulit pertama terisi 2 elektron, dan kulit kedua terisi 7 elektron. Fluor sangat reaktif karena hanya kekurangan satu elektron untuk mengisi kulit keduanya, sehingga cenderung menarik elektron dari atom lain untuk mencapai konfigurasi stabil dengan 8 elektron pada kulit valensinya.

3) Atom Kalium (K) - Nomor atom 19

- ▷ Konfigurasi: 2,8,8,1
- ▷ Kalium memiliki empat kulit elektron. Kulit pertama terisi 2 elektron, kulit kedua terisi 8 elektron, kulit ketiga terisi 8 elektron, dan kulit keempat hanya terisi 1 elektron. Atom Kalium tidak stabil karena kulit keempatnya belum penuh, sehingga Kalium cenderung melepaskan elektron pada kulit keempat untuk mencapai konfigurasi yang lebih stabil, seperti Argon (2,8,8).

c. Kestabilan Atom

Atom yang memiliki konfigurasi elektron penuh di kulit terluarnya (seperti Gas Mulia) cenderung stabil dan tidak mudah bereaksi dengan atom lain. Sebaliknya, atom yang kulit terluarnya tidak penuh akan lebih cenderung untuk membentuk ikatan kimia dengan atom lain untuk mencapai konfigurasi yang lebih stabil. Atom yang stabil memiliki konfigurasi 2,8,8, dan seterusnya, di mana kulit valensi mereka terisi penuh, mengurangi kemungkinan mereka untuk berreaksi.

Contoh soal konfigurasi elektron model Bohr

Manakah dari atom berikut ini yang memiliki konfigurasi elektron yang sesuai dengan aturan model Bohr 2-8-8-18?

- A. Karbon
- B. Neon
- C. Kalsium
- D. Kripton
- E. Natrium

Jawaban: D. Kripton

Penjelasan:

Atom Kripton (Kr) - Nomor atom 36

- ▷ Konfigurasi elektron: 2,8,18,8
- ▷ Kripton memiliki 36 elektron, dengan 2 elektron di kulit pertama, 8 elektron di kulit kedua, 18 elektron di kulit ketiga, dan 8 elektron di kulit keempat. Konfigurasi ini **sesuai dengan aturan 2-8-8-18**



Tahukah Kamu?

- ▷ Obat seperti **potassium chloride (KCl)** mengandung senyawa ionik yang digunakan untuk menggantikan ion kalium dalam tubuh, yang penting untuk fungsi jantung dan otot.
- ▷ Senyawa ionik ini diserap dalam darah untuk membantu menjaga keseimbangan elektrolit tubuh, yang penting untuk fungsi normal sel dan organ.





2. Pembentukan dan Karakteristik Ikatan Ionik

Ikatan ionik adalah jenis ikatan kimia yang terbentuk akibat transfer elektron dari satu atom ke atom lain. Proses ini menghasilkan dua ion dengan muatan berlawanan, yang kemudian saling tarik-menarik karena gaya elektrostatis. Ikatan ionik biasanya terjadi antara unsur yang memiliki perbedaan elektronegativitas yang besar, di mana satu atom cenderung melepaskan elektron (menjadi ion positif atau kation) dan atom lainnya menerima elektron (menjadi ion negatif atau anion).

Ikatan ini sering kali ditemukan antara logam dan non-logam. Misalnya, pada senyawa natrium klorida (NaCl), atom natrium (Na) melepaskan satu elektron untuk menjadi kation Na^+ , sementara atom klor (Cl) menerima elektron tersebut untuk menjadi anion Cl^- . Gaya tarik-menarik antara ion Na^+ dan Cl^- membentuk ikatan ionik yang kuat dan stabil.

Mekanisme Pembentukan Ikatan Ionik

Ikatan ionik terbentuk ketika terjadi pemindahan elektron antara dua atom yang memiliki perbedaan elektronegativitas yang signifikan. Atom yang lebih mudah melepaskan elektron akan menjadi ion positif (kation), sedangkan atom yang menerima elektron akan menjadi ion negatif (anion). Gaya tarik elektrostatis antara dua ion dengan muatan berlawanan inilah yang membentuk ikatan ionik yang kuat.

a. Proses Pembentukan Ikatan Ionik

1) Transfer Elektron

Ikatan ionik biasanya terjadi antara unsur logam dan non-logam. Logam, yang memiliki jumlah elektron valensi yang lebih sedikit, cenderung melepaskan elektron dan menjadi kation (ion positif). Sebaliknya, non-logam yang memiliki kecenderungan untuk menerima elektron akan menjadi anion (ion negatif). Pada reaksi antara natrium (Na) dan klor (Cl):

- ▷ **Natrium (Na):** Memiliki konfigurasi elektron 2,8,1 di kulit valensinya. Untuk mencapai kestabilan seperti gas mulia, natrium akan melepaskan satu elektron dari kulit terluarnya, sehingga menjadi ion positif (Na^+).
- ▷ **Klor (Cl):** Memiliki konfigurasi elektron 2,8,7 di kulit valensinya. Untuk mencapai kestabilan, klor akan menerima satu elektron dari natrium, sehingga menjadi ion negatif (Cl^-).

2) Pembentukan Ion

Setelah elektron dipindahkan, natrium menjadi kation (Na^+) dan klor menjadi anion (Cl^-). Kation Na^+ dan anion Cl^- memiliki muatan yang berlawanan, sehingga keduanya saling tarik-menarik satu sama lain.

3) Pembentukan Ikatan Ionik

Gaya elektrostatis yang muncul antara dua ion dengan muatan berlawanan ini adalah kekuatan yang memegang kedua ion tersebut bersama-sama. Ikatan ionik ini sangat kuat dan membentuk senyawa yang stabil, seperti natrium klorida (NaCl).



*Ilustrasi pembentukan NaCl –
shutterstock.com/1633467409*

b. Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Ikatan Ionik

- ▷ **Perbedaan Elektronegativitas:** Ikatan ionik terbentuk antara atom yang memiliki perbedaan elektronegativitas yang cukup besar. Elektronegativitas adalah kemampuan atom untuk menarik pasangan elektron dalam ikatan kimia. Logam (seperti natrium) memiliki elektronegativitas yang lebih rendah dibandingkan non-logam (seperti klor), yang memungkinkan transfer elektron yang efisien.
- ▷ **Energi Ionisasi dan Afinitas Elektron:** Energi ionisasi adalah energi yang dibutuhkan untuk melepaskan elektron dari atom, sementara afinitas elektron adalah energi yang dilepaskan saat atom menerima elektron. Untuk pembentukan ikatan ionik yang stabil, energi ionisasi harus lebih rendah dari afinitas elektron, memungkinkan elektron untuk dipindahkan dengan mudah.

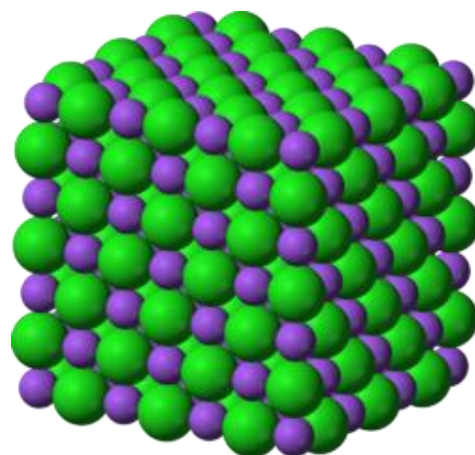
Sifat Fisik dan Kimia Senyawa Ionik

Senyawa ionik terbentuk melalui ikatan ionik, di mana atom-atom dengan muatan berlawanan saling tarik-menarik karena gaya elektrostatis yang kuat. Senyawa ionik biasanya terdiri dari unsur logam dan non-logam, seperti natrium klorida (NaCl), magnesium oksida (MgO), dan kalsium fluoride (CaF_2). Senyawa-senyawa ini memiliki sejumlah sifat fisik dan kimia yang khas karena adanya ikatan ionik yang kuat di antara ion-ionnya.

Sifat-sifat senyawa ionik ini sangat dipengaruhi oleh kekuatan ikatan antar ion, serta struktur kristalnya yang teratur. Beberapa sifat utama senyawa ionik meliputi kelarutan dalam air, titik lebur yang tinggi, dan kemampuannya untuk menghantarkan listrik ketika larut dalam air atau ketika dilelehkan.

a. Kristalnya Keras tetapi Rapuh

Senyawa ionik memiliki struktur kristal yang teratur dan rapat, di mana ion-ion dengan muatan berlawanan saling berdekatan dan membentuk kisi-kisi tiga dimensi. Struktur ini memberikan kekuatan mekanik yang tinggi, menjadikan senyawa ionik keras dan sulit untuk dihancurkan dengan tekanan biasa. Namun, karena ikatan ionik bersifat sangat kuat tetapi tidak fleksibel, senyawa ionik cenderung rapuh. Ketika senyawa ionik diberikan tekanan, lapisan ion yang sejenis (positif atau negatif) dapat tergerak dan berdekatan satu sama lain. Karena gaya tolak-menolak antar ion sejenis ini, senyawa ionik bisa pecah atau retak, menjadikannya rapuh meskipun keras. Contoh: Kristal garam (NaCl) sangat keras, tetapi jika terkena pukulan atau tekanan yang cukup kuat, kristalnya akan pecah dengan mudah.



Struktur kristal Na (ungu) dan Cl (hijau) – id.wikipedia.org

b. Mempunyai Titik Lebur dan Titik Didih yang Tinggi

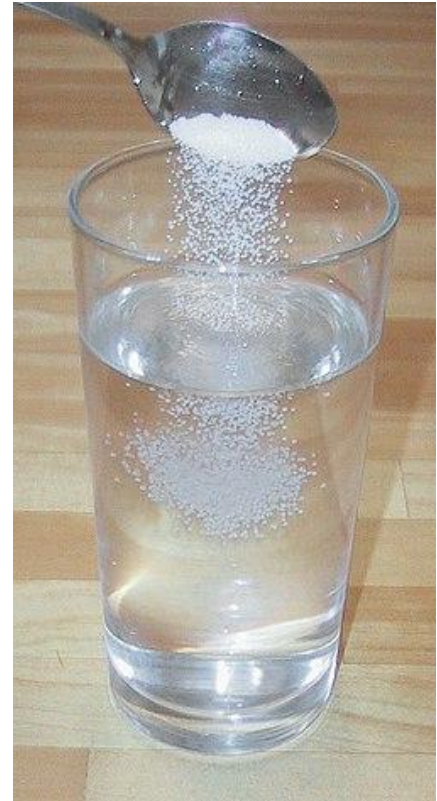
Senyawa ionik memiliki titik lebur dan titik didih yang tinggi karena ikatan ionik antar ion sangat kuat. Untuk melepaskan ion-ion yang terikat dalam struktur kristalnya, dibutuhkan banyak energi. Sebagai contoh, untuk melelehkan senyawa ionik, energi yang diperlukan untuk mengatasi gaya tarik elektrostatis antara ion-ion harus cukup besar. Titik lebur dan titik didih yang tinggi ini menunjukkan bahwa senyawa ionik stabil pada suhu tinggi dan memiliki kestabilan termal yang baik. Ini adalah salah satu alasan mengapa banyak senyawa ionik digunakan pada suhu tinggi, seperti garam yang digunakan dalam proses pengolahan makanan atau industri kimia. Natrium klorida (NaCl) memiliki titik lebur sekitar 801°C dan titik didih 1413°C , yang menunjukkan bahwa senyawa ini memiliki ikatan yang sangat kuat.

c. Mudah Larut di dalam Air

Senyawa ionik cenderung mudah larut dalam air karena air adalah pelarut polar yang dapat memecah ikatan antara ion-ion dalam senyawa ionik. Molekul air memiliki kutub positif dan negatif (polar), sehingga ion-ion dalam senyawa ionik dapat dikelilingi oleh molekul air, yang membantu memisahkan ion-ion tersebut. Ion-ion dalam senyawa ionik akan terionisasi saat larut dalam air, membentuk larutan yang mengandung ion bebas. Ini adalah alasan mengapa banyak senyawa ionik, seperti garam, dapat larut dengan mudah dalam air. Ketika natrium klorida (NaCl) ditambahkan ke dalam air, ion Na^+ dan Cl^- akan terpisah dan bergerak bebas di dalam larutan.

d. Menghantarkan Listrik dalam Keadaan Cair dan Larutan

Senyawa ionik hanya dapat menghantarkan listrik ketika larut dalam air atau ketika dilelehkan. Hal ini disebabkan karena dalam keadaan padat, ion-ion dalam senyawa ionik tidak dapat bergerak bebas. Namun, ketika senyawa ionik larut dalam air atau dilelehkan, ion-ionnya akan terpisah dan menjadi bebas bergerak. Ion yang bergerak bebas ini dapat membawa muatan listrik, sehingga larutan atau cairan senyawa ionik dapat menghantarkan listrik. Larutan garam (NaCl) dalam air menghantarkan listrik karena ion-ion Na^+ dan Cl^- yang terpisah dapat bergerak bebas dan membawa arus listrik.



Melarutkan garam dalam air – id.wikipedia.org

Contoh soal ikatan ionik

Manakah dari sifat berikut yang merupakan ciri khas senyawa ionik?

- A. Mudah terbakar saat terkena panas
- B. Memiliki titik lebur dan didih yang rendah
- C. Menghantarkan listrik dalam keadaan padat
- D. Larut dalam air dan dapat menghantarkan listrik dalam keadaan cair
- E. Tidak dapat membentuk kristal yang teratur

Jawaban:

- D. Larut dalam air dan dapat menghantarkan listrik dalam keadaan cair

Penjelasan:

Senyawa ionik, seperti natrium klorida (NaCl), memiliki beberapa sifat khas yang membedakannya dari senyawa lainnya. Salah satu sifat utama senyawa ionik adalah kemampuannya untuk larut dalam air dan membentuk larutan yang dapat menghantarkan listrik. Hal ini terjadi karena ketika senyawa ionik larut dalam air, ion-ion yang terpisah (misalnya Na^+ dan Cl^-) dapat bergerak bebas dalam larutan dan membawa muatan listrik. Namun, dalam keadaan padat, senyawa ionik tidak menghantarkan listrik karena ion-ionnya terikat dalam kisi kristal yang kaku dan tidak dapat bergerak. Selain itu, senyawa ionik memiliki titik lebur dan titik didih yang tinggi, disebabkan oleh kuatnya gaya tarik elektrostatis antara ion positif dan negatif. Gaya tarik yang kuat ini memerlukan banyak energi untuk memecah struktur kristalnya. Terakhir, senyawa ionik selalu membentuk kristal yang teratur karena ion-ionnya terorganisir dengan cara yang sistematis, memastikan struktur yang stabil dan rapat.



3. Pembentukan dan Karakteristik Ikatan Kovalen

Ikatan kovalen terbentuk ketika dua atom berbagi pasangan elektron untuk mencapai kestabilan konfigurasi elektron. Berbeda dengan ikatan ionik, di mana elektron dipindahkan dari satu atom ke atom lain, pada ikatan kovalen, elektron-elektron tersebut **dibagikan bersama** antara atom-atom yang terlibat. Ikatan ini umumnya terjadi antara unsur non-logam yang memiliki elektronegativitas yang hampir sama atau serupa.

Ikatan kovalen sangat penting dalam pembentukan senyawa yang kita temui sehari-hari, seperti air (H_2O) dan karbon dioksida (CO_2), yang keduanya melibatkan berbagi elektron antar atom. Keunikan ikatan kovalen terletak pada variasi kekuatan ikatan tersebut, yang bisa berupa **ikatan tunggal**, **ikatan ganda**, atau **ikatan tripel**, tergantung pada jumlah pasangan elektron yang dibagikan.

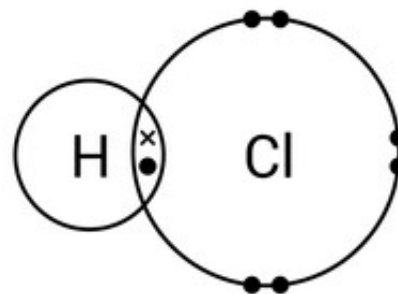
Mekanisme Pembentukan Ikatan Kovalen

Ikatan kovalen terbentuk ketika dua atom berbagi satu atau lebih pasangan elektron untuk mencapai konfigurasi elektron yang stabil pada kulit valensinya. Dalam ikatan ini, elektron-elektron tidak dipindahkan seperti pada ikatan ionik, melainkan dibagikan bersama antara dua atom yang terlibat dalam ikatan. Proses ini umumnya terjadi antara atom-atom dari unsur non-logam yang memiliki elektronegativitas serupa atau hampir sama.

a. Proses Pembentukan Ikatan Kovalen:

1) Berbagi Elektron

Ketika dua atom mendekat satu sama lain, mereka akan saling menarik elektron-elektron di kulit valensinya. Jika kedua atom tersebut memiliki elektronegativitas yang cukup mirip, keduanya akan berbagi pasangan elektron untuk mencapai kestabilan. Sebagai contoh, dua atom hidrogen (H) akan berbagi sepasang elektron, membentuk **ikatan kovalen tunggal**.



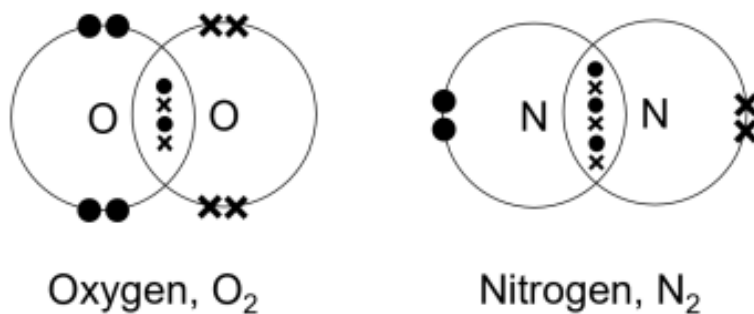
*Ikatan kovalen tunggal HCl –
shutterstock.com/2065833083*

2) Pencapaian Konfigurasi Stabil

Setiap atom dalam ikatan kovalen berusaha untuk mencapai konfigurasi elektron yang stabil, yang biasanya mengikuti aturan oktet (untuk atom non-logam). Dengan berbagi elektron, setiap atom dapat mengisi kulit terluarnya dengan jumlah elektron yang sesuai dengan kestabilan yang diinginkan. Sebagai contoh, dalam molekul air (H_2O), atom oksigen berbagi dua pasang elektron dengan dua atom hidrogen, sehingga setiap atom memiliki konfigurasi yang stabil.

3) Jenis Ikatan Kovalen

- ▷ **Ikatan Kovalen Tunggal:** Terbentuk ketika dua atom berbagi satu pasang elektron. Contohnya adalah molekul hidrogen (H_2) yang terbentuk ketika dua atom hidrogen berbagi satu pasang elektron.
- ▷ **Ikatan Kovalen Ganda:** Terbentuk ketika dua atom berbagi dua pasang elektron. Sebagai contoh, dalam molekul oksigen (O_2), dua atom oksigen berbagi dua pasang elektron.
- ▷ **Ikatan Kovalen Tripel:** Terbentuk ketika dua atom berbagi tiga pasang elektron. Molekul nitrogen (N_2) adalah contoh di mana dua atom nitrogen berbagi tiga pasang elektron untuk membentuk ikatan kovalen tripel.



Ikatan kovalen ganda dan tripel – chemmnotcheem.com

b. Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Ikatan Kovalen:

- ▷ **Elektronegativitas:** Elektronegativitas adalah kecenderungan atom untuk menarik pasangan elektron. Atom dengan elektronegativitas yang hampir sama akan cenderung membentuk ikatan kovalen, karena perbedaan gaya tarik menarik mereka terhadap elektron sangat kecil. Sebagai contoh, ikatan antara dua atom hidrogen (H) atau antara dua atom oksigen (O) cenderung menghasilkan ikatan kovalen.
- ▷ **Ukuran Atom:** Atom yang lebih kecil cenderung lebih mudah berbagi elektron, karena jarak antara inti dan elektron valensinya lebih pendek, sehingga gaya tarik menarik antara inti dan elektron menjadi lebih kuat.

Ikatan Kovalen Koordinasi

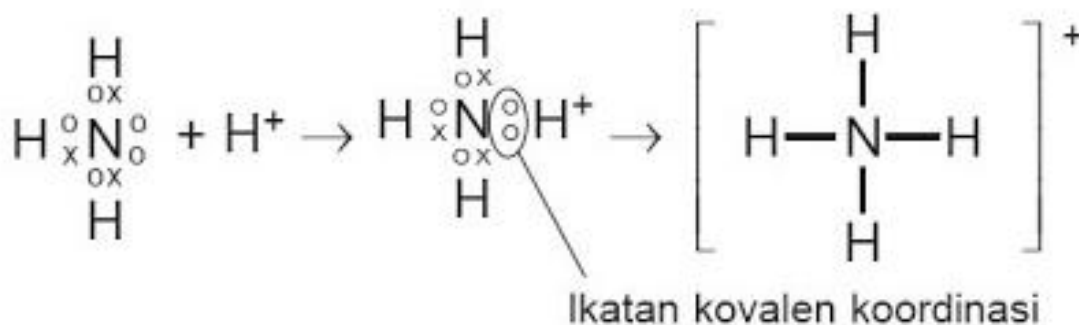
Ikatan kovalen koordinasi (juga dikenal sebagai ikatan datif) adalah jenis ikatan kovalen di mana satu atom menyediakan pasangan elektron untuk dibagikan dengan atom lain yang kekurangan elektron pada kulit valensinya. Dalam ikatan ini, hanya satu atom yang menyumbangkan pasangan elektron untuk membentuk ikatan, sedangkan atom yang lainnya hanya menerima pasangan elektron tersebut. Berikut adalah proses pembentukan ikatan kovalen koordinasi:

1) Pemberian Pasangan Elektron:

- ▷ Dalam ikatan kovalen biasa, kedua atom berbagi pasangan elektron secara merata. Namun, pada ikatan kovalen koordinasi, satu atom akan menyumbangkan pasangan elektron yang tidak terikat (pasangan elektron bebas) kepada atom lain yang membutuhkan pasangan elektron untuk mencapai kestabilan.
- ▷ Atom yang memberikan pasangan elektron disebut sebagai **donor**, sedangkan atom yang menerima pasangan elektron disebut sebagai **akseptor**.

2) Contoh Ikatan Kovalen Koordinasi:

Salah satu contoh yang paling terkenal dari ikatan kovalen koordinasi adalah pembentukan **ion amonium (NH_4^+)**. Dalam hal ini, atom nitrogen (N) memiliki satu pasangan elektron bebas, dan ia menyumbangkan pasangan elektron tersebut untuk membentuk ikatan dengan ion hidrogen (H^+). Sebagai hasilnya, ion amonium (NH_4^+) terbentuk, di mana nitrogen bertindak sebagai donor elektron dan hidrogen bertindak sebagai akseptor.



[Ikatan kovalen koordinasi NH₄ – educhemistryblog.wordpress.com/Eva Luthfiana](http://educhemistryblog.wordpress.com/Eva-Luthfiana)

3) Karakteristik Ikatan Kovalen Koordinasi:

- ▷ Ikatan kovalen koordinasi tetap memiliki sifat yang mirip dengan ikatan kovalen biasa, karena elektron yang dibagi tetap berada dalam pasangan elektron. Namun, perbedaannya adalah bahwa hanya satu atom yang menyumbangkan pasangan elektron.
- ▷ Ikatan ini biasanya terjadi antara atom dengan pasangan elektron bebas, seperti unsur-unsur golongan V, VI, dan VII, dengan atom yang memiliki kekurangan elektron, seperti ion logam beroksidasi tinggi.

4) Contoh Lain Ikatan Kovalen Koordinasi:

- ▷ Ion Hidrogen Fluorida (HF) dengan Ion Fluorin (F⁻):

Ion fluorin (F⁻) yang memiliki pasangan elektron bebas dapat membentuk ikatan kovalen koordinasi dengan ion hidrogen (H⁺), membentuk ion fluorin yang terkoordinasi.

- ▷ Ion Besi (III) dan Ammonia:

Dalam senyawa seperti kompleks besi(III) amonia (Fe(NH₃)₆³⁺), atom nitrogen pada molekul amonia menyumbangkan pasangan elektron untuk membentuk ikatan kovalen koordinasi dengan ion besi(III), di mana besi bertindak sebagai akseptor dan nitrogen sebagai donor elektron.

5) Keistimewaan Ikatan Kovalen Koordinasi

Ikatan kovalen koordinasi sangat penting dalam pembentukan senyawa kompleks, terutama dalam kimia koordinasi dan biokimia. Senyawa kompleks ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti dalam proses katalisis dan dalam tubuh makhluk hidup untuk transportasi oksigen (seperti dalam hemoglobin).

Senyawa Kovalen Polar dan Nonpolar

Senyawa kovalen terbentuk ketika dua atom berbagi pasangan elektron, tetapi sifat polaritas suatu molekul tergantung pada distribusi elektron di dalam ikatan tersebut. Ketika dua atom yang terikat dalam suatu molekul memiliki elektronegativitas yang berbeda, pasangan elektron yang dibagi akan lebih cenderung berada lebih dekat dengan atom yang lebih elektronegatif. Hal ini menyebabkan terbentuknya kutub positif dan negatif dalam molekul, menjadikannya **polar**. Sebaliknya, jika dua atom yang terikat memiliki elektronegativitas yang hampir sama, maka pasangan elektron akan terdistribusi secara merata, menjadikan molekul tersebut **nonpolar**.

a. Senyawa Kovalen Polar

Senyawa kovalen polar terjadi ketika ada perbedaan yang signifikan dalam elektronegativitas antara dua atom yang terikat. Elektronegativitas adalah kecenderungan suatu atom untuk menarik pasangan elektron dalam ikatan. Jika atom yang lebih elektronegatif menarik pasangan elektron lebih kuat, atom

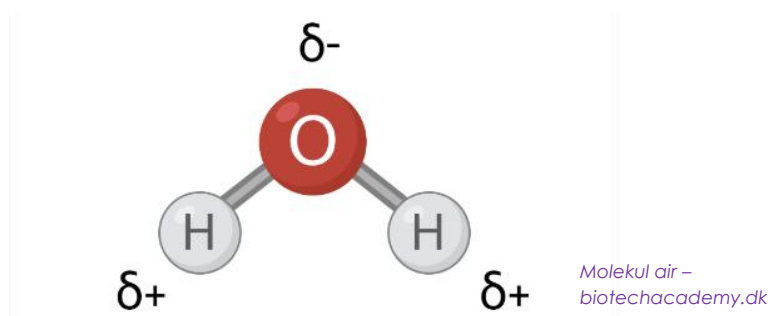
tersebut akan memperoleh muatan negatif parsial (δ^-), sementara atom lainnya akan memperoleh muatan positif parsial (δ^+).

1) Ciri-ciri Senyawa Kovalen Polar:

- ▷ **Perbedaan Elektronegativitas:** Molekul polar terbentuk ketika dua atom yang terikat memiliki perbedaan besar dalam elektronegativitas. Sebagai contoh, dalam molekul **air (H_2O)**, atom oksigen lebih elektronegatif dibandingkan hidrogen, sehingga pasangan elektron lebih cenderung berada di sekitar oksigen. Hal ini menyebabkan atom oksigen memiliki muatan negatif parsial dan atom hidrogen memiliki muatan positif parsial, menjadikan air molekul polar.
- ▷ **Pola Bentuk Geometris Molekul:** Molekul polar sering memiliki bentuk yang tidak simetris. Misalnya, molekul air memiliki bentuk **bent** atau **V-shaped**, yang menyebabkan kutub positif dan negatif yang terpisah, sehingga molekulnya menjadi polar.

2) Contoh Senyawa Kovalen Polar:

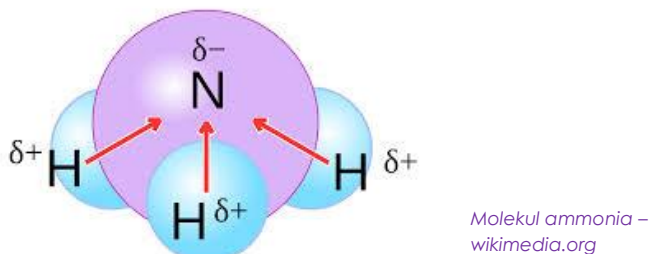
- ▷ **Air (H_2O):** Molekul air adalah contoh senyawa kovalen polar, di mana atom oksigen menarik pasangan elektron lebih kuat daripada atom hidrogen.



- ▷ **Ammonia (NH_3):** Ammonia juga merupakan molekul polar karena atom nitrogen lebih elektronegatif dibandingkan dengan atom hidrogen, menyebabkan distribusi muatan yang tidak merata.

b. Senyawa Kovalen Nonpolar

Senyawa kovalen nonpolar terbentuk ketika atom-atom yang terikat memiliki **elektronegativitas yang hampir sama**, sehingga pasangan elektron dibagi secara merata antara kedua atom tersebut. Dalam molekul nonpolar, tidak ada pemisahan kutub positif dan negatif karena distribusi elektron yang simetris.



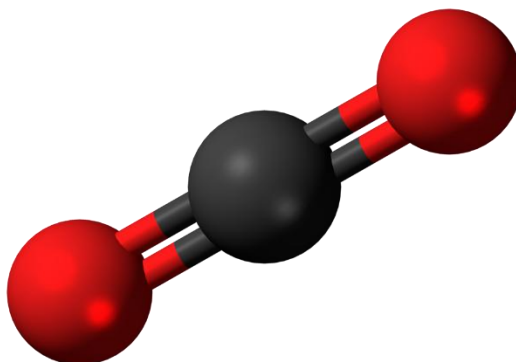
1) Ciri-ciri Senyawa Kovalen Nonpolar:

- ▷ **Elektronegativitas Sama:** Molekul nonpolar terjadi ketika atom-atom yang terikat memiliki elektronegativitas yang hampir sama atau identik. Contohnya adalah dalam molekul **gas mulia** (seperti nitrogen, N_2 atau oksigen, O_2) yang memiliki dua atom yang identik, sehingga elektron dibagi secara merata.

- ▷ **Pola Bentuk Geometris Molekul:** Molekul nonpolar sering memiliki bentuk simetris yang memungkinkan distribusi elektron yang merata. Molekul seperti **karbon dioksida (CO_2)** memiliki bentuk linier, sehingga elektron dibagi secara merata di antara kedua atom oksigen.

2) Contoh Senyawa Kovalen Nonpolar:

- ▷ **Nitrogen (N_2):** Molekul nitrogen adalah senyawa kovalen nonpolar karena kedua atom nitrogen memiliki elektronegativitas yang sama, sehingga pasangan elektron dibagi merata.
- ▷ **Karbon Dioksida (CO_2):** Meskipun terdapat perbedaan elektronegativitas antara karbon dan oksigen, molekul CO_2 memiliki bentuk linier yang menyebabkan distribusi elektron yang simetris, menjadikannya nonpolar.



Geometris molekul karbon dioksida – [wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CO2_ball_and_stick_model.png)

3) Pentingnya Polaritas dalam Senyawa Kovalen

Polaritas molekul sangat memengaruhi sifat fisik dan kimia senyawa, seperti kelarutan, titik didih, dan interaksi antar molekul. Molekul polar cenderung larut dalam pelarut polar seperti air, sementara molekul nonpolar lebih mudah larut dalam pelarut nonpolar seperti minyak.

Sifat Senyawa Kovalen

Senyawa kovalen memiliki sifat khas yang membedakannya dari senyawa ionik. Berikut adalah beberapa sifat utama senyawa kovalen yang penting untuk dipahami:

a. Titik Didih dan Titik Lebur Relatif Rendah

Senyawa kovalen umumnya memiliki **titik didih dan titik lebur yang rendah** dibandingkan dengan senyawa ionik. Hal ini karena ikatan antar molekul dalam senyawa kovalen biasanya lebih lemah, sehingga molekul-molekulnya lebih mudah bergerak. Sebagai akibatnya, senyawa kovalen cenderung lebih mudah mencair atau menguap pada suhu yang lebih rendah. **Metana (CH_4)** memiliki titik didih yang sangat rendah ($-161,5^\circ\text{C}$) karena ikatan kovalen antara karbon dan hidrogen tidak terlalu kuat.

b. Tidak Menghantarkan Listrik

Senyawa kovalen, baik dalam keadaan padat maupun cair, **tidak menghantarkan listrik** karena mereka tidak memiliki ion bebas yang dapat bergerak. Dalam senyawa ionik, ion-ion yang terpisah dapat bergerak dan menghantarkan listrik, sementara pada senyawa kovalen, elektron terikat erat dalam ikatan antar atom dan tidak dapat bergerak bebas. **Glukosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)** adalah senyawa kovalen yang tidak menghantarkan listrik karena tidak terionisasi dalam air.

c. Larutan Senyawa Kovalen Polar dalam Air Dapat Menghantarkan Listrik

Beberapa senyawa kovalen polar, ketika larut dalam air, dapat terionisasi dan menghasilkan ion-ion bebas, yang memungkinkan larutan tersebut untuk **menghantarkan listrik**. Hal ini terjadi ketika molekul kovalen polar memecah menjadi ion saat larut dalam air, seperti halnya asam kuat atau basa kovalen. **Asam klorida (HCl)** dalam air dapat menghantarkan listrik karena HCl terionisasi menjadi ion H^+ dan Cl^- .

d. Dapat Membentuk Molekul Raksasa

Beberapa senyawa kovalen dapat membentuk struktur yang sangat besar, yang dikenal sebagai **molekul raksasa** atau **polimer**. Dalam molekul raksasa, banyak atom bergabung membentuk ikatan kovalen yang sangat panjang dan terus-menerus. Ini biasanya terjadi dalam senyawa yang terdiri dari unsur-unsur seperti karbon atau silikon yang membentuk rangkaian besar. **Grafit** dan **diamond** adalah contoh senyawa kovalen yang membentuk **molekul raksasa**. Dalam grafit, atom karbon terikat dalam lapisan-lapisan besar, sedangkan dalam berlian (diamond), atom karbon membentuk jaringan tiga dimensi yang sangat kuat.

Kegiatan Praktikum 1

Percobaan Sederhana Pembentukan Ikatan Kovalen

Tujuan

Mengamati dan mensimulasikan pembentukan ikatan kovalen dan memahami perbedaan antara ikatan kovalen biasa dan ikatan kovalen koordinasi.

Alat dan Bahan

- 1) Bola styrofoam kecil (berwarna berbeda untuk tiap unsur, misalnya merah = O, putih = H, biru = N)
- 2) Tusuk gigi atau lidi kecil
- 3) Kertas label kecil + spidol
- 4) Kartu petunjuk atom (berisi jumlah elektron valensi tiap unsur)
- 5) Model molekul kit (jika tersedia, untuk alternatif)

Cara Kerja

- 1) Bentuk Kelompok terdiri dari 3–4 siswa.
- 2) Ambil 3 jenis bola styrofoam untuk mewakili atom H, O, dan N. Tuliskan nama unsur dan jumlah elektron valensinya pada label kecil, lalu tempelkan di masing-masing bola.
- 3) Simulasikan ikatan kovalen biasa:
 - a. Satukan dua atom H dengan satu tusuk gigi untuk menunjukkan **ikatan kovalen tunggal (H_2)**.
 - b. Gabungkan dua atom O dengan dua tusuk gigi sebagai **ikatan kovalen ganda (O_2)**.
 - c. Satukan dua atom N dengan tiga tusuk gigi untuk menunjukkan **ikatan kovalen tripel (N_2)**.
- 4) Simulasikan ikatan kovalen koordinasi:
 - a. Gunakan satu atom N (yang memiliki pasangan elektron bebas) dan satu H^+ (dilambangkan bola kecil tanpa elektron valensi) untuk membentuk ion amonium (NH_4^+).
 - b. Hubungkan dengan tusuk gigi satu arah dari N ke H^+ , dan beri tanda " $\rightarrow$ " sebagai tanda donor-akseptor.

5) Setiap kelompok **membuat satu poster mini** dari model yang mereka bentuk, lengkap dengan penjelasan:

- a. Jenis ikatan yang terbentuk
- b. Proses pembentukan
- c. Perbedaan kovalen biasa dan koordinasi

Diskusi Kelompok

Jawablah pertanyaan berikut secara tertulis:

- 1) Apa perbedaan utama antara ikatan kovalen biasa dan kovalen koordinasi?
- 2) Mengapa dua atom yang berbeda dapat membentuk ikatan kovalen?
- 3) Apa pengaruh elektronegativitas terhadap jenis ikatan kovalen yang terbentuk?
- 4) Berdasarkan bentuk molekul yang kalian buat, mana yang termasuk senyawa kovalen polar dan nonpolar? Jelaskan alasannya.

Contoh soal ikatan kovalen

Manakah dari senyawa berikut yang terbentuk melalui ikatan kovalen?

- A. Natrium klorida (NaCl)
- B. Kalsium oksida (CaO)
- C. Karbon dioksida (CO_2)
- D. Magnesium klorida (MgCl_2)
- E. Alumunium Sulfida (Al_2S_3)

Jawaban:

C. Karbon dioksida (CO_2)

Penjelasan:

Ikatan kovalen terbentuk ketika dua atom berbagi pasangan elektron. Dalam senyawa karbon dioksida (CO_2), atom karbon berbagi dua pasang elektron dengan dua atom oksigen, membentuk ikatan kovalen ganda antara karbon dan oksigen.

Sementara itu, senyawa lain seperti NaCl , CaO , MgCl_2 , dan Al_2S_3 membentuk ikatan ionik, di mana terjadi pemindahan elektron antara atom-atom dengan perbedaan elektronegativitas yang besar, menghasilkan ion dengan muatan positif dan negatif.

Rangkuman

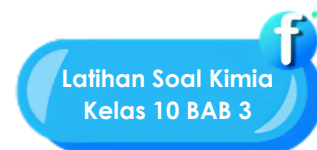
Bab ini membahas berbagai aspek mengenai **ikatan kimia**, yang merupakan dasar dari pembentukan senyawa-senyawa kimia. Dimulai dengan pemahaman tentang **atom stabil dan tidak stabil**, yang menjelaskan bagaimana atom berusaha mencapai kestabilan dengan memenuhi aturan konfigurasi elektron. Atom yang tidak stabil cenderung membentuk ikatan untuk mencapai konfigurasi stabil, baik melalui **ikatan ionik** maupun **ikatan kovalen**. Pada **ikatan ionik**, terjadi pemindahan elektron antara atom yang memiliki perbedaan elektronegativitas yang besar, menghasilkan ion dengan muatan berlawanan yang saling tarik menarik. Sifat senyawa ionik yang terbentuk antara lain meliputi kekerasan yang rapuh, titik lebur dan titik didih yang tinggi, serta kemampuannya untuk menghantarkan listrik ketika larut dalam air. Sementara itu, **ikatan kovalen** terbentuk ketika dua atom berbagi pasangan elektron, dan bisa dibedakan menjadi ikatan kovalen tunggal, ganda, atau tripel, tergantung pada jumlah pasangan elektron yang dibagikan. Ikatan kovalen bisa bersifat **polar** atau **nonpolar**, tergantung pada perbedaan elektronegativitas antara atom-atom yang terikat. Senyawa kovalen juga memiliki sifat-sifat khas, seperti titik lebur dan titik didih yang lebih rendah, tidak menghantarkan listrik, serta dapat membentuk molekul raksasa seperti dalam senyawa karbon atau silikon. Terakhir, **ikatan kovalen koordinasi** muncul ketika satu atom memberikan pasangan elektron untuk dibagikan kepada atom lain yang kekurangan elektron, dan ini sering ditemukan dalam senyawa kompleks yang berperan penting dalam kimia koordinasi dan biokimia. Secara keseluruhan, pemahaman tentang ikatan kimia memberikan wawasan penting mengenai bagaimana senyawa-senyawa terbentuk dan bagaimana sifat-sifat mereka berhubungan dengan struktur dan interaksi antar atom.

Latihan Soal

1. Senyawa berikut yang tidak berikatan ionik adalah ...
 - a. KCl
 - b. FeCl_2
 - c. MgO
 - d. CaF_2
 - e. NO_2
2. Atom $_{11}\text{Na}$ berikatan dengan $_{16}\text{S}$, maka jenis ikatan dan rumus senyawa yang terbentuk adalah ...
 - a. Bukan ionik dan Na_2S
 - b. Ionik dan NaS_2
 - c. Bukan ionik dan NaS
 - d. Ionik dan Na_2S
 - e. Bukan ionik dan NaS_2
3. Unsur-unsur berikut yang paling stabil adalah ...
 - a. $_{8}\text{P}$
 - b. $_{9}\text{Q}$
 - c. $_{10}\text{R}$
 - d. $_{20}\text{T}$
 - e. $_{12}\text{S}$
4. Senyawa klorida dari $_{20}\text{X}$ akan membentuk rumus kimia ...
 - a. X_2Cl
 - b. X_2Cl_2
 - c. XCl
 - d. XCl_2
 - e. XCl_3
5. Senyawa berikut yang berikatan kovalen adalah ...
 - a. HCl
 - b. KCl
 - c. MgF_2
 - d. K_2O

- e. MgO
6. Atom X memiliki konfigurasi elektron 2 8 5, atom tersebut akan menjadi stabil jika ...
- Mengikat 3 elektron
 - Melepaskan 5 elektron
 - Mengikat 5 elektron
 - Menggunakan 4 pasang elektron bersama
 - Melepaskan 3 elektron
7. Unsur-unsur yang terdapat pada golongan VIIA akan berikatan ionik dengan unsur-unsur yang terletak pada ...
- Golongan IA dan IIA
 - Golongan IA dan IVA
 - Golongan IIA dan IVA
 - Golongan IVA dan VA
 - Golongan VA dan VIA

**Akses latihan soal
lainnya di sini yuk!**



Referensi

- Atkins, P., & Friedman, R. (2011). *Molecular Quantum Mechanics* (5th ed.). Oxford University Press.
- Ball, D. W. (2017). *Chemistry: Principles, Patterns, and Applications* (2nd ed.). Cengage Learning.
- Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., & Liltz, C. J. (2018). *Chemistry: The Central Science* (14th ed.). Pearson.
- Chang, R., & Goldsby, K. A. (2016). *Chemistry* (12th ed.). McGraw-Hill Education.
- Cox, P. A. (2010). *The Inorganic Chemistry of Materials* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Durga, R. (2021). *Inorganic Chemistry: Principles of Structure and Reactivity*. Prentice Hall.
- Fleming, I. (2017). *Molecular Orbitals and Organic Chemical Reactions* (2nd ed.). Wiley.
- Giordano, N., & Riley, R. L. (2020). *Chemistry: Principles and Practice* (7th ed.). Brooks Cole.
- Klotz, I. M., & Rosenberg, R. M. (2014). *Chemical Principles* (5th ed.). Pearson.
- Laidler, K. J., Meiser, J. H., & Sanctuary, B. C. (2014). *Physical Chemistry* (5th ed.). Brooks/Cole.
- McMurry, J., & Fay, R. C. (2013). *General Chemistry: Principles and Modern Applications* (10th ed.). Pearson.
- Murov, S. L., & Carmichael, I. (2020). *Handbook of Photochemistry and Photobiology* (3rd ed.). CRC Press.
- Zumdahl, S. S., & DeCoste, D. J. (2013). *Chemistry: An Atoms First Approach* (2nd ed.). Cengage Learning.
- Zubarev, D. Y., & Kharisov, B. I. (2021). *Fundamentals of Inorganic Chemistry* (4th ed.). Elsevier.
- Zukowski, R. (2019). *Chemical Bonding: A Bridge Between the Classical and Quantum Worlds*. Springer.

BAB 4:

TEORI HUKUM DASAR DAN METODE PERHITUNGAN KIMIA

Karakter Pelajar Pancasila

Gotong Royong: Bekerja sama menyelesaikan soal dan eksperimen perhitungan kimia.

Berpikir Kritis: Menganalisis hukum dasar dan konsep mol secara logis dan sistematis.

Kata Kunci: Hukum Lavoisier, Hukum Proust, Hukum Dalton, Hukum Boyle-Gay Lussac, Bilangan Avogadro, Konsep mol, Jumlah partikel, Massa atom relatif, Massa rumus relatif, Volume molar, Koefisien reaksi.

Tujuan Pembelajaran: Memahami dan Menganalisis Hukum Dasar Kimia, Konsep Mol, Massa Atom, dan Massa Rumus Relatif

1. Menganalisis Konsep Hukum Dasar Kimia

- ▷ Mengkaji hukum dasar kimia seperti Hukum Lavoisier, Hukum Proust, Hukum Dalton, dan Hukum Boyle-Gay-Lussac.
- ▷ Menerapkan hukum-hukum dasar tersebut dalam perhitungan kimia.

2. Menganalisis dan Menerapkan Konsep Mol

- ▷ Memahami konsep mol sebagai satuan jumlah mol dan jumlah partikel.
- ▷ Menggunakan konsep mol dalam perhitungan kimia dan kehidupan sehari-hari.

3. Menganalisis Massa Atom dan Massa Rumus Relatif

- ▷ Mengkaji massa atom rata-rata dan massa atom relatif.
- ▷ Menganalisis massa rumus relatif dalam berbagai perhitungan kimia.

4. Menerapkan Perhitungan Kimia dalam Berbagai Situasi

- ▷ Menganalisis hubungan antara jumlah mol, massa molar, dan volume molar dalam perhitungan kimia.
- ▷ Menggunakan koefisien persamaan reaksi untuk menghitung jumlah mol dalam reaksi kimia.



F I T R I



1. Hukum Dasar Kimia dalam Kehidupan

Kimia sebagai ilmu alam yang mempelajari materi dan perubahan-perubahannya tidak lepas dari sejumlah hukum dasar yang menjadi landasan bagi pemahaman dan penerapan reaksi kimia. Hukum-hukum ini, yang ditemukan melalui eksperimen dan pengamatan ilmiah, memberikan panduan tentang bagaimana unsur-unsur dan senyawa berinteraksi satu sama lain. Pemahaman terhadap hukum-hukum dasar kimia sangat penting untuk mempelajari proses-proses kimia yang terjadi di sekitar kita, baik dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam dunia industri.

Dalam sub-bab ini, kita akan membahas empat hukum dasar yang memiliki peran fundamental dalam kimia yaitu, Hukum Kekekalan Massa (Lavoisier), Hukum Perbandingan Tetap (Proust), Hukum Kelipatan Perbandingan (Dalton), dan Hukum Perbandingan Volume (Gay-Lussac). Setiap hukum ini mengungkapkan prinsip-prinsip yang berlaku dalam reaksi kimia dan bagaimana kita dapat menggunakannya untuk melakukan perhitungan kimia yang tepat.

Hukum Lavoisier (Hukum Kekekalan Massa)



Antoine Lavoisier – wikipedia.org

Hukum Lavoisier, atau yang lebih dikenal sebagai Hukum Kekekalan Massa, merupakan salah satu dasar yang paling fundamental dalam ilmu kimia. Ditemukan oleh ilmuwan Perancis, Antoine Lavoisier, pada akhir abad ke-18, hukum ini menyatakan bahwa dalam suatu reaksi kimia, massa total zat-zat yang terlibat akan tetap konstan, baik sebelum maupun setelah reaksi berlangsung.

Dengan kata lain, massa zat-zat yang masuk dalam reaksi kimia akan sama dengan massa zat-zat yang terbentuk pada hasil reaksi. Ini berarti tidak ada massa yang hilang atau bertambah selama proses perubahan kimia. Hukum ini mengoreksi pandangan lama yang menyatakan bahwa massa bisa hilang dalam reaksi, sebuah pandangan yang berkembang sebelum Lavoisier melakukan eksperimennya yang terkenal.

Lavoisier membuktikan hukum ini melalui eksperimen yang melibatkan pembakaran logam di dalam wadah tertutup, yang memungkinkan ia untuk mengukur perubahan massa dengan sangat akurat. Ia menunjukkan bahwa meskipun terjadi perubahan bentuk dan komposisi bahan, total massa tetap tidak berubah.

Bunyi Hukum Lavoisier adalah:

"Jumlah massa zat sebelum reaksi, sama dengan jumlah massa zat setelah reaksi."

Contoh soal Hukum Lavoisier

1. Logam Magnesium (Mg) bermassa 8 gram dibakar dengan oksigen, menghasilkan magnesium oksida. Massa oksigen yang digunakan adalah 12 gram, berapa gram massa magnesium oksida yang dihasilkan?

Jawaban:

Massa zat-zat sebelum reaksi = massa zat-zat hasil reaksi

m magnesium oksida = m magnesium + m oksigen

m magnesium oksida = 8 gram + 12 gram = 20 gram

2. Sejumlah logam besi dipijarkan dengan 6.4 gram belerang menghasilkan 17.6 gram senyawa besi (II) sulfida. Berapa gram logam besi yang telah bereaksi?

Jawaban:

Massa (besi + belerang) = m besi(II) sulfida

$$m \text{ besi} + 6.4 = 17.6$$

$$m \text{ besi} = 17.6 - 6.4$$

$$m \text{ besi} = 11.2$$

Hukum Proust (Hukum Perbandingan Tetap)



Joseph Louis Proust – wikipedia.org

Hukum Proust, yang ditemukan oleh ahli kimia Perancis Joseph Proust pada awal abad ke-19, mengungkapkan bahwa dalam senyawa kimia yang sama, unsur-unsur penyusunnya selalu berhubungan dalam perbandingan massa yang tetap. Artinya, setiap kali dua unsur membentuk senyawa, mereka selalu bergabung dalam perbandingan massa tertentu yang tetap, tanpa dipengaruhi oleh jumlah atau kondisi eksperimen.

Bunyi Hukum Proust adalah:

"Dalam suatu senyawa kimia, unsur-unsur yang menyusunnya selalu bergabung dalam perbandingan massa yang tetap dan tetap sama, tidak peduli bagaimana senyawa tersebut diperoleh."

Contoh soal Hukum Proust

Besi (Fe) dan belerang (S) yang menyusun senyawa besi sulfida (FeS) memiliki perbandingan massa sebanyak 7:4. Diperlukan 28 gram besi (Fe) untuk menyusun senyawa besi sulfida (FeS) tanpa ada sisa reaktan, maka hitunglah massa belerang (S) yang diperlukan!

Jawaban:

$$\text{Massa belerang (S)} = [\text{Perbandingan belerang (S) : Perbandingan besi (Fe)}] \times \text{massa besi (Fe)}$$

$$\text{Massa belerang (S)} = (4:7) \times 28 \text{ gram}$$

$$\text{Massa belerang (S)} = 4 \times 4 \text{ gram} = 16 \text{ gram}$$

Hukum Dalton (Hukum Kelipatan Perbandingan)

Hukum Dalton, yang ditemukan oleh ahli kimia Inggris, John Dalton, pada tahun 1803, menjelaskan hubungan antara dua unsur yang dapat bergabung untuk membentuk lebih dari satu senyawa. Hukum ini menyatakan bahwa ketika dua unsur bergabung untuk membentuk lebih dari satu senyawa, perbandingan massa unsur kedua yang bergabung dengan massa unsur pertama akan selalu berupa kelipatan sederhana.

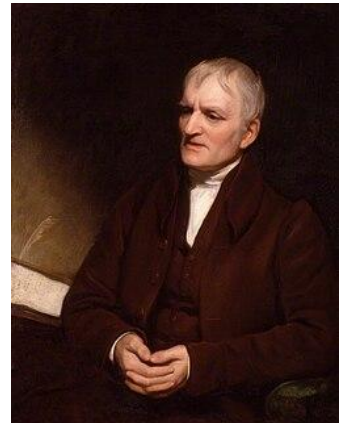
Bunyi Hukum Dalton adalah:

"Jika dua unsur membentuk lebih dari satu senyawa, maka massa unsur kedua yang bergabung dengan massa tetap dari unsur pertama akan berada dalam perbandingan kelipatan sederhana."

Contoh yang terkenal untuk menjelaskan hukum ini adalah antara karbon (C) dan oksigen (O). Karbon dan oksigen dapat membentuk dua senyawa yang berbeda yaitu, karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂).

- ▷ **Karbon Monoksida (CO):** Dalam karbon monoksida, perbandingan massa karbon (C) terhadap oksigen (O) adalah 12 g (C) : 16 g (O).
- ▷ **Karbon Dioksida (CO₂):** Dalam karbon dioksida, perbandingan massa karbon (C) terhadap oksigen (O) adalah 12 g (C) : 32 g (O).

Sekarang, kita dapat melihat bahwa jumlah massa oksigen yang bergabung dengan 12 gram karbon adalah 16 gram dalam CO (karbon monoksida), dan 32 gram dalam CO₂ (karbon dioksida). Perbandingan massa oksigen dalam kedua senyawa ini adalah 16 g : 32 g, yang merupakan kelipatan sederhana (1:2).



John Dalton – wikipedia.org

Contoh soal Hukum Dalton

Unsur X dan Y dapat membentuk dua senyawa yang masing-masing mengandung 50% dan 60% unsur X. Tentukan perbandingan massa unsur Y pada X tetap.

Jawaban:

Pada senyawa pertama, massa unsur X 50%, maka unsur Y 50%; sedangkan pada senyawa kedua, jika X 60%, maka Y 40%.

Sehingga,

$$\text{Senyawa I} = X : Y = 50\% : 50\% = 1 : 1$$

$$\text{Senyawa II} = X : Y = 60\% : 40\% = 3 : 2$$

Untuk X tetap, berarti harga X harus sama, maka:

$$\text{Senyawa I} = X : Y = 3 : 3$$

$$\text{Senyawa II} = X : Y = 3 : 2$$

Berarti Y pada senyawa I : Y pada senyawa II adalah 3 : 2

Hukum Gay-Lussac (Hukum Perbandingan Volume)

Hukum Gay-Lussac, yang ditemukan oleh ilmuwan Perancis Joseph Gay-Lussac pada awal abad ke-19, menyatakan bahwa dalam suatu reaksi kimia gas yang berlangsung pada suhu dan tekanan yang sama, volume gas yang terlibat akan berbanding lurus dengan koefisien dalam persamaan reaksi yang seimbang. Dengan kata lain, volume gas yang bereaksi atau terbentuk selalu memiliki perbandingan yang sederhana dan tetap.



Joseph Louis Gay Lussac
– wikipedia.org

Bunyi Hukum Gay-Lussac adalah:

"Pada suhu dan tekanan yang sama, volume-volume gas yang bereaksi satu sama lain atau yang terbentuk dalam suatu reaksi kimia berbanding lurus dengan perbandingan bilangan bulat sederhana."

Contoh soal Hukum Gay-Lussac

Sebanyak 5 Liter gas asetilena dibakar sempurna sesuai dengan persamaan reaksi berikut:



Pada suhu dan tekanan yang sama, tentukan:

- A. Volume gas oksigen yang diperlukan
- B. Volume gas karbon dioksida yang dihasilkan
- C. Volume air yang dihasilkan

Jawaban:

Persamaan reaksi yang diberikan sudah setara jumlah zat-zat yang terlibat dalam reaksi.

- A. Volume $\text{O}_2 = (\text{koefisien } \text{O}_2 : \text{koefisien } \text{C}_2\text{H}_2) \times V \text{ C}_2\text{H}_2$
Volume $\text{O}_2 = (5:2) \times 5 \text{ L} = 12.5 \text{ L}$
- B. Volume $\text{CO}_2 = (\text{koefisien } \text{CO}_2 : \text{koefisien } \text{C}_2\text{H}_2) \times V \text{ C}_2\text{H}_2$
Volume $\text{CO}_2 = (4:2) \times 5 \text{ L} = 10 \text{ L}$
- C. Volume $\text{H}_2\text{O} = (\text{koefisien } \text{H}_2\text{O} : \text{koefisien } \text{C}_2\text{H}_2) \times V \text{ C}_2\text{H}_2$
- D. Volume $\text{H}_2\text{O} = (2:2) \times 5 \text{ L} = 5 \text{ L}$



2. Konsep Massa Atom Relatif dan Massa Rumus Relatif

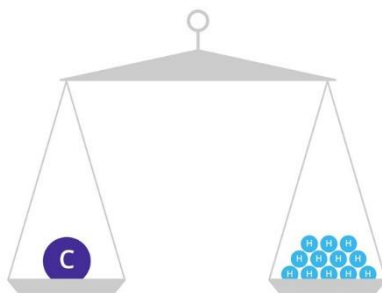
Pemahaman tentang massa atom relatif dan massa rumus relatif merupakan aspek penting dalam kimia, karena keduanya digunakan untuk menggambarkan massa unsur dan senyawa. Massa atom relatif, atau yang sering disingkat A_r , merujuk pada massa rata-rata atom suatu unsur dibandingkan dengan massa atom karbon-12, yang dijadikan sebagai standar. Sedangkan massa rumus relatif, atau M_r , menggambarkan massa relatif suatu senyawa, yang dihitung berdasarkan jumlah dan jenis atom yang menyusunnya.

Konsep ini sangat penting dalam perhitungan stoikiometri, di mana kita menggunakan massa relatif untuk menghitung jumlah zat yang terlibat dalam reaksi kimia. Dengan mengetahui massa atom relatif setiap unsur, kita dapat menghitung massa molekul atau massa rumus relatif senyawa yang terdiri dari beberapa unsur.

Dalam sub-bab ini, kita akan membahas dua topik utama, yaitu:

- **Massa Atom Relatif (A_r):** konsep dasar massa atom yang digunakan untuk perhitungan kimia.
- **Massa Rumus Relatif (M_r):** penjelasan tentang bagaimana massa senyawa dihitung berdasarkan jumlah dan jenis atom dalam rumus kimia.

Pemahaman yang baik tentang kedua konsep ini akan sangat berguna untuk memahami bagaimana unsur-unsur berinteraksi dalam reaksi kimia dan untuk melakukan perhitungan yang tepat dalam eksperimen kimia.



Ilustrasi perbandingan massa atom – shutterstock.com/2040440309

Massa Atom Rata-Rata

Massa atom rata-rata suatu unsur adalah nilai rata-rata dari massa atom-atom unsur tersebut yang terdapat di alam, yang dihitung berdasarkan proporsi isotop-isotop alami dan massa masing-masing isotop. Setiap unsur kimia di alam dapat memiliki lebih dari satu isotop, yang masing-masing memiliki massa atom yang sedikit berbeda. Oleh karena itu, massa atom rata-rata suatu unsur dipengaruhi oleh kelimpahan relatif dari isotop-isotop tersebut.

Isotop adalah atom-atom dari unsur yang sama, tetapi memiliki jumlah neutron yang berbeda. Karena jumlah neutron yang berbeda, isotop-isotop ini memiliki massa atom yang berbeda meskipun jumlah protonnya sama. Sebagai contoh, karbon memiliki isotop karbon-12 (^{12}C) dan karbon-14 (^{14}C). Keduanya adalah isotop dari karbon, karena keduanya memiliki jumlah proton yang sama (6 proton), tetapi jumlah neutron mereka berbeda, yang menyebabkan perbedaan massa atom.

Contoh soal massa atom rata-rata

Atom klorin di alam terdapat 75% sebagai Cl-35 yang massanya 35 sma, dan 25% sebagai Cl-37 yang massanya 37 sma. Hitung massa rata-rata atom klorin tersebut!

Jawaban:

$$\text{Massa rata-rata atom Cl} = \frac{\sum \text{massa Cl-35} + \text{massa Cl-37}}{\text{jumlah seluruh atom Cl di alam}}$$

$$\text{Massa rata-rata atom Cl} = \frac{(75\% \times 35) + (25\% \times 37)}{100\%} = 35.5 \text{ sma}$$

Massa Atom Relatif (A_r)

Massa atom relatif (disingkat **A_r**) adalah perbandingan antara massa rata-rata atom suatu unsur dengan satu per duabelas massa atom isotop karbon-12 (^{12}C), yang dijadikan sebagai standar. Massa atom relatif tidak memiliki satuan karena merupakan rasio dari dua massa. Konsep ini sangat penting dalam kimia karena memungkinkan kita untuk membandingkan massa berbagai atom tanpa menggunakan satuan berat tertentu.

Massa atom relatif menggambarkan seberapa besar massa suatu atom dibandingkan dengan massa atom karbon-12, yang dianggap memiliki massa 12 u (unit massa atom). Massa atom relatif suatu unsur dihitung berdasarkan massa atom rata-rata unsur tersebut, yang dipengaruhi oleh kelimpahan isotopnya di alam. Hal ini membuat massa atom relatif berbeda dari satu unsur ke unsur lainnya, meskipun unsur-unsur tersebut terdiri dari atom-atom yang serupa.

Contoh sederhana untuk massa atom relatif adalah massa atom karbon. Karena karbon-12 dijadikan sebagai standar dengan massa 12 u, maka massa atom relatif karbon (A_r) adalah 12. Sebagai contoh lainnya, massa atom relatif hidrogen adalah sekitar 1, karena massa atom hidrogen sangat dekat dengan $1/12$ massa atom karbon-12.

$$A_r X = \frac{\text{massa 1 atom } X}{\frac{1}{12} \times \text{massa 1 atom C-12}}$$

Contoh soal massa atom relatif

Massa rata-rata 1 atom N adalah 14 sma, berapa massa atom relatif N?

Jawaban:

$$A_r N = \frac{\text{massa rata-rata 1 atom N}}{\frac{1}{12} \times \text{massa 1 atom C-12}}$$

$$A_r N = \frac{14 \text{ sma}}{\frac{1}{12} \times 12 \text{ sma}} = 14$$

Massa Rumus Relatif (M_r)

Massa rumus relatif (disingkat **M_r**) adalah massa relatif suatu senyawa kimia, yang dihitung dengan menjumlahkan massa atom relatif dari semua atom yang membentuk rumus senyawa tersebut. Massa rumus relatif ini memberikan gambaran tentang berat relatif senyawa tersebut dalam perbandingan dengan massa atom karbon-12 (^{12}C), yang dijadikan sebagai standar. Massa rumus relatif (M_r) mengacu pada massa molekul atau massa formula suatu senyawa, yang dihitung berdasarkan massa atom relatif dari unsur-unsur penyusunnya. Seperti halnya massa atom relatif (A_r) yang digunakan untuk unsur tunggal, M_r digunakan untuk senyawa yang lebih kompleks yang terdiri dari beberapa unsur. M_r dihitung dengan

menjumlahkan massa atom relatif dari semua atom dalam rumus senyawa, sesuai dengan jumlah atom dari masing-masing unsur yang terdapat dalam senyawa tersebut.

Contoh soal massa rumus relatif

Hitunglah massa molekul relatif (M_r) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, jika diketahui $A_r \text{ N} = 14$, $\text{H} = 1$, $\text{S} = 32$, $\text{O} = 16$

Jawaban:

$$M_r(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = (2 \times A_r \text{ N}) + (8 \times A_r \text{ H}) + (1 \times A_r \text{ S}) + (4 \times A_r \text{ O})$$

$$M_r(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = (2 \times 14) + (8 \times 1) + (1 \times 32) + (4 \times 16)$$

$$M_r(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 132$$



Tahukah Kamu?

- ▷ Massa atom relatif mempengaruhi sifat fisik logam, termasuk warna dan kilau.
- ▷ Struktur kristal atom dalam logam menentukan bagaimana cahaya dipantulkan, yang menghasilkan tampilan yang berbeda.
- ▷ Misalnya, emas (197 u) menghasilkan kilau kuning, sedangkan tembaga (63.5 u) memiliki warna kemerahan.





3. Pengertian dan Fungsi Mol dalam Kimia

Konsep mol adalah salah satu dasar paling penting dalam kimia, yang memungkinkan kita untuk menghubungkan jumlah atom atau molekul dengan jumlah zat yang lebih mudah dipahami dan dihitung. Mol adalah satuan yang digunakan untuk mengukur jumlah partikel (seperti atom, molekul, atau ion) dalam suatu zat. Konsep ini mempermudah perhitungan dalam reaksi kimia dan memungkinkan kita untuk menentukan hubungan antara massa, volume, dan jumlah partikel dalam suatu reaksi.

Satu mol dari suatu zat mengandung jumlah partikel yang sangat besar, yang dikenal dengan istilah Bilangan Avogadro, yaitu sekitar 6.022×10^{23} partikel. Dalam sub-bab ini, kita akan membahas lebih dalam tentang konsep mol, bilangan Avogadro, massa molar, dan bagaimana konsep ini digunakan dalam perhitungan kimia.

Bilangan Avogadro



Amedeo Avogadro – wikipedia.org

Bilangan Avogadro adalah jumlah partikel (seperti atom, molekul, atau ion) dalam satu mol suatu zat. Bilangan ini sangat penting dalam kimia karena memungkinkan kita untuk menghubungkan jumlah partikel yang sangat kecil dengan jumlah zat yang lebih mudah diukur dalam perhitungan sehari-hari. Angka ini ditemukan oleh ilmuwan Italia, Amedeo Avogadro, pada tahun 1811, meskipun konsepnya baru benar-benar dipahami setelah banyak eksperimen dan penelitian dilakukan pada abad ke-20. Bilangan Avogadro memberikan cara untuk menghitung jumlah partikel dalam sampel zat.

Misalnya, jika kita memiliki satu mol atom karbon (C), maka jumlah atom karbon tersebut adalah 6.022×10^{23} atom. Konsep ini sangat membantu dalam mengkonversi antara jumlah mol dan jumlah partikel dalam reaksi kimia, serta dalam perhitungan massa dan volume zat. Bilangan Avogadro ini menghubungkan jumlah partikel pada tingkat mikroskopis dengan jumlah zat yang lebih makroskopis dan dapat diukur dengan mudah dalam percobaan kimia.

Contoh soal bilangan avogadro

Berapa atom oksigen dan hidrogen yang terdapat dalam 0.5 mol molekul H_2O ?

Jawaban:

Jumlah molekul yang terdapat dalam 0.5 mol molekul H_2O adalah

$$\text{Jumlah molekul} = 0.5 \times 6.022 \times 10^{23} \text{ molekul} = 3.011 \times 10^{23}$$

Setiap 1 molekul H_2O terbentuk dari 2 atom H dan 1 atom O, sehingga dalam 3.011×10^{23} molekul H_2O terdapat:

$$\text{Atom H} = 2 \times 3.011 \times 10^{23} = 6.022 \times 10^{23} \text{ atom}$$

$$\text{Atom O} = 1 \times 3.011 \times 10^{23} = 3.011 \times 10^{23} \text{ atom}$$

Massa Molar (m_m)

Massa molar (M_m) adalah massa satu mol suatu zat, yang diukur dalam satuan gram per mol (g/mol). Massa molar ini pada dasarnya adalah massa unsur atau senyawa yang memiliki jumlah partikel yang sama dengan satu mol, yaitu 6.022×10^{23} partikel. Massa molar sangat penting dalam kimia karena memungkinkan kita untuk menghitung massa zat yang terlibat dalam reaksi kimia berdasarkan jumlah mol yang ada. Massa molar dari suatu unsur adalah massa satu mol atom unsur tersebut, yang memiliki nilai yang sama dengan massa atom relatif (A_r) yang diukur dalam satuan gram. Sebagai contoh, massa atom relatif karbon (C) adalah 12, maka massa molar karbon adalah **12 g/mol**. Begitu juga dengan senyawa, massa molar senyawa adalah jumlah massa molar dari setiap atom dalam rumus senyawa tersebut.

Contoh soal massa molar dan bilangan avogadro

1. Berapa jumlah molekul O_2 yang terdapat dalam 8 gram gas oksigen ($A_r O = 16$)?

Jawaban:

$$M_r O_2 = 2 \times 16 = 32$$

$$M_m O_2 = 32 \text{ gram/mol}$$

$$\text{mol (n)} = 8 \text{ gram} : 32 \text{ gram/mol} = 0.25 \text{ mol}$$

$$\text{Jumlah partikel} = n \times L$$

$$\text{Jumlah partikel} = 0.25 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ molekul/mol}$$

$$\text{Jumlah partikel} = 1.505 \times 10^{23} \text{ molekul}$$

2. Berapa gram massa urea $CO(NH_2)_2$ yang mengandung 0.15 mol urea? ($A_r C = 12, O = 16, N = 14, H = 1$)

Jawaban:

$$M_r \text{ Urea} = (1 \times 12) + (1 \times 16) + (2 \times 14) + (4 \times 1) = 60$$

$$M_m \text{ Urea} = 60 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Massa urea} = n \times M_m$$

$$\text{Massa urea} = 0.15 \text{ mol} \times 60 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Massa urea} = 9 \text{ gram}$$

Volume Molar

Volume molar adalah volume yang ditempati oleh satu mol gas ideal pada kondisi suhu dan tekanan standar (STP). Kondisi standar ini ditetapkan sebagai suhu 0°C (273.15 K) dan tekanan 1 atm (101.3 kPa). Volume molar memberikan gambaran tentang ruang yang dibutuhkan oleh satu mol gas untuk menempati ruang pada kondisi tertentu.

Volume molar didefinisikan sebagai volume yang ditempati oleh satu mol gas pada kondisi standar, dan biasanya memiliki nilai sekitar **22,4 L/mol** untuk gas ideal pada suhu 0°C dan tekanan 1 atm. Oleh karena itu, untuk gas ideal, kita dapat menghitung volume yang diperlukan untuk sejumlah mol gas menggunakan rumus:

$$V = n \times 22.4 \text{ L/mol}$$

Artinya, jika kita memiliki satu mol gas ideal pada kondisi STP, gas tersebut akan menempati volume sekitar 22,4 liter.

Volume molar gas pada kondisi STP dapat dihitung dengan rumus:

$$V_m = \frac{V}{n}$$

Di mana:

V_m = volume molar (L/mol),

V = volume total gas (L),

n = jumlah mol gas.

Contoh soal volume molar

1. Hitunglah volume 4 gram gas SO_3 pada 1 atm dan 0°C , Ar S = 32 dan O = 16

Jawaban:

$$M_r \text{ SO}_3 = 80$$

$$\text{Massa molar SO}_3 = 80 \text{ gram/mol}$$

$$\text{mol (n)} = \text{gram} : M_r = 4 \text{ gr} : 80 \text{ gram/mol} = 0.05 \text{ mol}$$

$$V = 0.05 \text{ mol} \times 22.4 \text{ liter/mol} = 1.12 \text{ liter}$$

2. Hitunglah massa 10 liter CH_4 ($M_r = 18$), pada 1 atm dan 0°C !

Jawaban:

$$\text{Mol CH}_4 = 10 \text{ liter} : 22.4 \text{ liter/mol} = 0.446 \text{ mol}$$

$$\text{Massa gas CH}_4 = 0.446 \text{ mol} \times 16 \text{ gram/mol} = 7.136 \text{ gram}$$

Kegiatan Kelompok 1

Menentukan Volume Molar Gas pada Keadaan Standar

Bekerjalah bersama teman sebangku, lalu lengkapi tabel di bawah ini berdasarkan data massa 1 liter gas. Gunakan rumus:

$$\text{Volume 1 mol} = \frac{M_r}{\text{massa 1 liter (g)}}$$

Lakukan pembulatan hasil hingga **dua angka di belakang koma**. Setelah tabel lengkap, diskusikan bersama dan jawab pertanyaan yang tersedia.

Gas	Mr	Massa 1 liter (g)	Volume 1 mol (L)
H_2	2	0,0892	...
Ne	20	1,2499	...
O_2	32	1,4290	...
CH_4	16	0,7145	...
CO_2	44	1,9765	...

Pertanyaan Diskusi

- 1) Berdasarkan hasil perhitunganmu, **berapa volume 1 mol gas** pada suhu 0°C dan tekanan 1 atm?
- 2) Apa **simpulan** tentang volume molar gas pada keadaan standar?

Hipotesis Avogadro dan Hukum Gas Ideal

Hipotesis Avogadro adalah dasar penting dalam memahami perilaku gas. Hipotesis ini menyatakan bahwa pada suhu dan tekanan yang sama, volume gas akan sebanding dengan jumlah mol gas yang ada, tanpa tergantung pada jenis gasnya. Dengan kata lain, satu mol gas akan selalu menempati volume yang sama, yaitu 22,4 liter pada suhu 0°C dan tekanan 1 atm.

Hipotesis ini berkontribusi besar pada pengembangan Hukum Gas Ideal, yang menggabungkan hubungan antara volume, suhu, tekanan, dan jumlah mol gas dalam satu persamaan. Hukum gas ideal adalah persamaan matematis yang menggambarkan perilaku gas ideal, yaitu gas yang tidak terpengaruh oleh interaksi antar partikel dan memiliki perilaku yang konsisten dengan hipotesis Avogadro. Kita akan membahas lebih lanjut mengenai Hipotesis Avogadro, prinsip-prinsip dasar Hukum Gas Ideal, serta aplikasinya dalam perhitungan kimia yang melibatkan gas.

a. Hipotesis Avogadro

Hipotesis Avogadro adalah salah satu konsep fundamental dalam kimia yang pertama kali dikemukakan oleh ilmuwan Italia Amedeo Avogadro pada tahun 1811.

Bunyi Hukum Avogadro adalah:

"Gas-gas dengan volume yang sama, serta berada pada suhu dan tekanan yang sama, akan memiliki jumlah molekul yang sama."

Dengan kata lain, **hipotesis Avogadro** mengatakan bahwa volume gas, pada kondisi suhu dan tekanan yang sama, adalah sebanding dengan jumlah mol gas tersebut, tanpa memandang jenis gas. Ini berarti bahwa satu mol gas apapun (baik gas hidrogen, oksigen, karbon dioksida, dan lainnya) akan menempati volume yang sama, yaitu **22,4 liter** pada suhu 0°C dan tekanan 1 atm (kondisi STP, Standar Temperatur dan Tekanan).

Contoh soal hipotesis avogadro

Berapa volume 3 gram gas NO yang diukur pada suhu dan tekanan yang setara dengan 1 gram gas CH₄ bervolume 1.5 liter? (Ar N = 14, H = 1, C = 12, O = 16)

Jawaban:

$$\text{Mol (n) NO} = 0.1 \text{ mol}$$

$$\text{Mol (n) CH}_4 = \frac{1}{16} \text{ mol}$$

$$V \text{ CH}_4 = 1.5 \text{ Liter}$$

$$V \text{ NO} = ?$$

Menurut hukum Avogadro, berlaku perbandingan sebagai berikut:

$$V \text{ NO} : V \text{ CH}_4 = n \text{ NO} : n \text{ CH}_4$$

$$V_{NO} : 1.5 \text{ L} = 0.2 : \frac{1}{16}$$

$$V_{NO} = 2.4 \text{ L}$$

b. Hukum Gas Ideal

Hukum Gas Ideal merupakan konsep yang menggabungkan tiga hukum dasar gas yang telah dikenal dalam ilmu kimia, yaitu **Hukum Boyle**, **Hukum Charles**, dan **Hukum Avogadro**. Hukum-hukum ini menyatakan hubungan yang berbeda antara volume, tekanan, suhu, dan jumlah mol gas, dan dengan menggabungkan ketiganya, kita memperoleh persamaan gas ideal yang menjelaskan perilaku gas dalam kondisi tertentu.

Hukum Boyle menyatakan bahwa pada suhu tetap, tekanan suatu gas berbanding terbalik dengan volumenya, yang berarti jika volume gas diperkecil, tekanannya akan meningkat, dan sebaliknya. **Hukum Charles** menyatakan bahwa volume gas akan sebanding dengan suhu mutlaknya pada tekanan yang konstan, yang menunjukkan bahwa ketika suhu gas meningkat, volume gas juga akan meningkat. **Hukum Avogadro** mengungkapkan bahwa pada suhu dan tekanan tetap, volume gas berbanding lurus dengan jumlah mol gas, sehingga jika jumlah molekul gas bertambah, volume gas juga akan meningkat.

Persamaan **Hukum Gas Ideal** adalah:

$$P V = n R T$$

Dimana:

P = tekanan gas (dalam atm atau Pa),

V = volume gas (dalam liter atau meter kubik),

n = jumlah mol gas,

R = konstanta gas ideal (0.0821 L·atm/mol·K atau 8.314 J/mol·K),

T = suhu gas (dalam Kelvin).

Contoh soal gas ideal

Hitunglah volume 1 gram gas hidrogen yang diukur pada 25°C dan 1 atm (Mr H₂ = 2)

Jawaban:

Mr H₂ = 2, sehingga massa molar H₂ adalah 2 gram/mol.

Mol = gram/Mr = 1:2 = 0.5 mol

Dengan rumus gas ideal PV = n RT, maka

$$V = \frac{n R T}{P} = \frac{0.5 \text{ mol} \times 0.08 \text{ L-atm/mol K} \times 298 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 12.218 \text{ liter}$$



4. Kadar Zat

Kadar zat merujuk pada persentase atau konsentrasi suatu unsur atau senyawa dalam campuran atau senyawa lainnya. Konsep ini sangat penting dalam kimia karena memungkinkan kita untuk mengetahui sejauh mana suatu zat terdapat dalam larutan atau campuran, serta berapa banyak zat tersebut yang terlibat dalam reaksi kimia. Kadar zat sering dihitung dalam berbagai bentuk, seperti persentase massa, persentase volume, bagian per juta (ppm), atau molaritas.



Kadar gula dalam minuman – shutterstock.com/325479386

Dalam sub-bab ini, kita akan membahas berbagai cara untuk menghitung kadar zat dalam campuran atau senyawa, antara lain:

Kadar Unsur dalam Senyawa

Kadar unsur dalam senyawa merujuk pada persentase massa suatu unsur dalam senyawa tertentu. Hal ini menggambarkan seberapa banyak massa suatu unsur yang terkandung dalam suatu senyawa dibandingkan dengan massa total senyawa tersebut. Kadar unsur ini sangat penting untuk mengetahui komposisi kimia suatu senyawa dan untuk melakukan perhitungan stoikiometri dalam reaksi kimia.

Kadar unsur dalam senyawa dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar Unsur (\%)} = \frac{\text{massa unsur}}{\text{massa senyawa}} \times 100$$

Di mana:

Massa Unsur adalah massa unsur yang ada dalam senyawa.

Massa Senyawa adalah massa total senyawa yang mengandung unsur tersebut.

Contoh soal kadar unsur dalam senyawa

1. Berapa persen besi yang terdapat dalam Fe_2O_3 ? $M_r = 160$

Jawaban:

$$\% \text{ Fe dalam } \text{Fe}_2\text{O}_3 = \frac{2 \times Ar \text{ Fe}}{Mr \text{ Senyawa}} \times 100\% = 70\%$$

2. Berapa ton nikel dan besi yang dapat dihasilkan dari 10 ton $(\text{Ni, Fe})_9\text{S}_8$? ($Ar \text{ Ni} = 59, \text{Fe} = 56, \text{S} = 32$)

Jawaban:

$$\text{Massa Ni} = \frac{9 \times Ar \text{ Ni}}{Mr \text{ Senyawa}} \times 10 \text{ ton}$$

$$\text{Massa Ni} = \frac{9 \times 59}{1291} \times 10 \text{ ton} = 4.11 \text{ ton}$$

Penentuan Rumus Empiris dan Molekul

Rumus empiris dan rumus molekul adalah dua cara yang berbeda untuk menggambarkan komposisi kimia suatu senyawa. Meskipun keduanya memberikan informasi tentang unsur-unsur yang ada dalam senyawa, keduanya memberikan tingkat detail yang berbeda. Rumus empiris adalah rumus kimia yang menunjukkan perbandingan terkecil antara jumlah atom unsur-unsur yang ada dalam suatu senyawa. Dengan kata lain, rumus empiris memberikan informasi tentang perbandingan atom unsur dalam bentuk yang paling sederhana.

Contoh soal penentuan rumus empiris dan molekul

Suatu senyawa nitrogen oksida terdiri dari 7 gram nitrogen dan 12 gram oksigen ($Ar \text{ N} = 14, \text{O} = 16$). Tentukan rumus empiris nitrogen oksida tersebut!

Jawaban:

$$M_r \text{ N} = 14$$

$$M_r \text{ O} = 16$$

$$\text{mol N} = 7:14 = 0.5 \text{ mol}$$

$$\text{mol O} = 12:16 = 0.75 \text{ mol}$$

Dibagi dengan 0.25 (penyederhanaan), maka,

$$\text{mol N} = 0.5 \text{ mol} : 0.25 = 2$$

$$\text{mol O} = 0.75 \text{ mol} : 0.25 = 3$$

Jadi, rumus empiris senyawa tersebut adalah N_2O_3

Kadar Zat dalam Campuran

Kadar zat dalam campuran merujuk pada konsentrasi atau persentase suatu komponen dalam campuran tersebut, yang menggambarkan seberapa banyak suatu zat terdapat dalam campuran. Mengukur kadar zat dalam campuran sangat penting dalam berbagai bidang kimia, termasuk analisis kimia, pembuatan larutan, dan dalam pengolahan industri, di mana komposisi bahan seringkali mempengaruhi kualitas produk akhir.

Kadar zat dapat dihitung dalam berbagai cara, tergantung pada bentuk campuran dan cara pengukuran yang diinginkan. Beberapa cara umum untuk menentukan kadar zat dalam campuran meliputi:

a. Persentase (%)

1) Persen Massa

Persentase massa adalah metode yang digunakan untuk menentukan kadar suatu komponen dalam campuran berdasarkan massa komponen tersebut dibandingkan dengan massa total campuran. Ini adalah cara yang umum digunakan dalam kimia untuk menggambarkan konsentrasi zat dalam campuran, terutama dalam analisis komposisi senyawa atau larutan.

$$\text{Persentase massa} = \frac{\text{massa komponen}}{\text{massa total campuran}} \times 100\%$$

Contoh soal persen massa

Hitung massa NaOH yang terdapat dalam 500 mL larutan NaOH 20%, jika massa jenis larutan dianggap 1 g/mL

Jawaban:

Massa larutan = 1 g/mL x 500 mL = 500 gram

Kadar larutan 20%, maka massa NaOH dalam larutan adalah:

Massa NaOH = 20:100 x 500 gram = 100 gram

2) Persen Volume

Persentase volume adalah metode yang digunakan untuk menggambarkan konsentrasi komponen dalam campuran berdasarkan volume masing-masing komponen dibandingkan dengan volume total campuran. Konsep ini sangat berguna dalam konteks larutan cair atau campuran gas, di mana volume setiap komponen dapat berpengaruh pada konsentrasi dan sifat fisik campuran tersebut.

$$\text{Persentase massa} = \frac{\text{volume komponen}}{\text{volume total campuran}} \times 100\%$$

Contoh soal persen volume

Berapa mL alkohol yang terlarut di dalam 500 mL larutan alkohol yang berkadar 30%?

Jawaban:

% volume alkohol = volume alkohol : volume total larutan x 100%

% volume alkohol = (30% x 500 mL) : 100% = 150 mL

b. Bagian per Juta (part per million/ppm)

Bagian per juta (ppm) adalah unit yang digunakan untuk mengukur konsentrasi zat yang sangat rendah dalam campuran, terutama dalam larutan atau gas. Unit ini menunjukkan berapa banyak bagian zat terlarut yang ada dalam satu juta bagian campuran. PPM sering digunakan dalam analisis lingkungan, kimia, dan kesehatan untuk mengukur konsentrasi kontaminan atau zat berbahaya yang sangat rendah, seperti polutan udara atau bahan kimia dalam air. Rumus ppm adalah:

$$\text{Ppm} = \frac{\text{massa zat}}{\text{massa total campuran}} \times 1,000,000$$

Contoh soal ppm

Diketahui bahwa air sungai mengandung amonia (NH_3) sebanyak 0.83 ppm, berapa gram NH_3 yang terdapat dalam 10 liter air sungai tersebut?

Jawaban:

10 liter air = 10 kg = 10,000 gram

0.83 ppm = (massa NH_3 : massa air) $\times 10^6$

Massa NH_3 = $0.83 \times 10,000 : 10^6 = 83$ gram

c. Molaritas (M)

Molaritas (M) adalah salah satu cara untuk menyatakan konsentrasi larutan, yaitu jumlah mol zat terlarut yang terdapat dalam satu liter larutan. Molaritas sering digunakan dalam kimia untuk menggambarkan seberapa banyak molekul atau ion zat terlarut dalam larutan tersebut. Molaritas sangat penting dalam perhitungan stoikiometri dan dalam menentukan jumlah reaktan yang diperlukan dalam reaksi kimia.

Rumus molaritas adalah sebagai berikut:

$$M = \frac{n}{V}$$

Dimana:

M = molaritas larutan (dalam mol/L),

n = jumlah mol zat terlarut (dalam mol),

V = volume larutan (dalam liter).

Contoh soal molaritas

Hitunglah mol NaOH 0.1 M 250 mL

Jawaban:

Mol = M $\times$ V

Mol = 0.1 $\times$ 250

Mol = 0.025 mol

1) Pengenceran Larutan

Pengenceran larutan adalah proses penurunan konsentrasi suatu larutan dengan menambahkan pelarut (biasanya air). Dalam pengenceran, jumlah mol zat terlarut tetap sama, tetapi volume larutan meningkat karena penambahan pelarut. Hal ini mengakibatkan penurunan molaritas larutan tersebut.

Proses pengenceran sangat penting dalam kimia karena seringkali kita perlu membuat larutan dengan konsentrasi yang lebih rendah dari larutan yang tersedia, yang lebih pekat. Oleh karena itu, pengenceran digunakan untuk menyesuaikan konsentrasi larutan sesuai dengan kebutuhan eksperimen atau proses industri.

Pengenceran larutan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

Dimana:

M_1 = molaritas larutan awal (sebelum pengenceran),

V_1 = volume larutan awal (sebelum pengenceran),

M_2 = molaritas larutan akhir (setelah pengenceran),

V_2 = volume larutan akhir (setelah pengenceran).

Contoh soal pengenceran larutan

Sebanyak 100 mL NH_3 2 M ditambahkan air hingga volumenya 500 mL, berapa molaritas larutan yang terjadi?

Jawaban:

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$2 \text{ M} \times 100 = M_2 \times 500$$

$$M_2 = 0.4 \text{ M}$$

2) Mencampur Larutan dengan Konsentrasi Berbeda

Mencampur larutan dengan konsentrasi berbeda adalah proses penggabungan dua atau lebih larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut yang berbeda untuk menghasilkan larutan dengan konsentrasi tertentu. Konsentrasi akhir dari larutan yang tercampur dapat dihitung menggunakan prinsip konservasi jumlah mol, yaitu jumlah mol zat terlarut sebelum dan setelah pencampuran harus tetap sama.

Proses ini sering digunakan dalam laboratorium kimia dan dalam berbagai aplikasi industri, seperti pembuatan larutan standar dengan konsentrasi tertentu.

Jika kita mencampur dua larutan yang memiliki konsentrasi berbeda, kita dapat menggunakan rumus pengenceran yang sudah dikenal:

$$M_1 V_1 + M_2 V_2 = M_f V_f$$

Dimana:

M_1 dan M_2 adalah molaritas larutan pertama dan kedua sebelum dicampur.

V_1 dan V_2 adalah volume larutan pertama dan kedua yang dicampur.

M_f adalah molaritas larutan campuran setelah pencampuran.

V_f adalah volume total larutan setelah pencampuran.

Contoh soal mencampur larutan dengan konsentrasi berbeda

Larutan HCL 2 M yang volumenya 100 mL dicampur dengan HCL 0.1 M 400 mL, berapa molaritas larutan yang terjadi?

Jawaban:

$$M_1 \times V_1 + M_2 \times V_2 = M_f \times V_f$$

$$2 \times 100 + 0.1 \times 400 = M_f \times 500$$

$$M_f = 0.48 \text{ M}$$

d. Membuat Larutan dengan Konsentrasi Tertentu

Membuat larutan dengan konsentrasi tertentu adalah salah satu keterampilan dasar dalam kimia laboratorium dan industri. Larutan dengan konsentrasi yang tepat sangat penting dalam eksperimen kimia, analisis laboratorium, serta dalam produksi bahan kimia. Dalam proses pembuatan larutan, kita sering kali membutuhkan larutan dengan konsentrasi molar tertentu, yang dapat dihitung berdasarkan jumlah zat yang dibutuhkan dan volume larutan yang diinginkan.

► Membuat Larutan dari Zat Padat

Membuat larutan dari zat padat adalah proses dimana zat padat (biasanya dalam bentuk kristal atau bubuk) dilarutkan dalam pelarut (biasanya air) untuk membentuk larutan dengan konsentrasi tertentu. Proses ini sering digunakan di laboratorium kimia, industri, dan berbagai aplikasi lain di mana kita perlu membuat larutan dengan konsentrasi yang diinginkan untuk keperluan eksperimen atau proses produksi. Berikut adalah langkah-langkah membuat larutan dari zat padat:

1) Menentukan Jumlah Zat Terlarut:

- Pertama, tentukan molaritas (M) larutan yang diinginkan dan volume larutan yang akan dibuat.
- Gunakan rumus molaritas untuk menghitung jumlah mol zat terlarut yang dibutuhkan:

$$M = \frac{n}{V}$$

Di mana:

M = molaritas (mol/L),

n = jumlah mol zat terlarut (mol),

V = volume larutan yang diinginkan (L).

Berdasarkan rumus tersebut, jumlah mol zat terlarut yang dibutuhkan dapat dihitung dengan:

$$n = M \times V$$

2) Menghitung Massa Zat Terlarut

Setelah mengetahui jumlah mol zat terlarut yang dibutuhkan, langkah berikutnya adalah menghitung massa zat terlarut dengan menggunakan massa molar zat tersebut. Massa molar (M_m) adalah massa per mol zat, yang biasanya terdapat dalam tabel periodik atau data produk.

$$\text{Massa zat terlarut} = n \times M_m$$

Di mana:

Massa Zat Terlarut adalah massa zat yang perlu ditimbang untuk membuat larutan.

n adalah jumlah mol zat terlarut yang dihitung sebelumnya.

M_m adalah massa molar zat terlarut (g/mol).

3) Melarutkan Zat Terlarut:

- Timbang massa zat terlarut yang diperlukan.
- Masukkan zat terlarut ke dalam wadah larutan (seperti gelas ukur atau labu ukur).
- Tambahkan pelarut (biasanya air) sedikit demi sedikit sambil mengaduk hingga seluruh zat terlarut larut sepenuhnya.
- Pastikan volume larutan yang dihasilkan sesuai dengan volume yang diinginkan, jika perlu tambahkan pelarut sampai mencapai volume akhir.

► Membuat Larutan dari Zat Pekat

Membuat larutan dari zat pekat adalah proses pengenceran larutan pekat untuk menghasilkan larutan dengan konsentrasi yang lebih rendah. Larutan pekat biasanya memiliki konsentrasi zat terlarut yang sangat tinggi, dan dengan menambahkan pelarut (biasanya air), kita dapat menurunkan konsentrasi tersebut sesuai dengan kebutuhan eksperimen atau aplikasi lainnya. Proses ini sangat penting dalam pembuatan larutan dengan konsentrasi yang tepat, seperti dalam titrasi atau eksperimen kimia lainnya. Berikut adalah langkah-langkah membuat larutan dari zat pekat:

1) Menentukan Molaritas dan Volume Larutan yang Diharapkan:

- Tentukan molaritas (M) larutan akhir yang diinginkan serta volume larutan yang akan dibuat.
- Gunakan rumus pengenceran untuk menghitung volume larutan pekat yang perlu digunakan.

2) Menggunakan Rumus Pengenceran Larutan:

Untuk membuat larutan dari zat pekat, kita dapat menggunakan rumus pengenceran yang sudah dibahas sebelumnya:

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

Di mana:

M₁ = molaritas larutan pekat (sebelum pengenceran),

V₁ = volume larutan pekat yang perlu digunakan,

M₂ = molaritas larutan akhir yang diinginkan,

V₂ = volume larutan akhir yang akan dibuat.

Berdasarkan rumus ini, kita dapat menghitung berapa banyak volume larutan pekat yang harus diambil untuk mendapatkan larutan dengan konsentrasi yang lebih rendah.

3) Melakukan Pengenceran:

- Ambil volume larutan pekat yang dihitung (**V₁**).
- Tambahkan pelarut (biasanya air) ke dalam larutan pekat hingga mencapai volume akhir yang diinginkan (**V₂**).

- Aduk larutan dengan baik untuk memastikan pelarut tercampur merata dengan zat terlarut.

Perhitungan Kimia (Stoikiometri)

Stoikiometri adalah cabang dari kimia yang mempelajari hubungan kuantitatif antara reaktan dan produk dalam suatu reaksi kimia. Dalam stoikiometri, kita menggunakan hukum-hukum dasar kimia, seperti hukum kekekalan massa dan hukum perbandingan tetap, untuk menghitung jumlah zat yang terlibat dalam reaksi kimia.

Perhitungan kimia (stoikiometri) sangat penting karena memungkinkan kita untuk menentukan berapa banyak zat yang diperlukan atau dihasilkan dalam reaksi kimia, yang berguna dalam eksperimen laboratorium, produksi industri, dan berbagai aplikasi kimia lainnya. Kita akan mempelajari berbagai teknik perhitungan kimia yang berkaitan dengan stoikiometri, termasuk:

a. Stoikiometri Reaksi

Stoikiometri reaksi adalah perhitungan yang melibatkan hubungan kuantitatif antara jumlah zat yang terlibat dalam reaksi kimia. Dalam stoikiometri, kita menggunakan **koefisien reaksi** dalam persamaan kimia untuk menentukan jumlah mol reaktan yang dibutuhkan dan produk yang dihasilkan. Stoikiometri adalah alat penting untuk menghitung dan memprediksi hasil reaksi kimia secara tepat. Berikut adalah langkah-langkah untuk melakukan perhitungan stoikiometri reaksi:

1) Menulis Persamaan Kimia Seimbang:

Pastikan persamaan reaksi kimia sudah seimbang. Koefisien yang digunakan menunjukkan perbandingan mol antar reaktan dan produk.

2) Menghitung Jumlah Mol:

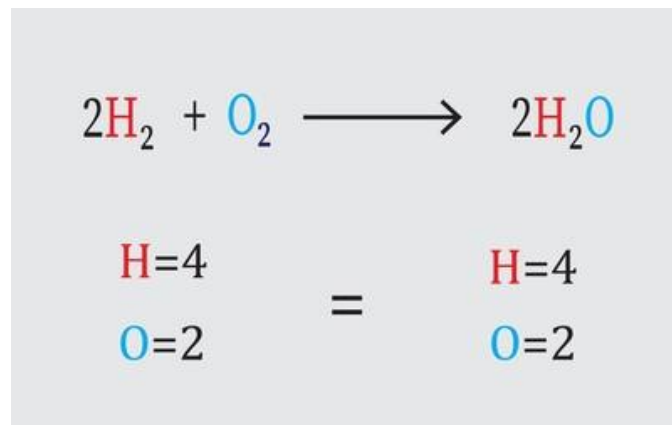
Tentukan jumlah mol dari zat yang diketahui dalam reaksi. Ini bisa dihitung berdasarkan massa, volume (untuk gas pada kondisi standar), atau konsentrasi larutan.

3) Menggunakan Koefisien Reaksi:

Gunakan koefisien dalam persamaan seimbang untuk menentukan hubungan molar antar reaktan dan produk.

4) Menghitung Zat yang Tidak Diketahui:

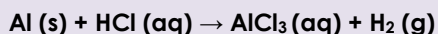
Setelah mengetahui jumlah mol zat yang diketahui, kita dapat menghitung jumlah mol zat lain yang tidak diketahui dalam reaksi dengan menggunakan perbandingan stoikiometri.



Keseimbangan reaksi Hidrogen dengan Oksigen – shutterstock.com/2235635459

Contoh soal stoikiometri reaksi

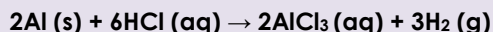
Logam alumunium yang memiliki massa 5.4 gram direaksikan dengan larutan HCl 2 M hingga semua alumunium habis bereaksi dengan reaksi:



Hitunglah berapa liter gas hidrogen yang dihasilkan pada keadaan STP? (Ar Al = 27), dan berapa volume HCl 2 M yang paling sedikit harus direaksikan agar semua alumunium habis bereaksi?

Jawaban:

A. Setarakan reaksi menjadi



B. Hitung mol

$$\text{Mol Al} = 5.4 \text{ gram} : 27 \text{ gram/mol} = 0.2 \text{ mol}$$

C. Perbandingan koefisien reaksi setara, mol Al : mol HCl : mol H₂ = 2 : 6 : 3. Perbandingan ini menyatakan bahwa setiap 2 mol Al akan menghasilkan 3 mol gas H₂, maka untuk 0.2 mol Al

$$\text{Menghasilkan gas H}_2 = 3:2 \times 0.2 \text{ mol} = 0.3 \text{ mol}$$

$$\text{Memerlukan HCl} = 6:2 \times 0.2 \text{ mol} = 0.6 \text{ mol}$$

$$V \text{ gas H}_2 \text{ pada kondisi STP} = \text{mol} \times \text{volume molar}$$

$$V \text{ gas H}_2 \text{ pada kondisi STP} = 0.3 \text{ mol} \times 22.4 \text{ liter/mol} = 6.72 \text{ liter}$$

$$V \text{ HCl yang diperlukan minimal } 0.6 \text{ mol, karena konsentrasi HCl } 2 \text{ mol/L, maka}$$

$$V \text{ HCl} = 0.6 \text{ mol} : 2 \text{ mol/L} = 0.3 \text{ Liter atau } 300 \text{ mL}$$

b. Neraca Atom/Ekonomi Atom

Neraca atom atau yang juga dikenal dengan istilah **ekonomi atom** adalah konsep dalam kimia yang digunakan untuk memastikan bahwa jumlah atom dari setiap unsur dalam reaksi kimia tetap terjaga (kekal) sebelum dan sesudah reaksi. Konsep ini sangat penting dalam stoikiometri karena membantu kita memverifikasi bahwa persamaan reaksi kimia sudah seimbang, serta memastikan bahwa hukum kekekalan massa dan hukum kekekalan atom dipatuhi dalam reaksi kimia. Neraca atom berfokus pada kuantitas atom yang terlibat dalam reaksi. Setiap atom dalam reaksi kimia harus dihitung dengan cermat untuk memastikan bahwa jumlah atom dari setiap unsur sebelum dan sesudah reaksi adalah sama. Ini berarti jumlah atom reaktan harus sama dengan jumlah atom produk.

Secara sederhana, **ekonomi atom** memastikan bahwa tidak ada atom yang hilang atau tercipta dalam reaksi kimia, melainkan hanya berubah bentuk dari reaktan menjadi produk.

Rumus nilai ekonomi atom adalah:

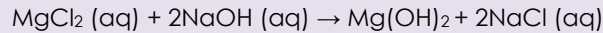
$$\% \text{ ekonomi atom} = \frac{n \times \text{Massa relatif produk yang diharapkan}}{\sum (n \times \text{Massa relatif semua hasil reaksi})} \times 100\%$$

Contoh soal ekonomi atom

Diketahui Ar Mg = 24, Cl = 35.5, Na = 23, O = 16, H = 1, dan N = 14. Untuk mendapatkan Mg(OH)_2 dari MgCl_2 , terdapat pereaksi NaOH dan NH_4Cl . Pilihlah pereaksi manakah yang masuk ke prinsip ekonomi atom?

Jawaban:

Pereaksi NaOH, maka:



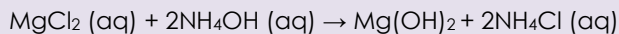
Tinjauan ekonomi atom:

$$= 1 \times \text{Mr Mg(OH)}_2 : [1 \times \text{Mr Mg(OH)}_2 + (2 \times \text{Mr NaCl})] \times 100\%$$

$$= 1 \times 58 : [(1 \times 58) + (2 \times 58.5)] \times 100\%$$

$$= 33.14\%$$

Pereaksi NH_4OH , maka:



Tinjauan ekonomi atom:

$$= 1 \times \text{Mr Mg(OH)}_2 : [1 \times \text{Mr Mg(OH)}_2 + (2 \times \text{Mr NH}_4\text{Cl})] \times 100\%$$

$$= 1 \times 58 : [(1 \times 58) + (2 \times 53.5)] \times 100\%$$

$$= 35.15\%$$

Maka, pereaksi yang harus lebih dipilih adalah NH_4OH karena lebih tinggi nilai ekonomi atomnya.



Tahukah kamu?

- ▷ Kandungan Kalsium: Air mineral dengan kadar kalsium yang tinggi bermanfaat untuk kesehatan tulang dan gigi, serta mendukung fungsi otot dan saraf tubuh.
- ▷ Magnesium untuk Kesehatan: Air mineral yang kaya magnesium membantu mendukung fungsi jantung, metabolisme tubuh, dan menjaga kadar gula darah yang sehat.
- ▷ Perbedaan Kadar Mineral: Setiap merek air mineral memiliki kadar mineral yang berbeda, yang memengaruhi rasa dan manfaat kesehatan. Label pada botol memberikan informasi tentang kandungan mineral seperti kalsium, magnesium, dan natrium.



Rangkuman

Bab ini membahas berbagai konsep dasar yang mendasari perhitungan kimia dan hubungan antara zat dalam reaksi kimia. Dimulai dengan **hukum dasar kimia**, seperti Hukum Lavoisier (kekekalan massa), Hukum Proust (perbandingan tetap), Hukum Dalton (kelipatan perbandingan), dan Hukum Gay-Lussac (perbandingan volume), yang memberikan dasar teori untuk memahami bagaimana unsur-unsur berinteraksi dalam reaksi kimia. Selanjutnya, kita membahas **massa atom relatif** dan **massa rumus relatif**, yang membantu dalam memahami komposisi atom dan senyawa berdasarkan perbandingan massa. Konsep **mol**, bersama dengan **bilangan Avogadro** dan **molaritas**, adalah alat penting untuk menghitung jumlah partikel dalam zat dan menentukan konsentrasi larutan.

Dalam perhitungan kadar zat, kita menjelaskan bagaimana **kadar unsur dalam senyawa** dan berbagai metode pengukuran kadar zat dalam campuran, seperti **persentase massa**, **persentase volume**, dan **bagian per juta (ppm)**, digunakan untuk mengukur konsentrasi dan komposisi zat dalam larutan atau campuran. Selanjutnya, **molaritas** dan **pengenceran larutan** adalah dua konsep yang sangat penting dalam pembuatan larutan dengan konsentrasi tertentu, yang diaplikasikan dalam berbagai eksperimen kimia dan proses industri. Proses **mencampur larutan dengan konsentrasi berbeda** dan **membuat larutan dari zat pekat** menjelaskan bagaimana kita bisa mencapai konsentrasi larutan yang diinginkan untuk eksperimen atau produksi.

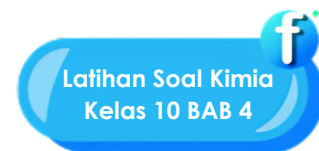
Bagian terakhir dari bab ini membahas **stoikiometri reaksi**, yang mengajarkan kita cara menghitung hubungan kuantitatif antara reaktan dan produk dalam suatu reaksi kimia, serta **neraca atom/ekonomi atom**, yang memastikan bahwa jumlah atom pada kedua sisi persamaan reaksi tetap terjaga. Semua konsep ini bekerja bersama-sama untuk memberikan pemahaman yang mendalam tentang bagaimana menghitung dan memprediksi hasil reaksi kimia secara tepat, baik di laboratorium maupun dalam aplikasi industri.

Latihan Soal

1. Massa unsur besi yang terdapa dalam 20 gram $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ adalah ... (Ar Fe = 56, S = 32, dan O = 16)
 - a. 5.6 gram
 - b. 11.2 gram
 - c. 2.24 gram
 - d. 112 gram
 - e. 22.4 gram
2. Jumlah atom besi di dalam sepotong besi yang massanya 112 gram adalah ... (Ar Fe = 56)
 - a. 6.02×10^{24} atom
 - b. 6.02×10^{23} atom
 - c. 3.01×10^{24} atom
 - d. 3.01×10^{23} atom
 - e. 1.204×10^{24} atom
3. Massa molar CO adalah 28 gram/mol, maka massa 3.01×10^{24} molekul CO adalah
 - a. 280 gram
 - b. 140 gram
 - c. 41.6 gram
 - d. 14 gram
 - e. 2.8 gram
4. Volume dari 4 gram gas SO_3 dalam keadaan STP adalah ... (Ar S = 32, O = 16)
 - a. 5.6 liter
 - b. 11.2 liter
 - c. 10.2 liter
 - d. 1.12 liter
 - e. 0.56 liter
5. Massa hemoglobin ($M_r = 68000$) mengandung 0.33% besi, maka jumlah atom Fe (Ar = 56) dalam molekul hemoglobin adalah ...
 - a. 3
 - b. 4
 - c. 5
 - d. 6

- e. 7.
6. Massa dari 3.01×10^{23} molekul H_2O ($M_r = 18$) adalah ...
- a. 72 gram
 - b. 36 gram
 - c. 18 gram
 - d. 9 gram
 - e. 4.5 gram
7. Hitunglah massa relatif dari $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ jika diketahui $A_r \text{ Fe} = 56$, $S = 32$ dan $O = 16$...
- a. 104
 - b. 152
 - c. 192
 - d. 248
 - e. 400

Akses latihan soal
lainnya di sini yuk!



Referensi

- Atkins, P., & de Paula, J. (2010). *Physical Chemistry* (9th ed.). Oxford University Press.
- Chang, R. (2010). *Chemistry: The Central Science* (12th ed.). Pearson Education.
- Hill, J. W., & Petrucci, R. H. (2013). *Chemistry: Principles and Reactions* (8th ed.). Cengage Learning.
- Kotz, J. C., Treichel, P. M., & Weaver, G. (2014). *Chemistry & Chemical Reactivity* (9th ed.). Cengage Learning.
- Laidler, K. J., Meiser, J. H., & Sanctuary, B. C. (2015). *Physical Chemistry* (5th ed.). Brooks/Cole.
- Lavoisier, A. (2010). *Elements of Chemistry*. Dover Publications. (Original work published in 1789)
- McMurry, J., & Fay, R. C. (2012). *Chemistry* (7th ed.). Pearson.
- Nelson, D. L., Cox, M. M. (2013). *Lehninger Principles of Biochemistry* (6th ed.). W.H. Freeman.
- Petrucci, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., & Bissonnette, C. (2017). *General Chemistry: Principles and Modern Applications* (10th ed.). Pearson Education.
- Robinson, R. A., & Stokes, R. H. (2010). *Electrolyte Solutions* (2nd ed.). Dover Publications.
- Silberberg, M. S. (2015). *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change* (7th ed.). McGraw-Hill Education.
- Smith, J. W. (2014). *General Chemistry*. McGraw-Hill Education.
- Timberlake, K. C. (2011). *Chemistry: An Introduction to General, Organic, and Biological Chemistry* (11th ed.). Pearson Education.
- Tro, N. J. (2017). *Chemistry: A Molecular Approach* (4th ed.). Pearson Education.
- Zumdahl, S. S., & Zumdahl, S. A. (2013). *Chemistry: An Atoms First Approach* (2nd ed.). Cengage Learning