



Interaksi Alam Basa dan Kehidupan

MODUL TEMA 8

KIMIA PAKET C
SETARA SMA/MA
KELAS XI



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat
Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan
Tahun 2018

Kimia Paket C - Setara SMA/MA kelas XI
Modul Tema 8 : .Interaksi Asam Basa dalam Kehidupan

■ **Penulis:** Dra. Ernaviata,M.Pd

■ **Diterbitkan oleh:** Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan-
Ditjen Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat-Kementerian Pendidikan dan
Kebudayaan, 2018

iv+ 52 hlm + ilustrasi + foto; 21 x 28,5 cm

Modul Dinamis: Modul ini merupakan salah satu contoh bahan ajar pendidikan kesetaraan yang berbasis pada kompetensi inti dan kompetensi dasar dan didesain sesuai kurikulum 2013. Sehingga modul ini merupakan dokumen yang bersifat dinamis dan terbuka lebar sesuai dengan kebutuhan dan kondisi daerah masing-masing, namun merujuk pada tercapainya standar kompetensi dasar.

Kata Pengantar

Pendidikan kesetaraan sebagai pendidikan alternatif memberikan layanan kepada masyarakat yang karena kondisi geografis, sosial budaya, ekonomi dan psikologis tidak berkesempatan mengikuti pendidikan dasar dan menengah di jalur pendidikan formal. Kurikulum pendidikan kesetaraan dikembangkan mengacu pada kurikulum 2013 pendidikan dasar dan menengah hasil revisi berdasarkan peraturan Mendikbud No.24 tahun 2016. Proses adaptasi kurikulum 2013 ke dalam kurikulum pendidikan kesetaraan adalah melalui proses kontekstualisasi dan fungsionalisasi dari masing-masing kompetensi dasar, sehingga peserta didik memahami makna dari setiap kompetensi yang dipelajari.

Pembelajaran pendidikan kesetaraan menggunakan prinsip flexible learning sesuai dengan karakteristik peserta didik kesetaraan. Penerapan prinsip pembelajaran tersebut menggunakan sistem pembelajaran modular dimana peserta didik memiliki kebebasan dalam penyelesaian tiap modul yang disajikan. Konsekuensi dari sistem tersebut adalah perlunya disusun modul pembelajaran pendidikan kesetaraan yang memungkinkan peserta didik untuk belajar dan melakukan evaluasi ketuntasan secara mandiri.

Tahun 2017 Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan, Direktorat Jendral Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat mengembangkan modul pembelajaran pendidikan kesetaraan dengan melibatkan Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru dan tutor pendidikan kesetaraan. Modul pendidikan kesetaraan disediakan mulai paket A tingkat kompetensi 2 (kelas 4 Paket A). Sedangkan untuk peserta didik Paket A usia sekolah, modul tingkat kompetensi 1 (Paket A setara SD kelas 1-3) menggunakan buku pelajaran Sekolah Dasar kelas 1-3, karena mereka masih memerlukan banyak bimbingan guru/tutor dan belum bisa belajar secara mandiri.

Kami mengucapkan terimakasih atas partisipasi dari Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru, tutor pendidikan kesetaraan dan semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan modul ini.

Jakarta, Desember 2018

Direktur Jenderal

Harris Iskandar

Daftar Isi

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Petunjuk Penggunaan Modul dan Kriteria Ketuntasan Pembelajaran	1
Tujuan Pembelajaran Modul	1
Pengantar Modul	2
Unit 8.1 Konsentrasi Larutan	1
□ Uraian Materi	
A. Molaritas (M)	3
B. Pengenceran Larutan	3
C. Molaritas Campuran	5
□ Soal Latihan Unit 8.1	6
Unit 8.2 Teori Asam Basa	6
A. Teori Asam Basa menurut Arrhenius	7
B. Teori Asam Basa menurut Bronsted-Lowry	9
C. Teori Asam Basa menurut Lewis	10
D. Tetapan Kesetimbangan Air (K_w)	11
E. Derajat Keasaman Larutan (pH Larutan)	12
• Soal Latihan Unit 8.2	14
Unit 8.3 Identifikasi Sifat Asam dan Basa dengan Indikator	15
A. Indikator	15
B. Indikator Alam	17
□ Penugasan	20
• Teori	20
• Tujuan	21
• Langkah-Langkah	21
• Soal Latihan Unit 8.3	23
Unit 8.4 Kekuatan Asam Basa	24
□ Uraian Materi	
A. Asam Kuat Basa Kuat	24
B. Asam Lemah Basa Lemah	26
□ Soal Latihan	30
Unit 8.5 Stoikiometri Larutan	31
□ Uraian Materi	31
□ Soal Latihan	31
Rangkuman	34
Saran Referensi	35
Penilaian	35
Kunci Jawaban dan Pembahasan	52
Daftar Pustaka	

MODUL 8

Interaksi Asam Basa dalam Kehidupan

Petunjuk Penggunaan Modul

Hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan Modul 8 ini adalah sebagai berikut.

1. Mata pelajaran Kimia Paket C Tingkatan V Setara Kelas XI SMA memiliki 5 modul, yaitu: (1) Mengelola Bahan Bakar Fosil menuju Langit Biru, (2) Mempertahankan Kualitas Bahan dan Optimalisasi Produk pada Reaksi Kimia, (3) Interaksi Asam Basa dalam Kehidupan, (4) Keseimbangan Ion dalam Larutan untuk Menentukan Kadar suatu Zat, dan (5) Koloid dalam Kehidupan Sehari-hari. Modul Kimia ini disusun berdasarkan urutan hirarki keilmuan (urutan prasyarat pemahaman). Oleh karena itu, modul ini harus dipelajari secara berurutan, tidak bisa acak karena ada pengetahuan prasyarat yang harus dipahami sebelum belajar modul berikutnya.
2. Modul 8 Interaksi Asam Basa dalam Kehidupan, dirancang dalam 5 (lima) unit, yaitu: (1) Konsentrasi Larutan, (2) Teori Asam Basa, (3) Identifikasi Sifat Asam dan Basa dengan Indikator, (4) Kekuatan Asam Basa, dan (5) Stoikiometri Larutan. Kelima unit ini membahas konsep kimia yang saling terkait. Oleh karena itu harus dipelajari secara berurutan karena ada pengetahuan prasyarat yang harus dipahami sebelum belajar unit berikutnya.
3. Setiap unit ada uraian materi dan penugasan serta soal latihan untuk melatih Anda berpikir kritis dan kreatif dalam mencapai kompetensi. Selain itu, diakhir modul ada penilaian untuk mengetahui pemahaman peserta didik terhadap modul ini.
4. Dalam mempelajari Modul 8 ini, Anda perlu mengingat kembali perhitungan Kimia terutama mengenai konsep mol, konsentrasi larutan, reaksi kimia sederhana yang telah dipelajari di Modul 4. Bacalah Modul 8 ini dengan cermat, tekun dan sabar serta perhatikan gambar ilustrasi yang disajikan.
5. Bersama tutor dan teman anda, lakukanlah percobaan-percobaan sederhana untuk lebih memahami Konsep Asam dan Basa dalam Kehidupan Sehari-hari untuk meningkatkan pemahaman Anda tentang larutan asam dan basa.
6. Baca tujuan yang diharapkan setelah mempelajari modul ini agar Anda paham tujuan yang dicapai setelah mempelajari modul ini.
7. Kerjakan semua penugasan pada setiap unit untuk meningkatkan pemahaman mengenai materi modul dengan baik. Gunakan alat, bahan dan media sesuai yang tercantum pada setiap penugasan.
8. Mintalah bimbingan tutor jika merasakan kesulitan dalam memahami materi modul.
9. Kerjakan penilaian dengan mengisi soal-soal latihan yang disediakan di akhir modul. Jika Anda mendapat skor 70 maka Anda dapat dikatakan TUNTAS belajar modul ini.
10. Selamat membaca dan mempelajari modul ini, semoga sukses.

Tujuan yang diharapkan setelah mempelajari modul ini.

Setelah membaca dan mempelajari modul ini, diharapkan Anda mampu:

1. Menentukan konsentrasi larutan molaritas, pengenceran dan konsentrasi campuran
2. Menganalisis sifat asam basa berdasarkan teori Arrhenius, Bronsted – Lowry dan Lewis
3. Membuat indikator alam, mengidentifikasi sifat asam basa larutan yang ada disekitar dengan indikator alam, lakmus dan indikator universal
4. Menentukan pH larutan asam kuat, basa kuat, asam lemah dan basa lemah
5. Mengaplikasikan konsentasi larutan dan reaksi asam basa dalam perhitungan kimia (stoichiometri larutan)

Pengantar Modul

Dalam kehidupan sehari-hari kita sering mengatakan jeruk rasanya asam, kapur sirih rasanya pahit. Mengapa? Dalam ilmu kimia larutan bersifat asam apabila larutan tersebut dapat melepaskan ion H^+ dan basa melepaskan ion OH^- . Tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan tergantung dari konsentrasinya yang dinyatakan dalam molar (Molaritas = M).

Konsep asam basa dikenalkan oleh Arrhenius, Bronsted-Lowry dan Lewis yang merupakan dasar dari perkembangan sifat asam basa selanjutnya. Untuk mengidentifikasi asam atau basa dapat digunakan indikator berupa lakmus merah, lakmus biru dan indikator universal. Selain dari itu ada juga indikator kimia (seperti phenolphthalein, Brom Thymol Biru, Metil Merah, Metil Orange, dll), terdapat juga indikator alam yang dapat dibuat dari ekstrak umbi-umbian (seperti kunyit, wortel) dan bunga yang dapat membedakan warnanya dalam larutan asam dan larutan basa.

Tingkat keasaman larutan asam basa ditentukan oleh derajat keasaman (pH larutan) yang mempunyai rentang dari 0 sampai 14. Asam kuat memiliki derajat keasamannya (pH) mendekati nol sedangkan basa kuat memiliki derajat keasaman mendekati 14 sedangkan larutan netral memiliki $pH = 7$.

Pembahasan asam basa diawali dengan konsentrasi larutan, pengenceran larutan, dan konsentrasi campuran. Teori asam basa berkembang dari teori asam basa menurut Arrhenius hingga teori asam basa Lewis. Untuk memahami sifat asam dan sifat basa, Anda dapat melakukan percobaan sederhana untuk menguji larutan di sekitar kita, misalnya air jeruk nipis, cuka dapur, air sabun, dan air kapur sirih. Asam kuat dan asam lemah atau basa kuat dan basa lemah dapat dibedakan berdasarkan nilai pH -nya. Stoikiometri larutan melibatkan zat-zat yang bereaksi dan hasil reaksi yang terjadi dalam larutan.

Modul 8 Interaksi Asam Basa Dalam Kehidupan dirancang dalam 5 (lima) unit sebagai berikut:

Unit 8.1	Konsentrasi Larutan	Menentukan molaritas larutan, pengenceran dan molaritas campuran
Unit 8.2	Teori asam Basa	Teori-teori asam basa menurut Arrhenius, Bronsted-Lowry, dan Lewis; Tetapan kesetimbangan air (K_w) dan Derajat keasaman larutan (pH larutan)
Unit 8.3	Identifikasi Asam Basa dengan Indikator	Mengidentifikasi larutan asam basa dengan menggunakan indikator kimia dan indikator alam
Unit 8.4	Kekuatan Asam Basa	Menentukan pH asam kuat dan pH basa kuat serta pH asam lemah dan pH basa lemah
Unit 8.5	Stoikiometri Larutan	Menghitung zat pereaksi atau zat yang terbentuk pada reaksi dalam larutan.

Unit 8.1 Konsentrasi Larutan

Konsentrasi (kepekatan) larutan dapat dinyatakan dengan berbagai cara, yaitu molaritas (M), molalitas (m), dan fraksi mol. Berikut dibahas tentang molaritas atau konsentrasi molar, pengenceran, dan molaritas campuran.

A. Molaritas (M)

Dalam perhitungan kimia, konsentrasi (kepekatan) larutan biasanya dinyatakan dalam molaritas, yaitu jumlah mol zat terlarut dalam satu liter larutan yang dinyatakan dengan satuan **mol/L** dan diberi simbol **M**. Misalnya, larutan NaCl 1 M

berarti dalam 1 liter larutan terdapat 1 mol atau 58,5 gram NaCl. Anda masih ingatkan cara menentukan molaritas? Molaritas larutan dapat dihitung dari rumus berikut.

$$M = \frac{\text{jumlah .mol .zat .terlarut}}{\text{liter .larutan}} = \frac{n}{v} \quad \text{sedangkan} \quad n = \frac{\text{gram}}{M_r}$$

maka

$$M = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1}{\text{Liter.larutan}}$$

atau

$$M = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL.larutan}}$$

Contoh

Tentukan molaritas larutan, jika 4 gram Natrium Hidroksida dilarutkan dalam air sehingga volumenya menjadi 500 mL. A_r Na = 23, O = 16 dan H = 1

Jawaban

$$M = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL.larutan}}$$

$$M.\text{NaOH} = \frac{4.\text{gram}}{40.\text{grammol}^{-1}} \times \frac{1000}{500.\text{mL}} = 0,2M$$

B. Pengenceran Larutan

Kamu tentu pernah minum teh manis. Jika tehnya terasa sangat manis berarti mengandung banyak gula atau konsentrasinya tinggi (pekat). Untuk mengurangi rasa manis maka ditambah air. Hal ini disebut pengenceran

Zat-zat kimia di laboratorium biasanya dibeli dalam bentuk larutan dengan konsentrasi tinggi (pekat). Untuk keperluan percobaan, zat-zat tersebut perlu diencerkan. Bagaimana caranya mengencerkan larutan? Pengenceran larutan merupakan proses penurunan konsentrasi larutan atau proses memperkecil konsentrasi larutan dengan cara menambahkan zat pelarut kedalam larutan tersebut. Pada pengenceran, jumlah mol zat tidak berubah sehingga dapat digunakan rumus:

$$V_1 M_1 = V_2 M_2$$

atau

$$V_1 = \frac{V_2 \cdot M_r \cdot M}{10 \text{ pd}}$$

Keterangan:

V_1 = volum larutan semula

M_1 = molaritas larutan semula

V_2 = volum larutan sesudah diencerkan

M_2 = molaritas larutan sesudah diencerkan

M_r = massa molekul relatif

M = molaritas larutan yang akan dibuat dalam mol/L

p = konsentrasi larutan (reagen) pekat (dalam %b/b)

d = rapatan (massa jenis) dalam gram/mL

Contoh

- a. Di laboratorium tersedia larutan H_2SO_4 pekat (18 M). Berapa mililiter larutan H_2SO_4 pekat yang diperlukan untuk memperoleh 1 liter asam sulfat 0,1 M?

Jawaban

$$V_1 M_1 = V_2 M_2$$

$$V_1 \times 18 \text{ M} = 1 \text{ liter} \times 0,1 \text{ M}$$

$$V_1 = \frac{0,1 \text{ M}}{18 \text{ M}} \times 1 \text{ Liter}$$

$$V_1 = 0,00556 \text{ liter} = 5,56 \text{ mL}$$

Jadi, banyaknya larutan H_2SO_4 pekat yang diperlukan adalah 5,56 mL untuk dilarutkan **sampai volum** 1 Liter

Catatan: Cara mengencerkan H_2SO_4 pekat yang aman, yaitu H_2SO_4 pekat dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam pelarutnya, jangan sebaliknya.

Caranya:

Ambil 5,56 mL asam sulfat dengan menggunakan pipet volumetri masukkan kedalam gelas kimia yang **sudah diisi air** secukupnya misalkan 200 mL sedikit demi sedikit melalui dinding gelas kimia, kemudian tuangkan kedalam labu ukur yang berukuran 1 Liter dan tambahkan air sampai batas ukuran



Gambar: 8.2 Alat Laboratorium Kimia

Sumber: starskimia.blogspot.com

- b. Untuk membuat 100 mL larutan HCl dengan konsentrasi 0,1 M, berapa mL HCl pekat (36,5% b/b) harus diambil bila massa jenis HCl pekat = 1,19 gram/mL?

Jawaban

$$V_2 = 100 \text{ mL}$$

$$M_r \text{ HCl} = 36,5$$

$$M = 0,1 \text{ mol/L}$$

$$p = 36,5 \% \text{ b/b}$$

$$d = 1,19 \text{ gram/mL}$$

$$V_1 = \frac{V_2 \cdot M_r \cdot M}{10 p d}$$

$$V_1 = \frac{100 \text{ mL} \cdot 36,5 \text{ gram/mol} \cdot 0,1 \text{ mol/L}}{10 \times 36,5 \text{ gram/gram} \cdot 1,19 \text{ gram/mL}}$$

$$V_1 = 0,84 \text{ mL}$$

HCl pekat yang harus diambil adalah 0,84 mL untuk dilarutkan sampai volum 100 mL

Atau Cara lain:

HCl 36,5% b/b artinya dalam 100 gram HCl pekat terdapat 36,5 gram HCl

Volume = massa (gram) / massa jenis (gram/mL)

$$\text{Volume (mL)} = \frac{\text{massa (gram)}}{\text{massa.jenis. (gram/mL)}}$$

$$\text{Volume larutan HCl} = \frac{100 \text{ gram}}{1,19 \text{ gram/mL}} = 84 \text{ mL}$$

$$M = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL.larutan}}$$

$$\text{Molaritas HCl pekat} = \frac{36,5}{36,5} \times \frac{1000}{84} = 11,9 \text{ M}$$

Untuk membuat 100 mL HCl 0,1 M diperlukan HCl pekat sebanyak....

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$100 \text{ mL} \cdot 0,1 \text{ M} = V_2 \cdot 11,9 \text{ M}$$

$$V_2 = 0,84 \text{ mL}$$

HCl pekat yang harus diambil adalah 0,84 mL untuk dilarutkan sampai volum 100 mL

C. Molaritas Campuran

Pernahkah anda membuat minuman manis kelapaan berapa sendok gula yang sudah anda masukkan kedalam gelas? Misalnya dalam gelas 1 anda masukkan 2 sendok gula, sedangkan gelas ke 2 anda masukkan 5 sendok gula, kira-kira rasa minuman digelas kedua bagaimana? Pasti kemanisankan? Bagaimana caranya supaya rasa manisnya sama? Ya, tentunya dicampur saja.

Dalam perhitungan kimia jika beberapa larutan sejenis yang berbeda konsentrasinya dicampurkan maka jumlah zat terlarut dan volum larutan campuran berubah. Konsentrasi larutan setelah dicampurkan dapat ditentukan dengan rumus berikut.

Keterangan:

M_1 = konsentrasi larutan 1

V_1 = volum larutan 1

M_2 = konsentrasi larutan 2

V_2 = volum larutan 2

M_c = konsentrasi setelah dicampurkan

$$M_c = \frac{V_1 M_1 + V_2 M_2}{V_1 + V_2}$$

Contoh

Tentukan molaritas campuran, jika ke dalam 200 mL larutan HCl 4 M ditambahkan 100 mL larutan HCl 1 M.

Jawaban

$$M_c = \frac{V_1 M_1 + V_2 M_2}{V_1 + V_2} = \frac{200 \times 4 + 100 \times 1}{200 + 100} = \frac{900}{300} = 3 \text{ M}$$

Jadi, konsentrasi larutan setelah dicampurkan adalah 3 M.

Soal Latihan 8.1

Untuk lebih memahami konsentrasi Molar , Pengenceran dan Molaritas campuran cobalah kerjakan soal ini:

1. Tentukan Molaritas dari
 - a. 0,1 gram CaCO_3 dilarutkan sampai volum 2 Liter
 - b. 9,5 gram MgCl_2 dilarutkan sampai volum 500 mL
 - c. 5,58 gram $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ dilarutkan sampai volum 250 mL

Catatan massa atom relatif (Ar) lihat dalam tabel periodik
2. Seorang siswa membutuhkan larutan asam nitrat (HNO_3) 0,2 M, di Lab yang ada asam nitrat 0,4 M dan 0,1 M. Bila asam nitrat yang 0,4 M diambil 50 mL, berapa mL asam nitrat yang 0,1 M dibutuhkan?
3. Di laboratorium tersedia larutan HCl dengan konsentrasi 5 M. Berapa mililiter larutan HCl tersebut diperlukan untuk memperoleh 1 liter HCl 0,1 M ?
4. Untuk membuat 100 mL larutan H_2SO_4 dengan konsentrasi 0,1 M, berapa mL H_2SO_4 pekat (96%^{b/b}) harus diambil bila massa jenis H_2SO_4 pekat = 1,84 gram/mL?

Unit 8.2 Teori Asam Basa

Dalam kehidupan sehari-hari kita menggunakan asam dan basa untuk berbagai keperluan. Beberapa contoh asam yang sering kita temukan seperti:

- asam askorbat (vitamin C rumus molekul $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) yang terkandung dalam banyak buah-buahan,
- asam sitrat ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) yang terdapat dalam jeruk nipis dan lemon,
- asam malat ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5$) dalam buah apel dan pir,
- asam tartarat ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$) dalam buah anggur,
- asam folat ($\text{C}_{19}\text{H}_{19}\text{O}_6\text{N}_7$) dalam pisang, alpukat, bayam, brokoli dan buncis,
- asam asetat (cuka= $\text{CH}_3\text{COOH} = \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) banyak digunakan untuk memasak/bumbu makanan, misalnya empuk-empuk.

Asam yang terkandung dalam buah-buahan dan sayuran disebut asam organik.

Asam karbonat (H_2CO_3) memberikan rasa segar dalam minuman dan asam sulfat (H_2SO_4) digunakan dalam aki mobil.



Beberapa contoh basa yang banyak digunakan, yaitu: kapur sirih (CaO) untuk makan sirih, Amoniak (NH_3) digunakan sebagai pelarut desinfektan, soda api atau Natrium hidroksida (NaOH) digunakan untuk membersihkan saluran air atau bahan untuk sabun.

Aluminium hidroksida [$\text{Al}(\text{OH})_3$] dan Magnesium hidroksida [$\text{Mg}(\text{OH})_2$] digunakan untuk membuat obat nyeri lambung.

Dari uraian dan gambar diatas bisakah anda membedakan dan menyimpulkan apakah itu asam atau basa?. Asam dan basa memiliki sifat-sifat yang berbeda. Asam merupakan suatu zat yang dilarutkan dalam air larutannya berasa masam, memerahkan kertas lakmus biru, dan dapat menetralkan basa. Sedangkan basa merupakan suatu zat yang dilarutkan dalam air larutannya berasa pahit dan terasa licin, membirukan kertas lakmus merah, dan menetralkan asam.



Gambar 8.1 Berbagai jenis Buah-buahan dan zat yang mengandung asam



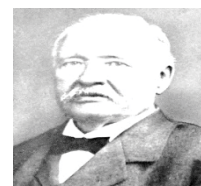
Sumber:blogspot.com

Gambar 8.1 Berbagai bahan- bahan yang mengandung basa

Asam yang sudah lama dikenal yaitu *asam cuka* (***acidum aceticum*** dalam bahasa latin) dan *basa* (***alkali*** artinya ***abu*** dalam bahasa arab). Menurut **Lavoisier** semua asam selalu mengandung **oksigen** (*oksigen* dalam bahasa Yunani artinya *pembentuk asam*), tetapi **Davy** menunjukkan bahwa dalam *asam muriatat* (asam hidroklorida = HCl) hanya mengandung *hidrogen* dan *klor* dengan demikian ditetapkan bahwa unsur dasar pembentuk asam adalah **hidrogen**. Untuk mengidentifikasi asam dan basa secara sederhana dapat dilakukan antara lain dengan menggunakan **kertas lakmus**

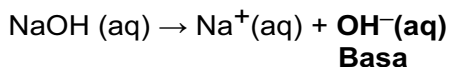
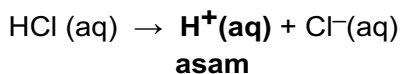
A. Teori Asam-Basa menurut Arrhenius (1884)

Seorang ahli kimia *Svante August Arrhenius* (1859–1927) dari Swedia menyatakan bahwa asam adalah semua zat yang dilarutkan dalam air akan terurai menghasilkan ion H^+ . Sedangkan basa adalah semua zat yang dilarutkan dalam air akan terurai menghasilkan ion OH^- . Contoh: hidrogen klorida (HCl) dinamakan asam karena di dalam air terurai menjadi ion H^+ dan ion Cl^- , sedangkan natrium hidroksida (NaOH) disebut basa karena di dalam air terurai menjadi ion Na^+ dan ion OH^- .



Svante Arrhenius (1859 – 1927)

Sumber :Wikipedia



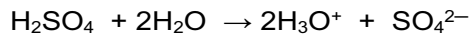
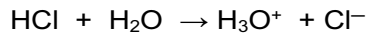
Menurut Arrhenius, reaksi asam dengan basa merupakan reaksi pembentukan H_2O dari ion H^+ dan ion OH^- . Reaksi asam dengan basa disebut reaksi penetralan. *Contoh:*



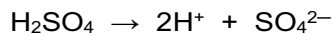
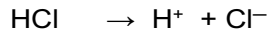
Ion H^+ dalam air tak mungkin ada, ion H^+ segera bergabung dengan molekul air membentuk ion hidronium (H_3O^+), menurut reaksi berikut.



Jika HCl(aq) , $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$ atau asam lainnya dilarutkan ke dalam air maka segera terbentuk ion hidronium.

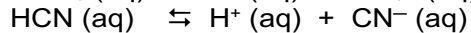
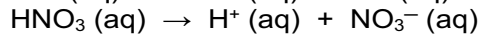
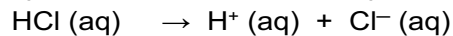


Walaupun demikian, untuk menyederhanakan penulisan maka penguraian asam dalam air dapat dianggap menghasilkan ion H^+ .



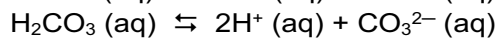
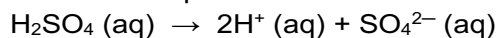
Jumlah ion H^+ yang dilepaskan oleh asam disebut **valensi asam (x)**. Berdasarkan jumlah H^+ yang dilepaskan, asam dapat dikelompokkan sebagai berikut.

- a. **Asam bervalensi satu** disebut juga **asam monoprotik**, yaitu asam yang melepaskan satu ion H^+ dalam pelarut air. Contoh HCl , HNO_3 , dan HCN

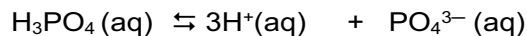


Catatan tanda panah $\rightarrow$ menunjukkan terurai sempurna artinya HCl asam kuat
tanda panah $\rightleftharpoons$ menunjukkan terurai sebagian artinya HCN asam lemah

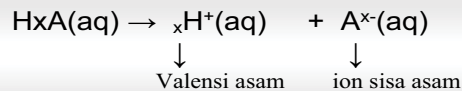
- b. **Asam bervalensi dua** disebut juga **asam diprotik**, yaitu asam yang melepaskan dua ion H^+ dalam pelarut air. Contoh H_2SO_4 dan H_2CO_3 .



- c. **Asam bervalensi tiga** disebut juga **asam triprotik atau poliprotik**, yaitu asam yang melepaskan tiga ion H^+ dalam pelarut air. Contoh: H_3PO_4 dan H_3AsO_4 .

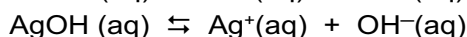
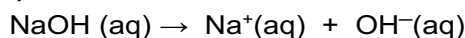


secara umum

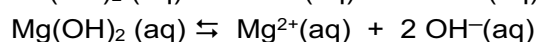
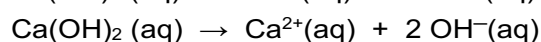
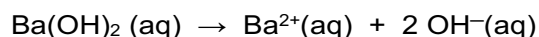


Sedangkan jumlah ion OH^- yang dilepaskan basa disebut **valensi basa (x)**. Berdasarkan jumlah OH^- yang dilepaskan, basa dapat dikelompokkan sebagai berikut..

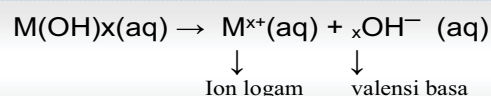
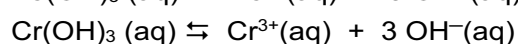
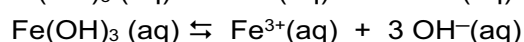
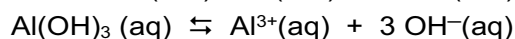
- a. Basa bervalensi satu, yaitu basa yang melepaskan satu ion OH^- dalam pelarut air. Contoh NaOH , KOH , dan AgOH .



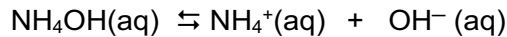
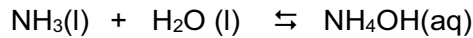
- b. Basa bervalensi dua, yaitu basa yang melepaskan dua ion OH^- dalam pelarut air. Contoh: Ba(OH)_2 , Ca(OH)_2 , dan Mg(OH)_2 .



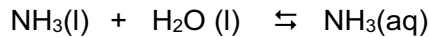
- c. Basa bervalensi tiga, yaitu basa yang melepaskan tiga ion OH^- dalam pelarut air. Contoh: Al(OH)_3 , Fe(OH)_3 , dan Cr(OH)_3 .



Teori Arrhenius mempunyai kelemahan yaitu pada ionisasi larutan amoniak dalam pelarut air akan menghasilkan



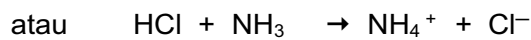
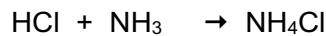
Sedangkan $\text{NH}_4\text{OH}(\text{aq})$ tidak pernah ada, zat tersebut tidak dapat diisolasi dalam bentuk murni. Amoniak bila dilarutkan dalam air yang terjadi adalah:



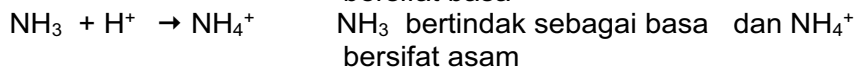
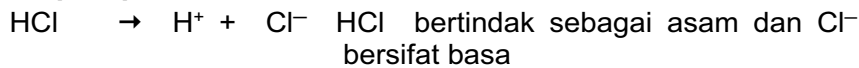
larutan ini bersifat basa, jadi tidak semua zat yang bersifat basa dapat melepaskan OH^-

B. Teori Asam-Basa menurut Bronsted – Lowry (1923)

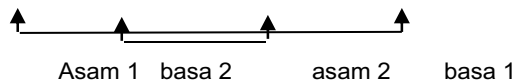
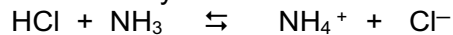
Beberapa reaksi yang dilakukan dalam pelarut bukan air menunjukkan sifat reaksi asam basa ternyata OH^- tidak ada karena tidak ada atom oksigen seperti:



HCl melepaskan H^+ (donor proton) dan NH_3 menerima H^+ (akseptor proton)



Jadi reaksinya adalah:



Johannes Nicolaus Bronsted

Sumber : Wikipedia



Thomas Martin Lowry

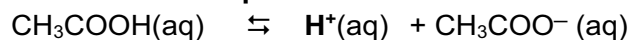
Sumber : Wikipedia

Secara umum terjadi perpindahan proton dua arah, **basa 1 disebut juga basa konjugasi dari asam 1** begitu juga **asam 2 disebut asam konjugasi dari basa 2**.

Menurut *Bronsted dan Lowry*, reaksi asam basa merupakan reaksi pertukaran proton yang disebut reaksi **protolisis**.

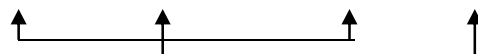
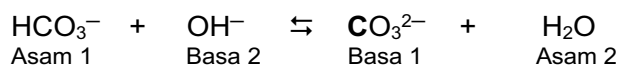
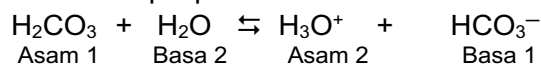
Reaksi asam basa Bronsted dan Lowry merupakan reaksi reversibel (bolak balik), apabila hanya satu kali dapat melepaskan proton (H^+) disebut **asam monoprotik** dan apabila lebih dari satu kali melepaskan proton (H^+) disebut **asam poliprotik** seperti pada reaksi berikut:

Contoh Asam monoprotik



Asam cuka

Contoh Asam poliprotik

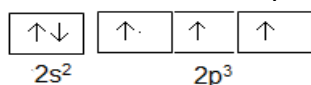


HCO_3^- dapat bertindak bersifat asam dan bersifat basa. Ion atau molekul yang dapat bersifat asam atau bersifat basa disebut bersifat **amfiprotik**

C. Teori Asam-Basa menurut Lewis

Teori asam basa secara lebih luas dikemukakan oleh Lewis. Teori asam basa Lewis menggambarkan **susunan elektron valensi**. masih ingatkah anda dengan susunan elektron (konfigurasi elektron)?. Coba ingat kembali bagaimana susunan elektron N dengan nomor atom 7.

N = 7 maka susunannya $1s^2 2s^2 2p^3$, **elektron valensinya** adalah $2s^2 2p^3$ maka orbitalnya adalah

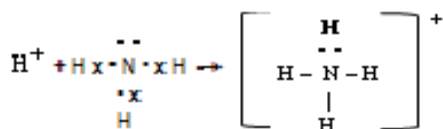


maka bentuknya menjadi

Berdasarkan konsep orbital teori asam basa Lewis mudah dipahami. Bagaimana teori asam basa menurut Lewis?

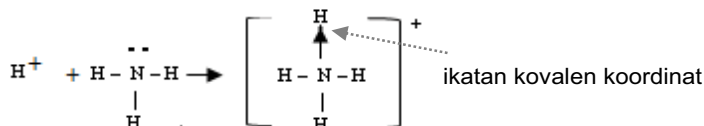
Perhatikan contoh berikut:

1. Berdasarkan konsep orbital

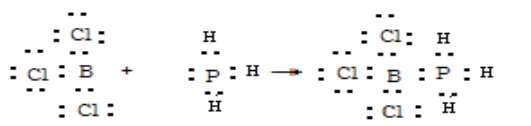


asam basa ikatan kovalen koordinat atau

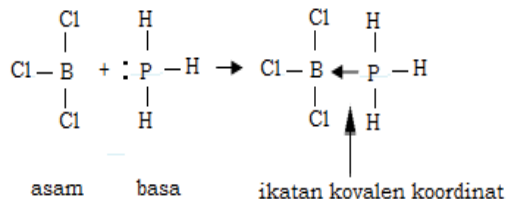
Berdasarkan konsep ikatan



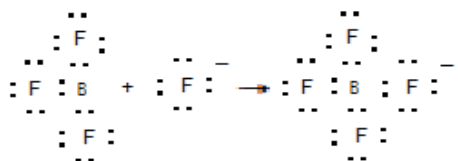
- 2.



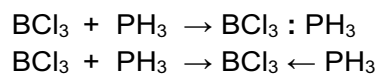
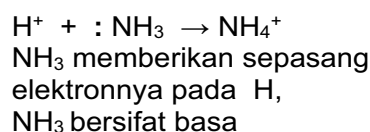
asam basa ikatan kovalen koordinat



- 3.

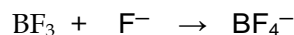


Asam Basa ikatan kovalen koordinat



ikatan kovalen koordinasi

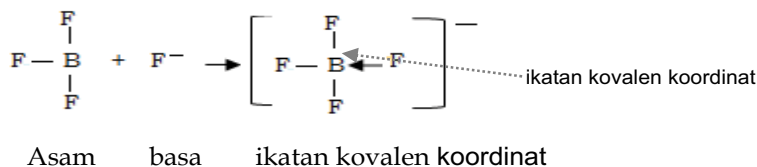
Pada molekul BCl_3 dan PH_3 molekul mana yang memberikan pasangan elektronnya? Tentunya molekul PH_3 karena mempunyai pasangan elektron bebas.



Siapa yang memberikan sepasang elektron ?



Gilbert N. Lewis
Sumber: Wikipedia



PH₃ bersifat basa memiliki pasangan elektron bebas yang disumbangkan dan diterima oleh BCl₃ membentuk senyawa koordinasi BCl₃:PH₃. Demikian juga reaksi antara BF₃ dengan F⁻. Dalam hal ini F⁻ sebagai basa menyumbangkan pasangan elektron bebas (donor) yang diterima oleh BF₃ membentuk senyawa koordinasi BF₄⁻. Dari contoh tersebut dapat disimpulkan bahwa menurut Lewis, **asam** adalah senyawa yang dapat **menerima pasangan elektron (akseptor)** sedangkan **basa** adalah senyawa yang dapat **menyumbangkan pasangan elektron (donor)**. Sehingga reaksi asam basa merupakan reaksi pembentukan senyawa koordinasi.

Menurut Bronsted-Lowry dan Lewis, reaksi H₂O dengan NH₃ merupakan reaksi asam basa karena H₂O dapat melepaskan proton yang diterima oleh NH₃ membentuk NH₄⁺. Jadi, menurut Bronsted-Lowry pada reaksi tersebut H₂O sebagai asam dan NH₃ sebagai basa.

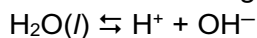
Menurut Lewis, NH₃ mempunyai **pasangan elektron bebas** yang disumbangkan dan diterima oleh H₂O. Oleh karena itu NH₃ bersifat basa dan H₂O sebagai asam.

Perbandingan teori asam basa Arrhenius, Bronsted-Lowry dan Lewis sebagai berikut:

Teori	Arrhenius	Bronsted-Lowry	Lewis
Asam	Melepaskan ion H ⁺	Donor proton	Menerima pasangan elektron
Basa	Melepaskan ion OH ⁻	Akseptor proton	Memberi pasangan elektron
Reaksi	Pembentukan garam dan air H ⁺ + OH ⁻ ⇌ H ₂ O	Perpindahan proton HA + B ⇌ A ⁻ + BH ⁺ Asam basa basa asam	Pembentukan ikatan kovalen koordinat A + :B → A←B Asam basa ikatan kovalen koordinat

D. Tetapan Kesetimbangan Air (K_w)

Air merupakan bahan pelarut yang sangat penting namun air termasuk penghantar listrik yang buruk. Menurut Arrhenius, air murni terionisasi menjadi ion H⁺ dan ion OH⁻ sebagai berikut.



Pada keadaan setimbang, berlaku tetapan kesetimbangan air :

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

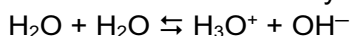
$$K [\text{H}_2\text{O}] = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

Dalam air murni atau dalam larutan encer, konsentrasi H₂O ditulis [H₂O] dapat dianggap tetap sehingga [H₂O] dapat digabung dengan tetapan kesetimbangan K [H₂O] dan disebut K_w (tetapan hasil kali ion = tetapan ionisasi)

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

Dalam air murni [H⁺] = [OH⁻]

Menurut Bronsted dan Lowry



$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]^2}$$

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

Dalam beberapa percobaan konsentrasi H^+ dan OH^- dalam air murni pada suhu 25°C adalah sama, yaitu $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ M}$, maka:

$$K_w = [\text{H}^+][\text{H}^+]$$

$$K_w = [10^{-7}][10^{-7}]$$

$$K_w = 10^{-14}$$

Sesuai dengan hukum kesetimbangan, harga k akan berubah bila suhu diubah.

Tabel 8.1 berikut ini memberikan harga K_w pada berbagai suhu.

Tabel 8.1: Tetapan Ionisasi Air (K_w) pada Berbagai Suhu

Suhu $^\circ\text{C}$	$K_w \times 10^{-14}$	Suhu $^\circ\text{C}$	$K_w \times 10^{-14}$
0	0,12	35	2,09
5	0,19	40	2,92
10	0,29	45	4,02
15	0,45	50	5,48
20	0,68	55	7,30
25	1,01	60	9,62
30	1,47	100	55,0

Jika dalam air dilarutkan asam, maka $[\text{H}^+]$ bertambah dan $[\text{OH}^-]$ berkurang, sebaliknya jika dalam air dilarutkan basa maka $[\text{OH}^-]$ bertambah dan $[\text{H}^+]$ berkurang. Banyak reaksi kimia yang harus berlangsung dalam suasana asam atau suasana basa. Perlu diingat bahwa larutan bersifat asam atau basa ditentukan oleh banyaknya $[\text{H}^+]$ dan $[\text{OH}^-]$ dalam larutan tersebut.

Larutan bersifat netral, jika $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$

Larutan bersifat asam, jika $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$

Larutan bersifat basa, jika $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$

E. Derajat Keasaman Larutan (pH Larutan)

Derajat keasaman atau pH larutan menunjukkan konsentrasi ion H^+ dalam larutan. Konsentrasi ion H^+ dan OH^- dalam larutan sangat beragam, seperti konsentrasi H^+ dalam air murni pada suhu 25°C adalah 10^{-7} . Untuk penyederhanaan seorang ahli biokimia dari Denmark pada tahun 1909 yang bernama *Soren Sorensen* memperkenalkan pH sebagai satuan potensi hidrogen.

$$p = -\log$$

$$\text{Jadi, } pH = -\log [\text{H}^+] \text{ atau } [\text{H}^+] = 10^{-pH}$$

$$pOH = -\log [\text{OH}^-] \text{ atau } [\text{OH}^-] = 10^{-pOH}$$

$$pK_w = -\log K_w \text{ atau } K_w = 10^{-pK_w}$$

Konsentrasi H^+ dari air murni = 10^{-7} pada suhu 25°C

$$\text{Maka } pH = -\log [\text{H}^+]$$

$$pH = -\log 10^{-7}$$

$$pH = 7$$

Jadi, pH air murni = 7

$[\text{OH}^-]$ dari air murni 10^{-7}

$$p\text{OH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$p\text{OH} = -\log 10^{-7}$$

$$p\text{OH} = 7$$

Tetapan kesetimbangan air murni (K_w) = 10^{-14}

$$\text{Maka } pK_w = -\log K_w$$

$$pK_w = -\log 10^{-14}$$

$$pK_w = 14$$

Atau, bila ditinjau kembali reaksi kesetimbangan $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$

$$\text{Maka } pK_w = pH + p\text{OH}$$

$$14 = pH + p\text{OH}$$

$$pH = 14 - p\text{OH}$$

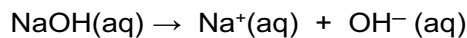
$$p\text{OH} = 14 - pH$$

1. Seorang siswa melarutkan 2 gram NaOH sampai volum 500 mL, Berapa pH larutannya. Ar Na = 23, O = 16 dan H = 1

Jawab:

$$\text{Mr NaOH} = 40$$

$$M \text{ NaOH} = \frac{2}{40} \times \frac{1000}{500} = 0,1 \text{ M}$$



$$0,1 \text{ M} \qquad \qquad \qquad 0,1 \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = 0,1 \text{ M}$$

$$p\text{OH} = -\log \text{OH}^-$$

$$p\text{OH} = -\log 10^{-1}$$

$$p\text{OH} = 1$$

$$pH = 14 - 1 = 13$$

2. Diambil 0,84 mL HCl pekat (36,5%^{b/b}) diencerkan sampai 100 mL bila massa jenis HCl *pekat* = 1,19 gram/mL. Berapa pH HCl setelah pengenceran?

Jawab:

$$V_2 = 100 \text{ mL}$$

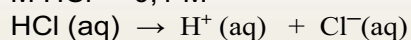
$$V_1 = 0,84 \text{ mL}$$

$$\text{Mr HCl} = 36,5$$

$$p = 36,5 \% \text{ b/b}$$

$$d = 1,19 \text{ gram /mL}$$

$$M \text{ HCl} = 0,1 \text{ M}$$



$$0,1 \text{ M} \qquad \qquad 0,1 \text{ M}$$

$$[\text{H}^+] = 0,1 \text{ M}$$

$$pH \text{ larutan} = -\log [\text{H}^+] = -\log 0,1 = 1$$

Derajat keasaman merupakan sifat kimia yang penting, seperti dalam darah dan cairan tubuh lainnya. Darah memiliki pH antara 7,35 - 7,45. Keseimbangan asam-basa darah dikendalikan secara seksama, karena perubahan pH yang sangat kecilpun dapat memberikan efek yang serius terhadap beberapa organ.

Kelebihan asam dalam tubuh akan dibuang oleh ginjal, sebagian besar dalam bentuk amonia. Ginjal memiliki kemampuan untuk merubah jumlah asam atau basa yang dibuang, yang biasanya berlangsung selama beberapa hari.

Asam lambung merupakan senyawa yang memiliki rumus kimia HCl atau asam klorida yang bersifat asam. Kadar HCl sekitar 0,5 persen dari total getah lambung. Pada dinding lambung terdapat lendir yang disebut mukus yang berfungsi melindungi lambung. Namun, apabila jumlah lendir terlalu sedikit, atau sebaliknya asam lambung terlalu banyak, maka dapat terjadi luka pada dinding lambung. Gejala asam lambung ini kemudian menyebabkan penyakit maag.

Berapakah pH lambung yang normal? Lambung kita mengeluarkan asam klorida, tetapi pH lambung kita belum tentu sama dengan pH asam! pH lambung manusia bervariasi, 1-2 hingga 4-5.



Gambar 8.3: Lambung.
Sumber: Tatangsma.com

Soal Latihan 8.2

Untuk lebih memahami konsentrasi teori asam basa, kerjakanlah soal berikut!
Diskusikan dengan teman belajar, perhatikan reaksi berikut:

1. Tentukan pasangan asam basa menurut Bronsted dan Lowry
 - a. $H_3PO_4 + NH_3 \rightleftharpoons H_2PO_4^- + NH_4^+$
 - b. $HF + NH_2^- \rightleftharpoons NH_3 + F^-$
 - c. $HSO_4^- + H_2O \rightleftharpoons H_2SO_4 + OH^-$
 - d. $HCO_3^- + NH_4^+ \rightleftharpoons NH_3 + H_2CO_3$
 - e. $NO_3^- + HCO_3^- \rightleftharpoons HNO_3 + CO_3^{2-}$
2. Tentukan asam dan basanya
 - a. $H^+ + H_2O \rightarrow H_3O^+$
 - b. $NH_3 + BH_3 \rightarrow NH_3BH_3$
3. Seorang siswa membuat larutan dengan menimbang 1,71 gram $Ba(OH)_2$ yang dilarutkan sampai volum 500 mL, bila Ar Ba = 137, O =16 dan H = 1. Berapa pH larutan $Ba(OH)_2$ yang diperoleh?

Unit 8.3 Identifikasi Sifat Asam dan Basa dengan Indikator

Anda mengenal kunyit yang biasa digunakan untuk membuat jamu. Apa warna kunyit? Bila tangan anda kena kunyit, kemudian anda cuci dengan sabun, warnanya tetap kuning atau berubah? Silakan coba ya!

Indikator

Asam atau basa dalam larutan dapat dibedakan melalui rasanya. Asam mempunyai rasa asam dan

bersifat korosif sedangkan basa mempunyai rasa pahit dan licin. Akan tetapi perlu ditegaskan bahwa **dilarang keras mencicipi atau memegang langsung zat kimia karena sangat berbahaya (beracun)**. Karena itu untuk identifikasi asam atau basa dapat digunakan indikator seperti *kertas lakmus*, yaitu kertas yang mengandung lakmus dan digunakan untuk menunjukkan sifat keasaman, kebasaan, atau kenetralan suatu larutan. Larutan asam dapat memerahkan kertas lakmus biru sedangkan larutan basa dapat membirukan kertas lakmus merah. Perubahan warna kertas lakmus dalam larutan yang bersifat asam, basa, atau netral terlihat pada Tabel berikut:

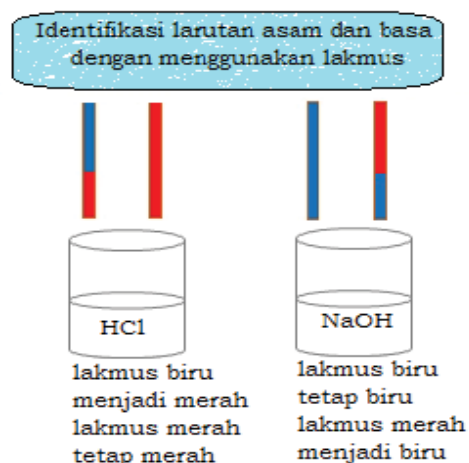
Perubahan Warna Kertas Lakmus dalam Beberapa Larutan

Larutan	Perubahan Warna Kertas	
	Lakmus Biru	Lakmus Merah
Air Jeruk Nipis	Merah	Merah
Cuka Dapur	Merah	Merah
Air Sabun	Biru	Biru
Air Kapur Sirih	Biru	Biru
Vitamin C	Merah	Merah
Soda Api	Biru	Biru
Amonia	Biru	Biru
Air Jeruk Lemon	Merah	Merah



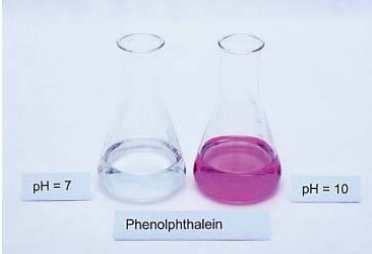
Gambar 8.4: pH Indikator paper Merck

Sumber: www.slideshare.net



Kertas lakmus hanya dapat digunakan untuk membedakan larutan yang bersifat asam atau basa disebut indikator asam basa. Selain kertas lakmus masih banyak indikator asam basa yang lain, seperti yang tercantum pada Tabel 8.2 berikut.

Tabel 8.2 Beberapa Indikator dengan Trayek Perubahan Warna

Nama Indikator	Trayek pH	Perubahan Warna	Contoh
Indikator Kertas			 <i>Gambar 8.5: Uji asam basa dengan pp</i> <i>Sumber: Acidicdm.wikispaces.com</i>
1. Lakmus	5,5 – 8,0	Merah – Biru	
2. Universal	1,0 – 14	Berubah setiap pH larutan	
Indikator Larutan			
1. Metil Jingga (MJ)	3,1 – 4,4	Merah - Kuning	
2. Metil Merah (MM)	4,2 – 6,3	Merah - Kuning	
3. Brom Kresol Hijau (BKH)	3,8 – 5,4	Kuning - Biru	
4. Brom Timol Biru (BTB)	6,0 – 7,6	Kuning - Biru	
5. Fenolftalin (PP)	8,3 – 10	Tidak Berwarna - Merah	
6. Universal	1,0 – 14	Berubah setiap pH larutan	

Indikator yang digunakan untuk menentukan *pH* larutan adalah Indikator universal karena pada setiap *pH* mempunyai warna tertentu. Indikator universal merupakan campuran dari beberapa indikator dengan komposisi tertentu.

Indikator universal menurut Bogen mempunyai komposisi sebagai berikut.

- Fenolftalein 0,2 gram
- Metil merah 0,4 gram
- Dimetil azobenzen 0,6 gram
- Brom timol biru 0,8 gram
- Biru timol 1,0 gram

Semua zat tersebut dicampurkan dan dilarutkan dalam 1 liter alkohol 98%. Larutan ini dinetralkan dengan menambahkan NaOH encer sampai warna menjadi kuning murni. Hubungan nilai *pH* dengan warna indikator universal, terlihat pada Tabel 8.3 berikut.

Tabel 8.3 Hubungan Nilai *pH* dengan Warna Indikator Universal

Nilai <i>pH</i>	Warna Indikator Universal
1	Merah
2	Merah lebih muda
3	Merah lebih muda lagi
4	Merah sangat muda
5	Jingga
6	Kuning
7	Hijau
8	Biru
9	Indigo
10	Ungu sangat muda
11	Ungu lebih muda
12	Ungu muda
13	Ungu kurang tua
14	Ungu tua



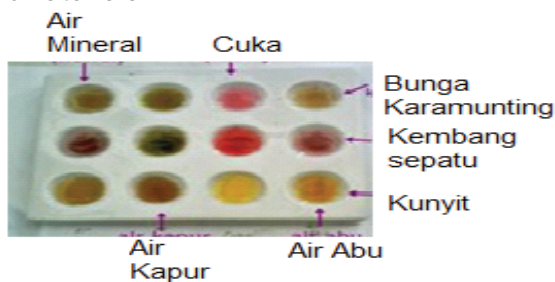
Indikator universal dan skala pH



Gambar 8.6 pH Indikator paper Merck
Sumber: [www.Imgkid.com](http://www.imgkid.com).

B. Indikator Alam

Selain indikator yang disebutkan di atas masih ada **indikator alam** yang berasal dari tumbuhan, seperti bunga (yang berwarna), kembang sepatu, mawar, asoka, anggrek dan lain-lain, serta dari umbi-umbian seperti kunyit, wortel **dengan cara mengambil ekstraknya (sari)**, kemudian ditetaskan pada larutan asam atau larutan basa, bila terjadi perubahan warna dalam larutan asam dan larutan basa maka ekstrak tersebut dapat digunakan sebagai indikator. Contoh: pengujian larutan dengan menggunakan indikator alam



Sumber: Indikator alami asam basa.bolgspot.com



Gambar 8.7: contoh bunga, umbi dan ekstraknya

Sumber: koleksi gambar bunga.
blogspot.com

Contoh indikator alam dengan beberapa larutan

No	Ekstrak	Perubahan Warna			
		Larutan Jeruk Nipis	Larutan Sabun	Larutan Garam	Larutan Kapur
1	Kunyit	Kuning	Orange	Kuning	Orange
2	Kembang Sepatu	Merah	Ungu Muda	Ungu	Hijau
3	Kol Ungu	Merah Muda	Biru Muda	Biru Tua	Hijau Muda
4	Bougenville	Merah Muda	Ungu	Merah Muda	Kuning
5	Pacar	Merah Muda	Kuning muda	Jingga	Kuning

Setelah melihat contoh-contoh hasil percobaan indikator alami, anda sangat tertarik kan?. Cobalah buat indikator alami dari bahan yang ada disekitar anda, catat warna ekstraknya, lakukan pengujian dengan menggunakan asam (misalnya cuka), basa (misalnya sabun) bila terjadi perubahan warna dalam asam dan basa maka ekstrak tersebut dapat digunakan sebagai indikator.

Indikator universal dapat diganti dengan **ekstrak (sari) kol merah** yang mempunyai karakteristik yang hampir sama

Kol merah adalah salah satu jenis sayuran yang mengandung pigmen **antosianin**. Sifat kimia antosianin sangat dipengaruhi oleh pH, bila ekstrak antosianin direaksikan dengan senyawa yang bersifat basa, pigmennya akan berubah warna menjadi hijau yang seringkali berakhir dengan warna kuning, tetapi bila ekstrak antosianin direaksikan dengan senyawa yang bersifat asam maka ekstrak akan berubah warna menjadi merah. Terjadinya perubahan warna tersebut disebabkan perubahan struktur antosianin akibat pengaruh ion H^+ dan OH^- .



Larutan indikator kol merah dapat dibuat dengan menggerus 100 gram kol merah sampai halus, kemudian dilarutkan dalam etanol 95 % (150 mL). Aduk dan saring sehingga diperoleh filtrat

Catatan: Warna larutan setelah penambahan indikator kol merah

pH 1 merah	pH 4 merah muda	pH 7 ungu	pH 10 hijau	pH 13 kuning
pH 2 merah	pH 5 ungu muda	pH 8 biru	pH 11 hijau	pH 14 kuning muda
pH 3 merah	pH 6 ungu muda	pH 9 biru muda	pH 12 hijau muda	
pH 1,2,3 intensitas warna berkurang				

Cara Pengukuran pH Larutan

Penentuan pH larutan dapat dilakukan melalui indikator larutan, indikator universal, dan pH meter.

a. Menggunakan beberapa indikator larutan

Untuk menentukan pH air hujan, dapat dipakai indikator yang trayek perubahan warnanya mendekati pH air hujan tersebut. Caranya air hujan ditetesi dengan indikator berikut ini.

Indikator	Perubahan Warna	Kesimpulan
Metil jingga	Kuning	pH > 4,4
Brom kresol hijau	Biru	pH > 5,4
Brom timol biru	Kuning	pH < 6,0

Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa *pH* air hujan berada di antara *pH* 5.4 – 6.0 dan indikator yang paling tepat untuk menentukan *pH* air hujan adalah brom kresol hijau dan brom timol biru sedangkan metil jingga tidak diperlukan .

Contoh Dengan memperhatikan trayek *pH* dari beberapa indikator **perkirakanlah *pH* dari air PAM** apabila ditetesi dengan metil merah warna larutan menjadi kuning, ditetesi dengan brom timol biru warna larutan menjadi hijau dan ditetesi dengan phenolphthalein tidak berwarna.

Jawaban:

Trayek perubahan warna dari indikator

Metil Merah (MM) 4,2 – 6,3 merah – kuning.

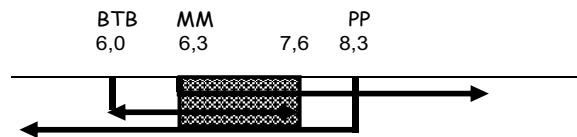
Brom Timol Biru (BTB) 6,0 – 7,6 kuning – biru.

Phenolphthalein (PP) 8,3 – 10 tidak berwarna – merah

Ditetesi dengan metil merah warna larutan kuning berarti *pH* > 6.3

Ditetesi dengan brom timol biru warna larutan hijau berarti *pH* antara 6,0 -7,6

Ditetesi dengan phenolphthalein tidak berwarna berarti *pH* < 8,3

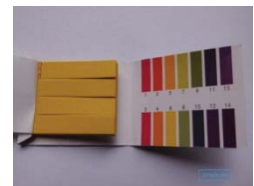


pH larutan diperkirakan antara 6,3 – 7,6 (bagian yang diarsil) dan indikator yang tepat digunakan adalah MM dan BTB sedangkan PP tidak diperlukan

b. Menggunakan indikator universal

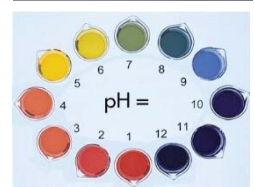
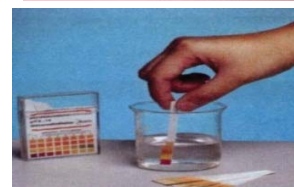
1) Indikator universal yang berupa cairan.

Larutan yang akan ditentukan *pH* nya ditetesi dengan indikator universal. Kemudian, warna larutannya dicocokkan dengan warna standar indikator tersebut.



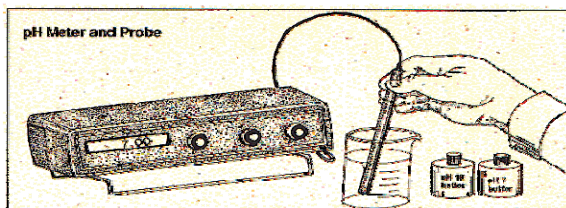
2) Indikator universal yang berupa kertas.

Kertas indikator dicelupkan ke dalam larutan yang akan ditentukan *pH* nya. Kemudian, warna kertas tersebut dicocokkan dengan standar warna indikator yang terdapat pada kotak kertas indikator tersebut.



Gambar 8.8: Indikator
Sumber: [www.Imgkid.com](http://www.imgkid.com). *pH* Indikator paper Merck

c. Menggunakan *pH* meter



pH meter adalah alat khusus untuk menentukan *pH* larutan yang ketelitiannya cukup tinggi karena dapat menentukan *pH* sampai dengan angka desimal. *pH* beberapa senyawa yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari dapat dilihat pada diagram berikut ini.

	14	NaOH 1 M
	13	
B	12	Ammonia Pembersih
A	11	
S	10	
A	9	Air Laut
	8	Soda Kue
NETRAL	7	Darah Air Murni
	6	Air Seni
	5	
A	4	Tomat
S	3	Jeruk
A	2	Limun
M	1	Cairan Lambung
	0	HCl 1 M



Penugasan 8.3

PENGUJIAN SIFAT ASAM BASA DENGAN MENGGUNAKAN INDIKATOR KOL MERAH



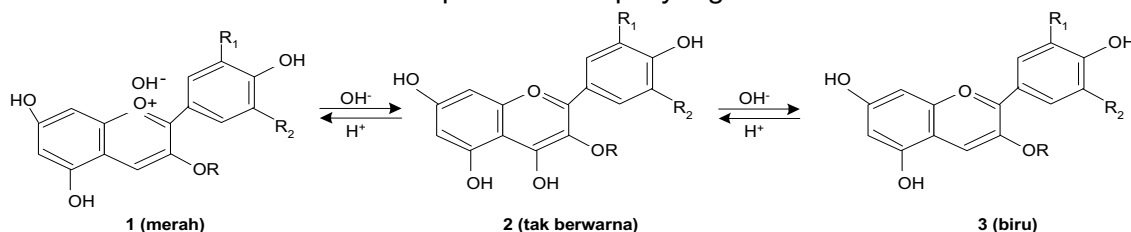
Teori

Indikator asam basa adalah indikator yang berfungsi menunjukkan sifat asam/basa atau adanya asam/basa dalam suatu larutan. Indikator pada umumnya merupakan senyawa organik berwarna yang berasal dari bagian tumbuhan yang berwarna, atau dibuat secara sintetis. Bagian tumbuhan berwarna dapat berupa bunga, daun, buah, biji, atau akarnya. Misalnya indikator lakmus dibuat dari sejenis lumut dengan cara mengekstraksinya dengan alkohol.

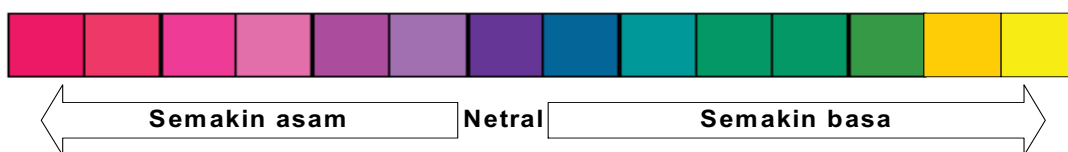
Indikator alam dapat diuji perubahan warnanya terhadap larutan asam dan basa; selanjutnya indikator itu dapat diterapkan untuk menguji sifat suatu larutan yang sifat asam atau basanya belum diketahui. Indikator yang baik adalah indikator yang memiliki perubahan warna yang karakteristik atau kontras. Umumnya perubahan warna indikator bergantung pada konsentrasi ion H^+ atau ion OH^- dalam larutan.

Kol merah adalah salah satu jenis sayuran yang mengandung pigmen antosianin. Sifat kimia antosianin sangat dipengaruhi oleh pH, bila ekstrak antosianin direaksikan dengan senyawa yang bersifat basa, pigmennya akan berubah warna menjadi hijau yang seringkali berakhir dengan warna kuning, tetapi bila ekstrak antosianin direaksikan dengan senyawa yang bersifat asam maka ekstrak akan berubah warna menjadi merah. Terjadinya perubahan warna tersebut disebabkan perubahan struktur antosianin akibat pengaruh ion H^+ dan OH^- .

Struktur antosianin pada kondisi pH yang berbeda:



Rentang perubahan warna indikator kol merah dalam suasana asam dan basa seperti ditampilkan pada gambar berikut:



Tujuan

- Membedakan perubahan warna pada zat yang diuji dengan menggunakan indikator kol merah berdasarkan hasil pengamatan
- Mengelompokkan senyawa yang bersifat asam, netral atau basa berdasarkan hasil pengujian.



ALAT DAN BAHAN

ALAT:

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| - Tabung reaksi | 10 buah (sesuai dengan keperluan) |
| - Rak tabung reaksi | 1 buah |
| - Pipet tetes | 5 buah (sesuai keperluan) |
| - Neraca | 1 buah |
| - Silet/pisau | 1 buah |
| - Saringan teh | 1 buah |
| - Lumpang dengan alat penumbuk | 1 buah |

BAHAN:

- | | |
|------------------------|--------------------------------------|
| - Alkohol 95% atau 70% | - Air suling |
| - Kol merah | - Larutan NaCl (garam dapur) |
| - Larutan baking soda | - Larutan jeruk nipis |
| - Larutan gula | - Larutan detergen |
| - Larutan NaOH | - Larutan cuka |
| - Larutan whitening | - Larutan face tonik (penyegar muka) |
- Larutan yang telah disebutkan di atas bisa diganti dengan larutan lain yang kita inginkan dan mudah diperoleh.



Langkah-Langkah

Membuat larutan indikator kol merah

Terdapat tiga cara untuk membuat larutan indikator merah yaitu :

- Kol merah (100 gram) digerus sampai halus, kemudian dilarutkan dalam etanol 95 % (150 mL). Aduk dan saring sehingga diperoleh filtrat sebagai larutan indikator kol merah.
- Kol merah (100 gram) dimasak dengan menggunakan air (150 mL) selama 10 menit. Saring sehingga diperoleh filtrat (cairan) sebagai indikator.
- Kol merah (100 gram) + air (200 mL) diblender sampai halus. Saring sehingga diperoleh filtrat sebagai indikator.

Mempersiapkan larutan yang akan diuji

Bahan yang akan diuji adalah bahan yang sering dijumpai/digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

- Jika bahan yang akan diuji berupa padatan (berbentuk serbuk/butiran) maka terlebih dahulu dilarutkan dalam air.
- Jika bahan yang akan diuji berupa cairan pekat, maka bahan tersebut diencerkan terlebih dahulu.

Menguji sifat larutan

- Tabung reaksi diletakkan pada rak tabung sebanyak jumlah larutan yang akan diuji.
- Larutan-larutan yang akan diuji masing-masing dimasukkan ke dalam tabung reaksi kurang lebih 2 mL.
- Amati warna masing-masing larutan tersebut sebelum ditambahkan indikator dan catat.
- Tambahkan indikator kol merah masing-masing ke dalam larutan sebanyak 3-5 tetes dengan menggunakan pipet tetes.
- Amati perubahan warna yang terjadi.
- Catat perubahan warna tersebut dan bandingkan dengan rentang perubahan warna indikator kol merah yang diberikan.
- Kelompokkan larutan yang diuji kedalam kelompok asam, netral atau basa.

*Catatan:
Simpan sisa
ekstrak kol
merah ini
untuk
identifikasi
garam pada
modul 9*



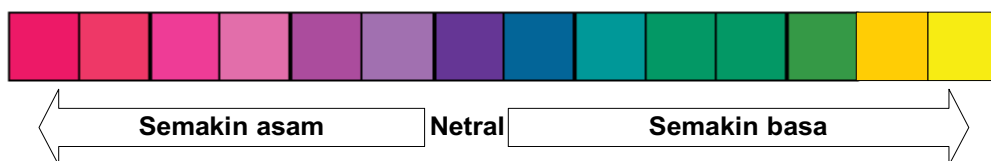
LAPORAN

Judul Percobaan :
Tujuan Percobaan :
Tanggal percobaan :
Kelompok :
Tutor :

No. urut	Jenis Larutan	Warna	
		Sebelum ditambah indikator	Setelah ditambah indikator
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Pertanyaan :

Perhatikan rentang perubahan warna indikator kol merah di bawah ini, untuk menjawab pertanyaan no. 1, 2, 3, dan 4



1. Berdasarkan data percobaan yang diperoleh, sebutkan larutan yang paling asam!
2. Sebutkan larutan yang bersifat paling basa!
3. Sebutkan larutan yang bersifat netral!
4. Urutkan larutan yang telah diuji berdasarkan urutan warna pembanding yang telah diberikan.
5. Buat kesimpulan dari percobaan yang telah dilakukan
 - Larutan asam adalah larutan yang jika ditetesi dengan indikator kol merah akan berwarna (...).
 - Larutan netral adalah larutan yang jika ditetesi dengan indikator kol merah akan berwarna (...).
 - Larutan basa adalah larutan yang jika ditetesi dengan indikator kol merah akan warna (...).

Soal Latihan Unit 8.3

Jawablah pertanyaan berikut:

1. Sebutkan 2 contoh larutan yang bersifat asam!
2. Sebutkan 2 contoh larutan yang bersifat basa!
3. Sebutkan 2 contoh larutan yang bersifat netral!
4. Sebutkan salah satu cara membuat indikator kol merah!
5. Apa yang dimaksud dengan indikator asam basa?
6. Dari percobaan yang telah dilakukan, perubahan apa yang menandakan suatu larutan bersifat asam, basa dan netral?
7. Perhatikan tabel di bawah ini dan isilah titik-titik yang masih kosong

No.	Nama larutan	Warna setelah ditambah indikator kol merah	Sifat larutan		
			Asam	Netral	Basa
1.	Larutan HCl	... ..	...	...	...
2.	Larutan NaCl	... ..	...	...	...
3.	Larutan NaOH	... ..	...	...	...
4.	Larutan CH ₃ COOH	... ..	...	...	...

8. Data:

No.	Nama larutan	Warna setelah ditambah indikator kol merah
1.	Larutan A	
2.	Larutan B	
3.	Larutan C	
4.	Larutan D	
5.	Larutan E	
6.	Larutan F	

Dari data di atas, urutkan sifat larutan dari asam–netral–basa dengan menuliskan nomor larutan pada kotak di bawah ini!

--	--	--	--	--	--

Unit 8.4: Kekuatan Asam Basa

Di kelas X, anda telah mempelajari larutan elektrolit dan non elektrolit. Larutan elektrolit dikelompokkan ke dalam larutan elektrolit kuat dan lemah. Apakah Anda masih ingat ciri-ciri larutan elektrolit, seperti garam dapur (NaCl) ketika diuji elektrolitnya? Ciri-ciri larutan elektrolit ketika diuji, muncul banyak gelembung gas dan lampu menyala dengan terang. Garam dapur termasuk elektrolit kuat, karena larutan elektrolit kuat terurai sempurna dalam air sehingga menghasilkan banyak ion. Sedangkan larutan elektrolit lemah ditandai dengan sedikitnya gelembung gas pada elektroda dan lampu menyala redup pada uji elektrolit. Hal ini disebabkan karena larutan elektrolit lemah hanya sebagian yang terurai menjadi ion-ion. Apa hubungan larutan elektrolit kuat atau lemah dengan kekuatan asam basa?

A. Asam Kuat dan Basa Kuat

Asam kuat dan basa kuat terionisasi sempurna dalam air dan dapat menghantar listrik dengan baik. Daya hantar listrik suatu larutan berkaitan dengan konsentrasi ion-ion di dalam larutan tersebut. Larutan elektrolit kuat, terionisasi sempurna dalam air, sehingga konsentrasi ionnya relatif besar. Konsentrasi H^+ atau OH^- dalam larutan bergantung pada konsentrasi asam atau basanya.

Contoh

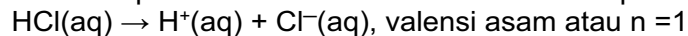
1. Larutan 100 mL HCl 0,02 M pada suhu 25°

Tentukan:

- konsentrasi H^+
- pH larutan
- konsentrasi OH^-
- pOH larutan

Jawaban

HCl merupakan asam kuat dan terionisasi sempurna



- $[H^+] = n.M$
 $[H^+] = 1 \times 0,02 \text{ M}$
 $[H^+] = 2 \cdot 10^{-2} \text{ M}$

- pH larutan
 $pH = -\log [H^+]$
 $pH = -\log 2 \cdot 10^{-2}$
 $pH = 2 - \log 2 = 1,7$

- Konsentrasi OH^-
 $[OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]}$
 $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{2 \times 10^{-2}}$
 $[OH^-] = 5 \times 10^{-13} \text{ M}$

- $pOH = -\log [OH^-]$
 $pOH = -\log 5 \times 10^{-13}$
 $pOH = 13 - \log 5$
 $pOH = 12,3$

$$\begin{aligned} \text{Atau } pOH &= pK_w - pH \\ pOH &= 14 - 1,7 \\ pOH &= 12,3 \end{aligned}$$

2. Larutan 100 mL Ca(OH)_2 0,02 M pada suhu 25 °C

Tentukan:

- konsentrasi OH^-
- $p\text{OH}$ larutan
- konsentrasi H^+
- $p\text{H}$ larutan

Jawaban

Ca(OH)_2 merupakan basa kuat dan terionisasi sempurna

$\text{Ca(OH)}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$, valensi basa, $n = 2$

$$\begin{aligned} \text{a. } [\text{OH}^-] &= n \cdot M \\ [\text{OH}^-] &= 2 \times 0,02 \\ [\text{OH}^-] &= 0,04 \text{ M} \\ \text{Konsentrasi } \text{OH}^- &= 0,04 \text{ M} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } p\text{OH} &= -\log [\text{OH}^-] \\ p\text{OH} &= -\log 4 \cdot 10^{-2} \\ p\text{OH} &= 2 - \log 4 = 1,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } [\text{H}^+] &= \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} \\ [\text{H}^+] &= \frac{10^{-14}}{4 \times 10^{-2}} \\ [\text{H}^+] &= 2,5 \cdot 10^{-13} \text{ M} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } p\text{H} \text{ larutan} \\ p\text{H} &= -\log [\text{H}^+] \\ &= -\log 2,5 \cdot 10^{-13} \\ p\text{H} &= 13 - 0,4 = 12,6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Atau } p\text{H} &= pK_w - p\text{OH} \\ p\text{H} &= 14 - 1,4 \\ p\text{H} &= 12,6 \end{aligned}$$

Berikut ini diberikan contoh asam kuat dan asam lemah serta basa kuat dan basa lemah.

Tabel 8.4 Asam Kuat dan Asam Lemah

Asam Kuat		Asam Lemah	
Nama Asam	Rumus Kimia	Nama Asam	Rumus Kimia
Asam Klorida	HCl	Asam Florida	HF
Asam Bromida	HBr	Asam Sianida	HCN
Asam Yodida	HI	Asam Asetat	CH_3COOH
Asam Nitrat	HNO_3	Asam Sulfida	H_2S
Asam Sulfat	H_2SO_4	Asam Karbonat	H_2CO_3
Asam Klorat	HClO_3	Asam Sulfit	H_2SO_3
Asam Perklorat	HClO_4	Asam Fosfat	H_3PO_4
		Asam Oksalat	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$

Tabel 8.5 Basa Kuat dan Basa Lemah

Basa Kuat		Basa Lemah	
Nama Basa	Rumus Kimia	Nama Basa	Rumus Kimia
Lithium Hidroksida	LiOH	Amoniak	NH ₃
Natrium Hidroksida	NaOH	Hidroksiamin	NH ₂ OH
Kalium Hidroksida	KOH	Aluminium Hidroksida	Al(OH) ₃
Kalsium Hidroksida	Ca(OH) ₂	Ferrum (III) Hidroksida	Fe(OH) ₃
Barium Hidroksida	Ba(OH) ₂	Argentum Hidroksida	AgOH
Stronsium Hidroksida	Sr(OH) ₂		

B. Asam Lemah dan Basa Lemah

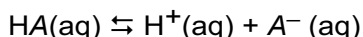
Asam lemah dan basa lemah terionisasi sebagian dalam air. Jika asam lemah dan basa lemah dilarutkan dalam air maka terjadi reaksi kesetimbangan. Karena jumlah ion yang terdapat dalam larutan asam lemah dan basa lemah sangat sedikit maka larutannya bersifat penghantar listrik kurang baik. Perbandingan jumlah zat yang terionisasi dengan jumlah zat yang dilarutkan disebut **derajat ionisasi (α)**.

$$\alpha = \frac{\text{jumlah .zat .yang .terurai}}{\text{jumlah .zat .mula} - \text{mula}}$$

Derajat ionisasi berharga antara nol dan satu, ($0 < \alpha < 1$), makin besar harga α suatu asam atau basa maka makin kuat sifat asam atau basa tersebut.

a. Tetapan kesetimbangan asam (K_a)

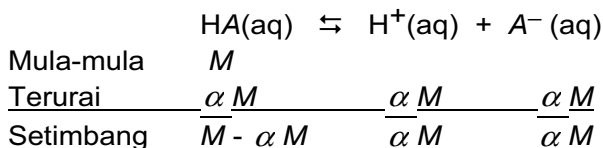
Reaksi asam lemah merupakan reaksi kesetimbangan



$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

Semakin banyak H^+ yang terbentuk (reaksi bergeser ke kanan) maka harga k semakin besar, berarti asam makin kuat. Oleh karena itu harga K_a merupakan ukuran kekuatan asam. Makin besar harga K_a makin kuat asam. Contoh, asam asetat ($K_a = 1,74 \cdot 10^{-5}$) lebih kuat dari asam sianida ($K_a = 4 \cdot 10^{-10}$).

Jika konsentrasi $\text{HA} = M$ dan derajat ionisasi = α , maka:



$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{[\alpha M][\alpha M]}{M[1 - \alpha]}$$

Harga α relatif sangat kecil maka $1 - \alpha$ dianggap 1 atau $1 - \alpha \approx 1$

$$K = \frac{[\alpha M][\alpha M]}{M}$$

$$[\alpha M]^2 = k \cdot M$$

$$\alpha M = [\text{H}^+]$$

$$[H^+]^2 = k.M$$

$$[H^+] = \sqrt{k.M}$$

k = tetapan kesetimbangan asam (K_a)

M = konsentrasi asam

Dengan mengkorelasikan harga

$$[H^+] = \alpha M \quad \text{dan}$$

$$[H^+] = \sqrt{k.M}$$

Maka:

$$\alpha M = \sqrt{k.M}$$

$$\alpha^2 M^2 = K_a.M$$

$$\alpha^2 = \frac{K_a}{M} \quad \text{jadi} \quad \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{M}}$$

Dari uraian di atas dapat disimpulkan untuk asam lemah diperoleh rumus:

$$\begin{aligned} [H^+] &= \alpha M \\ [H^+] &= \sqrt{K_a.M} \\ \alpha &= \sqrt{\frac{K_a}{M}} \end{aligned}$$

Berikut ini diberikan harga K_a dan pK_a beberapa asam lemah.

Tabel 8.6 Harga Beberapa Asam Lemah

Nama Asam	Rumus	K_a	pK_a
Asam Klorit	HClO ₂	$1,20 \times 10^{-2}$	1,92
Asam Fluorida	HF	$6,70 \times 10^{-4}$	3,17
Asam Nitrit	HNO ₂	$5,13 \times 10^{-4}$	3,29
Asam Formiat	HCOOH	$1,80 \times 10^{-4}$	3,74
Asam Benzoat	C ₆ H ₅ COOH	$6,30 \times 10^{-5}$	4,20
Asam Asetat	CH ₃ COOH	$1,74 \times 10^{-5}$	4,76
Asam Propionat	C ₂ H ₅ COOH	$1,30 \times 10^{-5}$	4,87
Asam Sianida	HCN	$4,00 \times 10^{-10}$	9,40
Fenol	C ₆ H ₅ OH	$1,60 \times 10^{-10}$	9,80

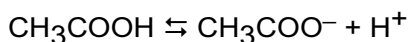
Contoh

Diketahui larutan 100 mL CH₃COOH 0,1 M dengan $K_a = 1,74 \cdot 10^{-5}$

Tentukan:

- Konsentrasi H⁺
- pH larutan
- Derajat ionisasi

Jawaban



a. $[\text{H}^+] = \sqrt{K_a M}$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{1,74 \cdot 10^{-5} \times 10^{-1}}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{1,74 \cdot 10^{-6}}$$

$$[\text{H}^+] = 1,32 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Konsentrasi H^+ larutan CH_3COOH 0,1 M = $1,32 \cdot 10^{-3}$ M

b. *pH* larutan

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log 1,32 \cdot 10^{-3} = 3 - \log 1,32 = 2,88$$

c. Derajat ionisasi

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{M}}$$

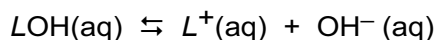
$$\alpha = \sqrt{\frac{1,74 \cdot 10^{-5}}{10^{-1}}}$$

$$\alpha = 1,32 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{Derajat ionisasi} = 1,32 \cdot 10^{-2}$$

b. Tetapan kesetimbangan basa lemah (K_b)

Reaksi basa lemah merupakan reaksi kesetimbangan



Mula-mula M

Terurai $-\alpha M$ αM αM

Setimbang $M - \alpha M$ αM αM

$$K = \frac{[\text{L}^+][\text{OH}^-]}{[\text{LOH}]}$$

$$K = \frac{\alpha M \cdot \alpha M}{M(1 - \alpha)}$$

Nilai α sangat kecil maka $1 - \alpha$ dianggap 1 maka

$$K = \frac{\alpha \cdot M \cdot \alpha M}{M}$$

$$(\alpha M)^2 = K \cdot M \rightarrow \alpha M = \text{OH}$$

$$[\text{OH}^-]^2 = K \cdot M$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K \cdot M}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b M_b}$$

K = tetapan basa dan M = molaritas basa

Dengan mengkorelasikan

$$[\text{OH}^-] = \alpha M \quad \text{dan}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b M_b}$$

Maka

$$\alpha \cdot M = \sqrt{K_b \cdot M_b}$$

$$\alpha^2 M^2 = K_b \cdot M \quad \text{maka} \quad \alpha^2 = \frac{K_b}{M}$$

$$\text{Jadi} \quad \alpha = \sqrt{\frac{K_b}{M}}$$

Dari uraian di atas dapat disimpulkan:

$$\begin{aligned} [\text{OH}^-] &= \alpha M \\ [\text{OH}^-] &= \sqrt{K_b \cdot M} \\ \alpha &= \sqrt{\frac{K_b}{M}} \end{aligned}$$

Berikut ini diberikan harga K_b dan pK_b beberapa basa lemah.

Tabel 8.7 Harga K_b dan pK_b Beberapa Basa Lemah

Nama Basa	Rumus Kimia	K_b	pK_b
Magnesium hidroksida	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$2,60 \times 10^{-3}$	2,58
Etil amin	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$	$4,40 \times 10^{-4}$	3,36
Metil amin	CH_3NH_2	$4,20 \times 10^{-4}$	3,38
Amonia	$\text{NH}_3\text{H}_2\text{O}$	$1,74 \times 10^{-5}$	4,76
Hidroksilamin	HONH_2	$9,10 \times 10^{-9}$	8,04
Piridin	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	$2,00 \times 10^{-9}$	8,70
Anilin	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	$4,30 \times 10^{-10}$	9,37

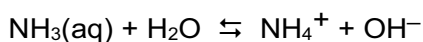
Contoh

1. Larutan 100 mL NH_3 0,1 M mempunyai tetapan basa (K_b) pada suhu $20^\circ\text{C} = 1,74 \cdot 10^{-5}$

Tentukan:

- Konsentrasi OH^-
- pH larutan
- Derajat ionisasi

Jawaban



$$\text{a. } [\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot M}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{1,70 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-1}}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{1,70 \cdot 10^{-6}}$$

$$[\text{OH}^-] = 1,32 \cdot 10^{-3}$$

Konsentrasi OH^- dalam 100 NH_3 0,1 M = $1,32 \cdot 10^{-3}$ M

$$\begin{aligned}
 \text{b. } pOH &= -\log OH^- \\
 &= -\log 1,23 \cdot 10^{-3} \\
 &= 3 - \log 1,32 \\
 pH &= pK_w - pOH \\
 &= 14 - (3 - \log 1,32) \\
 &= 11 + \log 1,32
 \end{aligned}$$

Jadi, pH larutan NH_3 0,1 M = $11 + \log 1,32$

c. Derajat ionisasi

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \sqrt{\frac{K_b}{M}} \\
 \alpha &= \sqrt{\frac{1,74 \cdot 10^{-5}}{10^{-1}}} = 1,32 \cdot 10^{-2}
 \end{aligned}$$

Derajat ionisasi larutan NH_3 0,1 M = $1,32 \cdot 10^{-2}$

2. Larutan basa X dengan konsentrasi 0,1 M ditetesi dengan indikator, sehingga mempunyai warna yang sama dengan larutan NaOH 0,001 M. Tentukan K_b basa X tersebut.

Jawaban

Larutan basa lemah X ditetesi dengan indikator mempunyai warna yang sama dengan larutan NaOH 0,001M, berarti $[OH^-]$ dari NaOH = $[OH^-]$ dari larutan X.



$$\begin{aligned}
 [OH^-] &= n \times M \\
 &= 1 \times 0,001 \\
 &= 0,001 \text{ M}
 \end{aligned}$$

$[OH^-]$ NaOH = $[OH^-]$ dari larutan X

$$[OH^-] = \sqrt{K_b \cdot M}$$

$$10^{-3} = \sqrt{K_b \cdot 10^{-1}}$$

$$K_b = 10^{-5}$$

Jadi, tetapan basa larutan X = 10^{-5}

Soal Latihan 8.4

Untuk lebih memahami pH larutan, Cobalah kerjakan soal ini:

- Larutan 50 mL H_2SO_4 0,01 M pada suhu 25°
Tentukan:
 - konsentrasi H^+
 - pH larutan
 - konsentrasi OH^-
 - pOH larutan
- Larutan 500 mL KOH 0,01 M pada suhu 25 °C
Tentukan:
 - konsentrasi OH^-
 - pOH larutan
 - konsentrasi H^+
 - pH larutan
- Larutan 50 mL CH_3COOH 0,02 M mempunyai tetapan asam (K_a) $1,50 \cdot 10^{-5}$
Tentukan:
 - konsentrasi H^+
 - pH larutan
 - derajat ionisasi

Unit 8.5: Stoikiometri Larutan

Di Modul 5, anda sudah belajar tentang stoikiometri atau perhitungan kimia, yaitu cabang ilmu kimia yang mempelajari hubungan kuantitatif zat-zat yang terlibat dalam suatu reaksi. Reaksi kimia mengikuti hukum kekekalan massa, artinya reaksi kimia harus setara. Stoikiometri larutan dapat diartikan sebagai perhitungan kimia yang melibatkan zat-zat dalam bentuk larutan. Untuk dapat menyelesaikan soal-soal stoikiometri larutan, ada baiknya kamu pelajari lagi persamaan reaksi, konsep mol, dan konsentrasi larutan.

Perbandingan kuantitas zat-zat yang terlibat dalam reaksi kimia didasarkan pada perbandingan mol zat tersebut. Jika dalam suatu reaksi diketahui kuantitas mol salah satu zat maka kuantitas zat-zat lain dapat dihitung berdasarkan mol zat tersebut. Dalam menyelesaikan soal perhitungan kimia, ikuti langkah-langkah berikut.

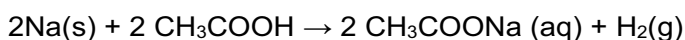
1. Tuliskan reaksi dan setarakan reaksi tersebut dengan memberikan koefisien yang sesuai di depan zat pereaksi dan hasil reaksi. Ingat! *Koefisien reaksi* menyatakan *perbandingan mol* dari zat-zat yang terlibat dalam suatu reaksi.
2. Mengubah satuan yang diketahui menjadi satuan mol.
3. Menghitung kuantitas zat yang ditanyakan berdasarkan mol zat yang diketahui dan perbandingan koefisien.

Berikut ini beberapa contoh penyelesaian soal perhitungan kimia.

1. Sebanyak 4,6 gram Na direaksikan dengan asam asetat (CH_3COOH). Jika $A_r = 23$, $C = 12$, $O = 16$, dan $H = 1$; tentukan:
 - a. massa CH_3COOH yang bereaksi
 - b. jumlah mol masing-masing zat hasil reaksi

Jawaban

Persamaan reaksi setara



$$\text{Na yang bereaksi } 4,6 \text{ gram} = \frac{4,6 \text{ gram}}{23 \text{ gram mol}^{-1}} = 0,2 \text{ mol}$$

$$\text{a. } \text{CH}_3\text{COOH yang bereaksi} = \frac{2}{2} \times 0,2 = 0,2 \text{ mol}$$

$$\text{Massa } \text{CH}_3\text{COOH yang bereaksi} = 0,2 \text{ mol} \times 60 \text{ gram mol}^{-1} = 12 \text{ gram}$$

$$\text{b. } \text{CH}_3\text{COONa yang terbentuk} = \frac{2}{2} \times 0,2 \text{ mol} = 0,2 \text{ mol}$$

$$\text{Gas } \text{H}_2 \text{ yang terbentuk} = \frac{1}{2} \times 0,2 \text{ mol} = 0,1 \text{ mol}$$

2. Tentukan volum larutan H_2SO_4 0,1 M yang diperlukan untuk menetralkan 60 mL larutan KOH 0,05 M!

Jawaban:

Untuk mengetahui larutan H_2SO_4 0,1 M gunakan rumus: $n_1 \cdot V_1 \cdot M_1 = n_2 \cdot V_2 \cdot M_2$

H_2SO_4 melepaskan 2 H^+ dalam air maka $n_1 = 2$

KOH melepaskan OH^- dalam air maka $n_2 = 1$

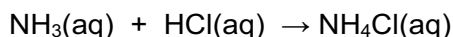
$$2 \times V_1 \times 0,1 = 1 \times 60 \times 0,05$$

$$V_1 = \frac{3}{0,2} = 15 \text{ mL}$$

Jadi, volum larutan H_2SO_4 0,1 M yang diperlukan adalah 15 mL.

3. Sebanyak 40 mL larutan NH_3 0,5 M direaksikan dengan 50 mL larutan HCl 0,2 M. Berapa gram garam yang terbentuk! Diketahui A_r N = 14, O = 16, Cl = 35,5 dan H = 1.

Jawaban



NH_3 yang tersedia = 40 mL x 0,5 mmol/mL = 20 mmol

HCl yang tersedia = 50 mL x 0,2 mmol/mL = 10 mmol

Perbandingan mol dengan koefisien dari $\text{NH}_3 = \frac{20}{1} = 20$

Perbandingan mol dengan koefisien dari $\text{HCl} = \frac{10}{1} = 10$

Jadi, pereaksi pembatas adalah larutan HCl

HCl yang bereaksi adalah 10 mmol

NH_4Cl yang terbentuk = $\frac{1}{1} \times 10 \text{ mmol} = 10 \text{ mmol}$

$\text{NH}_4\text{Cl} = 0,01 \text{ mol} \times M_r \text{ NH}_4\text{Cl}$
 $= 0,01 \text{ mol} \times 53,5 \text{ gram mol}^{-1}$

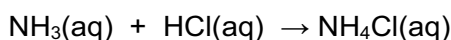
$\text{NH}_4\text{Cl} = 0,535 \text{ gram} = 535 \text{ mg}$

Atau dengan cara lain

NH_3 yang tersedia = 40 mL x 0,5 mmol/mL = 20 mmol

HCl yang tersedia = 50 mL x 0,2 mmol/mL = 10 mmol

Persamaan reaksi setara



Mula-mula	20 mmol	10 mmol	-
Bereaksi	<u>10 mmol</u>	<u>10 mmol</u>	<u>10 mmol</u>
Sesudah reaksi	10 mmol	-	10 mmol

NH_4Cl yang terbentuk = 10 mmol

Massa NH_4Cl yang terbentuk = 10 mmol x 53,5 mg/mmol = 535 mg

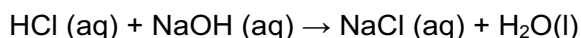
4. Sebanyak 100 mL larutan HCl 0,5 M direaksikan dengan 50 mL larutan NaOH 0,4 M. Tentukan pereaksi yang tersisa!

Jawaban

Larutan HCl yang tersedia = 100 mL x 0,5 mmol/mL = 50 mmol = 0,05 mol

Larutan NaOH yang tersedia = 50 mL x 0,4 mmol/mL = 20 mmol = 0,02 mol

Persamaan reaksi setara:



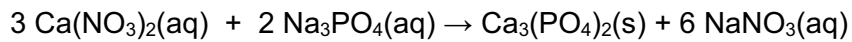
Mula-mula	0,05 mol	0,02 mol	
Bereaksi	<u>0,02 mol</u>	<u>0,02 mol</u>	<u>0,02 mol</u>
Sesudah reaksi	0,03 mol	-	0,02 mol

Pereaksi sisa adalah HCl , yaitu = 0,03 mol

5. Sebanyak 100 mL larutan $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,3 M ditambahkan larutan Na_3PO_4 berlebihan. Berapa gram endapan yang terbentuk? (A_r Ca = 40, N = 14, O = 16, Na = 23, P = 31).

Jawaban

Persamaan reaksi setara:



$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ yang bereaksi = 100 mL x 0,3 M = 30 mmol = 0,03 mol

$$\begin{aligned} \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s}) \text{ yang terbentuk} &= \frac{1}{3} \times 0,03 \text{ mol} = 0,01 \text{ mol} \\ &= 0,01 \text{ mol} \times M_r \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \\ &= 0,01 \text{ mol} \times 310 \text{ gram mol}^{-1} \end{aligned}$$

Massa $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s})$ yang terbentuk = 3,1 gram

Rangkuman

1. Teori asam basa yang masih dipakai hingga saat ini, adalah :
 - a. Menurut *Arrhenius*, asam melepas ion H^+ sedangkan basa melepas ion OH^- .
 - b. Menurut *Bronsted-Lowry*, asam donor proton sedangkan basa akseptor proton.
 - c. Menurut Lewis, asam menerima pasangan elektron bebas sedangkan basa menyumbangkan pasangan elektron bebas.
2. Identifikasi sifat asam dan basa dapat menggunakan indikator, yaitu zat yang dapat membedakan larutan yang bersifat asam atau basa. Seperti lakmus, fenolftalein, dll. Indikator universal untuk menentukan pH larutan.
3. Kekuatan asam dapat diukur dari harga tetapan asam (K_a) sedangkan kekuatan basa diukur dari harga tetapan basa (K_b) atau dari derajat ionisasi (α). Semakin kuat asam atau basa maka harga K_a atau K_b atau α juga semakin besar.
4. Asam kuat atau basa kuat apabila dilarutkan dalam air terionisasi sempurna.
5. Asam lemah atau basa lemah apabila dilarutkan dalam air terionisasi sebagian, dan harga $0 < \alpha < 1$.
6. Perhitungan pH larutan asam atau basa.

$$pH = -\log [H^+]$$

$$pOH = -\log [OH^-]$$

$$pK_w = pH + pOH$$

$$K_w = K_a \cdot K_b$$

$$pK_w = 14$$

$$K_w = 10^{-14}$$
7. Asam kuat atau basa kuat mempunyai rumus:

$$[H^+] = n.M$$

$$[OH^-] = n.M$$

n = jumlah ion H^+ atau ion OH^-

M = konsentrasi asam atau basa
8. Asam lemah atau basa lemah

$$[H^+] = \sqrt{K_a \cdot M}$$

$$[H^+] = \alpha \cdot M$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{M}}$$

$$[OH^-] = \sqrt{K_b \cdot M}$$

$$[OH^-] = \alpha \cdot M$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{M}}$$
9. Prinsip reaksi penetralan asam basa adalah penetralan ion H^+ dengan OH^- atau sebaliknya. Reaksi penetralan disebut juga dengan reaksi penggaraman. Perhitungan volum atau konsentrasi menggunakan rumus:

$$n_1 \cdot V_1 \cdot M_1 = n_2 \cdot V_2 \cdot M_2$$

Saran Referensi

- <https://www.studiobelajar.com/teori-asam-basa> Teori Asam Basa - Arrhenius, Brønsted–Lowry, Lewis & Contoh Reaksi
- www.pelajaran.co.id/2016/.../teori-teori-dan-konsep-asma-basa-menurut-para-ahli Teori–Teori dan Konsep Asma Basa Menurut Para Ahli
- alfichry.blogspot.com › kimia › laporan Mengidentifikasi asam basa dengan indikator alam ...
- https://id.wikipedia.org/wiki/Indikator_universal. Indikator universal - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas
- kimiastudycenter.com/kimia-xi/30-menghitung-ph-dan-poh-larutan Menghitung pH dan pOH Larutan - Kimia Study Center

Penilaian

I. Jawablah pertanyaan berikut ini dengan singkat dan jelas!

1. Berikut ini diberikan beberapa larutan zat kimia dan perubahan warnanya dengan kertas lakmus. Tentukan sifat larutan tersebut (asam, basa atau netral).

No	Larutan	Perubahan Warna Kertas		Sifat Larutan
		Lakmus Merah	Lakmus Biru	
1	Air Jeruk	Merah	Merah	....
2	Cuka Dapur	Merah	Merah	....
3	Air Sabun	Biru	Biru	....
4	Air Kapur Sirih	Biru	Biru	....
5	Vitamin C	Merah	Merah	....
6	Soda Api	Biru	Biru	....
7	Amonia	Biru	Biru	....
8	Air Suling	Merah	Biru	....
9	Gula	Merah	Biru	....
10	Alkohol	Merah	Biru	....

2. Uraikan senyawa berikut dan tentukan sifatnya (asam atau basa)
 - a. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$
 - b. H_3AsO_4
 - c. CH_3COOH
 - d. NaOH
 - e. $\text{Sr}(\text{OH})_2$
 - f. $\text{Cr}(\text{OH})_3$
3. Selesaikan reaksi berikut dan tentukan pasangan asam basa konjugasinya!
 - a. $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow$
 - b. $\text{HCN}(\text{aq}) + \text{NH}_3(\text{aq}) \rightarrow$
 - c. $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{CN}^- \rightarrow$
 - d. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CH}_3\text{COO}^- \rightarrow$
4. Tentukan H^+ , OH^- , pH dan pOH dari:
 - a. 250 mL $\text{Sr}(\text{OH})_2$ 0,2 M
 - b. 100 mL HCl 0.02 M
 - c. 100 mL H_2SO_4 0,05 M

- d. 50 mL KOH 0,4 M
 - e. 25 mL Ca(OH)_2 0.05 M
5. Tentukan H^+ , OH^- , pH dan pOH dari:
 - a. 1,89 gram HNO_3 dilarutkan sampai volum 500 mL
 - b. 0,16 gram NaOH dilarutkan sampai volum 250 mL
 6. Tentukan pH sebelum dan sesudah ...
 - a. 10 mL HNO_3 2 M diencerkan sampai volum 500 mL
 - b. 15 mL H_2SO_4 0,1 M ditambah 10 mL H_2SO_4 0,5 M
 - c. 6 mL HCl 1 M dicampur dengan 2 mL HNO_3 1 M
 - d. 2 mL HCl pekat dengan konsentrasi 36% massa jenis 1,19 gram/mL diencerkan sampai 500 mL.
 7. Tentukan pH larutan:
 - a. 100 mL $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$ (asam Benzoat) 0,5 M dengan tetapan ionisasi $6,3 \cdot 10^{-5}$
 - b. 100 mL NH_3 0,5 M yang terurai dengan derajat ionisasi 0,6.
 - c. 50 mL asam cuka 0,1 M yang terurai 40%
 - d. 50 mL anilin ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$) 0,1 M dengan tetapan ionisasi $4,3 \cdot 10^{-10}$
 8. Diambil 15 mL amoniak pekat (NH_3) dengan konsentrasi 58,6% b/b masa jenis 0,9 gram/mL dilarutkan sampai volum 250 mL . Bila $K_b \text{ NH}_3$ $1,74 \cdot 10^{-5}$, tentukan:
 - b. pH amoniak pekat
 - c. pH sesudah diencerkan
 9. Untuk membuat larutan 100 mL asam benzoat ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$) yang mempunyai pH 4, berapa gram asam tersebut ditimbang bila K_a asam benzoat $6,3 \cdot 10^{-5}$?
 10. Larutan asam cuka 0,1 M dengan tetapan ionisasi $1,74 \cdot 10^{-5}$. Berapa % yang terionisasi?

II. Pilihlah satu jawaban yang benar!

1. Sebanyak 34,2 gram $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dilarutkan dalam air hingga volumenya menjadi 250 mL. Konsentrasi larutan tersebut adalah (A_r : Al = 27, S = 32, dan O = 16)

A. 0,04 M	D. 1,00 M
B. 0,10 M	E. 4,00 M
C. 0,40 M	
2. Suatu larutan dibuat dengan mencampurkan 150 mL larutan HCl 0,2 M dengan 100 mL larutan HCl 0,5 M. Konsentrasi larutan setelah dicampur adalah

A. 0,31 M	D. 0,34 M
B. 0,32 M	E. 0,35 M
C. 0,33 M	
3. Sebanyak 5 mL HCl pekat dengan konsentrasi 11,7 M diencerkan hingga volumenya menjadi 500 mL maka molaritas larutan adalah

A. 0,117 M	D. 1,17 M
B. 0,93 M	E. 2,34 M
C. 1,07 M	
4. Sebanyak 11,1 gram CaCl_2 (A_r Ca = 40 dan Cl = 35,5) dilarutkan dalam air hingga volum 500 mL maka konsentrasi ion Cl^- dalam larutan tersebut adalah

- A. 0,05 mol dm⁻³
- B. 0,10 mol dm⁻³
- C. 0,20 mol dm⁻³

- D. 0,30 mol dm⁻³
- E. 0,40 mol dm⁻³

5. Perhatikan zat yang *dicetak miring* pada reaksi berikut! Menurut Bronsted-Lowry zat yang bersifat asam adalah

- A. $\text{HCN}(\text{aq}) + \text{NH}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CN}^-(\text{aq}) + \text{NH}_4^+(\text{aq})$
- B. $\text{H}_2\text{PO}_4^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
- C. $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
- D. $\text{HCN}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{CN}^-(\text{aq})$
- E. $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{aq})$

6. Perhatikan reaksi berikut ini! Air yang bertindak sebagai basa adalah

- A. $\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
- B. $\text{H}_2\text{O} + \text{HS}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + \text{OH}^-$
- C. $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$
- D. $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
- E. $\text{H}_2\text{O} + \text{A}^- \rightleftharpoons \text{HA} + \text{OH}^-$

7. Reaksi yang benar tentang asam dan basa menurut Lewis adalah ...

- A. $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
- B. $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
- C. $\text{KOH} \rightarrow \text{K}^+ + \text{OH}^-$
- D. $\text{NH}_3 + \text{BF}_3 \rightarrow \text{BF}_3\text{NH}_3$
- E. $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

8. Perhatikan reaksi berikut:

1. $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
2. $\text{H}_2\text{O} + \text{HCN} \rightarrow \text{CN}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
3. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HSO}_4^- + \text{H}_3\text{O}^+$
4. $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{OH}^- + \text{H}_3\text{PO}_4$

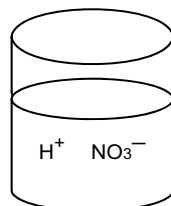
Air yang dapat bertindak sebagai asam menurut Bronsted dan Lowry terdapat pada reaksi...

- A. 1 dan 2
- B. 1 dan 3
- C. 1 dan 4
- D. 2 dan 3
- E. 3 dan 4

9. Bila harga Kw pada suhu 45°C $4,02 \times 10^{-14}$ maka konsentrasi ion H^+ pada suhu tersebut adalah...

- A. $4 \cdot 10^{-7}$
- B. $2 \cdot 10^{-7}$
- C. $1 \cdot 10^{-7}$
- D. $2 \cdot 10^{-14}$
- E. $1 \cdot 10^{-14}$

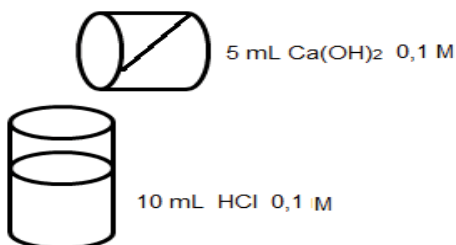
10. Dalam gelas kimia terdapat larutan 100 mL HNO_3 0,001 M



Konsentrasi ion H^+ nya adalah....

- A. 10^{-1} M
- B. 10^{-3} M
- C. 10^{-7} M
- D. 10^{-11} M
- E. 10^{-13} M

11. Perhatikan gambar berikut:



pH larutan setelah reaksi adalah...

- A. 1,0
B. 2,8
C. 7,0
D. 11,2
E. 13,0

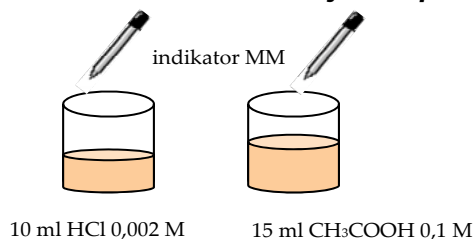
12. Perhatikan data harga K_a asam berikut:

Asam	HA	HB	HC	HD
K_a	$6 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$8 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-8}$

Urutan kekuatan asam tersebut adalah...

- A. $\text{HC} > \text{HA} > \text{HD} > \text{HB}$
B. $\text{HC} > \text{HB} > \text{HA} > \text{HD}$
C. $\text{HA} > \text{HB} > \text{HC} > \text{HD}$
D. $\text{HD} > \text{HC} > \text{HB} > \text{HA}$
E. $\text{HB} > \text{HD} > \text{HA} > \text{HC}$
13. Larutan 10 mL CH_3COOH 0,4 M, bila tetapan asam 10^{-5} maka pH larutan adalah...
A. $1 - \log 1$
B. $2 - \log 3$
C. $3 - \log 2$
D. $11 + \log 2$
E. $12 + \log 3$
14. Konsentrasi OH^- yang terdapat dalam 10 mL larutan NH_3 0,1 M, $K_b \text{ NH}_3 = 10^{-5}$ adalah...
A. 10^{-1}
B. 10^{-3}
C. 10^{-7}
D. 10^{-11}
E. 10^{-13}
15. Larutan 25 mL asam oksalat $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,02 M dengan derajat ionisasi 0,04 mempunyai pH....
A. $2 - \log 2,8$
B. $4 - 3\log 2$
C. $8 - 2\log 2$
D. $10 + 3\log 2$
E. $12 + \log 2,8$

Perhatikan gambar berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 16 dan 17



16. Kedalam masing-masing larutan ditetesi indikator metil merah ternyata mempunyai warna yang sama, maka harga $K_a \text{ CH}_3\text{COOH}$ adalah...
A. $2 \cdot 10^{-3}$
B. $2 \cdot 10^{-5}$
C. $4 \cdot 10^{-5}$
D. $4 \cdot 10^{-8}$
E. $4 \cdot 10^{-9}$

17. Konsentrasi ion H^+ yang terdapat dalam larutan CH_3COOH adalah....

- A. $0,2 \cdot 10^{-1}$ D. $2,0 \cdot 10^{-3}$
 B. $0,5 \cdot 10^{-1}$ E. $4,0 \cdot 10^{-5}$
 C. $1,0 \cdot 10^{-1}$

18. Trayek perubahan warna indikator

Brom Timol Biru 6,0-7,6 (Kuning-Biru)
 Fenolftalein 8,3-10 (Tidak Berwarna-Merah).

Larutan yang ditetesi dengan BTB berwarna biru dan ditetesi dengan PP berwarna merah adalah...

- A. HCl D. C_2H_5OH
 B. H_2SO_4 E. CH_3COOH
 C. NaOH

19. Sekelompok siswa melakukan pengujian larutan dengan menggunakan beberapa indikator. Indikator yang tersedia:

Indikator	Trayek pH	Perubahan Warna
Metil Merah	4,2 – 6,3	Merah - Kuning
Brom Timol Biru	6,0 – 7,6	Kuning - Biru
Phenol Phthalein	8,3 – 10	Tak berwarna - merah

Bila pH larutan dengan indikator universal menunjukkan pada pH 8 maka perubahan warna larutan dengan indikator adalah... .

	Metil Merah	Brom Timol Biru	Phenol Phthalein
A	Merah	kuning	Tidak berwarna
B	Kuning	Biru	Tidak berwarna
C	Kuning	Biru	Merah
D	Merah	Biru	Merah
E	Merah	Kuning	Merah

20. Seorang siswa ingin menguji pH air limbah, apabila ditetesi dengan metil jingga warna larutan menjadi kuning, ditetesi dengan metil merah warna larutan menjadi kuning dan brom timol biru warna larutan menjadi hijau . Bila trayek perubahan warna dari indikator:

Metil jingga (MJ) 3,1 – 4,4 Merah - Kuning
 Metil Merah (MM) 4,2 – 6,3 Merah – Kuning.
 Brom Timol Biru (BTB) 6,0 – 7,6 Kuning – Biru.

Maka perkiraan pH air limbah tersebut adalah...

- A. 3,1 - 4,2 D. 6,0 – 6,3
 B. 4,2 – 4,4 E. 6,3 – 7,6
 C. 4,4 – 6,0

21. Berdasarkan pengujian sampel air limbah diperoleh data sebagai berikut :

Indikator	Trayek Perubahan		Air Limbah	
	pH	Warna	X	Y
Metil Merah	4,2 – 6,3	Merah - Kuning	Jingga	Kuning
Brom kresol hijau	3,8 - 5,4	Kuning - Biru	Biru	Biru
Phenolftalein	8,3 – 10,0	Tak Berwarna - Merah	Tak Berwarna	Tak Berwarna

Harga pH sampel air limbah X dan Y berturut-turut adalah

- A. $\leq 6,3$ dan $\leq 8,3$
- B. $4,2 \leq \text{pH} \leq 6,3$ dan $\leq 8,3$
- C. $4,2 \leq \text{pH} \leq 6,3$ dan $\leq 4,2$
- D. $5,4 \leq \text{pH} \leq 6,3$ dan $6,3 \leq \text{pH} \leq 8,3$
- E. $4,2 \leq \text{pH} \leq 6,3$ dan $6,3 \leq \text{pH} \leq 8,3$

22. Untuk menetralkan 200 mL larutan H_2SO_4 0,1 M diperlukan 100 mL $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
Kemolaran larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ adalah

- | | |
|----------|----------|
| A. 0,1 M | D. 0,4 M |
| B. 0,2 M | E. 0,5 M |
| C. 0,3 M | |

23. Sebanyak 150 mL larutan HCl 0,2 M direaksikan dengan 100 mL larutan NaOH 0,2 M, maka pereaksi yang tersisa adalah

- | | |
|------------------|------------------|
| A. 0,01 mol HCl | D. 0,02 mol NaOH |
| B. 0,01 mol NaOH | E. 0,03 mol HCl |
| C. 0,02 mol HCl | |

24. Sebanyak 100 mL larutan Na_2CO_3 0,2 M direaksikan dengan 100 mL larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0,2 M, menurut reaksi:



Maka NaOH yang terbentuk adalah

- | | |
|-------------|-------------|
| A. 0,01 mol | D. 0,04 mol |
| B. 0,02 mol | E. 0,05 mol |
| C. 0,03 mol | |

25. Sebanyak 10 mL larutan H_2SO_4 0,1M direaksikan dengan 5 mL larutan NaOH. Konsentrasi NaOH yang dibutuhkan supaya asam sulfat tepat habis bereaksi adalah

- A. 0,2 M
- B. 0,4 M
- C. 0,5 M
- D. 2,5 M
- E. 5,0 M

Kunci Jawaban dan Pembahasan

Soal Latihan Unit 8.1

1. Tentukan Molaritas dari
 - a. 0,1 gram CaCO_3 dilarutkan sampai volum 2 Liter
 - b. 9,5 gram MgCl_2 dilarutkan sampai volum 500 mL
 - c. 5,58 gram $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ dilarutkan sampai volum 250 mL

Catatan massa atom relatif (Ar) lihat dalam tabel periodik

Jawaban:

a.
$$M = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL.laru tan}}$$

$$M = \frac{0,1 \text{ gram}}{100} \times \frac{1000}{2000}$$

$$M = 5 \cdot 10^{-4} M$$

b.
$$M = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL.laru tan}}$$

$$M = \frac{9,5 \text{ gram}}{95} \times \frac{1000}{500} = 0,2 M$$

c,

$$M = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL.laru tan}}$$

$$M = \frac{5,58 \text{ gram}}{558} \times \frac{1000}{250} = 0,04 M$$

2. Seorang siswa membutuhkan larutan asam nitrat (HNO_3) 0,2 M, di Lab yang ada asam nitrat 0,4 M dan 0,1 M. Bila asam nitrat yang 0,4 M diambil 50 mL, berapa mL asam nitrat yang 0,1 M dibutuhkan?

Jawab:

$$M_c = \frac{V_1 M_1 + V_2 M_2}{V_1 + V_2}$$

$$0,2 = \frac{50 \times 0,4 + V_2 \times 0,1}{50 + V_2}$$

$$V_2 = 100 \text{ mL}$$

Jadi volume asam Nitrat 0,1 M yang diambil 100 mL

3. Di laboratorium tersedia larutan HCl dengan konsentrasi 5 M. Berapa mililiter larutan HCl tersebut diperlukan untuk memperoleh 1 liter HCl 0,1 M ?

Jawab:

$$V_1 M_1 = V_2 M_2$$

$$V_1 \times 5 = 1 \times 0,1$$

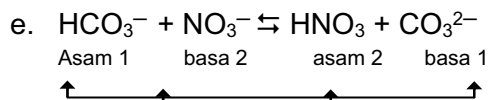
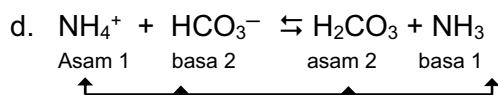
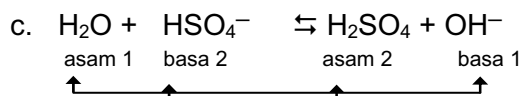
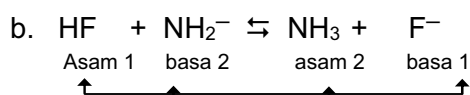
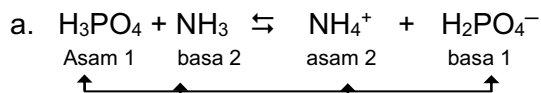
$$V_1 = 20 \text{ mL}$$

4. Untuk membuat 100 mL larutan H_2SO_4 dengan konsentrasi 0,1 M, berapa mL H_2SO_4 pekat (96%^{b/b}) harus diambil bila massa jenis H_2SO_4 pekat = 1,84 gram/mL?
Jawab:

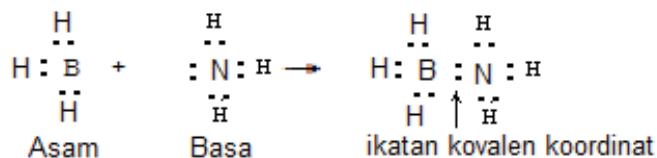
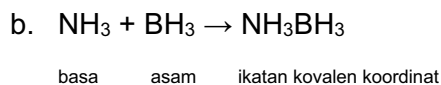
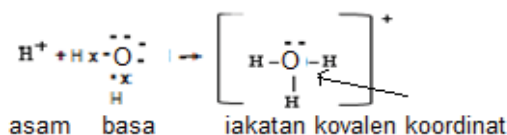
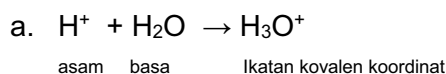
$$V_1 = \frac{V_2 \cdot M_r \cdot M}{10 \cdot \rho d} \quad V = \frac{100 \text{ mL} \cdot 36,5 \text{ gram/mol} \cdot 0,1 \text{ mol/L}}{10 \times 96 \text{ gram/gram} \cdot 1,84 \text{ gram/mL}} = 0,55 \text{ mL}$$

Soal Latihan Unit 8.2

1. Tentukan pasangan asam basa menurut Bronsted dan Lowry



2. Tentukan asam dan basa menurut Lewis,



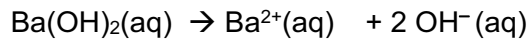
3. Seorang siswa membuat larutan dengan menimbang 1,71 gram Ba(OH)_2 yang dilarutkan sampai volum 500 mL, bila Ar Ba = 137, O =16 dan H = 1. Berapa pH larutan Ba(OH)_2 yang diperoleh?

Jawab.

$$M = \frac{\text{gram}}{Mr} \times \frac{1000}{\text{mL(larutan)}}$$

$$1,71 \text{ gram } \text{Ba(OH)}_2 = \frac{1,71 \text{ gram}}{171 \text{ gram} \cdot \text{mol}^{-1}} \times \frac{1000}{500 \text{ mL}}$$

$$[\text{Ba(OH)}_2] = 0,02 \text{ mol}^{-1} \text{ mL} = 0,02 \text{ M}$$



$$0,02 \text{ M}$$

$$0,04 \text{ M}$$

$$[\text{OH}^{-}] \text{ dalam } \text{Ba(OH)}_2 = 2 \times 0,02 \text{ M} = 0,04 \text{ M} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^{-}]$$

$$= -\log 4 \cdot 10^{-2}$$

$$= 2 - \log 4 = 2 - 2 \log 2$$

$$\text{pH larutan} = 14 - (2 - 2 \log 2) = 12 + 2 \log 2$$

Rubrik Penugasan 8.3

No	Pengujian Sifat Asam Basa Dengan Menggunakan Indikator Kol Merah	Skor
1	Membuat 10 data larutan dengan indikator kol merah	10
2	Menjawab pertanyaan berdasarkan data percobaan	5
3	Menjawab pertanyaan dari evaluasi	8
	Skor maksimum	23

Skor maksimum adalah 23. Jika Anda mengidentifikasi 10 macam larutan dengan indikator kol merah dan menjawab dengan benar semua pertanyaan dan latihan soal, berarti skor Anda 23 maka:

$$\text{Nilai anda} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100 = \frac{23}{23} \times 100 = 100$$

Soal Latihan Unit 8.3

Pertanyaan yang berkaitan dengan hasil praktikum sesuai dengan data yang diperoleh dari hasil percobaan.

Jawaban

1. Sebutkan 2 contoh larutan yang bersifat asam!

Jawab: Asam asetat (cuka), Asam Sulfat

2. Sebutkan 2 contoh larutan yang bersifat basa!

Jawab: NaOH, NaHCO_3 (Soda kue)

3. Sebutkan 2 contoh larutan yang bersifat netral!

Jawab: NaCl (garam dapur), Na_2SO_4

4. Sebutkan salah satu cara membuat indikator kol merah!
Jawab: Kol merah (100 gram) + air (200 mL) diblender sampai halus. Saring sehingga diperoleh filtrat sebagai indikator.
5. Apa yang dimaksud dengan indikator asam basa?
Jawab: Indikator asam basa adalah indikator yang berfungsi menunjukkan sifat asam/basa atau adanya asam/basa dalam suatu larutan.
6. Dari percobaan yang telah dilakukan, perubahan apa yang menandakan suatu larutan bersifat asam, basa dan netral?
Jawab: Warna dari indikator tidak sama dalam larutan asam, basa atau netral.
7. Perhatikan tabel di bawah ini dan isilah titik-titik yang masih kosong

No.	Nama larutan	Warna setelah ditambah indikator kol merah	Sifat larutan		
			Asam	Netral	Basa
1.	Larutan HCl	merah	v	...	...
2.	Larutan NaCl	ungu	...	v	...
3.	Larutan NaOH	kuning	...	...	v
4.	Larutan CH ₃ COOH	Merah muda	v	...	...

Data:

No.	Nama larutan	Warna setelah ditambah indikator kol merah
1.	Larutan A	
2.	Larutan B	
3.	Larutan C	
4.	Larutan D	
5.	Larutan E	
6.	Larutan F	

Dari data di atas, urutkan sifat larutan dari asam – netral – basa dengan menuliskan nomor larutan pada kotak di bawah ini:

A	D	F	C	B	E
---	---	---	---	---	---

Soal Latihan Unit 8.4

1. Larutan 50 mL H₂SO₄ 0,01 M pada suhu 25°
Tentukan:
 - a. konsentrasi H⁺
 - b. pH larutan
 - c. konsentrasi OH⁻
 - d. pOH larutan

Jawab:

- a.
$$\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$$

$$0,01 \text{ M} \qquad 0,02 \text{ M}$$

[H⁺] dari H₂SO₄ 0,01 M adalah 0,02 M
- b. $\text{pH larutan} = -\log [\text{H}^+] = -\log 0,02 = 1,7$
- c. $[\text{OH}^-] = K_w / [\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{0,02} \text{ M} = 5 \cdot 10^{-13} \text{ M}$

- d. $pH = 14 - 1,7 = 12,3$
2. Larutan 500 mL KOH 0,01 M pada suhu 25 °C
Tentukan:
- konsentrasi OH^-
 - pOH larutan
 - konsentrasi H^+
 - pH larutan
- Jawab:
- $KOH \rightarrow K^+ + OH^-$
 $0,01\text{ M} \qquad \qquad 0,01\text{ M}$
 $[OH^-] = 0,01\text{ M}$
 - $pOH = -\log [OH^-] = -\log 0,01\text{ M} = 2$
 - $[H^+] = K_w/[OH^-] = \frac{10^{-14}}{0,01} = 10^{-12}$
 - $pH \text{ larutan} = -\log [H^+] = -\log 10^{-12} = 12$
3. Larutan 50 mL CH_3COOH 0,02 M mempunyai tetapan asam (K_a) $1,50 \cdot 10^{-5}$
Tentukan:
- konsentrasi H^+
 - pH larutan
 - derajat ionisasi
- Jawaban :
- $[H^+] = \sqrt{1,5 \cdot 10^{-5} \cdot 0,02}$
 $[H^+] = 5,5 \cdot 10^{-4}\text{ M}$
 - $pH = -\log [H^+] = -\log 5,5 \cdot 10^{-4} = 3,26$
 - $[H^+] = \alpha M$
 $5,5 \cdot 10^{-4}\text{ M} = \alpha \cdot 0,02$
 $\alpha = 2,7 \cdot 10^{-2}$
derajat ionisasi $2,7 \cdot 10^{-2}$

Penilaian

Essay

1. Sifat larutan yang diuji dengan kertas lakmus (asam, basa atau netral).

No	Larutan	Perubahan Warna Kertas		Sifat Larutan
		Lakmus Merah	Lakmus Biru	
1	Air Jeruk	Merah	Merah	Asam
2	Cuka Dapur	Merah	Merah	Asam
3	Air Sabun	Biru	Biru	Basa
4	Air Kapur Sirih	Biru	Biru	Basa
5	Vitamin C	Merah	Merah	Asam
6	Soda Api	Biru	Biru	Basa
7	Amonia	Biru	Biru	Basa
8	Air Suling	Merah	Biru	Netral
9	Gula	Merah	Biru	Netral
10	Alkohol	Merah	Biru	Netral

2. Uraikan senyawa berikut dan tentukan sifatnya (asam atau basa)

- a. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ asam
 b. $\text{H}_3\text{AsO}_4 \rightarrow 3\text{H}^+ + \text{AsO}_4^{3-}$ asam
 c. $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$ asam
 d. $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ basa
 e. $\text{Sr}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Sr}^{2+} + 2\text{OH}^-$ basa
 f. $\text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Cr}^{3+} + 3\text{OH}^-$ basa

3. Selesaikan reaksi berikut dan tentukan pasangan asam basa konjugasinya!

- a. $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{l})$
 Asam basa basa konjugasi asam konjugasi
- b. $\text{HCN}(\text{aq}) + \text{NH}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{CN}^-(\text{aq}) + \text{NH}_4^+(\text{aq})$
 Asam basa basa konjugasi asam konjugasi
- c. $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{CN}^- \rightarrow \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{HCN}$
 Asam basa basa konjugasi asam konjugasi
- d. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CH}_3\text{COO}^- \rightarrow \text{HSO}_4^- + \text{CH}_3\text{COOH}$
 Asam basa basa konjugasi asam konjugasi

4. Tentukan H^+ , OH^- , pH dan pOH dari:

- a. 250 mL $\text{Sr}(\text{OH})_2$ 0,2 M
 $\text{Sr}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Sr}^{2+} + 2\text{OH}^-$
 0,2 M 0,4 M
 $\text{OH}^- = 4 \cdot 10^{-1}$
 $\text{pOH} = 1 - \log 4$
 $[\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{[4 \cdot 10^{-1}]} = 2,5 \cdot 10^{-14} \text{ M}$
 $\text{pH} = 14 - \log 2,5 = 14 - 0,398 = 13,602$

- b. 100 mL HCl 0.02 M
 $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$
 0,02 M 0,02M
 $[\text{H}^+] = 0,02 \text{ M}$
 $\text{pH} = 2 - \log 2 = 2 - 0,3 = 1,7$
 $[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]} = \frac{10^{-14}}{[2 \cdot 10^{-2}]} = 5 \cdot 10^{-13} \text{ M}$
 $\text{pOH} = 13 - \log 5 = 13 - 0,7 = 12,3$

- c. 100 mL H_2SO_4 0,05 M
 $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
 0,05 M 0,1 M
 $[\text{H}^+] = 0,1 \text{ M}$
 $\text{pH} = 1$

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{[10^{-1}]} = 10^{-13} M$$

$$pOH = 13$$

d. 50 mL KOH 0,4 M

$$\begin{array}{l} KOH \rightarrow K^+ + OH^- \\ 0,4 M \qquad \qquad 0,4 M \\ OH^- = 4 \cdot 10^{-1} \\ pOH = 1 - \log 4 = 1 - 0,6 = 0,4 \\ [H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{[4 \cdot 10^{-1}]} = 2,5 \cdot 10^{-14} M \\ pH = 14 - \log 2,5 = 14 - 0,4 = 13,6 \end{array}$$

e. 25 mL Ca(OH)₂ 0.05 M

$$\begin{array}{l} Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2OH^- \\ 0,05 M \qquad \qquad 0,1 M \\ [OH^-] = 10^{-1} \\ pOH = 1 \\ [H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{[10^{-1}]} = 10^{-13} M \\ pH = 13 \end{array}$$

5. Tentukan H⁺, OH⁻, pH dan pOH dari:

a. 1,89 gram HNO₃ dilarutkan sampai volum 500 mL

$$\begin{array}{l} M = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL larutan}} \\ [HNO_3] = \frac{1,89}{63} \times \frac{1000}{500} = 0,06 M \\ [H^+] = 6 \cdot 10^{-2} M \\ pH = 2 - \log 6 = 1,22 \\ [OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{[6 \cdot 10^{-2}]} = 1,67 \cdot 10^{-13} M \\ pOH = 13 - \log 1,67 = 12,78 \end{array}$$

b. 0,16 gram NaOH dilarutkan sampai volum 250 mL

$$\begin{array}{l} [NaOH] = \frac{0,16}{40} \times \frac{1000}{250} = 0,016 M \\ [OH^-] = 0,016 M \\ pOH = 2 - \log 1,6 = 1,8 \\ [H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{[1,6 \cdot 10^{-2}]} = 6,25 \cdot 10^{-13} M \\ pH = 13 - \log 6,25 = 12,2 \end{array}$$

6. Tentukan pH sebelum dan sesudah ...

a. 10 mL HNO₃ 2 M diencerkan sampai volum 500 mL

$$\begin{array}{l} pH \text{ sebelum diencerkan} = -\log 2 = -0,3 \\ pH \text{ sesudah diencerkan} \quad V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2 \end{array}$$

$$\begin{aligned} 10 \times 2 &= 500 \text{ M}_2 \\ \text{M}_2 &= 0,04 \text{ M} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= 4 \cdot 10^{-2} \\ \text{pH} &= 2 - \log 4 = 1,4 \\ \text{pH sesudah diencerkan} &\text{ adalah } 1,4 \end{aligned}$$

- b. 15 mL H_2SO_4 0,1 M ditambah 10 mL H_2SO_4 0,5 M

$$\begin{aligned} \text{pH } 15 \text{ mL } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 0,1 \text{ M} \\ [\text{H}^+] &= 0,2 \text{ M} \\ \text{pH} &= 1 - \log 2 = 0,7 \\ \text{pH } 10 \text{ mL } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 0,5 \text{ M} \\ [\text{H}^+] &= 1 \text{ M} \\ \text{pH} &= 0 \end{aligned}$$

$$\text{konsentrasi setelah dicampurkan } V_C = \frac{V_1 M_1 + V_2 M_2}{V_1 + V_2} = \frac{15 \times 0,1 + 10 \times 0,5}{15 + 10} = 0,26 \text{ M}$$

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= 0,52 \text{ M} \\ \text{pH} &= -\log 0,52 = 0,28 \end{aligned}$$

- c. 6 mL HCl 1 M dicampur dengan 2 mL HNO_3 1 M

$$\begin{aligned} \text{pH } \text{HCl} \text{ } 1 \text{ M} &= 0 \\ \text{pH } \text{HNO}_3 \text{ } 1 \text{ M} &= 0 \end{aligned}$$

$$\text{konsentrasi setelah dicampurkan } V_C = \frac{V_1 M_1 + V_2 M_2}{V_1 + V_2} = \frac{6 \times 1 + 2 \times 1}{6 + 2} = 1$$

pH setelah dicampur adalah 0

- d. 2 mL HCl pekat dengan konsentrasi 36% massa jenis 1,19 gram/mL diencerkan sampai 500 mL.

$$\begin{aligned} \text{pH } \text{HCl} \text{ sebelum diencerkan} \\ \text{Massa } 100 \text{ mL } \text{HCl} &= 1,19 \text{ gram/mL} \times 100 \text{ mL} = 119 \text{ gram} \\ \text{HCl } 36\% &= \frac{36}{100} \times 119 \text{ gram} = 42,84 \text{ gram} \\ M_{\text{HCl}} &= \frac{42,84}{36,5} \times \frac{1000}{100} = 11,7 \\ \text{pH } \text{HCl} \text{ sebelum diencerkan} &= -\log 11,7 = -1,07 \end{aligned}$$

HCl setelah diencerkan

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{V_2 \cdot M_r \cdot M}{10 \text{ pd}} \\ 2 \text{ mL} &= \frac{500 \text{ mL} \cdot 36,5 \frac{\text{gram}}{\text{mol}} \cdot M \frac{\text{mol}}{\text{L}}}{10 \cdot 36 \frac{\text{gram}}{\text{gram}} \cdot 1,19 \frac{\text{gram}}{\text{mL}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M \text{ HCl setelah diencerkan} &= 0,047 \text{ M} \\ \text{pH HCl setelah diencerkan} &= 2 - \log 4,7 = 2 - 0,67 = 1,33 \end{aligned}$$

7. Tentukan pH larutan:

- a. 100 mL $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$ (asam Benzoat) 0,5 M dengan tetapan ionisasi $6,3 \cdot 10^{-5}$

$$\begin{aligned} \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2 \text{ (asam Benzoat) } &0,5 \text{ M} \\ [\text{H}^+] &= \sqrt{K_a \cdot M} = \sqrt{6,3 \cdot 10^{-5} \cdot 5 \cdot 10^{-1}} = 5,6 \cdot 10^{-3} \text{ M} \end{aligned}$$

$$\text{pH larutan asam benzoat} = 3 - \log 5,6 = 3 - 0,75 = 2,25$$

- b. 100 mL NH_3 0,5 M yang terurai dengan derajat ionisasi 0,6.

$$\begin{aligned} [\text{OH}^-] \text{ dari } \text{NH}_3 \text{ 0,5 M} &= \alpha M = 0,6 \times 0,5 = 0,3 \text{ M} \\ \text{pOH} &= -\log 3 \cdot 10^{-1} = 1 - \log 3 \\ \text{pH} &= 13 + \log 3 = 13 - 0,48 = 12,52 \end{aligned}$$

- c. 50 mL asam cuka 0,1 M yang terurai 40%

$$\begin{aligned} \text{terurai 40\% berarti } \alpha &= 0,4 \\ [\text{H}^+] \text{ dari asam cuka 0,1 M} &= \alpha M = 0,4 \times 0,1 = 0,04 \text{ M} \\ \text{pH asam cuka} &= 2 - \log 4 = 2 - 0,6 = 1,4 \end{aligned}$$

- d. 50 mL anilin ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$) 0,1 M dengan tetapan ionisasi $4,3 \cdot 10^{-10}$

$$\begin{aligned} \text{pH anilin (C}_6\text{H}_5\text{NH}_2\text{) 0,1 M} &= \sqrt{K_b \cdot M} = \sqrt{4,3 \cdot 10^{-10} \cdot 10^{-1}} = 6,6 \cdot 10^{-6} \text{ M} \\ \text{pH anilin (C}_6\text{H}_5\text{NH}_2\text{) 0,1 M} &= 6 - \log 6,6 = 6 - 0,82 = 5,18 \end{aligned}$$

8. Diambil 15 mL amoniak pekat (NH_3) dengan konsentrasi 58,6% b/b masa jenis 0,9 gram/mL dilarutkan sampai volum 250 mL. Bila $K_b \text{ NH}_3 = 1,74 \cdot 10^{-5}$, tentukan:
- pH amoniak pekat
 - pH sesudah diencerkan

Jawab

- a. pH NH_3 amoniak pekat

$$\text{Massa 15 mL } \text{NH}_3 = 0,9 \text{ gram/mL} \times 15 \text{ mL} = 13,5 \text{ gram}$$

$$\text{NH}_3 \text{ 58,6 \%} = \frac{58,6}{100} \times 13,5 \text{ gram} = 7,91 \text{ gram}$$

$$M \cdot \text{NH}_3 = \frac{7,91}{17} \times \frac{1000}{15} = 31 \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot M} = \sqrt{1,74 \cdot 10^{-5} \cdot 31}$$

$$[\text{OH}^-] = 7,34 \cdot 10^{-2,5}$$

$$\text{pOH} = 2,5 - \log 7,34 = 2,5 - 0,87 = 1,63$$

$$\text{pH} = 11,5 + \log 7,34 = 11,5 + 0,87 = 12,37$$

- b. konsentrasi sesudah diencerkan $V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$

$$15 \times 31 = 250 \times M_2$$

$$M_2 = 1,86$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot M} = \sqrt{1,74 \cdot 10^{-5} \cdot 1,86} = 1,8 \cdot 10^{-2,5} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = 2,5 - \log 1,8 = 2,5 - 0,26 = 2,24$$

$$\text{pH pH sesudah diencerkan} = 11,5 + \log 1,8 = 11,5 + 0,26 = 11,76$$

9. Untuk membuat larutan 100 mL asam benzoat ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$) yang mempunyai pH 4, berapa gram asam tersebut ditimbang bila K_a asam benzoat $6,3 \cdot 10^{-5}$?

Jawab:

$$\text{pH} = 4 \text{ berarti } [\text{H}^+] = 10^{-4}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_a \cdot M}$$

$$10^{-4} = \sqrt{6,3 \cdot 10^{-5} \cdot M}$$

$$10^{-8} = 6,3 \cdot 10^{-5} M$$

$$M = 1,6 \cdot 10^{-4}$$

$$[H^+] = \frac{\text{gram}}{Mr} \cdot x \frac{1000}{\text{vol (mL)}}$$

$$1,6 \cdot 10^{-4} = \frac{\text{gram}}{122} \cdot x \frac{1000}{100}$$

$$\text{Gram} = 0,002 \text{ gram}$$

Massa asam benzoat yang dibutuhkan 0,002 gram

10. Larutan asam cuka 0,1 M dengan tetapan ionisasi $1,74 \cdot 10^{-5}$. Berapa % yang terionisasi?

Jawab:

$$[H^+] = \sqrt{K_a \cdot M}$$

$$[H^+] = \sqrt{1,74 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-1}}$$

$$[H^+] = 1,32 \cdot 10^{-3}$$

$$[H^+] = \alpha M$$

$$1,32 \cdot 10^{-3} = \alpha \cdot 10^{-1}$$

$$\alpha = 1,32 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{Persen yang terionisasi} = 1,32 \cdot 10^{-2} \times 100\% = 1,32\%$$

II. Pilihan Ganda

1	C	6	D	11	C	16	C	21	D
2	B	7	D	12	B	17	D	22	B
3	A	8	C	13	C	18	C	23	A
4	E	9	B	14	B	19	B	24	D
5	C	10	B	15	B	20	E	25	B

Penskoran

Penilaian

I. Essay

Soal-soal ini memiliki bobot yang berbeda berdasarkan tingkat kesulitan dan kompleksitas jawaban. Skor untuk untuk setiap soal sebagai berikut.

No.	Aspek yang ditanyakan	Skor
1.	Sifat larutan tersebut (asam, basa atau netral). (10 point)	10
2	Reaksi asam atau basa (6 point)	6
3	Pasangan asam basa konjugasi	4
4	Menentukan H^+ , OH^- , pH dan pOH dari: a. 250 mL $Sr(OH)_2$ 0,2 M b. 100 mL HCl 0.02 M c. 100 mL H_2SO_4 0,05 M d. 50 mL KOH 0,4 M e. 25 mL $Ca(OH)_2$ 0.05 M	4 4 4 4 4

5.	Menentukan H^+ , OH^- , pH dan pOH dari: a. 1,89 gram HNO_3 dilarutkan sampai volum 500 mL b. 0,16 gram NaOH dilarutkan sampai volum 250 mL	4 4
6	Menentukan pH sebelum dan sesudah ... a. 10 mL HNO_3 2 M diencerkan sampai volum 500 mL b. 15 mL H_2SO_4 0,1 M ditambah 10 mL H_2SO_4 0,5 M c. 6 mL HCl 1 M dicampur dengan 2 mL HNO_3 1 M d. 2 mL HCl pekat dengan konsentrasi 36% massa jenis 1,19 gram/mL diencerkan sampai 500 mL.	2 3 3 2
7	Menentukan pH larutan: a. 100 mL $C_7H_6O_2$ (asam Benzoat) 0,5 M dengan tetapan ionisasi $6,3 \cdot 10^{-5}$ b. 100 mL NH_3 0,5 M yang terurai dengan derajat ionisasi 0,6. c. 50 mL asam cuka 0,1 M yang terurai 40% d. 50 mL anilin ($C_6H_5NH_2$) 0,1 M dengan tetapan ionisasi $4,3 \cdot 10^{-10}$	2 2 2 2
8	Menentukan : a. pH amoniak pekat b. pH sesudah diencerkan	2 2
9	Massa asam benzoat yang dibutuhkan	2
10	Persen asam cuka yang terionisasi	2
	Jumlah skor maksimum	74

Jika skor yang Anda peroleh untuk semua aspek adalah 70, maka nilai Anda:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100 = \frac{70}{74} \times 100 = 94,6$$

II. Pilihan ganda

Untuk penilaian pilihan ganda, bobot setiap soal dianggap sama dan diberi skor 1 (satu) jika jawaban Anda benar sesuai kunci jawaban. Skor maksimum 25, jika jawaban Anda benar 20 berarti Anda memperoleh skor 80, maka:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100 = \frac{20}{25} \times 100 = 80$$

$$\text{Nilai Anda untuk modul 8 ini} = \frac{\text{nilai essay}}{2} + \frac{\text{nilai pilihan ganda}}{2} = \frac{94,6}{2} + \frac{80}{2} = 87,3$$

Daftar Pustaka

- Petrucci, Ralph H. 1999 kimia dasar Prinsip dan Terapan Modern. Jakarta Erlangga
- Polling, C. Harsono R 1992. Ilmu Kimia, Jakarta Erlangga
- R.A. Day, Jr. alih bahasa A. Hadyana Pudjaatmaka Ph.D. Analisis Kimia Kuantitatif, Jakarta Erlangga.
- Tim MGMP dan Pengembang Kurikulum KIMIA SMA DKI, Bahan Ajar Kimia untuk SMA, Jakarta. 2005
- Tine Maria Kuswati et al, Kimia SMA/MA Kurikulum 2013 Kelompok Peminatan. Bumi Aksara Jakarta
- Vogel, PT Kalman Media Pustaka Jakarta. Diterjemahkan oleh Ir. L Setiona, Dr A. Hardyana P

BIODATA PENULIS

Nama Lengkap : Dra. Ernavita. M.Pd
Telphon : 081315912157
Email : vita50jkt@yahoo.com
Alamat facebook : vita50jkt@yahoo.com
Bidang Keahlian : Kimia



Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S1 : Kimia, IKIP Jakarta (sekarang UNJ) tamat tahun 1982
2. S2 : Manajemen Pendidikan, Sekolah Tinggi Manajemen IMNI Jakarta, tamat tahun 2010

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir)

1. 1981 – 2015 : Guru Kimia SMAN 50 Jakarta
2. 2015 – 2017 : Guru Kimia SMAN 61 Jakarta

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Buku Teks Kimia SMA Kelas X Kurikulum 2013
2. Buku Teks Kimia SMA Kelas XI Kurikulum 2013
3. Buku Teks Kimia SMA Kelas XII Kurikulum 2013