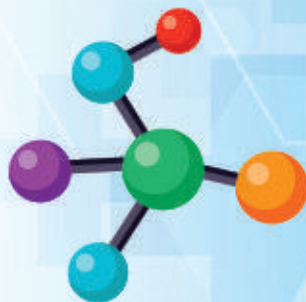


EDITOR :

Dr.apt Asriullah Jabbar, S.Si, MPH
Prof. Dr. Muhammad Arba, S.Si., M.Si
Dr. Dian Nugraheni, S.Pd., M.Sc.

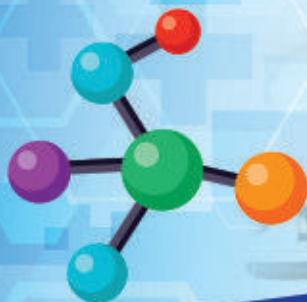


KIMIA

FARMASI DASAR



Dwi Lestari | Jekmal Malau | Nidaul Hasanah | Eka Sulistyaningsih | Dian Nugraheni
Himawan Ganjar Prabowo | Indra Purnama Iqbah | Marsah Rahmawati Utami | Emilda Sari
Johan Sukweenadhi | Atep Dian Supardan | Evy Yulianti | Aden Dhana Rizkita



KIMIA

FARMASI DASAR

Buku ini tersusun dalam 13 bab memaparkan secara rinci Kimia Farmasi Dasar, yaitu :

- Bab 1 Peran Ilmu Kimia dalam Kehidupan
- Bab 2 Posisi Ilmu Kimia dalam Ilmu Farmasi
- Bab 3 Struktur Atom dan Molekul
- Bab 4 Sifat-Sifat Unsur dan Senyawa
- Bab 5 Konsep Mol dan Senyawa-Senyawa Pelarut
- Bab 6 Konsep Campuran
- Bab 7 Sifat-Sifat Larutan
- Bab 8 Konsep Asam Basa, pH, dan Kinetika Kimia
- Bab 9 Senyawa-Senyawa Koordinasi (Kompleks)
- Bab 10 Konsep Wujud Unsur dan Senyawa
- Bab 11 Stoikiometri, Senyawa Radioaktif, dan Kesetimbangan
- Bab 12 Unsur-Unsur Penyusun Sel (Oksigen, Karbon, Hidrogen, Nitrogen, Sulfur, Phosphor)
- Bab 13 Konsep Dasar Analisis Unsur dan Molekul dalam Suatu Bahan



eureka
media akura

Anggota IKAPI
No. 225/UTE/2021

- ☎ 0858 5343 1992
- ✉ eurekaediaaksara@gmail.com
- 📍 Jl. Banjaran RT.20 RW.10
Bojongsari - Purbalingga 53362

ISBN 978-629-151-157-9



9 786231 511379

KIMIA FARMASI DASAR

apt. Dwi Lestari, S.Farm, M.Si
Jekmal Malau, S.Si., M.Si
apt. Nidaul Hasanah, M. Clin. Pharm.
Eka Sulistyaningsih, S.Si., M.Sc
Dr. Dian Nugraheni, S.Pd., M.Sc
Himawan Ganjar Prabowo, S.T., M.T
Indra Purnama Iqbah, S.Pd., M.Sc
Marsah Rahmawati Utami, M.Si
Emilda Sari, S.Pd., M.Si
Johan Sukweenadhi, Ph.D
Atep Dian Supardan, S.Si. M.Si
Dr. Evy Yulianti, M.Sc
Aden Dhana Rizkita, S.Si., M.Si



eureka
media aksara

PENERBIT CV. EUREKA MEDIA AKSARA

KIMIA FARMASI DASAR

Penulis : apt. Dwi Lestari, S.Farm, M.Si, Jekmal Malau, S.Si., M.Si., apt. Nidaul Hasanah, M. Clin. Pharm., Eka Sulistyaningsih, S.Si., M.Sc., Dr. Dian Nugraheni, S.Pd., M.Sc., Himawan Ganjar Prabowo, S.T., M.T., Indra Purnama Iqbah, S.Pd.,M.Sc., Marsah Rahmawati Utami, M.Si., Emilda Sari, S.Pd., M.Si., Johan Sukweenadhi, Ph.D., Atep Dian Supardan, S.Si. M.Si., Dr. Evy Yulianti, M.Sc., Aden Dhana Rizkita, S.Si., M.Si

Editor : Dr.apt Asriullah Jabbar, S.Si, MPH
Prof. Dr. Muhammad Arba, S.Si., M.Si
Dr. Dian Nugraheni, S.Pd., M.Sc.

Penyunting : Tien, S.Si., M.Sc.

Desain Sampul : Eri Setiawan

Tata Letak : Via Maria Ulfah

ISBN : 978-623-151-137-9

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, JUNI 2023**
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi :
Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992

Surel : eurekaediaaksara@gmail.com

Cetakan Pertama : 2023

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga buku referensi ini dapat terbit sesuai dengan waktu yang ditargetkan.

Kami ucapkan juga rasa terima kasih kami kepada pihak-pihak yang mendukung lancarnya buku referensi ini mulai dari proses penulisan hingga proses cetak, yaitu orang tua kami, rekan-rekan kami, penerbit, dan masih banyak lagi yang tidak bisa kami sebutkan satu per satu. Semoga buku yang berada ditangan pembaca ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca yang membutuhkan informasi dan pengetahuan mengenai konsep ilmu Kimia Farmasi Dasar.

Buku ini tersusun dalam 13 bab memaparkan secara rinci Kimia Farmasi Dasar, yaitu :

- Bab 1 Peran Ilmu Kimia dalam Kehidupan
- Bab 2 Posisi Ilmu Kimia dalam Ilmu Farmasi
- Bab 3 Struktur Atom dan Molekul
- Bab 4 Sifat-Sifat Unsur dan Senyawa
- Bab 5 Konsep Mol dan Senyawa-Senyawa Pelarut
- Bab 6 Konsep Campuran
- Bab 7 Sifat-Sifat Larutan
- Bab 8 Konsep Asam Basa, pH, dan Kinetika Kimia
- Bab 9 Senyawa-Senyawa Koordinasi (Kompleks)
- Bab 10 Konsep Wujud Unsur dan Senyawa
- Bab 11 Stoikiometri, Senyawa Radioaktif, dan Keseimbangan
- Bab 12 Unsur-Unsur Penyusun Sel (Oksigen, Karbon, Hidrogen, Nitrogen, Sulfur, Phosphor)
- Bab 13 Konsep Dasar Analisis Unsur dan Molekul dalam Suatu Bahan

Kami mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah penerbitan buku ini. Penulis menyadari apabila dalam penyusunan buku ini masih ada kekurangan. Oleh sebab itu, kami mohon agar pembaca memberi kritik dan juga saran terhadap karya buku ajar ini agar kami dapat terus meningkatkan kualitas

buku ajar ini. Terakhir penulis meyakini bahwa sekecil apapun buku ini akan memberikan manfaat bagi pembaca.

Hormat kami,

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB 1 PERAN ILMU KIMIA DALAM KEHIDUPAN	1
A. Pendahuluan	1
B. Sejarah Kimia.....	3
C. Peran Ilmu Kimia dalam Kehidupan	7
BAB 2 POSISI ILMU KIMIA DALAM ILMU FARMASI	12
A. Pendahuluan	12
B. Pengenalan tentang Kimia-Farmasi	13
C. Sejarah Penggunaan Kimia dalam Farmasi	16
D. Bidang Studi Kimia dalam Kajian Farmasi.....	20
E. Teknologi dalam Industri Farmasi	23
F. Peran Kimia dalam Penelitian Farmasi.....	26
G. Tantangan dalam Kimia Farmasi dan Inovasi Didalamnya	28
BAB 3 STRUKTUR ATOM DAN MOLEKUL.....	32
A. Atom, Unsur, Senyawa dan Molekul.....	32
B. Struktur Atom	34
C. Struktur Molekul.....	39
D. Lampiran	41
BAB 4 SIFAT SIFAT UNSUR DAN SENYAWA.....	43
A. Klasifikasi Materi	43
B. Sifat Materi	45
C. Unsur.....	46
D. Senyawa	49
E. Jenis Senyawa Organik Berdasarkan Kandungan Karbonnya	49
F. Campuran.....	50
BAB 5 KONSEP MOL DAN SENYAWA-SENYAWA PELARUT	58
A. Konsep Mol	58
B. Senyawa Pelarut.....	62

BAB 6 KONSEP CAMPURAN.....	67
A. Pendahuluan.....	67
B. Larutan.....	67
C. Koloid.....	68
D. Suspensi.....	73
E. Surfaktan.....	75
BAB 7 SIFAT-SIFAT LARUTAN.....	78
A. Pengertian Larutan.....	78
B. Jenis-Jenis Larutan.....	79
C. Pelarutan Cair-Cair.....	84
BAB 8 KONSEP ASAM BASA, pH, DAN KINETIKA	
KIMIA.....	85
A. Pendahuluan Asam dan Basa.....	85
B. Teori Asam Basa.....	87
C. Kekuatan Asam.....	93
D. Kinetika Kimia.....	97
BAB 9 SENYAWA SENYAWA KOORDINASI	
(KOMPLEKS).....	106
A. Pendahuluan.....	106
B. Teori Koordinasi Werner.....	106
C. Definisi Beberapa Istilah Penting Mengenai Senyawa Koordinasi.....	108
D. Nomenklatur Senyawa Koordinasi.....	112
E. Isomer dalam Senyawa Koordinasi.....	114
F. Ikatan dalam Senyawa Koordinasi.....	119
BAB 10 KONSEP WUJUD UNSUR DAN SENYAWA.....	128
A. Pendahuluan.....	128
B. Pengertian dan Karakteristik Wujud Zat.....	129
C. Unsur dan Wujudnya.....	131
D. Senyawa dan Wujudnya.....	135
E. Diagram Fasa.....	137
F. Aplikasi Konsep Wujud Unsur dan Senyawa dalam Kimia Farmasi.....	139
BAB 11 STOIKIOMETRI, SENYAWA RADIOAKTIF, DAN KESETIMBANGAN.....	141
A. Stoikiometri.....	141
B. Senyawa Radioaktif.....	148

C. Keseimbangan Kimia	155
BAB 12 UNSUR-UNSUR PENYUSUN SEL (OKSIGEN, KARBON, HIDROGEN, NITROGEN, SULFUR, PHOSPHOR).....	162
A. Pendahuluan	162
B. Oksigen.....	163
C. Karbon.....	166
D. Hidrogen.....	167
E. Nitrogen.....	169
F. Fosfor	171
G. Sulfur.....	173
BAB 13 KONSEP DASAR ANALISIS UNSUR DAN MOLEKUL DALAM SUATU BAHAN.....	178
A. Pendahuluan	178
B. Sejarah Analisis Unsur dan Molekul dalam Obat.....	179
C. Beberapa Hal yang Harus Dipelajari dalam Analisis Unsur dan Molekul pada Obat	180
D. Spektroskopi Infra Red.....	182
E. Spektroskopi Massa (MS).....	185
F. Spektroskopi Resonansi Magnetik Inti (NMR)	187
G. Kromatografi Gas (GC).....	188
H. Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT)	190
DAFTAR PUSTAKA	196
TENTANG PENULIS	205

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Konfigurasi Orbital	35
Tabel 2. Energi Relatif Elektron Kulit	36
Tabel 3. Perbandingan Sifat Zat Padat, Cair dan Gas	44
Tabel 4. Karakteristik dari Unsur, Senyawa dan Campuran.....	45
Tabel 5. Sifat Unsur Logam dan Non Logam	46
Tabel 6. Contoh Unsur Logam dan Non Logam Unsur Logam...	46
Tabel 7. Ciri - Ciri Campuran	51
Tabel 8. Perbedaan Campuran dan Senyawa	52
Tabel 9. Macam-Macam Sistem Koloid Berdasarkan Fase Pendispersi dan Terdispersinya	53
Tabel 10. Istilah Kelarutan Zat (Farmakope, 1995).....	66
Tabel 11. Jenis Koloid Berdasarkan Fasa Pendispersi dan Terdispersi	69
Tabel 12. Perbedaan Larutan, Koloid, dan Suspensi.....	73
Tabel 13. Hidroksida Ampoter.....	92
Tabel 14. Rangkuman Kinetika Orde Nol, Orde Pertama, dan Reaksi Orde Kedua	104
Tabel 15. Formulasi Kompleks Kobalt (III) Klorida-Amonia	107
Tabel 16. Jumlah Orbital dan Jenis Hibridisasi.....	119
Tabel 17. Hubungan Antara Panjang Gelombang Cahaya yang Diserap dan Warna yang Diamati Di Beberapa Entitas Koordinasi	127
Tabel 18. Karakteristik Unsur Logam, Non-Logam dan Metaloid.....	132
Tabel 19. Jenis Partikel Radioaktif	149
Tabel 20. Perbedaan Reaksi Fisi dan Fusi	151
Tabel 21. Pola Fragmen Kromatogram MS	187

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Proses Perubahan Zat Padat, Cair Dan Gas.....	2
Gambar 2.	Molekuler Docking ROS (3ZBF) dengan 1) Betain, 2) Choline, dan 3) Luteolin,	11
Gambar 3.	Contoh Produk Farmasi yang Melibatkan Proses Kimia (Nahar And Sarker, 2019).....	15
Gambar 4.	Rangkaian Waktu Sejarah Pengembangan Aspirin (Dawn Connelly, 2014).....	18
Gambar 5.	Rangkaian Waktu Sejarah Pengembangan Antibiotic (Kumar, Arnipalli And Ziouzenkova, 2020).	19
Gambar 6.	Rangkaian Waktu Penemuan Utama Steroid Neuroaktif (Paul, Pinna and Guidotti, 2020).	20
Gambar 7.	Struktur Atom (Nahar L, 2019)	32
Gambar 8.	Struktur Atom Karbon (Nahar L, 2019).....	33
Gambar 9.	Representasi Orbital s, p, dan d. Lobus Orbital p dan d yang Berbeda Digambar Sebagai Tetesan Air, Tetapi Bentuk Aslinya Lebih Mirip Gagang Pintu. (McMurry, 2012).....	36
Gambar 10.	Orbital Molekul (McMurry, 2012).....	40
Gambar 11.	Diagram Energi: Orbital Molekul Hidrogen.....	40
Gambar 12.	Orbital Molekul Ikatan σ	40
Gambar 13.	Sifat-Sifat Zat Padat, Cair Dan Gas.....	43
Gambar 14.	Klasifikasi Materi	44
Gambar 15.	Tabel Periodik Unsur	48
Gambar 16.	Peta Konsep Mol.....	61
Gambar 17.	Prinsip Like Dissolve Like.....	62
Gambar 18.	Sediaan Obat, Sirup (Kiri), Elikzir (Kanan)	65
Gambar 19.	Larutan CuSO_4 (sumber: https://byjus.com/).....	68
Gambar 20.	Hamburan Berkas Cahaya Melewati (a) Larutan (b) Koloid.....	71
Gambar 21.	Gerak Brown dari Sistem Koloid	71
Gambar 22.	Koloid Liofil (Pelindung) dan Liofob	73
Gambar 23.	Suspensi Terlarut dan Membentuk Endapan.....	73
Gambar 24.	Penyaringan Campuran (Larutan, Koloid, Suspensi).....	74
Gambar 25.	Prinsip Emulsifikasi	76

Gambar 26. Laju Reaksi Direpresentasikan Sebagai Penurunan dari Molekul A terhadap Waktu dan Peningkatan Molekul B terhadap Waktu.....	99
Gambar 27. (a) Penurunan Reaktan Konsentrasi dengan Waktu; (b) Plot Garis Lurus Hubungan $\ln[A]_t$ dengan t	104
Gambar 28. Struktur yang Diusulkan oleh Werner untuk Kompleks Amin Kobalt (III) (Tong & Chen, 2017) ..	107
Gambar 29. Bentuk Polyhedra Koordinasi yang Berbeda. M Mewakili Atom/Ion Pusat dan L, Ligan Unidentate	111
Gambar 30. Bagan pembagian Isomer senyawa Koordinasi.....	115
Gambar 31. Isomer Geometris (Cis Dan Trans) dari $Pt [NH_3]_2Cl_2$	115
Gambar 32. Isomer Geometris (Cis dan Trans) $[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$..	116
Gambar 33. Isomer Geometris (Cis dan Trans) $[CoCl_2(en)_2]$	116
Gambar 34. Isomer Face (fac) dan Meridional (mer) dari $[Co(NH_3)_3(NO_2)_3]$	117
Gambar 35. Isomer Optik (d dan l) dari $[Co(en)_3]^{3+}$	117
Gambar 36. Isomer Optik (d dan l) dari cis - $[PtCl_2(en)_2]^{2+}$	117
Gambar 37. Pemisahan d-orbital dalam Bidang Kristal Oktahedral.....	125
Gambar 38. Pemisahan d-orbital dalam Bidang Kristal Tetrahedral	126
Gambar 39. Transisi Wujud Zat	130
Gambar 40. Tabel Periodik Unsur	134
Gambar 41. Contoh Diagram Fasa Karbondioksida	138
Gambar 42. Representasi Skematis Dari Beberapa Respons Seluler Terhadap Hipoksia Pada Adiposit Putih (Trayhurn, 2019).....	166
Gambar 43. Evolusi Berbahan Bakar Energi. NAD Adalah Transporter Utama untuk Hidrogen. Proton Diangkut dalam Membran dan Elektron dalam Sitokrom Flavinoide Dinucleotide Iron-Sulphur (Williams & Ramsden, 2007)	169

Gambar 44. Nitrogen dapat Berkisar dalam Bilangan Oksidasi dari -3 hingga +5, dan, Akibatnya, Mengambil Sejumlah Bentuk yang Berbeda (Todd, 2022).....	170
Gambar 45. Struktur Kimia Biomolekul yang Mengandung Nitrogen (Todd, 2022).....	171
Gambar 46. Struktur Kimia Contoh Biomolekul Mengandung Fosfor (Todd, 2022).....	172
Gambar 47. Fosfor Dapat Berkisar dalam Keadaan Oksidasi dari -3 hingga +5 (Todd, 2022)	173
Gambar 48. Siklus Sulfur dan Hubungannya dengan Kesehatan Manusia (Kalman & Hewlings, 2019).....	175
Gambar 49. Contoh Biomolekul Mengandung Sulfur (Todd, 2022).....	176
Gambar 50. Sulfur Terdapat dalam Berbagai Bentuk, Termasuk Hidrogen Sulfida, Unsur Sulfur, Sulfit, dan Sulfat. Sulfur Mencakup Bilangan Oksidasi dari -2 Hingga +6.....	176
Gambar 51. Spektrum IR Asam Salisilat (Rizkita, et al., 2021)....	184
Gambar 52. Kromatogram MS Senyawa Daun Sirih (Rizkita, 2017)	187
Gambar 53. Kromatogram GC Minyak Daun Sirih	189
Gambar 54. Kromatogram Standar 8-OHdG.....	193



KIMIA FARMASI DASAR



BAB 1 | PERAN ILMU KIMIA DALAM KEHIDUPAN

apt. Dwi Lestari, S.Farm, M.Si

A. Pendahuluan

Kimia adalah Ilmu yang mempelajari tentang materi dan perubahannya atau ilmu yang mempelajari mengenai komposisi, struktur, dan sifat zat serta perubahan. Materi adalah segala sesuatu yang memiliki masa dan memiliki volume, atau menempati ruang (Chang, 2005). Susunan materi yang dimaksud yaitu tentang unsur, senyawa, dan campuran. Unsur merupakan zat paling sederhana yang sudah tidak bisa dibagi lagi, contohnya H, Na, C, O, dan F. Senyawa merupakan zat yang terdiri dari gabungan beberapa unsur pada berbagai perbandingan. Contoh senyawa adalah CaCO_3 dan H_2O . Campuran merupakan gabungan antara dua zat atau lebih yang sifat penyusunnya tidak berubah. Contoh campuran adalah susu, larutan gula, air kanji, dan sebagainya.

Kimia Farmasi merupakan suatu disiplin ilmu gabungan kimia dan farmasi yang terlibat dalam desain, isolasi sintesis, analisis, identifikasi, pengembangan bahan-bahan alam dan sintetis yang digunakan sebagai obat-obat farmasetika, yang dapat digunakan untuk terapi. Bidang ini juga melakukan kajian terhadap obat yang sudah ada, berupa sifat kimiafisika, struktur, serta hubungan struktur dan aktivitas (HSA). (Gandjar dan Rohman, 2007)

Hakikat ilmu kimia adalah bahwa benda itu bisa mengalami perubahan bentuk, maupun susunan partikelnya menjadi bentuk yang lain sehingga terjadi deformasi,

BAB 2

POSISI ILMU KIMIA DALAM ILMU FARMASI

Jekmal Malau, S.Si., M.Si

A. Pendahuluan

Asal-usul dan kemajuan farmasi, kimia farmasi, dan penemuan obat saling terkait. Dalam kajian kimia farmasi tentu memberikan pemahaman yang mendalam tentang mekanisme aksi obat, hubungan struktur-aktivitas (SAR), sifat asam-basa dan fisiko-kimia, serta profil absorpsi, distribusi, metabolisme, ekskresi, dan toksisitas (ADMET) didalamnya. Pemahaman yang komprehensif tentang dasar kimia dari aksi obat akan membekali kita dengan kemampuan untuk menjawab secara rasional pertanyaan "mengapa" dan "bagaimana" terkait dengan aksi obat. Hal ini tentu akan menjadikan seorang farmasis sebagai ahli kimia di antara tenaga kesehatan lainnya. Dengan memberikan basis pengetahuan yang eksklusif, kimia farmasi memainkan peran penting dalam memberikan keterampilan pemecahan masalah berbasis bukti dan berpikir kritis kepada mahasiswa atau praktisi farmasi, memungkinkan mereka membuat keputusan terapeutik yang optimal sesuai dengan kebutuhan pasien (Khan, Deimling and Philip, 2011).

Ada beberapa karya terbaru dalam sejarah ilmu pengetahuan yang membahas interaksi historis (atau bahkan identitas) antara kimia dan farmasi. Memikirkan sebuah filsafat ilmu pengetahuan yang akan menempatkan hubungan antara farmasi dan kimia sebagai pusatnya akan memaksa kita untuk membayangkan sejarah filsafat ilmu pengetahuan yang cukup berbeda dari yang dibentuk oleh pemikir seperti Rudolf

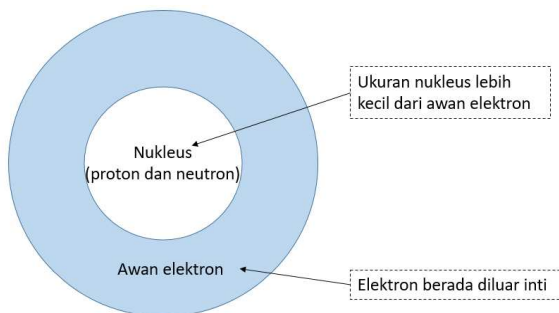
BAB 3

STRUKTUR ATOM DAN MOLEKUL

apt. Nidaul Hasanah, M. Clin. Pharm.

A. Atom, Unsur, Senyawa dan Molekul

Istilah “atom” berasal dari kata Yunani yang mempunyai arti “tidak dapat dibagi/dipotong”, dan pernah dianggap sebagai benda terkecil di alam semesta. Namun, seiring perkembangan teknologi diketahui bahwa atom sejatinya merupakan kumpulan dari berbagai partikel subatom yang mengandung elektron (bermuatan negatif, disebut anion), proton (bermuatan positif, disebut kation), dan neutron (netral/tidak bermuatan). Proton dan neutron memiliki massa, sedangkan massa elektron dapat diabaikan. Setiap elemen memiliki jumlah proton, neutron, dan elektron yang unik. Neutron, memiliki jumlah proton dan elektron yang sama. Jika jumlah elektron dan proton tidak sama, atom atau molekul yang mengandung atom akan membawa muatan, disebut ion. (Dewick, 2006, Nahar L, 2019)



Gambar 7. Struktur Atom (Nahar L, 2019)

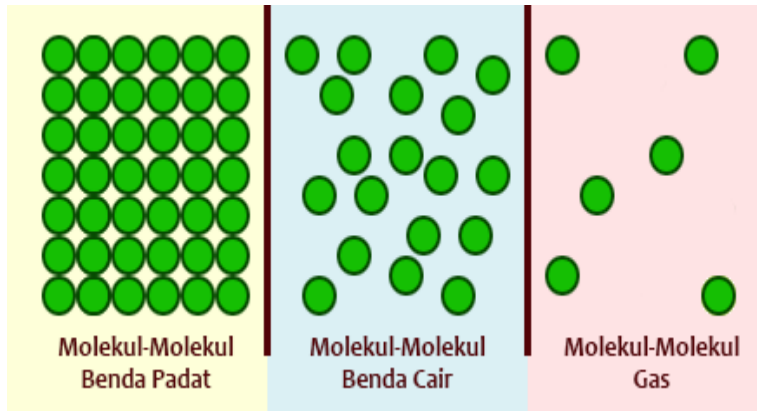
BAB 4

SIFAT SIFAT UNSUR DAN SENYAWA

Eka Sulistyaningsih, S.Si., M.Sc

A. Klasifikasi Materi

Materi adalah sesuatu yang memiliki masa dan menempati ruang. Berdasarkan wujudnya, materi dikelompokkan menjadi Zat padat, cair dan gas. Contoh zat padat adalah logam seperti besi, perak, seng. Air dan minyak merupakan contoh wujud zat cair. Sedangkan contoh zat yang berwujud gas adalah udara, dan uap air. Sifat-sifat dari zat padat, cair dan gas dapat dilihat pada gambar 13



Gambar 13. Sifat-Sifat Zat Padat, Cair Dan Gas

BAB 5

KONSEP MOL DAN SENYAWA-SENYAWA PELARUT

Dr. Dian Nugraheni, S.Pd., M.Sc.

A. Konsep Mol

Konsep mol perlu dipahami agar mampu menghubungkan dunia makroskopik dan molecular. Berbicara mengenai konsep mol, terlebih dahulu perlu dibahas mengenai atom atau molekul sebagai unsur kimia. Atom atau molekul sangat kecil tidak bisa terlihat dengan mata manusia Sama sekali tidak mungkin mengambil atom dari suatu unsur dengan massa 79u atau molekul dengan massa 30u (perhatikan bahwa $1\text{u} = 1,6605665 \cdot 10^{-24}$ gram. Dalam prakteknya adalah mengambil unsur atau senyawa yang mengandung banyak atom atau molekul, dengan massa tertentu yang satuannya gram. Misalnya mengambil emas sebanyak 79 gram ($A_r \text{Au}=79$) dan pengambilan ini mudah dilakukan dengan cara menimbang. Jadi sangat mudah mengambil zat sesuai dengan A_r atau M_r zat itu dalam gram.

Jumlah atom, molekul atau ion yang terdapat dalam setiap A_r gram atau M_r gram zat adalah sama. Misalnya oksigen (O_2) sebanyak 32 gr, mengandung jumlah molekul yang sama dengan metana (CH_4) sebanyak 16 gr (hal ini dapat dibuktikan dengan mengingat bahwa massa 1 molekul O_2 dan CH_4 masing-masing 32 u dan 16 u dan $1\text{u} = 1,6605665 \cdot 10^{-24}$ gram). Hanya molekul O_2 lebih besar dibandingkan dengan molekul CH_4 (Fadhila, 2018). Dengan analogi lain, satu lusin buah apel mempunyai massa yang lebih besar dari pada satu lusin anggur.

BAB 6 | KONSEP CAMPURAN

Himawan Ganjar Prabowo, S.T., M.T.

A. Pendahuluan

Campuran dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Contoh campuran di sekeliling kita adalah gas buang pabrik, susu, semangkok bakso, semprotan nyamuk, pupuk, dan masih banyak lainnya. Di dalam bab ini, kita akan membahas mengenai hal-hal yang berkaitan dengan campuran, yaitu: larutan, koloid, suspensi, dan surfaktan.

B. Larutan

Larutan merupakan campuran homogen zat-zat yang memiliki komposisi sama dan merata di seluruh bagian volumenya. Suatu larutan mengandung zat terlarut dan pelarut. Zat terlarut merupakan komponen yang jumlahnya lebih sedikit daripada zat pelarut.

Suatu larutan dengan jumlah maksimum zat terlarut pada temperatur tertentu disebut larutan jenuh. Keadaan sebelum mencapai titik jenuh tersebut berarti larutan tidak jenuh. Sementara itu, istilah larutan lewat jenuh menunjukkan keadaan jumlah zat terlarut dalam larutan lebih besar dari pada yang seharusnya larut pada temperatur tersebut. Banyaknya zat terlarut dalam jumlah tertentu pelarut yang dapat menghasilkan larutan jenuh pada temperatur konstan disebut kelarutan. Kelarutan suatu zat tergantung pada sifat zat, molekul, pelarut, temperatur dan tekanan.

BAB 7

SIFAT-SIFAT LARUTAN

Indra Purnama Iqbah S.Pd.,M.Sc

A. Pengertian Larutan

Larutan merupakan zat homogen dari dua komponen campuran atau lebih yang berupa gas, cairan ataupun padatan (Petrucci, 1985). Di dalam larutan dikenal istilah solute adalah zat terlarut sedangkan solvent adalah pelarut. Solute adalah senyawa yang berada dalam jumlah yang lebih kecil. Solvent adalah senyawa yang berada dalam jumlah yang lebih besar/banyak. Contohnya yaitu :

1. Jika solvenya suatu cairan maka solutunya berupa gas, zat padat atau cairan lainnya. Jika sebagai larutan adalah air maka disebut sbagai larutan berair.
2. Jika solvenya suatu zat padat maka solutunya berupa gas, cairan atau zat padat. Larutan padatan adalah padatan-padatan dimana satu komponen terdistribusi tak beraturan pada atom atau molekl dari komponen lainnya. Contohnya mata uang perak (campuran perak dan tembaga, baja (campuran dari besi dan karbon)
3. Jika solvenya adalah gas maka solutunya berupa cairan zat padat atau gas lain.

Sifat-sifat suatu larutan dipengaruhi oleh susunan komposisinya. Sebagai contoh, jika sejumlah gula dilarutkan dalam air dan diaduk dengan baik, maka campuran tersebut pada dasarnya akan seragam (sama) di semua bagian (Styarini, L. W. 20012). Untuk menyatakan komposisi larutan tersebut maka digunakan istilah konsentrasi larutan yang menunjukkan

BAB 8

KONSEP ASAM BASA, pH, DAN KINETIKA KIMIA

Marsah Rahmawati Utami, M.Si

A. Pendahuluan Asam dan Basa

Senyawa asam, basa, dan garam banyak terdapat di alam dan digunakan untuk berbagai tujuan. Misalnya, pada lambung kita terkandung sekitar 0,10 mol asam klorida per liter. Darah manusia dan komponen berair dari sebagian besar sel bersifat agak asam. Cairan dalam aki mobil mengandung sekitar 40% H_2SO_4 . Soda kue adalah garam karbonat asam. Natrium hidroksida, basa, digunakan dalam pembuatan sabun, kertas, dan banyak lainnya bahan kimia. Natrium klorida digunakan untuk membumbui makanan dan sebagai pengawet makanan. Kalsium klorida digunakan untuk mencairkan es di jalan raya dan dalam perawatan darurat serangan jantung. Beberapa garam amonium digunakan sebagai pupuk. Banyak asam organik (asam karboksilat) dan turunannya terdapat di alam, seperti asam asetat hadir dalam cuka; sengatan gigitan semut disebabkan oleh asam format (Richardson, 1951).

Asam amino adalah blok penyusun protein, yang merupakan bahan penting dalam tubuh hewan, termasuk manusia. Asam amino adalah asam karboksilat yang juga mengandung gugus basa yang berasal dari amonia. Bau dan rasa yang menyenangkan dari buah yang matang adalah sebagian besar karena adanya ester, yang terbentuk dari asam di buah mentah.

BAB 9

SENYAWA SENYAWA KOORDINASI (KOMPLEKS)

Emilda Sari, S.Pd., M.Si.

A. Pendahuluan

Logam kompleks, juga dikenal sebagai senyawa koordinasi, terdiri dari atom logam pusat yang dikelilingi oleh ion atau molekul. Logam ini umumnya merupakan logam transisi, lantanida atau aktinida. Ion atau molekul yang berikatan dengan logam membentuk senyawa koordinasi disebut ligan. Kata ligan berasal dari bahasa latin *ligare* yang artinya mengikat.

Senyawa koordinasi (kompleks) adalah senyawa yang pembentukannya melibatkan ikatan kovalen koordinasi antara ion logam atau atom logam dengan atom nonlogam. Senyawa kompleks atau yang sering disebut senyawa koordinasi merupakan senyawa yang tersusun dari suatu ion logam pusat dengan satu atau lebih ligan yang menyumbangkan satu atau lebih pasangan elektron bebasnya (Effendy 2007).

B. Teori Koordinasi Werner

Alfred Werner (1866-1919), seorang kimiawan Swiss merupakan orang pertama yang merumuskan gagasan tentang struktur senyawa koordinasi. Dia menyimpulkan dan mengkarakterisasi sejumlah besar senyawa koordinasi dan mempelajari perilaku fisik dan kimianya dengan teknik eksperimental sederhana. Werner mengusulkan konsep valensi primer dan valensi sekunder untuk ion logam. Senyawa biner seperti CrCl_3 , CoCl_2 atau PdCl_2 memiliki valensi primer

BAB 10

KONSEP WUJUD UNSUR DAN SENYAWA

Johan Sukweenadhi, Ph.D.

A. Pendahuluan

Dalam bab ini, akan dibahas konsep wujud unsur dan senyawa, yang dimulai dari berbagai keadaan zat, seperti padat, cair, dan gas, serta bagaimana perilaku zat-zat tersebut di bawah kondisi yang berbeda. Selain itu, akan dipelajari karakteristik dari berbagai unsur dalam keadaan yang berbeda dan faktor-faktor yang memengaruhi perilaku unsur. Demikian halnya tentang karakteristik berbagai senyawa dalam keadaan yang berbeda, beserta faktor-faktor yang mempengaruhi senyawa tersebut. Pembaca juga akan mempelajari tentang diagram fasa, yang merupakan alat penting untuk memahami perilaku zat dalam berbagai keadaan. Diagram fasa tersebut akan membantu untuk menginterpretasikan perilaku unsur dan senyawa serta memberikan kerangka kerja untuk memahami formulasi dan pengiriman obat. Secara keseluruhan, bab ini memberikan dasar untuk memahami perilaku unsur dan senyawa dalam keadaan yang berbeda dan relevansinya dalam bidang kimia farmasi. Melalui bab ini, pembaca akan memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep dasar kimia, yang akan menjadi penting dalam studi tentang obat-obatan dan formulasinya. Pemahaman akan hal tersebut dan relevansinya dengan pengembangan obat sangat penting untuk mengatasi tantangan kesehatan saat ini dan masa mendatang.

BAB 11

STOIKIOMETRI, SENYAWA RADIOAKTIF, DAN KESETIMBANGAN

Atep Dian Supardan, S.Si. M.Si.

A. Stoikiometri

Perhitungan yang melibatkan kuantitas zat kimia merupakan pondasi dalam perkuliahan ilmu farmasi. Kuantitas zat kimia dapat dinyatakan dalam satuan mol, massa, volume atau jumlah partikel. Kuantitas zat kimia yang terkandung dalam obat-obatan sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia. Sebagai contoh dalam hal pemberian dosis obat bagi pasien untuk pengobatan penyakit.

Istilah stoikiometri digunakan berhubungan dengan perhitungan kuantitas zat kimia yang terlibat dalam reaksi kimia. Sehingga dengan mengetahui rumus kimia, kita dapat menentukan kadar unsur penyusunnya dan sebaliknya. Bahkan apabila suatu reaksi yang setimbang dan terdapat informasi hanya salah satu zat yang terlibat dalam reaksi kimia maka kita dapat menggunakan informasi tersebut untuk menentukan jumlah pereaksi yang lain dan hasil reaksi. Perhitungan rutin ini sangat penting karena banyak digunakan dalam analisis senyawa kimia dalam kegiatan industri obat atau farmasi.

1. Massa Molekul Relatif (M_r), Mol, dan Massa Molar

Massa atom (M_r) untuk suatu molekul merupakan penjumlahan masa atom pembentuknya (A_r). Mol adalah jumlah bahan yang mengandung sebanyak 6.022×10^{23} partikel (bilangan avogadro). Rumus kimia memberikan perbandingan jumlah jenis atom yang berbeda dalam

BAB 12

UNSUR-UNSUR PENYUSUN SEL (OKSIGEN, KARBON, HIDROGEN, NITROGEN, SULFUR, PHOSPHOR)

Dr. Evy Yulianti, M.Sc.

A. Pendahuluan

Materi terbuat dari kombinasi unsur-zat seperti hidrogen atau karbon yang tidak dapat dipecah atau diubah menjadi zat lain dengan cara kimia. Partikel terkecil dari suatu unsur yang masih mempertahankan sifat kimianya yang khas adalah atom. Namun, karakteristik zat selain unsur murni, termasuk bahan dari mana sel hidup dibuat, bergantung pada cara atom mereka dihubungkan bersama dalam kelompok untuk membentuk suatu molekul (Alberts et al, 2002).

Tubuh manusia mengandung lebih dari 70 unsur kimia, menambah atau mengurangi konsentrasinya dapat menyebabkan gangguan tertentu pada tubuh. Komposisi obat-obatan mencakup lebih dari 40 elemen. Sekitar 99% tubuh manusia terdiri dari hanya enam unsur: oksigen, hidrogen, nitrogen, karbon, kalsium, dan fosfor. Lima unsur lainnya membentuk sekitar 0,85% dari massa yang tersisa: sulfur, kalium, natrium, klorin, dan magnesium. Semua elemen ini adalah elemen penting. Oleh karena itu, studi tentang sifat fisik dan kimia suatu nutrisi dapat digunakan untuk menentukan dampaknya terhadap proses kimia yang terjadi pada organisme hidup. Unsur-unsur termasuk elemen organik, karbon, nitrogen, oksigen, fosfor, sulfur, merupakan bagian dari senyawa organik utama tubuh manusia, yaitu protein, lemak, karbohidrat, dan polinukleotida. Tubuh adalah suatu mesin yang luar biasa kompleks. Oleh karena itu membutuhkan

BAB 13

KONSEP DASAR ANALISIS UNSUR DAN MOLEKUL DALAM SUATU BAHAN

Aden Dhana Rizkita, S.Si., M.Si

A. Pendahuluan

Materi analisis unsur dan molekul pada obat berkaitan dengan pentingnya memastikan kualitas dan keamanan obat yang dikonsumsi oleh masyarakat. Obat adalah suatu zat yang diberikan untuk mencegah, mengobati, atau mengurangi gejala penyakit. Sebagai suatu zat yang dikonsumsi manusia, obat harus memenuhi standar kualitas dan keamanan yang tinggi. Salah satu cara untuk memastikan kualitas obat adalah dengan melakukan analisis unsur dan molekul.

Analisis unsur dan molekul pada obat melibatkan teknik-teknik kimia yang berbeda, seperti spektroskopi, kromatografi, elektroforesis, dan lain sebagainya. Teknik-teknik ini digunakan untuk mengidentifikasi senyawa-senyawa dalam obat dan untuk menentukan konsentrasi senyawa-senyawa tersebut. Dengan mengetahui unsur dan molekul yang terkandung dalam obat, maka dapat diketahui kualitas dan keamanan obat tersebut.

Selain itu, analisis unsur dan molekul pada obat juga berperan penting dalam pengembangan dan formulasi obat. Dengan mengetahui sifat kimia dari obat seperti pKa, kelarutan, dan kestabilan, maka dapat dilakukan perencanaan formulasi obat yang lebih baik dan efektif. Selain itu, analisis unsur dan molekul juga dapat membantu dalam memahami efek samping dan interaksi obat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Halim, R.-S. (2014). *The role of Ibn Sina (Avicenna)'s medical poem in the transmission of medical knowledge to medieval Europe*. *Urology Annals*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.4103/0974-7796.127010>
- Abramov, Y.A. (2016) 'Computational Pharmaceutical Solid-State Chemistry: An Introduction', *Computational Pharmaceutical Solid State Chemistry*, pp. 1-13.
- Alberts B, Johnson A, Lewis J, et al. (2002). *Molecular Biology of the Cell*. 4th edition. New York: Garland Science;. *The Chemical Components of a Cell*. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK26883/>
- Anonim (1995) *Farmakope Indonesia IV*. Jakarta: Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Arnelli; Astuti, Y. (2019) *No Title*. 1st edn. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.
- Arnelli dan Astuti, Y. (2019) *Kimia Koloid dan Permukaan*. Yogyakarta: Deepublish.
- Atkins, P., and de Paula, J. (2009) *Physical Chemistry*. (9th ed.). New York, United States: W. H. Freeman.
- Atkins, P., and Paula, J. (2010) *Physical Chemistry*. (9th ed.). New York, United States: W.H. Freeman Co.
- Banerjee, Kamalika. 2021. "Coordination Chemistry, States of Matter and Chemical Kinetics." In Indira Gandhi National Open University, 73-91.
- Brown, T. L., Lemay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C. J., & Woodward, P. M. (2012). *Chemistry the central science* (12th ed.). Illinois: Pearson Education, Inc.
- Budiawan, A D Rizkita, S Handayaniand I C Dani.2020. In vivo study of 8-OHdG as a biomarker DNA damage by combining the exposure of nonyl phenol and copper using ELISA technique. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 902, 4th International Symposium on Current Progress in FunctionalMaterials 6-7 November 2019, Bali, Indonesia.
- Burdge, J. (2009) *Chemistry*. Edisi Ke-2. New York: The McGraw Hill Company.

- Cairns, D. (2012) *Essentials of pharmaceutical chemistry*. Pharmaceutical Press.
- Ceresia, G.B. and Bruschi, C.A. (1955) 'An introduction to the history of medicinal chemistry', *American journal of pharmacy and the sciences supporting public health*, 127(11), pp. 384–395.
- Chang, R. 2005. *Chemistry 8th Ed.*, America: Northern Arizona University Publisher
- Chang, R. (2005) *Kimia Dasar: Konsep-konsep inti*. Edisi ke-3. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Chang, R. (2006). *General Chemistry - Chang 5th Edition*.
- Chang, R. (2009) *Chemistry*. (10th ed.). New York, United States: McGraw-Hill.
- Congdon, L. (2021) *The illustrated encyclopedia of the elements: the powers, uses, and histories of every atom in the universe*. San Fransisco, United States: Chronicle Books, Llc.
- Connelly, Neil G., and Richard M. Hartshorn. 2005. *Nomenclature Of Inorganic Chemistry IUPAC Recommendations 2005 IUPAC*. RSCPublishing.
- David W, Ostoby. (2001). 'Prinsip-Prinsip Kimia Modern. Jilid I dan Jilid II. Diterjemahkan oleh Suminar.
- David, A.W. (2012) 'Foyes principles of medicinal chemistry'. Wolters Kluwer.
- Dawn Connelly (2014) A history of aspirin, *The Pharmaceutical journal*.
- Desborough, M.J.R. and Keeling, D.M. (2017) 'The aspirin story– from willow to wonder drug', *British journal of haematology*, 177(5), pp. 674–683.
- Dewick, 2006. *Essential of Organic Chemistry For Student of Pharmacy, Medicinal Chemistry and Biological Chemistry*. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Ebbing DD, Gammon SD. (2009) *General Chemistry*. Edisi ke-9. New york: Houghton mifflin company.
- Effendy. 2007. *Perspektif Baru Kimia Koordinasi Jilid 1*. Bayumedia, Malang.
- Fadhila, R. (2018) *Modul kimia dasar anorganik*. Jakarta: Universitas Esa Unggul.

- Francioso, A., Baseggio Conrado, A., Mosca, L., & Fontana, M. (2020). Chemistry and Biochemistry of Sulfur Natural Compounds: Key Intermediates of Metabolism and Redox Biology. In *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* (Vol. 2020). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2020/8294158>
- Fuster, V. and Sweeny, J.M. (2011) 'Aspirin: a historical and contemporary therapeutic overview', *Circulation*, 123(7), pp. 768-778.
- Gandjar, G. I. dan Rohman, A. (2007) *Kimia Analisis Farmasi*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Gawehn, E., Hiss, J. A., dan Schneider, G. (2016): Deep learning in drug discovery. *Molecular Informatics*, 35(1), 3-14.
- Haeria (2017) *Pengantar ilmu farmasi*. Makassar: UIN Alaudin Makassar.
- Hameed, Asia. 2019. "Bonding Theories in Coordination Compounds." : 1-11.
- Harrold, M.W. and Zavod, R.M. (2014) 'Basic concepts in medicinal chemistry'. Taylor & Francis.
- Hodos, R. A., Kidd, B. A., Shameer, K., Readhead, B. P., dan Dudley, J. T. (2016): In silico methods for drug repurposing and pharmacology. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Systems Biology and Medicine*, 8(3), 186-210.
- Huang, Y., Li, S., Chen, J., Zhang, X., dan Chen, Y. (2014) 'Adsorption of Pb(II) on mesoporous activated carbons fabricated from water hyacinth using H₃PO₄ activation: Adsorption capacity, kinetic and isotherm studies', *Appl Surf Sci*, 293, pp. 160-168.
- Jin, Q., Zhu, K., Cui, W., Xie, Y., Han, B., & Shen, W. (2013). Hydrogen gas acts as a novel bioactive molecule in enhancing plant tolerance to paraquat-induced oxidative stress via the modulation of heme oxygenase-1 signalling system. *Plant, Cell and Environment*, 36(5), 956-969. <https://doi.org/10.1111/pce.12029>
- Juwita, R. (2017) *Kimia Dasar*. Padang, Indonesia: Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan PGRI Sumatera Barat.
- Kalman, D., & Hewlings, S. (2019). Sulfur in Human Health. *EC Nutrition*, 14(9), 785-791. <https://www.researchgate.net/publication/335653705>

- Keenan, CW. (1999). *Kimia untuk Universitas*. Erlangga: Jakarta.
- Khan, M. A., Raza, F., & Khan, I. A. (2015). *Ibn Sina and The Roots of The Seven Doctrines Of Preservation Of Health*. *Acta Medico-Historica Adriatica*.
- Khan, M.O.F., Deimling, M.J. and Philip, A. (2011) 'Medicinal chemistry and the pharmacy curriculum', *American journal of pharmaceutical education*, 75(8).
- Khikmah, N (2015) *Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Laju Alir pada Penentuan Kreatinin Dalam Urin Secara Sequential Injection Analysis*, *Kimia Student Journal*, Vol.1 (1) : 613-615.
- Korolkovas, A. (2008) *Essentials of medicinal chemistry*. John Wiley & Sons.
- Komarnisky, L. A., Christopherson, R. J., & Basu, T. K. (2003). Sulfur: Its Clinical and Toxicologic Aspects. *Nutrition*, 19(1), 54-61.
- Kumar, S.B., Arnipalli, S.R. and Ziouzenkova, O. (2020) 'Antibiotics in food chain: The consequences for antibiotic resistance', *Antibiotics*, 9(10), p. 688.
- Krivova, M.G., Grishpana, D.D., Hedin, N. (2013) 'Adsorption of CnTABr surfactants on activated carbons', *Colloid Surface A*, 436, pp. 62-70.
- Loo, M. (2009). Lifestyle Approaches. *Integrative Medicine for Children*, 37-57. <https://doi.org/10.1016/B978-141602299-2.10004-0>
- Maharani, I. (2008) *Zat dan Wujudnya*. Yogyakarta, Indonesia: Citra Aji Pratama.
- Masic, I., Skrbo, A., Naser, N., Tandır, S., Zunic, L., Medjedovic, S., & Sukalo, A. (2017). *Contribution of Arabic Medicine and Pharmacy to the Development of Health Care Protection in Bosnia and Herzegovina—The First Part*. *Medical Archives*, 71(5), 364. <https://doi.org/10.5455/medarh.2017.71.364-378>
- Maehle, A.-H., Prüll, C.-R. and Halliwell, R.F. (2002) 'The emergence of the drug receptor theory', *Nature Reviews Drug Discovery*, 1(8), pp. 637-641.
- McMurry, 2012. *Organic Chemistry*. Canada: Nelson Education, Ltd.
- Mose, Y. (2014) *Penerapan Model Pembelajaran Predict-Observe-Explain (POE) Pada Materi Koloid Untuk Meningkatkan*

Keterampilan Berpikir Kritis dan Keterampilan Proses Sains Siswa. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.

- Murugavel, S., Ravikumar, C., Jaabil, G., dan Alagusundaram, P. (2019): Synthesis, computational quantum chemical study, in silico ADMET and molecular docking analysis, in vitro biological evaluation of a novel sulfur heterocyclic thiophene derivative containing 1, 2, 3-triazole and pyridine moieties as a potential human topo. *Computational Biology and Chemistry*, 79, 73–82
- Nahar, L. and Sarker, S.D. (2019) Chemistry for pharmacy students: general, organic and natural product chemistry. John Wiley & Sons.
- Nahar L, 2019. Chemistry for Pharmacy Students. UK: John Wiley & Sons Ltd.
- NCBI. 2023. *Periodic Table of Element* [Online]. National Center for Biotechnology Information, PubChem. Available: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/periodic-table/>.
- Nieder, R., & Benbi, D. K. (2022). Reactive nitrogen compounds and their influence on human health: an overview. In *Reviews on Environmental Health* (Vol. 37, Issue 2, pp. 229–246). De Gruyter Open Ltd. <https://doi.org/10.1515/reveh-2021-0021>
- Nugraha, A. W (2009) *Kajian Termodinamika Pencampuran Pada Campuran Biner Benzena-Etanol*. Jurnal Penelitian Sainika, 9(2), 51-56.
- Nugraheni, D. (2023) *Fitokimia dan bioaktivitas antikanker metabolit sekunder Cryptocarya crassinervia dan C. apamifolia (Lauraceae)*. Institut Teknologi Bandung.
- Olen R. Brown (2017) Oxygen: Origin in the Universe and Brief Chemistry, Oxygen, the Breath of Life: Boon and Bane in Human Health, Disease, and Therapy 1: 3. <https://doi.org/10.2174/9781681084251117010004>
- Olen R. Brown. (2017). Oxygen Vital Element in Water, Oxygen, the Breath of Life: Boon and Bane in Human Health, Disease, and Therapy 1: 124. <https://doi.org/10.2174/9781681084251117010008>
- Olen R. Brown. (2017) Oxygen: Essential Role in Life, Oxygen, the Breath of Life: Boon and Bane in Human Health, Disease,

- and Therapy 1: 25.
<https://doi.org/10.2174/9781681084251117010005>
- Olen R. Brown (2017). Oxygen: The Future, Oxygen, the Breath of Life: Boon and Bane in Human Health, Disease, and Therapy 1: 316.
<https://doi.org/10.2174/9781681084251117010014>
- Oxtoby WD, HP Gillis, NH Nachtrieb. (2003). Prinsip-prinsip Kimia Modern. Edisi ke-4. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Oxtoby, D. W. , H. P. G. and A. Champion. (2008) Phase Transition. In *Principles of Modern Chemistry* (6th ed.). Singapore: Thomson.
- Paul, S.M., Pinna, G. and Guidotti, A. (2020) 'Alloprengnanolone: From molecular pathophysiology to therapeutics. A historical perspective', *Neurobiology of Stress*, 12, p. 100215.
- Parcell -ND candidate, S. W., Parcell, S., & Cand, N. (2002). Sulfur in Human Nutrition and Applications in Medicine. *Alternative Medicine Review* , 7(1), 22-44.
- Petrucci, R.H (1985) *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern Jilid 2*, Gramedia, Jakarta.
- Prabowo, H.G. (2015) *Analisa hasil isolasi bakteri lokal terhadap kemampuannya mendegradasi berbagai jenis minyak bumi*. Institut Teknologi Bandung.
- Prabowo, H.G. (2020) *Immobilisasi kultur campuran mikroba dan aktivitasnya dalam menurunkan kandungan organik pada limbah cair domestik*. Institut Teknologi Bandung.
- Rajput, Anup Kumar. 2022. *Textbook Chemistry Part I*. National Council of Educational Research and Training, New Delhi.
- Reningtyas, R. dan M. (2015) 'Biosurfaktan', *Eksergi*, 12(02), pp. 12-22.
- Richardson, A. S. (1951). Foundations of chemistry. *Chemical and Engineering News*, 29(22), 2134-2136.
<https://doi.org/10.1021/cen-v029n022.p2134>
- Rizkita, A. D., Dewi, S. A., Wibowo, E. A. P., & Maulana, I. (2021). Isolasi dan Identifikasi Saponin dari Ekstrak Leunca (*Solanum ningrum* L) Secara Spektrofotometri Infra Merah. *JURNAL ILMIAH SAINS*, 21(2), 166-169.
<https://doi.org/10.35799/jis.v21i2.34635>.
- Rizkita, A. D. (2017). Efektivitas antibakteri Ekstrak Daun Sereh Wangi, Sirih Hijau, dan Jahe Merah Terhadap Pertumbuhan

Streptococcus mutan. .

- Rizkita, A. D. (2021). 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine (8-OHdG) Sebagai Deteksi Dini Kerusakan DNA. *Media Sains Indonesia*.
- Roni, Kiagus A., Herawati, N. (2020) 'Kimia Fisika II' Palembang : Rafah Press UIN.
- Rosa, J.M.C., Quesada, M.E.C. and G, W. de G.G.& Co.K. (2017) *Pharmaceutical Chemistry. De Gruyter (De Gruyter Textbook Series)*. Available at: <https://books.google.co.id/books?id=LcJqswEACAAJ>.
- Rusdiani, S., Suhendar, D., & Sudiarti, T (2017) *Perbandingan Sifat Koligatif Campuran Larutan Garam (NaCl, KCl, dan Na-Benzozat) dengan Air Zamzam Berdasarkan Berat Jenisnya*. *al Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*, 4(1), 9-16.
- Sandler, S. I. (2017) *Chemical and Engineering Thermodynamics*. (4th ed.). East Orange, New Jersey, United States: John Wiley & Sons.
- Sardjono, R. E. and Si, M. (no date) *Konsep-konsep Dasar Kimia Organik*.
- Silberberg, M.S. and Amateis, P. (2015) *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change (7th edition)*. New York: McGraw-Hill Education
- Silberberg, MS. (2006) *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change*. Edisi ke-4. New York: McGraw-Hill Higher Education.
- Simon, J. (2012) 'Chemistry and pharmacy: A philosophical inquiry into an evolving relationship', in *Philosophy of Chemistry*. Elsevier, pp. 519-530.
- Sliwoski, G. R., Meiler, J., dan Lowe, E. W. (2014): Computational Methods in Drug Discovery Prediction of protein structure and ensembles from limited experimental data View project Antibody modeling, Antibody design and Antigen-Antibody interactions View project. *Computational Methods in Drug Discovery*, 66(1), 334-395.
- Smith RN, College P, Pierce C. () *Solving General Chemistry Problems*. Edisi ke-5. San Francisco: W. H. Freeman And Company
- Soeyati, S. (2007) *Ensiklopedia fisika: zat dan perubahannya*. Bekasi, Indonesia: Ganeca Exact.

- Solomons, T. W. G., Fryhle, C. B., and Snyder, S. A. (2016) *Organic Chemistry, Study Guide & Student Solutions Manual, 12th Edition* | Wiley. (12th ed.). Hoboken, New Jersey, United States: Wiley.
- Strohfeltdt, 2015. *Essentials of Inorganic Chemistry For Students of Pharmacy, Pharmaceutical Sciences and Medicinal Chemistry*. United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd.
- Styarini, L. W (2012), *Perancangan Sistem Pengukuran Konsentrasi Larutan Gula Menggunakan Metode Difraksi*, *Jurnal Teknik Pomits*, Vol.1 (1) : 1-5.
- Sudaryat, Y. (2016). *Kimia Dasar* (pertama). Pusdik SDM Kesehatan, Badan pengembangan dan pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan.
- Timmerman, H. (2007) 'Reflections on Medicinal Chemistry Since the 1950s'.
- Tim Penyusun, B. T. (no date) *Kimia Organik 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Tim Penulis (2013) *Dasar-dasar kefarmasian jilid 1*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Todd, Z. R. (2022). Sources of Nitrogen-, Sulfur-, and Phosphorus-Containing Feedstocks for Prebiotic Chemistry in the Planetary Environment. In *Life* (Vol. 12, Issue 8). MDPI. <https://doi.org/10.3390/life12081268>
- Tong, M, and X Chen. 2017. *Modern Inorganic Synthetic Chemistry Synthesis of Coordination Compounds and Coordination Polymers*. Elsevier B.V. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-63591-4.00008-2>.
- Trayhurn, P. (2019). Oxygen—a critical, but overlooked, nutrient. *Frontiers in Nutrition*, 6. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00010>
- Utami, B. dan Nugroho, A. (2009). *Kimia Dasar Universitas*. Jakarta: Erlangga.
- Ward, S.E. and Davis, A. (2023) *The Handbook of Medicinal Chemistry: Principles and Practice*. Royal Society of Chemistry.
- Watson, D.G. (2011) *Pharmaceutical Chemistry, International Edition E-Book*. Elsevier Health Sciences.

- West, J. B. (2008). Ibn al-Nafis, the pulmonary circulation, and the Islamic Golden Age. *J Appl Physiol*, 105, 4.
- Wibowo, E. A. P., Hardyanti, I. S., Nurani, I., & Rizkita, A. D. (2017). Studi Penurunan Kadar Logam Besi (Fe) dan Logam Tembaga (Cu) pada Air Embung Menggunakan Adsorben Nanosilika. *Jurnal Ilmiah Sains*, 17(2): 131-134.
- Wibowo, A. (2018) *Memahami Klasifikasi Zat*. Bandung, Indonesia: Puripustaka.
- Williamson (1999) *Macroscale and Microscale Organic Experiments*, Houghton Mifflin Company, USA
- Williams, A. C., & Ramsden, D. B. (2007). Hydrogen symbioses in evolution and disease. *Q J Med*, 100(7), 451–459. <https://doi.org/10.1093/qjmed/hcm045>
- Witebsky, E. (1954) 'Ehrlich's side-chain theory in the light of present immunology', *Annals of the new York Academy of Sciences*, 59(2), pp. 168–181.
- Yos, F. L. (2023) 'Klasifikasi Materi', in *Kimia*. Nusa Tenggara Timur: Politeknik Pertanian Negeri Kupang, pp. 1–4.
- Yusuf, yusnidar (2019) *Belajar Mudah Kimia Analisis*, Universitas Muhammadiyah Prof Dr. Hamka, Jakarta.
- Zhai, X., Chen, X., Ohta, S., & Sun, X. (2014). Review and prospect of the biomedical effects of hydrogen. In *Medical Gas Research* (Vol. 4, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13618-014-0019-6>

TENTANG PENULIS

apt. Dwi Lestari, S.Farm., M.Si.



Penulis lahir di Sanga-Sanga, pada 27 Agustus 1982. Penulis telah menempuh Sarjana Farmasi dan Apoteker di Universitas Pancasila Jakarta lulus tahun 2006 dan pendidikan Magister Kimia di Universitas Mulawarman Samarinda lulus tahun 2018. Sejak tahun 2021 penulis menempuh pendidikan Doktorat Ilmu Farmasi di Fakultas Farmasi Universitas Andalas Padang. Penulis tercatat sebagai Dosen Tetap di Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.



Jekmal Malau, S.Si., M.Si,

Penulis lahir di Tigalama, pada 9 Juli 1988. Beliau adalah anak dari pasangan Asten Malau (ayah) dan Rose Simbolon (ibu). Ia tercatat sebagai lulusan IPB University. **Jekmal Malau** adalah seorang dosen dan peneliti di Fakultas Ilmu Kesehatan program studi Farmasi Universitas Singaperbangsa Karawang, Beliau juga Konsultan Ahli di PT INBIO Indonesia dan PT Gelora Mandiri Group. Sebelum memilih sebagai pengajar, beliau adalah seorang praktisi profesional dengan pengalaman kerja kurang lebih 6 tahun, sebagai *Field Application Scientist*, PT Enigma Saintia Solusindo sejak Desember 2015- Juli 2018. Pada tahun yang sama beliau juga bergabung di PT Sciencewerke (Agustus 2018- Februari 2022) sebagai *Application Scientist Supervisor*. Disela-sela pekerjaannya, beliau juga aktif berbagi ilmu sebagai pengajar kelas online INBIO Indonesia pada Desember 2019- Maret 2021. Dalam perjalanan karirnya tidak sedikit training yang diperoleh untuk menunjang kemampuan akademik. Sejumlah training baik didalam dan luar negeri dari perusahaan bioteknologi dunia telah diikutinya

seperti, *Thermofisher Scientific USA, Bio-Rad laboratoris USA, Seegene Korea, Abbott Molecular Singapore, MGI-BGI China, LGC China* dan masih banyak yang lain.



apt. Nidaul Hasanah, M. Clin. Pharm.

Penulis lahir di Rumbai (Pekanbaru), 13 januari 1983, merupakan anak terakhir dari pasangan Anwar Umar (Ayah) dan Leily Syofyan (Ibu). Beliau tercatat sebagai Apoteker Klinis lulusan Universitas Gadjah Mada, D.I. Yogyakarta. Sebagai seorang praktisi farmasi klinik, sehari-harinya beliau bertugas di SMF ICU, SMF Neurologi dan SMF Penyakit Dalam di RSUD Indrasari, Rengat – Riau. Selain itu, beliau juga aktif mengajar di Program S1-Farmasi STIKes Har-Kausyar – Rengat, mengampu beberapa mata kuliah dari berbagai bidang peminatan farmasi, seperti bidang farmakologi, bidang farmakoterapi dan bidang teknologi farmasi.



Eka Sulistyarningsih, S.Si.,M.Sc,

Penulis lahir di Klaten, Jawa Tengah, pada 16 Desember 1986. Ia tercatat sebagai lulusan Ilmu Kimia Universitas Gadjah Mada. Wanita yang kerap disapa Lis atau Eka menggeluti penelitian di bidang kimia material, kimia lingkungan, kimia industri dan nanoteknologi. Eka pernah mendapatkan Hibah Penelitian Dosen Pemula dan Program Kemitraan Masyarakat dari Kemdikbudristek pada tahun 2018 dan 2019. Selain aktif mengajar dan mengabdikan, Eka juga aktif membimbing kegiatan kemahasiswaan seperti Program Kreativitas Mahasiswa (PKM), Kompetisi Bisnis Mahasiswa (sekarang P2MW) sehingga pada tahun 2021 berkesempatan menjadi Reviewer Nasional PKM.



Dr. Dian Nugraheni, S.Pd., M.Sc.

Penulis lahir di Kudus pada tanggal 26 Mei 1990. Gelar akademik terakhir diperoleh dari Institut Teknologi Bandung dalam bidang Kimia Organik Bahan Alam. Saat ini sedang menekuni kajian mengenai senyawa aktif dan bioaktivitasnya di bawah instansi FMIPA Universitas Negeri Malang.

Korespondensi dapat dilakukan melalui email nugraheni.fmipa@um.ac.id



Himawan Ganjar Prabowo, S.T., M.T.

Penulis lahir di Bandung pada tanggal 15 Juli 1990. Gelar akademik S1 dan S2 diperoleh dari Institut Teknologi Bandung dalam bidang Teknik Lingkungan mengenai kajian saniter dan pengelolaan air limbah. Penulis berafiliasi di Universitas Muhammadiyah Jember sebagai staf pengajar

di Program Studi Teknik Lingkungan.



Indra Purnama Iqbah, S.Pd., MSc.

Penulis lahir di Kendari, pada 31 Oktober 1991. Lulus S1 Program Studi Kimia Di Universitas Halu Oleo, Kendari pada tahun 2013. Lulus S2 pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Program Studi Ilmu Kimia, Minat Kimia Lingkungan di Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta pada tahun 2014. Sejak Oktober 2019, bekerja sebagai dosen di Universitas Mandala Waluya di Kota Kendari. Telah juga berkecimpung sebagai konsultan lingkungan sejak tahun 2018. Training yang pernah diikuti adalah sebagai petugas pengambilan contoh uji air (PCUA) oleh BNPB dan Teknik Pengambilan Sampel oleh BBTPKLPP Yogyakarta.



Marsah Rahmawati Utami, M.Si.

Penulis lahir di Karawang, pada 26 Januari 1977. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas padjadjaran dan Institut Pertanian Bogor. Wanita yang kerap disapa May ini adalah anak dari pasangan Achmad Rachmat (ayah) dan Watin Handiati (ibu). **Marsah Rahmawati Utami**, berkarir menjadi dosen sejak tahun 2012.



Emilda Sari, S.Pd.,M.Si.

Penulis lahir di Pontianak, pada 17 Maret 1977. Penulis tercatat sebagai lulusan S1 Universitas Negeri Yogyakarta tahun 2014. Lulusan S2 Universitas Tanjungpura Pontianak tahun 2019. Sejak tahun 2019 hingga sekarang, penulis tercatat sebagai dosen Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Pontianak dengan bidang ilmu kimia.



Johan Sukweenadhi, Ph.D.

Penulis lahir di Surabaya, 30 Agustus 1989 silam. Saat ini, pria yang akrab dipanggil Johan ini bekerja sebagai dosen di Fakultas Teknobiologi, Universitas Surabaya. Selain aktif melakukan kegiatan penelitian, Johan juga telah menjadi reviewer dan editor jurnal internasional, menulis buku-buku monograf dan buku-buku referensi, serta menjadi konsultan riset untuk Kalbe Ubaya Hanbang-Bio Lab dan Tanemi Hydroponics. Bidang riset yang menjadi minatnya adalah kultur jaringan tanaman, fisiologis tanaman terhadap stres, rekayasa genetik tanaman, pangan fungsional dan interaksi mikroba dengan tanaman.



Atep Dian Supardan, S.Si., M.Si.

Penulis merupakan anak ke lima dari tujuh bersaudara yang dilahirkan pada tanggal 3 Januari 1981, di Pangalengan Kabupaten Bandung Jawa Barat. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana (2004) dan master (2013) Kimianya di jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. Penulis bekerja sebagai dosen di program studi Analisis Kimia Sekolah Vokasi Institut Pertanian Bogor dan saat ini mengampu beberapa mata kuliah antara lain Spektroskopi, Kromatografi, elektroanalitik, identifikasi spektrum senyawa organik, pengoperasian dan pemeliharaan alat, kimia koloid dan permukaan, dan etika profesi analisis kimia. Penulis juga terlibat aktif sebagai konselor bagi mahasiswa di Sekolah Vokasi IPB dan tergabung dalam Asosiasi Profesional konselor Indonesia, yang secara aktif menggunakan grafologi dan hipnoterapi untuk membantu mahasiswa yang memerlukan bantuan



Dr. Evy Yulianti, M.Sc,

Penulis lahir di Bandung, pada tanggal 26 Juli 1980. Ia tercatat sebagai lulusan Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada (S1), FKKMK Universitas Gadjah Mada (S2 dan S3). Wanita yang kerap disapa Evy ini adalah anak dari pasangan Alip Bin Umar (ayah) dan Sri Sukamti (ibu). Evy saat ini bekerja sebagai dosen di Departemen Pendidikan Biologi Universitas Negeri Yogyakarta.

Aden Dhana Rizkita, S.Si., M.Si.



Penulis Lahir di Selong, Lombok Timur, pada 13 April 1995. Ia tercatat sebagai lulusan Sarjana Kimia Universitas Negeri Semarang Tahun 2017 dan Magister Ilmu Kimia Universitas Indonesia Tahun 2020. Pada tahun 2020 ia mengabdikan dilaboratorium Biologi Molekuler sebagai analis molekuler. Kemudian pada tahun 2021, ia mendedikasikan diri sebagai pendidik, peneliti dan pengabdian pada rumpun peminatan Kimia Farmasi, Program Studi Sarjana Farmasi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Bogor Husadaa. Pada tahun 2022, Beliau pernah mendapatkan pendanaan penelitian kompetitif nasional dengan judul identifikasi pembentukan biomarker kerusakan DNA 8-OHdG pada paparan azathioprine. Serta beliau pernah mengantarkan mahasiswa mendapatkan pendanaan kompetitif nasional diajang P2MW sampai ke KMI Award sebagai dosen pembimbing.