

SAP 6. TABEL BERKALA (TABEL PERIODIK)

1A 2A 3A 4A 5A 6A 7A 8A

1 1.008 H Hydrogen

2 4.003 He Helium

3 6.941 Li Lithium

4 9.012 Be Beryllium

5 10.811 B Boron

6 12.011 C Carbon

7 14.007 N Nitrogen

8 15.999 O Oxygen

9 18.998 F Fluorine

10 20.180 Ne Neon

11 22.990 Na Sodium

12 24.305 Mg Magnesium

13 26.982 Al Aluminum

14 28.086 Si Silicon

15 30.974 P Phosphorus

16 32.06 S Sulfur

17 35.453 Cl Chlorine

18 39.948 Ar Argon

19 39.098 K Potassium

20 40.078 Ca Calcium

21 44.956 Sc Scandium

22 47.867 Ti Titanium

23 50.942 V Vanadium

24 51.996 Cr Chromium

25 54.938 Mn Manganese

26 55.845 Fe Iron

27 58.933 Co Cobalt

28 58.933 Ni Nickel

29 63.546 Cu Copper

30 65.38 Zn Zinc

31 69.723 Ga Gallium

32 72.64 Ge Germanium

33 74.922 As Arsenic

34 78.972 Se Selenium

35 79.904 Br Bromine

36 83.80 Kr Krypton

37 85.468 Rb Rubidium

38 87.62 Sr Strontium

39 88.906 Y Yttrium

40 91.224 Zr Zirconium

41 92.906 Nb Niobium

42 95.94 Mo Molybdenum

43 98.906 Tc Technetium

44 101.07 Ru Ruthenium

45 101.07 Rh Rhodium

46 106.37 Pd Palladium

47 107.868 Ag Silver

48 112.411 Cd Cadmium

49 114.818 In Indium

50 118.710 Sn Tin

51 121.760 Sb Antimony

52 127.6 Te Tellurium

53 126.905 I Iodine

54 131.29 Xe Xenon

55 132.905 Cs Cesium

56 137.327 Ba Barium

57-71 Lanthanides

72 175.07 Hf Hafnium

73 180.948 Ta Tantalum

74 183.84 W Tungsten

75 186.207 Re Rhenium

76 186.209 Os Osmium

77 190.23 Ir Iridium

78 195.08 Pt Platinum

79 196.967 Au Gold

80 200.59 Hg Mercury

81 204.384 Tl Thallium

82 207.2 Pb Lead

83 208.98 Bi Bismuth

84 209 Po Polonium

85 210 At Astatine

86 222 Rn Radon

87 223.019 Fr Francium

88 226.025 Ra Radium

89-103 Actinides

104 261 Rf Rutherfordium

105 262 Db Dubnium

106 263 Sg Seaborgium

107 269 Bh Bohrium

108 270 Hs Hassium

109 271 Mt Meitnerium

110 272 Ds Darmstadtium

111 273 Rg Roentgenium

112 277 Cn Copernicium

113 288 Uut Ununtrium

114 289 Fl Flerovium

115 290 Uup Ununpentium

116 291 Lv Livermorium

117 292 Uus Ununseptium

118 293 Uuo Ununoctium

119 294 Uuq Ununquadium

120 295 Uur Ununquadium

121 296 Uus Ununseptium

122 297 Uuo Ununoctium

123 298 Uuq Ununquadium

124 299 Uur Ununquadium

125 300 Uus Ununseptium

126 301 Uuo Ununoctium

127 302 Uuq Ununquadium

128 303 Uur Ununquadium

129 304 Uus Ununseptium

130 305 Uuo Ununoctium

131 306 Uuq Ununquadium

132 307 Uur Ununquadium

133 308 Uus Ununseptium

134 309 Uuo Ununoctium

135 310 Uuq Ununquadium

136 311 Uur Ununquadium

137 312 Uus Ununseptium

138 313 Uuo Ununoctium

139 314 Uuq Ununquadium

140 315 Uur Ununquadium

141 316 Uus Ununseptium

142 317 Uuo Ununoctium

143 318 Uuq Ununquadium

144 319 Uur Ununquadium

145 320 Uus Ununseptium

146 321 Uuo Ununoctium

147 322 Uuq Ununquadium

148 323 Uur Ununquadium

149 324 Uus Ununseptium

150 325 Uuo Ununoctium

151 326 Uuq Ununquadium

152 327 Uur Ununquadium

153 328 Uus Ununseptium

154 329 Uuo Ununoctium

155 330 Uuq Ununquadium

156 331 Uur Ununquadium

157 332 Uus Ununseptium

158 333 Uuo Ununoctium

159 334 Uuq Ununquadium

160 335 Uur Ununquadium

161 336 Uus Ununseptium

162 337 Uuo Ununoctium

163 338 Uuq Ununquadium

164 339 Uur Ununquadium

165 340 Uus Ununseptium

166 341 Uuo Ununoctium

167 342 Uuq Ununquadium

168 343 Uur Ununquadium

169 344 Uus Ununseptium

170 345 Uuo Ununoctium

171 346 Uuq Ununquadium

172 347 Uur Ununquadium

173 348 Uus Ununseptium

174 349 Uuo Ununoctium

175 350 Uuq Ununquadium

176 351 Uur Ununquadium

177 352 Uus Ununseptium

178 353 Uuo Ununoctium

179 354 Uuq Ununquadium

180 355 Uur Ununquadium

181 356 Uus Ununseptium

182 357 Uuo Ununoctium

183 358 Uuq Ununquadium

184 359 Uur Ununquadium

185 360 Uus Ununseptium

186 361 Uuo Ununoctium

187 362 Uuq Ununquadium

188 363 Uur Ununquadium

189 364 Uus Ununseptium

190 365 Uuo Ununoctium

191 366 Uuq Ununquadium

192 367 Uur Ununquadium

193 368 Uus Ununseptium

194 369 Uuo Ununoctium

195 370 Uuq Ununquadium

196 371 Uur Ununquadium

197 372 Uus Ununseptium

198 373 Uuo Ununoctium

199 374 Uuq Ununquadium

200 375 Uur Ununquadium

201 376 Uus Ununseptium

202 377 Uuo Ununoctium

203 378 Uuq Ununquadium

204 379 Uur Ununquadium

205 380 Uus Ununseptium

206 381 Uuo Ununoctium

207 382 Uuq Ununquadium

208 383 Uur Ununquadium

209 384 Uus Ununseptium

210 385 Uuo Ununoctium

211 386 Uuq Ununquadium

212 387 Uur Ununquadium

213 388 Uus Ununseptium

214 389 Uuo Ununoctium

215 390 Uuq Ununquadium

216 391 Uur Ununquadium

217 392 Uus Ununseptium

218 393 Uuo Ununoctium

219 394 Uuq Ununquadium

220 395 Uur Ununquadium

221 396 Uus Ununseptium

222 397 Uuo Ununoctium

223 398 Uuq Ununquadium

224 399 Uur Ununquadium

225 400 Uus Ununseptium

226 401 Uuo Ununoctium

227 402 Uuq Ununquadium

228 403 Uur Ununquadium

229 404 Uus Ununseptium

230 405 Uuo Ununoctium

231 406 Uuq Ununquadium

232 407 Uur Ununquadium

IUPAC Periodic Table of the Elements

1												18																							
1 H hydrogen 1.0080 ± 0.0002		2		Key:																2 He helium 4.0026 ± 0.0001															
3 Li lithium 6.94 ± 0.06		4 Be beryllium 9.0122 ± 0.0001		atomic number		Symbol		name		abridged standard		atomic weight		13 B boron 10.81 ± 0.02		14 C carbon 12.011 ± 0.002		15 N nitrogen 14.007 ± 0.001		16 O oxygen 15.999 ± 0.001		17 F fluorine 18.998 ± 0.001		10 Ne neon 20.180 ± 0.001											
11 Na sodium 22.990 ± 0.001		12 Mg magnesium 24.305 ± 0.002		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13 Al aluminium 26.982 ± 0.001		14 Si silicon 28.085 ± 0.001		15 P phosphorus 30.974 ± 0.001		16 S sulfur 32.06 ± 0.02		17 Cl chlorine 35.45 ± 0.01		18 Ar argon 39.95 ± 0.16	
19 K potassium 39.098 ± 0.001		20 Ca calcium 40.078 ± 0.004		21 Sc scandium 44.956 ± 0.001		22 Ti titanium 47.867 ± 0.001		23 V vanadium 50.942 ± 0.001		24 Cr chromium 51.996 ± 0.001		25 Mn manganese 54.938 ± 0.001		26 Fe iron 55.845 ± 0.002		27 Co cobalt 58.933 ± 0.001		28 Ni nickel 58.693 ± 0.001		29 Cu copper 63.546 ± 0.003		30 Zn zinc 65.38 ± 0.02		31 Ga gallium 69.723 ± 0.001		32 Ge germanium 72.630 ± 0.008		33 As arsenic 74.922 ± 0.001		34 Se selenium 78.971 ± 0.008		35 Br bromine 79.904 ± 0.003		36 Kr krypton 83.798 ± 0.002	
37 Rb rubidium 85.468 ± 0.001		38 Sr strontium 87.62 ± 0.01		39 Y yttrium 88.906 ± 0.001		40 Zr zirconium 91.224 ± 0.002		41 Nb niobium 92.906 ± 0.001		42 Mo molybdenum 95.95 ± 0.01		43 Tc technetium [97]		44 Ru ruthenium 101.07 ± 0.02		45 Rh rhodium 102.91 ± 0.01		46 Pd palladium 106.42 ± 0.01		47 Ag silver 107.87 ± 0.01		48 Cd cadmium 112.41 ± 0.01		49 In indium 114.82 ± 0.01		50 Sn tin 118.71 ± 0.01		51 Sb antimony 121.76 ± 0.01		52 Te tellurium 127.60 ± 0.03		53 I iodine 126.90 ± 0.01		54 Xe xenon 131.29 ± 0.01	
55 Cs caesium 132.91 ± 0.01		56 Ba barium 137.33 ± 0.01		57-71 lanthanoids		72 Hf hafnium 178.49 ± 0.01		73 Ta tantalum 180.95 ± 0.01		74 W tungsten 183.84 ± 0.01		75 Re rhenium 186.21 ± 0.01		76 Os osmium 190.23 ± 0.03		77 Ir iridium 192.22 ± 0.01		78 Pt platinum 195.08 ± 0.02		79 Au gold 196.97 ± 0.01		80 Hg mercury 200.59 ± 0.01		81 Tl thallium 204.38 ± 0.01		82 Pb lead 207.2 ± 1.1		83 Bi bismuth 208.98 ± 0.01		84 Po polonium [209]		85 At astatine [210]		86 Rn radon [222]	
87 Fr francium [223]		88 Ra radium [226]		89-103 actinoids		104 Rf rutherfordium [267]		105 Db dubnium [268]		106 Sg seaborgium [269]		107 Bh bohrium [270]		108 Hs hassium [269]		109 Mt meitnerium [277]		110 Ds darmstadtium [281]		111 Rg roentgenium [282]		112 Cn copernicium [285]		113 Nh nihonium [286]		114 Fl flerovium [290]		115 Mc moscovium [290]		116 Lv livermorium [293]		117 Ts tennessine [294]		118 Og oganeson [294]	

57 La lanthanum 138.91 ± 0.01	58 Ce cerium 140.12 ± 0.01	59 Pr praseodymium 140.91 ± 0.01	60 Nd neodymium 144.24 ± 0.01	61 Pm promethium [145]	62 Sm samarium 150.36 ± 0.02	63 Eu europium 151.96 ± 0.01	64 Gd gadolinium 157.25 ± 0.03	65 Tb terbium 158.93 ± 0.01	66 Dy dysprosium 162.50 ± 0.01	67 Ho holmium 164.93 ± 0.01	68 Er erbium 167.26 ± 0.01	69 Tm thulium 168.93 ± 0.01	70 Yb ytterbium 173.05 ± 0.02	71 Lu lutetium 174.97 ± 0.01
89 Ac actinium [227]	90 Th thorium 232.04 ± 0.01	91 Pa protactinium 231.04 ± 0.01	92 U uranium 238.03 ± 0.01	93 Np neptunium [237]	94 Pu plutonium [244]	95 Am americium [243]	96 Cm curium [247]	97 Bk berkelium [247]	98 Cf californium [251]	99 Es einsteinium [252]	100 Fm fermium [257]	101 Md mendelevium [258]	102 No nobelium [259]	103 Lr lawrencium [262]



INTERNATIONAL UNION OF
PURE AND APPLIED CHEMISTRY

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 4 May 2022.
Copyright © 2022 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

1. PENDAHULUAN TABEL BERKALA (TABEL PERIODIK)

- ❖ Tabel Berkala Unsur merupakan **peta dasar ilmu kimia** yang mengorganisasi seluruh unsur kimia berdasarkan **nomor atom**, **konfigurasi elektron**, dan **sifat kimia**.
- ❖ Dapat memprediksi **sifat unsur**, **reaktivitas**, serta hubungan antarunsur — hal yang sangat penting dalam kimia farmasi, biokimia, dan teknologi obat
- ❖ berfungsi sebagai daftar unsur, dan juga sebagai **alat prediktif** yang memungkinkan ilmuwan memperkirakan sifat-sifat unsur dan senyawa yang belum ditemukan/ pengembangan obat baru

2. Sejarah Perkembangan Tabel Berkala

A. Triade Dobereiner (1829) : Hukum Triade

B. John A.R.Newlands (1864): Hukum **Oktaf**

C. Dmitri Mendeleev (1869): Menyusun tabel periodik pertama berdasarkan **massa atom**

D. Henry Moseley (1913): Menentukan **nomor atom** sebagai dasar pengurutan modern

E. Tabel Modern (IUPAC): Berdasarkan **konfigurasi elektron**

(Sumber: Atkins & Jones, Chemical Principles, 2020)

2. PERKEMBANGAN TABEL BERKALA

A. Hukum Triade - Dobereiner

- ❖ Tahun 1829, **Johan Wolfgang Dobereiner**, professor kimia di Jerman, mengemukakan bahwa **massa atom relatif Strontium** sangat dekat dengan massa rata-rata dari dua unsur lain yang mirip dengan strontium, yaitu Kalsium dan Barium.
- ❖ Dobereiner juga menemukan beberapa kelompok unsur lain seperti itu.
- ❖ Dobereiner mengambil kesimpulan bahwa unsur-unsur dapat dikelompokkan ke dalam kelompok-kelompok tiga unsur yang disebutnya **Triade**.
- ❖ Meskipun gagasan yang dikemukakan oleh Dobereiner **selanjutnya gugur (tidak berhasil)**, tetapi hal tersebut merupakan upaya yang pertama kali dilakukan dalam menggolongkan unsur.

Penggambaran Triade Doberainer adalah sebagai berikut :

TRIADE	Ar	Rata-rata Unsur ditengah
Kalsium	40	88,5
Stronsium	?	
Barium	137	



B. Hukum Oktaf Newlands

- Tahun **1866**, **John A.R Newlands** seorang ahli kimia berkebangsaan Inggris mengemukakan bahwa unsur-unsur yang disusun berdasarkan urutan kenaikan massa atomnya mempunyai sifat yang akan berulang tiap unsur kedelapan.
- Artinya, unsur pertama mirip dengan unsur kedelapan,
- unsur kedua mirip dengan unsur kesembilan, dan seterusnya.
- Sifat keperiodikan unsur berdasarkan urutan kenaikan massa atom setiap kelipatan delapan dinamakan **hukum oktaf**.
- Saat itu, baru ditemukan **60 unsur**. **Gas mulia tidak termasuk dalam pengelompokan sistem oktaf karena belum ditemukan**

Berikut ini pengelompokan unsur berdasarkan hukum oktaf

H	F	Cl	Co/Ni	Br	Pd	I	Pt
Li	Na	K	Cu	Rb	Ag	Cs	Tl
Be	Mg	Ca	Zn	Sr	Cd	Ba/V	Pb
B	Al	Cr	Y	Ce/La	U	Ta	Th
C	Si	Ti	In	Zr	Sn	W	Hg
N	P	Mn	As	Di/Mo	Sb	Nb	Bi
O	S	Fe	Se	Ro/Ru	Te	Au	Os

Beberapa unsur ditempatkan tidak urut sesuai massanya dan Terdapat dua unsur yang ditempatkan di kolom yang sama karena kemiripan sifat

C. Sistem Periodik Mendeleyev → Bapak Tabel Periodik

- Tahun **1869**, **Dmitri Ivanovich Mendeleyev** ahli kimia berkebangsaan **Rusia** menyusun **65 unsur** yang sudah dikenal pada waktu itu.
- Mendelevy mengurutkan unsur-unsur berdasarkan **kenaikan massa atom** dan **sifat kimianya**.
- Pada waktu yang sama, **Julius Lothar Meyer** membuat susunan unsur-unsur seperti yang dikemukakan oleh Mendeleyev.
- Meyer menyusun unsur-unsur tersebut berdasarkan **sifat fisiknya**.
- Meskipun ada perbedaan, tetapi keduanya **menghasilkan pengelompokan unsur yang sama**.
- Mendeleyev menyediakan kotak kosong untuk tempat unsur-unsur yang waktu itu **belum ditemukan**, seperti unsur dengan nomor massa 44, 68, 72, dan 100. (**gallium, germanium, scandium**)
- **Mendeleyev telah meramal sifat-sifat unsur tersebut** dan ternyata ramalannya terbukti setelah unsur-unsur tersebut ditemukan. Susunan unsur-unsur berdasarkan hukum Mendelevy disempurnakan dan dinamakan **sistem periodik Mendeleyev**

Sistem periodik Mendeleev terdiri atas **golongan** (*unsur yang terletak dalam satu kolom*) dan **periode** (*unsur yang terletak dalam satu baris*).

Tabel sistem periodik Mendeleev yang dibuat adalah sebagai berikut :

Period e	Gol.I	Gol.II	Gol.III	Gol.IV	Gol.V	Gol.VI	Gol.VII	Gol.VIII
1	H 1							
2	Li 7	Be 9,4	B 11	C 12	N 14	O 16	F 19	
3	Na 23	Mg 24	Al 27,3	Si 28	P 31	S 32	C 35,5	
4	K 39	Ca 40	? (44)	Ti 48	V 51	Cr 52	Mn 55	Fe 56, Co 59 Ni 59, Cu 63
5	Cu 63	Zn 65	? (68)	? (72)	As 75	Se 78	Br 80	
6	Rb 86	Sr 87	?Yt 88	Zr 90	Nb 94	Mo 96	? (100)	Ru 104, Rh 104 Pd 106, Ag 108
7	Ag 108	Cd 112	In 115	Sn 118	Sb 122	Te 125	I 127	
8	Cs 133	Ba 137	?Di 138	?Ce 140	?	?	?	?
9	?	?	?	?	?	?	?	
10	?	?	?Er 178	?La 180	Ta 182	W 184	?	Os 195, Ir 197
11	Au 199	Hg 200	Tl 204	Pb 207	Bi 208	?	?	Pt 198, Au 199
12	?	?	?	Th 231	?	U 240	?	

PERKEMBANGAN TABEL BERKALA

Sistem Periodik Unsur	Penemu	Tahun	Dasar Penyusunan
Triade	J. Dobereiner	1829	Kemiripan sifat
Oktaf	J. Newlands	1865	Kenaikan massa atom
Meyer	Lothar Meyer	1864	Kenaikan massa atom
Mendeleev	Dmitri Mendeleev	1869	Kenaikan massa atom
			Kenaikan nomor

D. Henry Moseley (1913)

Menemukan bahwa urutan unsur seharusnya didasarkan pada **nomor atom (Z)**, bukan massa atom.

Inilah yang menjadi dasar **tabel periodik modern**.



E. Perkembangan Modern (IUPAC)

- Organisasi **IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry)** kini mengatur sistem penamaan dan penempatan unsur baru.
- Hingga tahun 2023, tabel periodik telah mencakup **118 unsur**, dari **Hidrogen ($Z=1$)** hingga **Oganesson ($Z=118$)**.

2. Struktur dalam Tabel Periodik (Gol, Periode, Blok, Jenis Unsur)

Tabel periodic terdiri dari :

- **Kolom (golongan)** → menunjukkan jumlah **elektron valensi**. kolom **vertikal** pada tabel periodik kimia.
- **Baris (periode)** → menunjukkan jumlah **kulit elektron**. Contoh Na ($Z = \text{no. atom} = 11$) → Periode 3, Golongan 1A (logam alkali)
- **Blok utama:**
 - **Blok s:** Golongan 1–2 (logam aktif seperti Na, Ca).
 - **Blok p:** Golongan 13–18 (unsur nonlogam dan metaloid seperti C, N, O, F, Cl).
 - **Blok d:** Golongan 3–12 (logam transisi seperti Fe, Cu, Zn adalah unsur obat).
 - **Blok f:** Lantanida dan aktinida (unsur tanah jarang dan radioaktif).

1. Golongan → electron valensi

- Golongan adalah kolom **vertikal** pada tabel periodik kimia.
- Unsur-unsur tersebut **memiliki sifat kimia yang sama** (karena jumlah elektron terluarnya sama) ditempatkan pada **Golongan yg sama**.
- Dalam mengklasifikasikan unsur, golongan memiliki peran yang sangat penting.
- Golongan mencakup unsur-unsur dengan **susunan elektron terluar yang sama**.
- Golongan ditulis dengan urutan **bilangan romawi** (I, II, III dst).

2. Periode

- Merupakan sebutan bagi **baris horizontal** yang ada pada tabel periodik.
- Disusun berdasarkan **pertambahan nomor atom**
- Unsur2 dalam 1 periode memiliki jumlah orbital atom yg sama
- Tabel periodik memiliki **7 periode** berdasarkan tingkat energi atom yang dimiliki.
- tidak semua periode memiliki **jumlah unsur yang sama**. Periode 1 memiliki jumlah unsur terkecil, yaitu 2.
- jumlah unsur terbesar ada pada periode dengan 32 unsur.

3. BLOK

Tabel periodic modern terdiri dari 4 blok :
s,p,d,f.

Blok s

- Pada tabel periodik kimia, blok s merupakan unsur dari dua golongan, yaitu **logam alkali** dan **alkali tanah**.
- Blok s juga mencakup unsur tambahan, yaitu hidrogen dan helium.

Blok p

- Pada tabel periodik kimia, blok p merupakan unsur-unsur dari **enam golongan**.
- Golongan unsur pada blok p antara lain golongan **3A hingga 8A**.

Blok d

- Blok d pada tabel periodik terdiri atas 3 hingga 12 golongan mulai dari golongan 3B hingga 2B.
- Semua unsur kimia pada blok d merupakan logam transisi.

Blok f

- Pada tabel periodik, unsur-unsur kimia yang tergabung di dalam blok f cenderung diletakkan di bagian bawah.
- Blok f tidak memiliki nomor golongan dan merupakan unsur lantanida dan aktinida.

4. Jenis Unsur: Klasifikasi unsur meliputi logam, nonlogam, dan metaloid (semilogam) yang memiliki sifat antara logam dan nonlogam

4. Klasifikasi/Jenis Unsur

Jenis Unsur	Contoh	Ciri Umum
Logam	Na, K, Fe, Cu	Menghantarkan listrik, membentuk ion positif
Nonlogam	O, N, Cl, S	Elektronegatif tinggi, pembentuk ikatan kovalen
Metaloid	B, Si, As	Sifat antara logam dan nonlogam

Tren Periodik

Tren periodik muncul akibat **pola konfigurasi elektron** yang berulang dalam tiap periode.

a. Jari-jari Atom

- **Menurun ke bawah golongan** → bertambah besar (kulit bertambah).
- **Meningkat ke kanan periode** → mengecil (tarikan inti lebih besar).

→ Contoh: $\text{Li} < \text{Na} < \text{K}$.

b. Energi Ionisasi

Energi untuk melepaskan elektron dari atom.

- Meningkatkan ke kanan, menurun ke bawah.

→ Unsur logam mudah kehilangan elektron (ionisasi rendah).

- Unsur dengan energi ionisasi tinggi sulit membentuk ion positif

Contoh: Na^+ mudah terbentuk dibanding Mg^{2+}

(Sumber: Petrucci et al., *General Chemistry*, 2017)

c. Keelektronegatifan

- Kemampuan menarik elektron dalam ikatan kimia (Kecenderungan menarik electron)
- Paling tinggi: **Fluorin (F = 4,0)**.
→ Relevan untuk memahami polaritas dan interaksi senyawa obat.
- Contoh: Gugus -OH, -NH, -Cl pada obat memengaruhi kelarutan dan ikatan hidrogen.

d. Afinitas Elektron

Energi yang dilepaskan ketika atom menangkap elektron.

- Meningkat ke kanan periode → unsur nonlogam memiliki afinitas tinggi.
- → Relevan untuk reaksi redoks dalam sistem biologis.

Hubungan Sifat Periodik dan Reaktivitas

Unsur yang memiliki konfigurasi elektron mirip akan memiliki sifat kimia yang mirip.

Contohnya:

- Golongan 1A (Na, K) → logam sangat reaktif, mudah membentuk garam (NaCl, KCl).
- Golongan 17 (F, Cl, Br) → halogen, bersifat oksidator kuat, digunakan dalam antiseptik (Cl₂, I₂).

Beberapa Unsur Penting dalam Bidang Farmasi

Golongan	Unsur	Fungsi / Aplikasi
Alkali (1A)	Na, K	Elektrolit fisiologis, keseimbangan osmotik
Alkali tanah (2A)	Mg, Ca	Kofaktor enzim, struktur tulang
Halogen (7A)	Cl, I	Antiseptik, disinfektan, hormon tiroid
Transisi (3–12)	Fe, Cu, Zn, Pt(cisplatin)	Katalis enzimatik, kompleks obat antikanker
Nonlogam	C, N, O, S, P, Se	Komponen utama molekul organik dan biomolekul



Logam Transisi dalam Farmasi

Logam transisi memiliki orbital d yang sebagian terisi, sehingga mampu membentuk **kompleks koordinasi**.



Beberapa contohnya:

- **Fe (Besi)** → komponen hemoglobin, terapi anemia.
- **Zn (Seng)** → berperan dalam aktivitas enzim dan penyembuhan luka.
- **Cu (Tembaga)** → antioksidan, katalis biokimia.
- **Pt (Platina)** → obat antikanker (Cisplatin, Carboplatin).



Isotop dan Aplikasi dalam Farmasi

Isotop adalah atom dari unsur yang sama tetapi **berbeda jumlah neutron**.



(unsur yang mempunyai **jumlah partikel proton atau elektron sama, tetapi jumlah neutron berbeda**).

Aplikasi isotop dalam bidang farmasi meliputi:

- **I-131** → terapi kanker tiroid.
- **Tc-99m** → diagnosis pencitraan medis.
- **C-14** → studi metabolisme obat.

Penggunaan isotop memerlukan pemahaman mendalam tentang sifat periodik dan kestabilan nuklir.



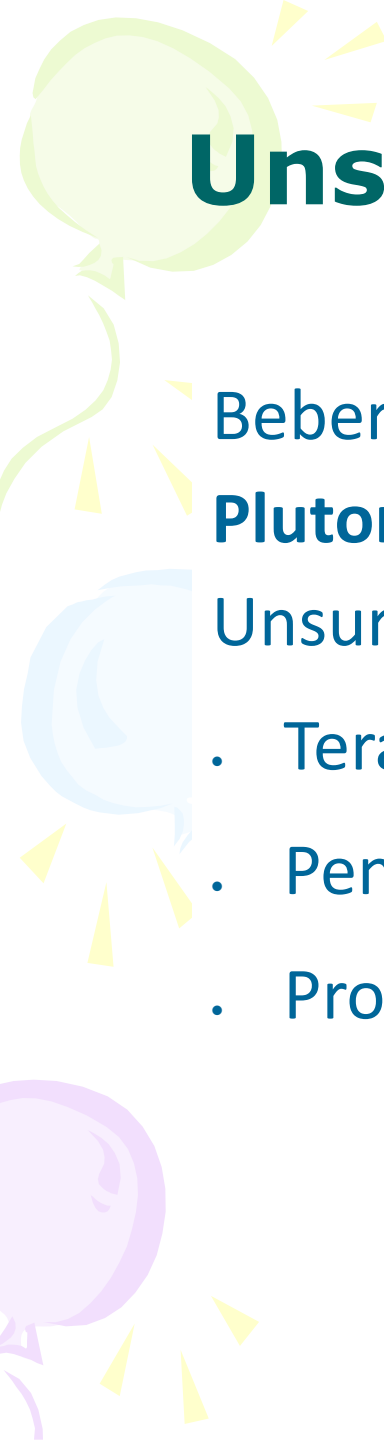
Unsur Jejak (Trace Elements)

Unsur mikro seperti **Zn, Cu, Mn, Se** : **kofaktor enzim**, memiliki peran penting dalam **metabolisme tubuh**.

- Kekurangan → gangguan enzimatik, stres oksidatif.
- Kelebihan → toksisitas.

Konsep **homeostasis unsur** menjadi dasar farmakoterapi dan nutrisi klinik.

Dosis optimum → konsep penting dalam farmakokinetika

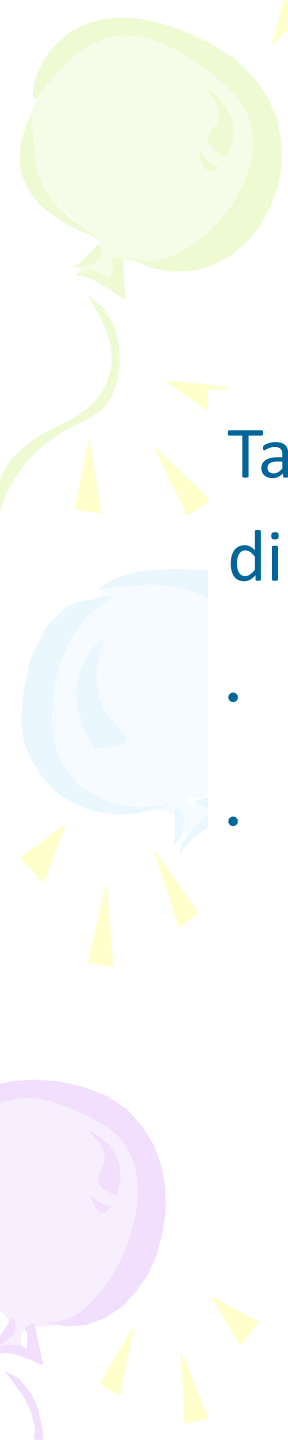


Unsur Buatan dan Radioaktif

Beberapa unsur ($Z > 92$) seperti **Uranium**, **Plutonium**, **Technetium** bersifat radioaktif.

Unsur-unsur ini digunakan dalam:

- Terapi radiasi,
- Penanda isotop radioaktif,
- Produksi energi nuklir untuk alat medis.



Tabel Periodik Modern (IUPAC 2023)

Tabel periodik modern terdiri dari **118 unsur**,
dibagi menjadi:

- 7 periode dan 18 golongan,
- Unsur baru: **Tennessine (Ts, Z=117)** dan **Oganesson (Og, Z=118)**.

Pengelompokkan Struktur modern berdasarkan
konfigurasi elektron dan **gaya tarik inti**
terhadap elektron valensi atau **sifat kimia**.

Golongan dan Periode Unsur dalam Tabel Sistem Periodik Unsur Modern

- Unsur-unsur disusun berdasarkan **kenaikan nomor atom**.
- Karena sistem periodik yang disusun berbentuk **panjang**, maka tabel periodik yang sekarang ini disebut **tabel periodik panjang**.
- Terkadang disebut pula **tabel periodik modern**, dikarenakan disusun oleh konsep-konsep yang sudah modern.
- Berbeda dengan tabel periodik Mendeleyev, karena berbentuk pendek, sering disebut sistem periodik pendek.
- Pada sistem periodik bentuk panjang, **sifat unsurnya merupakan fungsi periodik dari nomor atomnya**.
- Hal ini berarti bahwa **sifat unsur tergantung dari nomor atomnya**.

Golongan unsur pada sistem periodik unsur modern mempunyai nama khusus yaitu sebagai berikut :

Golongan		Nama Khusus	Unsur-unsur
IA	1	Alkali	Li, Na, K, Rb, Cs, dan Fr
IIA	2	Alkali Tanah	Be, Mg, Ca, Sr, Ba, dan Ra
IIIA	13	Boron	B, Al, Ga, In, dan Tl
IVA	14	Karbon	C, Si, Ge, Sn, dan Pb
VA	15	Nitrogen	N, P, As, Sb, dan Bi
VIA	16	Oksigen	O, S, Se, Te, dan Po
VIIA	17	Halogen	F, Cl, Br, I, dan At
VIIIA	18	Gas Mulia	He, Ne, Ar, Kr, Xe, dan Rn

Kegunaan dan Pentingnya Tabel Berkala

- **Penelitian dan Aplikasi:** Digunakan dalam penelitian untuk merancang reaksi kimia, mempelajari sifat unsur, serta dalam teknologi untuk mengembangkan material baru.
- **Desain Molekul Obat:**
 - Pemahaman elektronegativitas dan ukuran atom membantu menentukan polaritas dan ikatan senyawa obat.
- **Prediksi Sifat:** Membantu memprediksi sifat fisik dan kimia suatu unsur, baik yang sudah dikenal maupun yang belum ditemukan
- **Pemilihan Eksipien & Pelarut:** Menentukan kestabilan dan kelarutan berdasarkan sifat unsur penyusunnya
- **Analisis Unsur dalam Obat:** Metode seperti AAS (Atomic Absorption Spectroscopy) digunakan untuk mendeteksi unsur logam
- **Formulasi dan Stabilitas:** Sifat kimia unsur membantu mengontrol pH, redoks, dan interaksi antar bahan aktif.

Referensi

1. Atkins P, Jones L. *Chemical Principles: The Quest for Insight*. 8th ed. New York: Oxford University Press; 2020.
2. Petrucci RH, Herring FG, Madura JD, Bissonnette C. *General Chemistry: Principles and Modern Applications*. 11th ed. Boston: Pearson Education; 2017.
3. Silberberg MS. *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change*. 9th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2021.
4. IUPAC (2023). *Periodic Table of the Elements*. (https://iupac.org/wp-content/uploads/2022/07/IUPAC_Periodic_Table-04May22_CRA.pdf)

IA

SUSUNAN BERKALA UNSUR-UNSUR

VIIIA

PERIODA ↑	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
GOLONGAN IIA IIB IVB VB VIB VIIB VIII IB IIB IIIA IVA VA VIA VIIA VIIIA																		
	H	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	He
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
	Fr	Ra	Ac	Ku	Ha													

CATATAN:

1. Nomor atom diberikan dari atas ke bawah.
2. Golongan yang beraturan gas, maksimum diberikan dari atas ke bawah.
3. Yang diberikan ini, hanya untuk keperluan yang paling kecil.

LANTANIDA	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
AKTINIDA	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lw

PUSAT PENELITIAN & PENGEMBANGAN KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN



TABEL BERKALA & KONFIGURASI ELEKTRON

- adalah tabel yang berisi susunan unsur-unsur kimia berdasarkan **nomor atom** dan **konfigurasi elektronnya**.
- Tabel periodik mengorganisasi unsur berdasarkan konfigurasi elektronnya,
- di mana posisi unsur (periode dan golongan) ditentukan oleh **elektron pada kulit terluar (elektron valensi)**.
- Konfigurasi elektron menggambarkan distribusi elektron-elektron kedalam berbagai tingkat energi (kulit dan subkulit).

Hubungan Posisi dan Konfigurasi:

- **Golongan (Kolom):** Angka golongan menunjukkan jumlah elektron valensi pada kulit terluar, yang menentukan sifat kimia unsur.
- **Periode (Baris):** Angka periode menunjukkan nomor kulit terluar atom, yang merupakan kulit valensi.

• Konsep Dasar Struktur Atom

Atom terdiri dari:

- Inti atom (proton dan neutron)
- Elektron yang bergerak di sekitar inti pada tingkat energi tertentu
- Elektron memiliki energi yang terkuantisasi, artinya hanya dapat berada pada tingkat energi tertentu (kulit $n = 1, 2, 3, \dots$)
- Setiap tingkat energi terbagi menjadi subtingkat (subkulit):
 - s, p, d, f — dengan kapasitas berbeda untuk menampung elektron.

Subkulit dan Kapasitas Elektron

Subkulit	Jumlah Orbital	Elektron Maksimum	Bentuk Orbital
s	1	2	Bola
p	3	6	Dumbbell (angka 8)
d	5	10	Kompleks (klop empat)
f	7	14	Lebih kompleks

Setiap orbital hanya dapat ditempati oleh **dua elektron** dengan **spin berlawanan** ($\uparrow\downarrow$).

Prinsip-Prinsip Pengisian Elektron

a. Prinsip Aufbau (Tingkat Energi Rendah Terlebih Dahulu)

Elektron akan mengisi orbital mulai dari tingkat energi terendah ke tertinggi:

$1s \rightarrow 2s \rightarrow 2p \rightarrow 3s \rightarrow 3p \rightarrow 4s \rightarrow 3d \rightarrow 4p \rightarrow 5s \rightarrow 4d \rightarrow 5p \rightarrow 6s \rightarrow 4f \rightarrow 5d \rightarrow 6p \rightarrow 7s$, dst.

b. Prinsip Larangan Pauli (Pauli Exclusion Principle)

Tidak ada dua elektron dalam satu atom yang memiliki empat bilangan kuantum yang sama.

→ Artinya, satu orbital hanya dapat menampung dua elektron dengan spin berlawanan.

c. Aturan Hund (Hund's Rule)

Elektron akan menempati orbital kosong terlebih dahulu sebelum berpasangan, untuk meminimalkan tolak-menolak.

Penulisan Konfigurasi Elektron

- Umumnya ditulis dengan format:
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 \dots$
- Contoh:

Unsur	Nomor Atom (Z)	Konfigurasi Elektron	Notasi Singkat
H	1	$1s^1$	$1s^1$
O	8	$1s^2 2s^2 2p^4$	$[\text{He}] 2s^2 2p^4$
Na	11	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	$[\text{Ne}] 3s^1$
Cl	17	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	$[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$
Fe	26	$[\text{Ar}] 4s^2 3d^6$	$[\text{Ar}] 3d^6 4s^2$
Cu	29	$[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$	(penyimpangan stabilitas d^{10})
Zn	30	$[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2$	$[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2$

Penyimpangan pada Logam Transisi

Beberapa logam transisi (misalnya Cu, Cr, Ag) mengalami **anomali konfigurasi** karena kestabilan subkulit **setengah terisi (d^5)** atau **penuh (d^{10})**.

Contoh:

- **Cr ($Z=24$)** $\rightarrow$ [Ar] $3d^5 4s^1$
- **Cu ($Z=29$)** $\rightarrow$ [Ar] $3d^{10} 4s^1$

Hal ini terjadi karena konfigurasi tersebut memberikan **energi lebih stabil**.

Hubungan Konfigurasi Elektron dengan Golongan dan Periode

- **Nomor kulit terbesar (n)** → menunjukkan **periode**.

$n = 1$ → kulit pertama ; $n = 2$ → kulit kedua, dst

- **makin besar n , makin jauh jarak elektron dari inti**
- **makin besar n , makin besar energi orbitalnya**

n	1	2	3	4	
kulit	K	L	M	N	

- **Jumlah elektron valensi** (elektron pada kulit terluar) → menentukan **golongan**.

Jumlah elektron maksimum tiap kulit:

kulit	sub kulit	jumlah elektron maksimum
1	1s	2
2	2s 2p	8
3	3s 3p 3d	18
4	4s 4p 4d 4f	32

Contoh Konfigurasi Elektron

- Na ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$) → 1 elektron valensi → Golongan 1A, Periode 3.
- Cl ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$) → 7 elektron valensi → Golongan 7A, Periode 3.
- **Hidrogen (H):** $1s^1$
- **Helium (He):** $1s^2$
- **Litium (Li):** $[\text{He}] 2s^1$ (atau $1s^2 2s^1$)
- **Natrium (Na):** $[\text{Ne}] 3s^1$ (atau $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$)
- **Oksigen (O):** $[\text{He}] 2s^2 2p^4$ (atau $1s^2 2s^2 2p^4$)

2 He Helium 4.00260
10 Ne Neon 20.1797
18 Ar Argon 39.948
36 Kr Krypton 83.80
54 Xe Xenon 131.29
86 Rn Radon 222.0176
118 Uuo Ununoctium



Konfigurasi Elektron dan Sifat Periodik

Konfigurasi elektron menjelaskan **tren periodik** seperti:

- **Energi ionisasi:** semakin tinggi jika elektron terluar sulit dilepaskan.
- **Keelektronegatifan:** meningkat seiring bertambahnya tarikan inti efektif.
- **Reaktivitas:** logam mudah melepaskan elektron, nonlogam mudah menarik elektron.

Konfigurasi Elektron pada Unsur Biologis Penting

Unsur	Konfigurasi Elektron	Fungsi Biologis
Fe	[Ar] 3d ⁶ 4s ²	Transport oksigen (hemoglobin)
Cu	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ¹	Reaksi redoks enzimatik
Zn	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ²	Kofaktor enzim
Mg	[Ne] 3s ²	Aktivator ATPase
Ca	[Ar] 4s ²	Transduksi sinyal dan kontraksi otot

Contoh:



$n = 3 = \text{periode } 3$

$3s^1 = \text{golongan I A (jumlah elektron = 1)}$

Jika diakhiri dgn subkulit s dan p: golongan utama (A)



$n = 4 = \text{periode } 4$

$4s^2 3d^1 = \text{golongan III B (jumlah elektron = 3)}$



$n = 5 = \text{periode } 5$

$5s^2 4d^7 = \text{golongan VIII B (jmlh elektron = 9} \rightarrow \text{Gol VIII B)}$

- Konfigurasi elektron unsur X sebagai berikut:



X Terletak pada: periode 4 ($4s^2$)

Golongan VB ($4s^2 3d^3$)

Ionisasi dan Konfigurasi Ion

Ketika atom kehilangan atau menerima elektron, konfigurasi elektronnya berubah.

Kation dari unsur golongan utama terbentuk karena **dikeluarkannya** satu atau lebih elektron dari kulit n terluar



Dalam pembentukan **anion** satu atau lebih elektron **ditambahkan** ke kulit n terluar yang terisi sebagian.



Semua anion juga mempunyai konfigurasi gas mulia yang stabil ($ns^2 np^6$) Ion terbentuk dengan **kulit luar stabil** (mirip gas mulia).

Hubungan Konfigurasi Elektron dengan Kimia Farmasi

a. Reaktivitas Unsur dalam Senyawa Obat

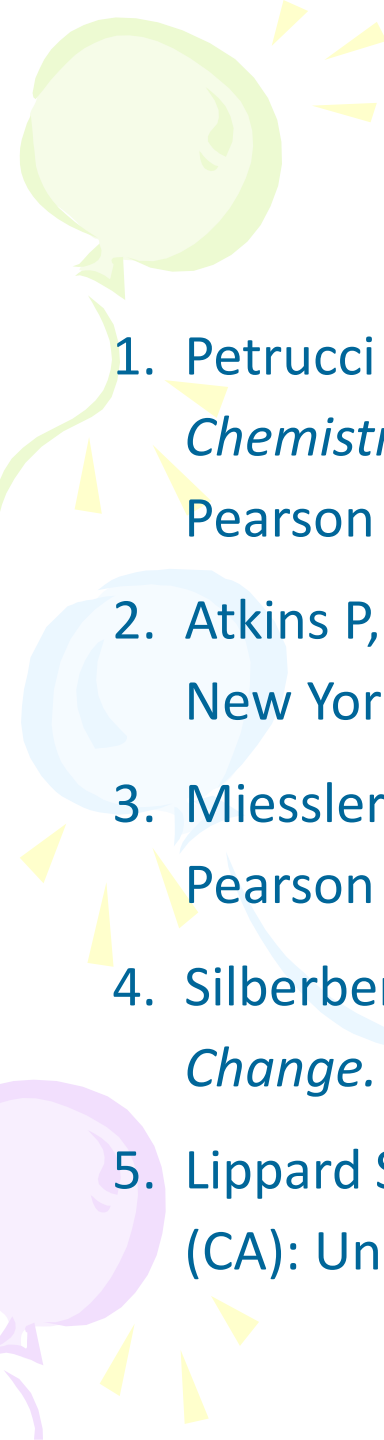
- Unsur dengan orbital d (Fe, Cu, Zn, Pt) berperan penting dalam **kompleksasi obat**.
- Contoh: **Cisplatin** ($\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$) – digunakan sebagai obat **antikanker**; aktivitasnya dipengaruhi oleh konfigurasi elektron Pt^{2+} ($[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^8$).

b. Ikatan Kimia dan Sifat Fisik Obat

- Keelektronegatifan (berdasarkan konfigurasi) menentukan **polaritas** dan **kelarutan** senyawa obat.
- Misal: Gugus -OH, -COOH lebih polar karena unsur O memiliki elektronegativitas tinggi.

c. Bioelektronik Unsur Logam dalam Enzim

- $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$, Cu^{2+} , Zn^{2+} terlibat dalam aktivitas katalitik enzim seperti sitokrom oksidase dan superoksida dismutase.
- Pemahaman konfigurasi elektron logam membantu memahami **mekanisme redoks biokimia**.



Referensi

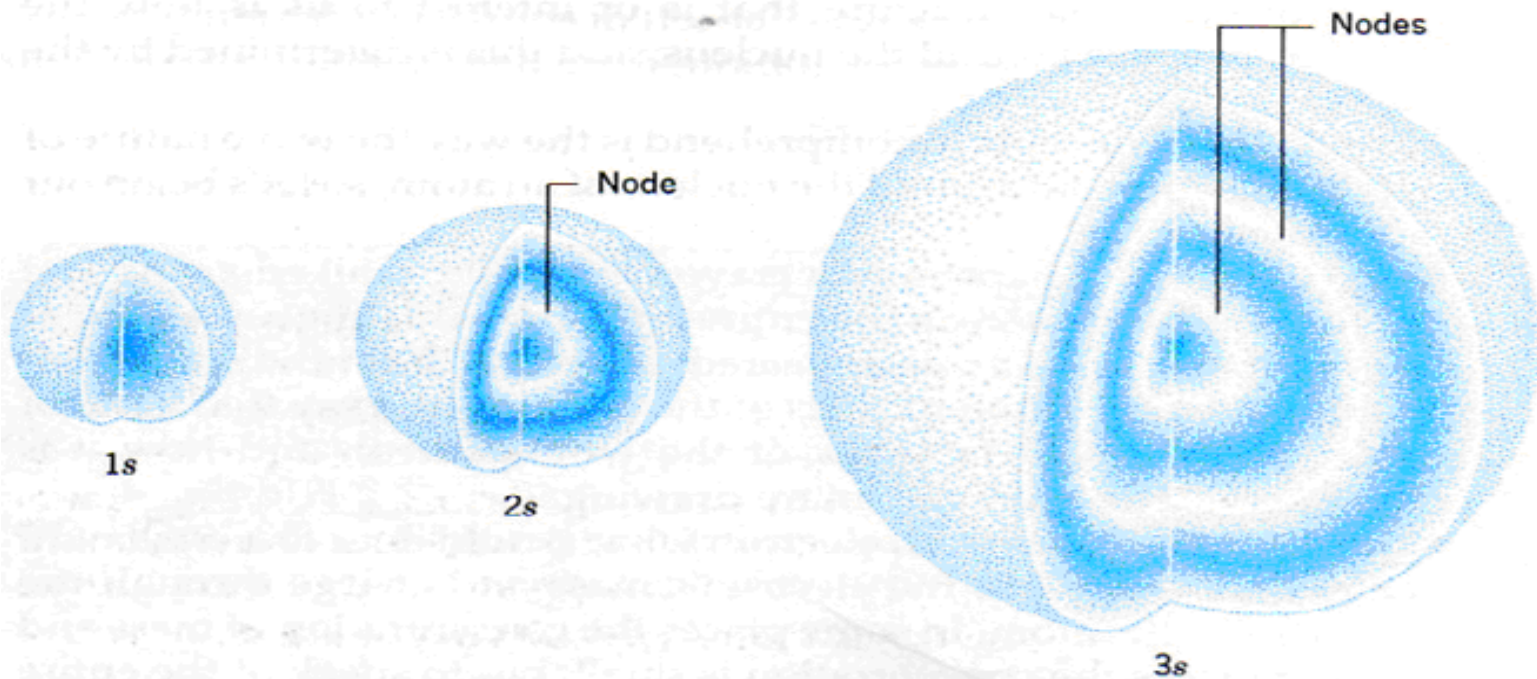
1. Petrucci RH, Herring FG, Madura JD, Bissonnette C. *General Chemistry: Principles and Modern Applications*. 11th ed. Boston: Pearson Education; 2017.
2. Atkins P, Jones L. *Chemical Principles: The Quest for Insight*. 8th ed. New York: Oxford University Press; 2020.
3. Miessler GL, Fischer PJ, Tarr DA. *Inorganic Chemistry*. 6th ed. Boston: Pearson Education; 2021.
4. Silberberg MS. *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change*. 9th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2021.
5. Lippard SJ, Berg JM. *Principles of Bioinorganic Chemistry*. Mill Valley (CA): University Science Books; 2020.



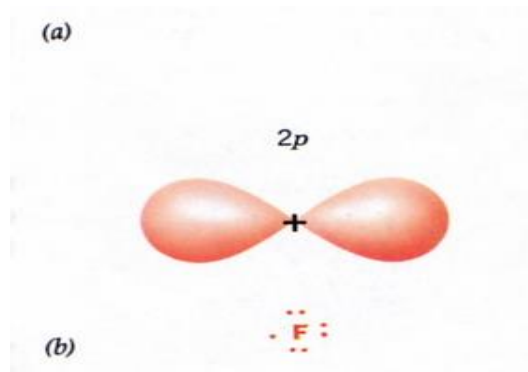
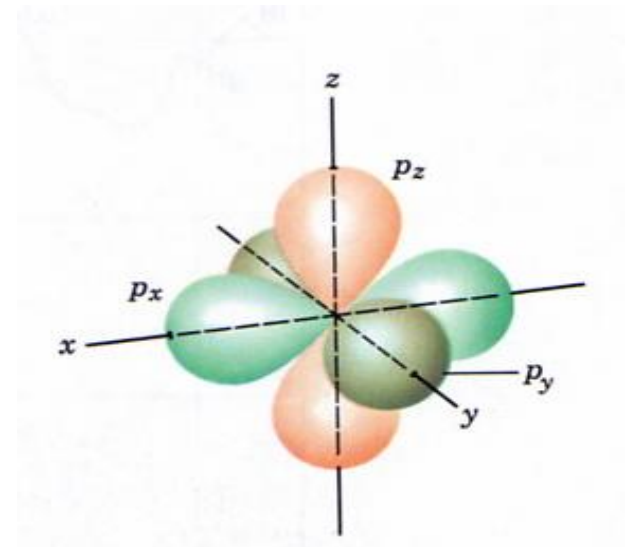
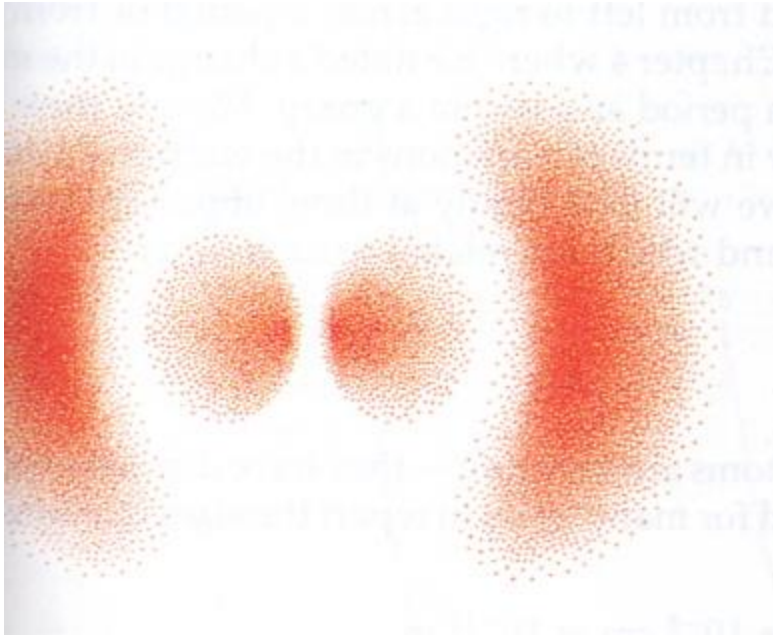
End of Slideshow

Bentuk orbital s

- Orbital s dengan energi tinggi berbeda
- Dari gambar di bawah ini memperlihatkan kepadatan elektron pada 1s, 2s dan 3s orbital
- makin besar nilai bilangan kuantum utama, makin besar ukuran orbital



Bentuk orbital p



Orbital d

$$3d_{x^2-y^2}$$

$$3d_{xy}$$

$$3d_{xz}$$

$$3d_{yz}$$

$$3d_z^2$$

