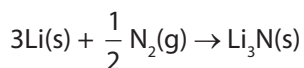


## Kimia Unsur (Bagian I)

### A. NITROGEN

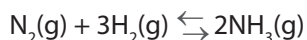
#### a. Keberadaan dan Sifat-sifat Nitrogen

Sekitar 78% komposisi udara adalah gas nitrogen, dengan rumus molekul  $N_2$ . Selain terdapat di alam dalam bentuk senyawa diatomik  $N_2$ , nitrogen juga dapat ditemukan dalam bentuk mineral, seperti pada sendawa ( $KNO_3$ ) dan sendawa Chili ( $NaNO_3$ ). Nitrogen adalah atom golongan VA dengan nomor atom 7 dan konfigurasi elektron  $1s^2 2s^2 2p^3$ . Ketiga elektron pada subkulit p digunakan untuk berikatan dengan sesama atom nitrogen membentuk ikatan rangkap tiga. Jarak ikatan rangkap tiga pada senyawa  $N_2$  sangat dekat, sehingga ikatan tersebut sangat kuat. Kekuatan ikatan tersebut menyebabkan gas  $N_2$  bersifat sangat stabil dan relatif tidak bereaksi dengan unsur-unsur lain pada suhu kamar. Hanya sedikit unsur yang dapat bereaksi dengan nitrogen pada suhu kamar, seperti logam litium yang membentuk litium nitrida.



Pada suhu tinggi, nitrogen dapat bereaksi dengan oksigen membentuk gas NO, dan juga dengan logam-logam lain seperti Mg dan Ca membentuk senyawa nitrida. Reaksi pembentukan gas NO dapat terjadi pada suhu  $1000^\circ\text{C}$  seperti pada kawah gunung berapi yang sedang meletus atau pada saat terjadinya kilat.

Reaksi nitrogen dengan hidrogen terjadi pada suhu sekitar 400–650°C dan tekanan tinggi membentuk amonia.



Reaksi tersebut digunakan secara komersial dalam proses Haber-Bosch untuk memperoleh amonia.

### b. Cara Memperoleh Nitrogen

Nitrogen dapat diperoleh di laboratorium antara lain melalui reaksi berikut:

- $3\text{CuO}(\text{s}) + 2\text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow 3\text{Cu}(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g})$  dengan pemanasan
- $\text{NaNO}_2(\text{s}) + \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g})$  dengan pemanasan

Dalam industri, nitrogen diperoleh dari distilasi bertingkat udara cair. Mula-mula, udara dibersihkan dari debu dan partikel-partikel padat lainnya, kemudian dialirkan ke dalam KOH atau NaOH untuk mengikat gas  $\text{CO}_2$  dan uap air. Udara kering yang bebas  $\text{CO}_2$  dimampatkan dalam ruangan dengan kompresor hingga mencapai tekanan 200 atm, sambil didinginkan di dalam ruang penukar panas. Udara dengan tekanan tinggi tersebut kemudian diekspansikan hingga tekanannya mencapai 20 atm dan mencair. Selanjutnya, udara tersebut dinaikkan suhunya secara bertahap hingga mencapai sedikit di atas suhu  $-196^\circ\text{C}$ . Pada suhu tersebut, gas nitrogen akan mendidih dan dipisahkan, kemudian dicairkan kembali pada botol Dewar (terbuat dari baja). Pada saat suhu mencapai  $-183^\circ\text{C}$  gas oksigen akan menguap dan dipisahkan tersendiri, kemudian dicairkan kembali dan diperoleh oksigen cair.

### c. Beberapa Senyawa Nitrogen

#### 1. Amonia

Amonia merupakan senyawa nitrogen dengan rumus molekul  $\text{NH}_3$  yang penting dalam industri. Amonia pada umumnya dimanfaatkan sebagai bahan baku, misalnya untuk membuat bahan peledak (nitrat, dinamit, azida), plastik (nitroselulosa, urea-formaldehida, melamin), industri kertas (amonium bisulfit), dan pupuk (amonium sulfat, urea, amonium nitrat). Pada suhu kamar, amonia merupakan gas yang tidak berwarna dan berbau menyengat, menyebabkan mual dan iritasi (mata pedih), dan mudah larut dalam air.

## 2. *Hidrazin*

Hidrazin merupakan senyawa hidrida nitrogen selain amonia dengan rumus molekul  $N_2H_2$ . Hidrazin merupakan senyawa tidak berwarna yang berwujud cair pada suhu kamar dan berbau seperti amonia. Senyawa ini merupakan reduktor kuat yang bereaksi dengan oksigen secara eksotermis dan bersifat basa yang dapat menarik proton membentuk ion  $N_2H_5^+$  dan  $N_2H_6^{2+}$ . Salah satu senyawa hidrazin adalah metilhidrazin  $(CH_3)_2N_2H_2$ . Campuran metilhidrazin dengan  $N_2O_4$  digunakan sebagai bahan bakar roket Titan (II). Hidrazin memegang peranan penting dalam industri polimer dan industri pestisida.

## 3. *Oksida nitrogen*

Nitrogen memiliki enam jenis senyawa oksida, yaitu dinitrogen oksida ( $N_2O$ ), nitrogen monoksida (NO), nitrogen trioksida ( $N_2O_3$ ), nitrogen dioksida ( $NO_2$ ), nitrogen tetraoksida ( $N_2O_4$ ), dan nitrogen(V) oksida ( $N_2O_5$ ).

Nitrogen(I) oksida merupakan gas tak berwarna berbau khas yang dapat merangsang saraf penyebab tertawa, sehingga dikenal sebagai gas gelak. Senyawa ini dimanfaatkan pada operasi pencabutan gigi karena memiliki efek anestesi sementara. Selain itu, senyawa ini juga dimanfaatkan sebagai penyempurnaan proses pembakaran bensin, yang dikenal sebagai gas nitro pada booster mobil, karena dapat terurai menjadi gas nitrogen dan gas oksigen pada pemanasan. Senyawa nitrogen(I) oksida dibuat dengan memanaskan amonium nitrat pada suhu  $170^\circ C$ .

Gas nitrogen oksida (NO) dihasilkan dari reaksi antara gas nitrogen dan gas oksigen oleh adanya bunga api listrik (kilat) di udara, serta pembakaran nitrogen oleh oksigen pada suhu tinggi pada mesin kendaraan atau tungku listrik atau tanur tinggi. Gas NO dapat membentuk *dimer* menjadi nitrogen tetraoksida ( $N_2O_4$ ) yang berwarna cokelat dalam reaksi reversibel. Gas  $N_2O$  dan gas NO adalah senyawa nitrogen yang bersifat indifferen, yaitu oksida yang tidak dapat bereaksi dengan air.

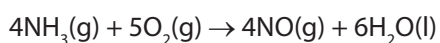
Senyawa  $NO_2$  adalah gas berwarna kuning cokelat yang tidak berbau, bersifat iritatif, dan beracun. Secara alamiah, gas ini terbentuk di atmosfer pada lapisan ozon sebagai hasil reaksi antara gas NO dan  $O_3$  (ozon). Gas ini juga dapat dihasilkan di laboratorium sebagai hasil reaksi antara logam tembaga dengan asam nitrat pekat. Senyawa ini adalah oksida asam yang dapat bereaksi dengan air membentuk asam nitrat dan asam nitrit.

Senyawa  $N_2O_3$  merupakan oksida nitrogen yang stabil pada suhu rendah yang dihasilkan dari reaksi antara NO dan  $NO_2$  pada suhu rendah. Senyawa ini merupakan cairan warna biru yang mudah terurai kembali menjadi NO dan  $NO_2$ .

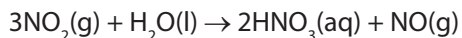
Senyawa  $N_2O_5$  merupakan zat padat tak berwarna yang dapat dibuat dari dehidrasi asam nitrat oleh fosfor pentoksida ( $P_2O_5$ ), dan dapat membentuk asam nitrat kembali jika bereaksi dengan air.

#### 4. Asam nitrat dan garam nitrat

Asam nitrat dan senyawa nitrat merupakan bahan industri yang penting. Asam nitrat dibuat dengan proses Ostwald dengan bahan baku amonia. Amonia yang dihasilkan dari proses Haber dioksidasi oleh oksigen untuk menghasilkan gas NO menurut reaksi berikut:



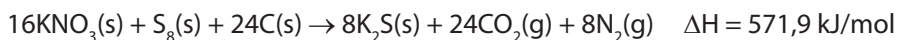
Gas NO kemudian bereaksi dengan gas oksigen membentuk gas  $NO_2$ . Selanjutnya, gas  $NO_2$  dialirkan ke dalam air untuk membentuk asam nitrat menurut reaksi berikut:



Gas NO yang terbentuk kemudian dialirkan kembali ke konverter oksigen untuk membentuk gas  $NO_2$  dan proses yang sama kemudian berulang hingga kadar asam nitrat semakin pekat.

Asam nitrat merupakan asam kuat dan bersifat oksidator kuat. Asam nitrat dapat bereaksi dengan beberapa logam mulia seperti Cu dan Pb. Hasil reduksi dari asam nitrat bergantung pada kepekatananya. Asam nitrat pekat akan menghasilkan gas  $NO_2$ , asam nitrat encer akan menghasilkan gas NO, dan asam nitrat yang sangat encer akan direduksi menjadi  $NH_4^+$ . Campuran 1 bagian volume asam nitrat pekat dengan 3 bagian volume HCl pekat dikenal sebagai air raja (*aqua regia*) yang dapat melarutkan emas dan platina.

Garam nitrat terutama  $KNO_3$  (sendawa) dikenal sebagai bahan peledak. Pada tahun 1245, Firar Roger Bacon membuat mesiu dari campuran sendawa dengan serbuk belerang dan serbuk karbon.



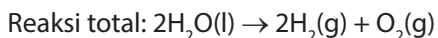
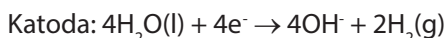
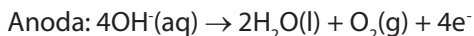
Ledakan yang timbul diakibatkan oleh pemuaian volume yang sangat besar dalam waktu yang sangat singkat karena terbentuknya gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{N}_2$ . Berbagai macam bahan peledak yang terbuat dari senyawa nitrat misalnya TNT (trinitrotoluena) dan amonium nitrat. Selain sebagai bahan peledak, senyawa nitrat banyak dimanfaatkan sebagai pupuk.

## B. OKSIGEN

Oksigen merupakan unsur utama penyusun kerak bumi. Sebanyak 46% massa kerak bumi merupakan oksigen. Selain itu, udara mengandung 21% volume oksigen, dan 90% massa air laut merupakan oksigen. Oksigen merupakan senyawa utama penyusun biomolekul pada makhluk hidup dan berperan penting dalam proses metabolisme katalitik dalam tubuh.

### a. Cara Memperoleh Oksigen

Secara komersial, oksigen dihasilkan dari distilasi bertingkat udara cair (seperti proses yang terjadi pada pembuatan nitrogen) dan elektrolisis larutan 10-25% KOH atau NaOH. Pada proses elektrolisis tersebut, reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Untuk memisahkan gas hidrogen dan gas oksigen yang terbentuk, ruang katoda dan anoda dipisahkan dengan diafragma dari asbes.

### b. Sifat Oksigen dan Beberapa Senyawa Oksigen

Oksigen pada suhu kamar merupakan gas tidak berbau dan tidak berwarna yang mendidih pada suhu  $-183^\circ\text{C}$  dan membeku pada suhu  $-219^\circ\text{C}$ . Oksigen dapat bereaksi dengan unsur logam dan nonlogam membentuk senyawa oksida. Senyawa oksida dapat digolongkan menjadi:

1. Oksida asam, yaitu senyawa oksida yang dalam air membentuk asam, yang pada umumnya merupakan oksida senyawa nonlogam seperti  $\text{NO}_2$  dan  $\text{SO}_3$ .
2. Oksida basa: yaitu senyawa oksida yang dalam air membentuk basa, yang pada umumnya merupakan oksida logam seperti  $\text{Na}_2\text{O}$  dan  $\text{CaO}$ .

3. Oksida amfoter: oksida yang dapat bersifat asam maupun basa, misalnya ZnO dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .
4. Peroksida: senyawa peroksida memiliki satu atom oksigen lebih banyak daripada senyawa oksidanya, yang jika bereaksi dengan air membentuk hidrogen peroksida.
5. Oksida netral (oksida indifferen): oksida yang tidak dapat bereaksi dengan air, seperti CO dan  $\text{N}_2\text{O}$ .

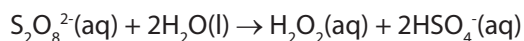
### c. Ozon dan Hidrogen Peroksida

Ozon merupakan alotropi dari oksigen dengan rumus molekul  $\text{O}_3$ . Ozon merupakan gas berwarna biru dan agak beracun yang terdapat pada atmosfer bumi bagian stratosfer, yaitu pada ketinggian sekitar 15–24 km. Di laboratorium, ozon dapat diperoleh dengan mengalirkan oksigen ke dalam tabung dengan tegangan listrik yang tinggi dan loncatan bunga api listrik. Ozon berperan dalam menyerap radiasi ultraviolet dari sinar matahari. Sinar UV dari matahari digunakan untuk mengubah  $\text{O}_2$  menjadi  $\text{O}_3$  dan sebaliknya. Lapisan ozon dapat dirusak oleh adanya gas NO dan radikal bebas klorin. Secara komersial, ozon digunakan pada proses pengolahan air minum kemasan untuk membunuh kuman. Pada proses pengolahan air limbah, ozon digunakan untuk menghilangkan bau tak sedap yang dihasilkan oleh limbah.

Hidrogen peroksida merupakan salah satu senyawa oksigen yang penting dalam air. Larutan hidrogen peroksida 3% dikenal dengan perhidrol yang digunakan sebagai antiseptik. Di laboratorium, hidrogen peroksida dihasilkan dari reaksi antara barium peroksida dan asam sulfat. Secara komersial, hidrogen peroksida dibuat dari elektrolisis larutan amonium sulfat yang diasamkan dengan asam pekat. Proses ini menghasilkan ion persulfat di anoda.



Persulfat tersebut kemudian didistilasi uap menghasilkan hidrogen peroksida.



### d. Pemanfaatan Oksigen

Gas oksigen dimanfaatkan untuk proses pengelasan, alat bantu pernapasan, dan industri bahan kimia. Ozon dimanfaatkan pada proses sterilisasi air minum kemasan dan pemutih.

Hidrogen peroksida dimanfaatkan sebagai oksidator bahan bakar roket sedangkan larutan perhidrol 3% digunakan sebagai antiseptik dan pemutih.

### **C. GAS MULIA**

Gas mulia dalam sistem periodik unsur terletak pada golongan VIIIA, terdiri atas helium (He), neon (Ne), argon (Ar), kripton (Kr), xenon (Xe), dan radon (Rn) yang bersifat radioaktif.

#### **a. Keberadaan Gas Mulia**

Kecuali radon, gas mulia terdapat di alam dalam keadaan bebas (atom tunggal) karena konfigurasi elektronnya yang duplet dan oktet. Argon merupakan gas mulia yang paling banyak terdapat di atmosfer bumi, dengan kadar sekitar 0,93%. Gas alam kadang-kadang mengandung helium dalam jumlah yang relatif banyak. Keberadaan helium pada gas alam diperkirakan berasal dari peluruhan radioaktif yang ada di dalam perut bumi. Radon terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit sebab berasal dari peluruhan batuan radioaktif dan waktu paruhnya pendek, yaitu sekitar 3,8 hari.

#### **b. Sifat-sifat Gas Mulia**

Secara umum, gas mulia merupakan unsur yang sangat stabil, yang sebelumnya dianggap tidak dapat bereaksi dengan senyawa dan unsur lain. Kestabilan gas mulia didukung oleh beberapa faktor, seperti:

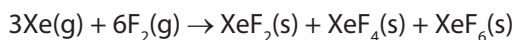
1. Konfigurasi elektron gas mulia memenuhi kaidah oktet dan duplet (helium). Konfigurasi elektron tersebut merupakan konfigurasi yang stabil karena semua elektron pada kulit terluar atom sudah berpasangan sehingga tidak memungkinkan membentuk ikatan kovalen dengan atom lain.
2. Energi ionisasinya yang sangat tinggi sehingga gas mulia sukar membentuk ion positif, yang artinya sukar membentuk senyawa secara ionik.
3. Afinitas elektron yang rendah menyebabkan gas mulia tidak dapat mengikat elektron untuk menjadi ion negatif sehingga tidak dapat membentuk senyawa ionik.

Pola kecenderungan perubahan sifat dari helium ke radon antara lain adalah:

1. Jari-jari atom yang semakin panjang sehingga semakin mudah membentuk dipol sesaat, yang mengakibatkan semakin besarnya gaya van der Waals.
2. Semakin kuatnya gaya van der Waals menyebabkan meningkatnya titik didih dan titik beku.
3. Semakin besarnya jari-jari atom menyebabkan energi ionisasi semakin mengecil.

### c. Senyawa Gas Mulia

Pada tahun 1962, seorang ahli kimia Kanada berhasil mendapatkan senyawa gas mulia pertama kali, yaitu XePtF<sub>6</sub>. Sejak saat itu, usaha untuk memperoleh senyawa gas mulia terus dilakukan. Beberapa waktu kemudian, peneliti dari Argonne National Laboratory berhasil mereaksikan Xe dengan gas fluorin pada suhu 400°C dan mendapatkan zat padat tak berwarna XeF<sub>4</sub>, XeF<sub>2</sub>, dan XeF<sub>6</sub> dari reaksi berikut:



Setelah itu, didapat tidak kurang dari 200 jenis senyawa gas mulia. Beberapa di antaranya adalah senyawa oksida dari Xe, seperti XeOF<sub>2</sub>, XeOF<sub>4</sub>, XeO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, dan XeO<sub>3</sub>. XeF<sub>2</sub>, XeF<sub>4</sub>, dan XeF<sub>6</sub> merupakan oksidator kuat yang dapat mengoksidasi H<sub>2</sub>O menghasilkan O<sub>2</sub>. XeO<sub>3</sub> merupakan zat padat putih yang mudah meledak dengan hanya sedikit ditekan atau digosok dengan daya ledak setara TNT.

Setelah penemuan senyawa xenon, sekarang sudah didapat pula senyawa-senyawa Kr dan Rn, misalnya KrF<sub>2</sub>. Akan tetapi, sampai saat ini senyawa helium, neon, dan argon belum dapat disintesis. Hal tersebut mungkin dikarenakan oleh tingginya energi ionisasi dari ketiga unsur tersebut.

### d. Pemanfaatan Gas Mulia

Beberapa gas mulia seperti Ne, Ar, Kr, dan Xe diperoleh dari hasil distilasi bertingkat udara cair. Akan tetapi, pada umumnya gas mulia diperoleh sebagai hasil tambahan pada proses pembuatan NH<sub>3</sub> (Proses Haber). Helium diperoleh sebagai hasil samping pengolahan gas alam.

Gas mulia dimanfaatkan antara lain untuk:

1. Helium digunakan sebagai pengisi balon udara karena massa jenisnya yang rendah dan stabil. Kestabilan dan kelarutannya dalam darah yang kecil membuat gas helium dimanfaatkan sebagai campuran gas oksigen pada tabung penyelam. Helium cair pada suhu 4 K digunakan sebagai pendingin untuk riset pada suhu rendah.
2. Neon digunakan untuk gas pengisi lampu dan memberikan warna merah yang terang. Lampu di bandara umumnya menggunakan neon sebagai pengisinya karena cahaya yang dihasilkan dapat menembus kabut.
3. Argon merupakan gas mulia yang paling banyak digunakan di Inggris, terutama untuk atmosfer pengelasan logam. Pada industri rancang-bangun yang memerlukan



presisi tinggi, misalnya pesawat terbang, diperlukan pengelasan logam yang bebas oksigen dan gas lainnya yang dapat bereaksi dengan logam sehingga digunakan argon sebagai atmosfernya.

4. Krypton dan xenon digunakan untuk mengisi lampu iklan yang berwarna-warni.
5. Campuran 10% Xe, 89% Ar, dan 1% F<sub>2</sub> digunakan sebagai lampu emisi untuk menghasilkan sinar laser.

## D. HALOGEN

Halogen merupakan unsur yang sangat reaktif. Unsur-unsur halogen terletak pada golongan VIIA atau golongan 17, yang terdiri atas fluorin (F), klorin (Cl), bromin (Br), iodin (I), dan astatin (At). Nama halogen berarti pembentuk garam, yang didasarkan oleh sejarah penemuan unsur-unsur halogen yang banyak terdapat dalam garam. Dalam tubuh manusia, halogen berperan dalam proses metabolisme tubuh. Klorin berperan dalam mengatur osmosis pada sel dan plasma darah sedangkan iodin terdapat dalam kelenjar gondok dalam bentuk hormon tiroksin. Ion fluorida diperlukan dalam pertumbuhan gigi anak dan mencegah kerusakan gigi.

### a. Keberadaan Halogen di Alam

Di alam, halogen tidak terdapat dalam keadaan bebas, tetapi dalam keadaan bersenyawa dengan bilangan oksidasi -1. Sumber utama halogen adalah air laut, yang mengandung natrium klorida (NaCl), bromida (Br<sup>-</sup>) dan iodida (I<sup>-</sup>). Fluorin terdapat sebagai batuan fluorspar (CaF<sub>2</sub>), kriolit (Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub>), dan fluorapatit (3Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Ca(FCI)<sub>2</sub>). Klorin terdapat sebagai klorida dalam air laut dan tambang garam. Bromin terdapat sebagai bromida dalam jumlah yang relatif lebih sedikit daripada klorida. Iodin terdapat sebagai iodida dalam air laut dan sebagai iodat (IO<sub>3</sub><sup>-</sup>) dalam garam Chili (NaIO<sub>3</sub>).

### b. Sifat-sifat Halogen

Dari konfigurasi elektron terakhirnya ( $ns^2 np^5$ ), unsur halogen merupakan unsur dengan valensi 7, yang artinya terdapat sebuah elektron yang belum berpasangan. Hal tersebut menyebabkan halogen bersifat sangat reaktif dan mudah membentuk ion halida (X<sup>-</sup>). Hampir semua senyawa halida, kecuali perak halida dan timbal(II) halida, mudah larut dalam air. Beberapa sifat fisik unsur-unsur halogen dalam satu golongan antara lain sebagai berikut:

1. Konfigurasi elektron unsur halogen menunjukkan bahwa ada satu elektron yang belum berpasangan. Elektron tersebut dapat membentuk pasangan elektron bersama dari masing-masing sebuah elektron pada subkulit *p*, sehingga halogen dalam keadaan bebas terdapat dalam bentuk diatomik (X<sub>2</sub>).

2. Titik didih dan titik leburnya semakin tinggi dari atas ke bawah dalam satu golongan, dikarenakan meningkatnya gaya van der Waals yang bekerja pada molekul-molekul halogen karena semakin besarnya ukuran molekul. Hal tersebut dapat diamati pada wujud halogen pada suhu kamar.  $F_2$  merupakan gas tidak berwarna,  $Cl_2$  merupakan gas berwarna kuning kehijauan,  $Br_2$  merupakan cairan merah-cokelat yang mudah menguap, dan  $I_2$  adalah padatan berwarna ungu kehitaman mengilap yang mudah menyublim.
3. Energi ionisasinya yang tinggi mengakibatkan unsur halogen sukar melepaskan elektron membentuk ion positif. Dari atas ke bawah dalam satu golongan, energi ionisasi semakin menurun karena meningkatnya ukuran jari-jari atom.
4. Afinitas elektronnya yang tinggi menyebabkan halogen sangat mudah menangkap elektron untuk membentuk ion negatif. Dari atas ke bawah dalam satu golongan, afinitas elektron golongan halogen cenderung semakin kecil.
5. Energi disosiasi X-X dalam satu golongan dari atas ke bawah menunjukkan penurunan dikarenakan jari-jari atom yang semakin besar sehingga gaya tarik inti terhadap pasangan elektron semakin lemah. Namun, terdapat penyimpangan pada energi disosiasi  $F_2$  yang lebih kecil daripada  $Cl_2$ . Hal tersebut dikarenakan ukuran  $F_2$  yang sangat kecil, sehingga kerapatan molekulnya sangat tinggi, yang memungkinkan semakin besarnya gaya tolak antarpasangan elektron bebas dari kedua atom pada  $F_2$ .
6. Semua halogen sukar larut dalam air dan mudah larut dalam pelarut nonpolar.  $I_2$  mudah larut dalam larutan KI karena membentuk senyawa kompleks  $KI_3$ .
7. Semua halogen memiliki nilai potensial reduksi berharga positif. Artinya, semua halogen merupakan oksidator. Kekuatan oksidator menurun dari atas ke bawah ( $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$ ).

### c. Pemanfaatan Halogen

- a. Gas fluorin jarang digunakan secara langsung karena sangat beracun. HF digunakan sebagai pengukir kaca karena dapat bereaksi dengan  $SiO_2$  (pembentuk kaca). Senyawa fluorokarbon digunakan sebagai bahan dasar polimer untuk teflon dan freon untuk cairan pendingin dan propelan.
- b. Klorin banyak digunakan untuk menyintesis senyawa-senyawa kimia, misalnya plastik. Senyawa klorin, terutama senyawa oksida, digunakan sebagai pemutih ( $NaClO$ ) dan disinfektan ( $Ca(ClO)_2$ ).
- c. Bromin banyak digunakan dalam sintesis senyawa-senyawa karbon, misalnya dietilbromida yang ditambahkan pada bensin untuk menangkap Pb dari TEL.
- d. Larutan iodin dalam alkohol digunakan sebagai antiseptik. Senyawa iodin ditambahkan ke dalam garam dapur untuk mencegah penyakit gondok.