



<http://jurnal.unimus.ac.id/index.php/JPKIMIA>

STUDI KASUS: KONSEP PENENTUAN BILANGAN OKSIDASI PADA BUKU PAKET KIMIA SMA/MA DI INDONESIA

Oleh : Rahmat Basuki¹

²Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

Article history	Abstract
Submission : 25.09.2017	Telah dilakukan penelitian mengenai studi kasus konsep penentuan bilangan oksidasi pada buku paket kimia SMA/MA di Indonesia. Objek kajian adalah 9 buku paket yang banyak dipakai di SMA/MA di Indonesia. Metode yang dipakai adalah deskriptif analisis dimana objek kajian akan dianalisis dan dibandingkan dengan teori yang ada. Hasil penelitian menunjukkan bahwa umumnya buku paket di Indonesia menggunakan pendekatan yang sama untuk menentukan bilangan oksidasi atom, yaitu dengan aturan-aturan penentuan bilangan oksidasi. Namun, tidak semua atom dalam senyawa dapat ditentukan bilangan oksidasinya menggunakan aturan-aturan tersebut. Senyawa-senyawa ini muncul pada soal latihan/uji kompetensi. Hal ini hanya dapat diselesaikan menggunakan pendekatan yang lebih fundamental. Konsep bilangan oksidasi sangat berkaitan dengan elektronegatifitas, ikatan kimia dan muatan formal. Keterkaitan antar konsep ini dan perbandingannya dengan objek kajian akan dibahas secara kritis dalam artikel ini.
Revised : -	
Accepted : 30.09.2017	
Keyword:	
Studi kasus; Konsep bilangan oksidasi; Buku paket kimia SMA/MA.	

Pendahuluan

Dalam sejarah kimia, salah satu hal yang menjadi perdebatan hebat adalah makna dari oksidasi. Dimulai pada tahun 1718, Georg Stahl, seorang kimiawan Jerman mempelajari tentang pembentukan logam dari oksidanya dengan memanaskan oksida tersebut dengan arang (karbon). Dia mengusulkan bahwa pembentukan logam disebabkan oleh absorpsi dari zat yang bernama “flogiston”. Menurut Stahl, proses sebaliknya yaitu membakar logam di atmosfer udara menjadi oksidanya merupakan pelepasan flogiston ke atmosfer.

Empat puluh tahun kemudian, kimiawan Perancis Louis-Bernard Guyton de Morveau melakukan percobaan secara hati-hati

dan menunjukkan bahwa selama pembakaran, massa logam yang dibakar meningkat. Namun, eksistensi flogiston tetap bertahan sampai seorang kimiawan, Antonie Lavoisier membuktikan bahwa flogiston konsep adalah keliru. Lavoisier mengusulkan bahwa pembakaran merupakan pengikatan oksigen (oksidasi) dan pembentukan logam dari oksidanya merupakan pelepasan oksigen (reduksi). konsep pengikatan dan pelepasan oksigen terbukti benar dan merupakan konsep redoks yang paling tua.

Tabel 1. Definisi Konsep Redoks

Oksidasi	Reduksi
Pengikatan oksigen	Pelepasan oksigen
Pelepasan hydrogen	Pengikatan hidrogen

***Corresponding Author:**

Nama : Rahmat Basuki
 Lembaga : program studi kimia, fakultas sains dan teknologi, universitas jambi
 Email : rhmtbsq@gmail.com

Pelepasan elektron	Penangkapan elektron
Peningkatan bilangan oksidasi (biloks)	Penurunan biloks

Buku-buku paket kimia SMA/MA saat ini selalu mencantumkan perkembangan konsep redoks dari yang paling tua menuju yang paling modern (Tabel 1). Kimia modern saat ini, baik di tingkat lanjut maupun dasar banyak menggunakan konsep yang paling modern, yaitu peningkatan-penurunan biloks, sehingga penentuan biloks sendiri menjadi penting.

Bab reaksi redoks dimana didalamnya memuat pencarian biloks, pertama kali diajarkan di SMA/MA kelas X setelah mereka mempelajari ikatan kimia, teori atom, dan tabel periodik unsur. Kebanyakan buku-buku paket kimia SMA/MA melakukan pendekatan yang berupa aturan-aturan penentuan biloks. Sehingga siswa tinggal mengikuti aturan tersebut untuk menentukan biloks. Namun, untuk senyawa tertentu seperti CH_3COOH , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, Fe_3O_4 dan lain lain, penentuan biloks melalui aturan-aturan yang disebutkan didalam buku menjadi sedikit rumit. Sehingga perlu dikaji sebenarnya apakah hakikat dari konsep bilangan oksidasi dan apa hubungannya dengan bab-bab sebelumnya. Artikel ini akan mengupas hakikat konsep bilangan oksidasi dan melakukan studi kasus tentang bagaimana buku-buku paket kimia di Indonesia menjelaskan konsep penentuan biloks.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif analitis yang dilakukan dengan cara mengamati sejumlah objek (buku-buku paket kimia SMA/MA), kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan teori yang ada. Data yang diperoleh adalah deskripsi mengenai lengkap/tidaknya teori di dalam objek kajian, sehingga dapat dijadikan saran/perbaikan buku. Objek kajian dalam penelitian ini adalah buku-buku paket kimia SMA/MA yang berupa BSE (Buku Sekolah Elektronik) dan buku-buku yang beredar di pasaran dan banyak dipakai sebagai acuan pembelajaran di SMA/MA di Indonesia. Objek kajian terdiri dari 9 buku paket dan diberi label A-I dengan identitas sebagai berikut (nama pengarang, tahun, penerbit):

Tabel 2. Objek Kajian Penelitian

Objek Kajian	Identitas buku
A	Setyawati, A.A. (2009). Pusbuk BSE
B	Permana, I. (2009). Pusbuk BSE
C	Sunarya, Y dan Setiabudi, A. (2009) pusbuk BSE
D	Utami, D. dkk., (2009). Pusbuk BSE
E	Harnanto, A. dan Ruminten. (2009). pusbuk BSE
F	Sudarmo, U. dan Sariwati, E. (2015). Erlangga
G	Purba. M. (2015). Erlangga
H	Muchtariadi. (2016). Yudhistira
I	Watoni, H., Kurniawati, D., dan Juniastri, M. (2016). Yrama Widya

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penentuan Bilangan Oksidasi

Pada buku-buku paket yang diteliti, penentuan biloks suatu atom unsur dilakukan dengan mengikuti aturan penentuan biloks. Aturan-aturan ini jumlah butir nomornya bervariasi, namun secara umum memiliki inti yang sama. Berikut ini rangkuman dari aturan-aturan penentuan biloks yang ada di buku-buku yang diteliti:

- (1) Biloks atom unsur bebas adalah nol;
- (2) Total biloks pada senyawa netral adalah nol;
- (3) Biloks ion monoatomik sama dengan muatan ionnya;
- (4) Total biloks ion poliatomik sama dengan muatan ionnya.
- (5) Bilangan oksidasi atom lain ditentukan sesuai aturan: biloks golongan IA dan IIA dalam senyawa adalah +1 dan +2; biloks atom oksigen dalam senyawa adalah -2 kecuali dalam peroksida (-1) dan

(6) superoksida (-1/2); biloks atom hidrogen dalam senyawa adalah +1, kecuali dalam hidrida (-1).

Disebutkan didalam buku beberapa contoh senyawa yang akan ditentukan biloksnya, misalnya penentuan biloks atom S pada senyawa H₂SO₄. Menggunakan aturan No.2 dan 5 biloks S dapat ditentukan dengan persamaan:

$$(2 \times \text{biloks H}) + (\text{biloks S}) + (4 \times \text{biloks O}) = 0$$

$$(2 \times +1) + (\text{biloks S}) + (4 \times -2) = 0$$

$$+2 + \text{biloks S} + (-8) = 0$$

$$\text{biloks S} = +6$$

Contoh senyawa lain yang dapat diselesaikan dengan aturan diatas adalah KMnO₄, NaCl, K₂Cr₂O₇, NO₃⁻, H₃PO₄, SO₃, dan lain-lain. Sejauh ini tidak ada masalah dalam penentuan biloks menggunakan aturan-aturan di atas.

Hubungan Bilangan Oksidasi dengan Ikatan Kimia dan Elektronegatifitas

Masalah mulai muncul ketika di beberapa buku disebutkan soal dengan senyawa yang penyelesaiannya tidak hanya menggunakan aturan-aturan yang disebutkan. Soal-soal ini memerlukan penyelesaian khusus dan berkaitan dengan konsep yang lain. Tabel 3 merangkum senyawa yang memerlukan penyelesaian khusus. senyawa-senyawa ini akan dibahas satu persatu dan ditentukan bilangan oksidasinya.

Tabel 3. Senyawa-Senyawa yang Memerlukan Penyelesaian Khusus

Sumber Buku	Senyawa
A	Ca(ClO ₃) ₂ ; C ₂ H ₆ ; CH ₃ Cl
B	S ₄ O ₆ ²⁻ ; NaH; PH ₃ ; PF ₃ ; N ₂ H ₄ ; POBr ₃ ; PH ₄ Br
C	H ₂ O ₂ ; NaH; KSCN; CH ₃ OH; ICl ₃ ; ClF ₃ ; C ₂ H ₄ ; C ₂ H ₆
D	Na ₂ B ₄ O ₇ ; H ₃ BO ₃ ; KO ₂ ; Na ₂ S ₂ O ₃
E	CaOCl ₂ ; XeF ₆ ; OF ₂ ; Na ₂ S ₂ O ₃ ; AlH ₃ ; Cl ₂ O ₇ ; N ₂ H ₄
F	Fe ₃ O ₄ ; BrF ₅
G	ICl ₄ ⁻ ; S ₂ O ₃ ²⁻
H	CH ₃ COOH; C ₂ H ₅ OH
I	BaO ₂ ; NaH; S ₄ O ₆ ²⁻ ; OF ₂

Secara terminologi bilangan oksidasi adalah sisa muatan dari suatu atom ketika semua semua ligan dihilangkan secara heterolitik, dimana elektron akan diberikan kepada atom yang lebih elektronegatif; ikatan homonuklir tidak berkontribusi terhadap biloks (Parkin, G., 2006). Dari pengertian diatas, konsep bilangan oksidasi sebenarnya sangat berkaitan dengan konsep elektronegatifitas dan ikatan kimia. Tabel 4. menunjukkan harga elektronegatifitas Pauling berbagai atom unsur. Secara umum, dalam satu periode elektronegatifitas dari kiri ke kanan semakin meningkat, dan dalam satu golongan dari atas ke bawah nilai elektronegatifitas semakin menurun.

Tabel 4. Harga Elektronegatifitas Pauling untuk Logam dan Non-logam (Mann, dkk., 2000).

1	2	12	13	14	15	16	17	18
H								He
2,30								4,160
0								
Li	Be		B	C	N	O	F	Ne
0,91	1,57		2,05	2,55	3,066	3,610	4,193	4,787
2	6		1	4				
Na	Mg		Al	Si	P	S	Cl	Ar
0,86	1,29		1,61	1,91	2,253	2,589	2,689	3,242
9	3		3	6				
K	Ca	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
0,73	1,03	1,58	1,75	1,99	2,211	2,424	2,685	2,966
4	4	8	6	4				
Rb	Sr	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
0,70	0,96	1,52	1,65	1,82	1,984	2,158	2,359	2,582
6	3	1	6	4				
Cs	Ba	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
0,65	0,88	1,76	1,78	1,85	(2,01	(2,19	(2,39	(2,60
9	1	5	9	4))))

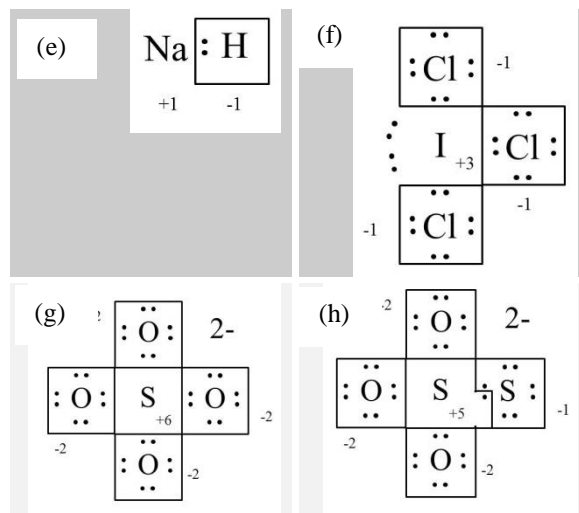
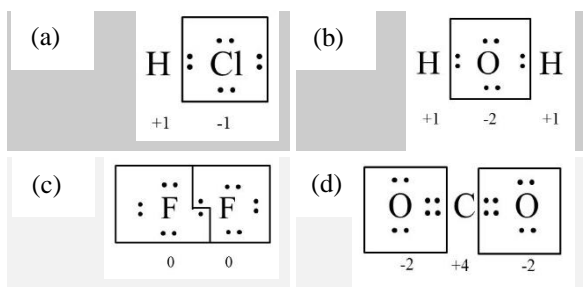
Dari pengertian tentang bilangan oksidasi diatas dapat diambil dua kesimpulan, pertama, biloks dapat ditentukan dari perbedaan harga elektronegatifitas. Perbedaan harga elektronegatifitas akan menentukan jenis ikatan kimianya. Jika perbedaan elektronegatifitas besar, maka senyawa cenderung bersifat ionik. Jika perbedaan elektronegatifitas kecil, maka cenderung kovalen. Besarnya karakter ionik dapat ditentukan dari perhitungan momen dipol (Miessler, dkk., 2014) dan besarnya karakter kovalen dapat ditentukan dengan aturan Fajans untuk menghitung polarisasi/densitas muatan suatu senyawa (Canham, J.R., dan Overton, T., 2010). Menurut perhitungan dengan dua

metode tersebut, tidak ada senyawa dengan karakter ionik/kovalen yang 100%, karena tidak ada batasan yang jelas mengenai senyawa dapat dikatakan berikatan secara ionik maupun kovalen. Suatu senyawa hanya dapat dikatakan memiliki karakter ionik/kovalen yang lebih besar. Dari uraian diatas, kesimpulan kedua adalah bilangan oksidasi hanya untuk senyawa dengan karakter ionik yang lebih besar (perbedaan elektronegatifitas besar). Hal ini menyebabkan putusanya ikatan secara heteronuklir, dimana elektron akan diberikan kepada atom yang lebih elektronegatif.

Penggunaan metode elektronegatifitas untuk beberapa senyawa yang umum disajikan pada Gambar 1. Penentuan bilangan oksidasi dengan metode ini perlu digambarkan struktur Lewis (*electron-dot*) senyawa tersebut. Walaupun elektron pada senyawa kovalen polar elektron tidak sepenuhnya digunakan bersama-sama, namun untuk memudahkan penghitungan biloks diasumsikan bahwa elektron yang memiliki elektronegatifitas lebih besar “memiliki” elektron yang digunakan bersama tersebut. Bilangan oksidasi merupakan sisa muatan karena pemutusan ikatan secara heteronuklir, dimana elektron akan diberikan kepada atom yang lebih elektronegatif. Sehingga, biloks dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Biloks} = \text{EV} - \text{Eht} \quad (1)$$

Dimana, EV merupakan elektron valensi atom, dan Eht merupakan elektron disekeliling atom setelah terjadi pemutusan secara heteronuklir dimana elektron akan “dimiliki” oleh atom yang lebih elektronegatif.



Gambar 1. Penentuan Bilangan Oksidasi Beberapa Senyawa yang Umum Menggunakan Metode Elektronegatifitas.

Gambar 1a. menunjukkan bahwa atom klorin memiliki elektronegatifitas yang lebih tinggi dari hidrogen (lihat Tabel 4), sehingga elektron dari hidrogen akan lebih tertarik ke klorin. Atom klorin dalam dalam senyawa hidrogen seolah-olah memiliki 1 elektron dari hidrogen, dan atom hidrogen seolah-olah kehilangan 1 elektron. Dari persamaan (1) dapat dihitung biloks H adalah $1 - 0 = +1$, dan biloks Cl adalah $7 - 8 = -1$. Cara yang sama digunakan untuk menghitung biloks tiap atom pada senyawa H₂O (Gambar 1b), F₂ (Gambar 1c), CO₂ (Gambar 1d), dan NaH (Gambar 1e).

Gambar 1c. menjelaskan mengapa atom pada unsur bebas seperti F₂, O₂, N₂, H₂, Cl₂, O₃, S₈, dan lain lain memiliki biloks nol. Atom F pada F₂ memiliki elektronegatifitas yang sama, sehingga pemutusan terjadi secara homonuklir, dimana elektron akan kembali ke masing-masing atom karena tarikan sama kuat. Dengan persamaan (1) biloks F dapat dihitung, $7 - 7 = 0$. Pada senyawa ICl₃ (Gambar 1f), klorin memiliki elektronegatifitas yang lebih besar dibandingkan iodin, sehingga 1 elektron dari iodin akan tertarik oleh masing-masing 1 atom klorin. Biloks ketiga atom Cl sama, yaitu $7 - 8 = -1$. Sedangkan I hanya tinggal memiliki 4 elektron, sehingga biloks I = $7 - 4 = +3$.

Penentuan biloks atom pada anion poliatomik seperti SO₄²⁻ dan S₂O₃²⁻ juga dapat dilakukan dengan metode yang sama.

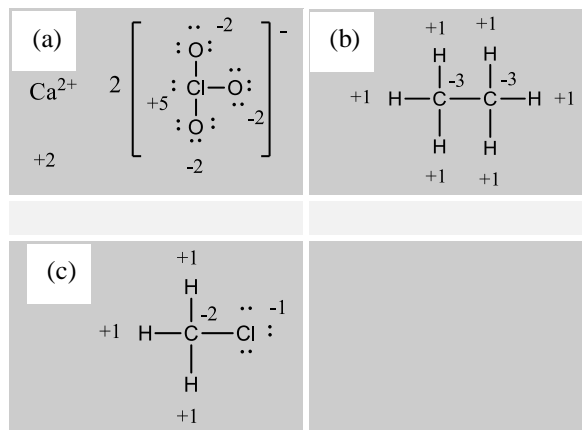
Misalnya pada anion SO_4^{2-} , atom oksigen memiliki elektronegatifitas yang lebih besar dibanding sulfur, sehingga elektron akan lebih tertarik ke oksigen. Keempat atom oksigen memiliki biloks yang sama yaitu -2. Sedangkan, atom pusat sulfur memiliki biloks $6 - 0 = +6$. Jika seluruh biloks dijumlahkan maka hasilnya akan sama dengan muatan anion, $4(-2) + (+6) = -2$.

Pada senyawa $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, jika kita menggunakan aturan penentuan biloks maka atom sulfur akan memiliki biloks yang sama, yaitu +4. Dari struktur Lewis anion $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, dapat dilihat bahwa kedua sulfur memiliki lingkungan yang berbeda, sehingga tidak dapat diterima jika kedua biloks sulfur memiliki biloks yang sama. Melalui pendekatan harga elektronegatifitas, penentuan biloks kedua atom sulfur dapat lebih diterima. Bilok S (pusat) hanya memiliki sisa 1 elektron karena berikatan dengan 3 atom oksigen yang memiliki elektronegatifitas lebih besar, dan 1 atom S (samping) dengan elektronegatifitas yang sama. Biloks atom S (pusat) adalah $6 - 1 = +5$, sedangkan biloks atom S (samping) adalah $6 - 7 = -1$. Kedua atom S memiliki jumlah biloks +8, namun bukan berarti keduanya sama-sama memiliki biloks +4. Biloks atom S memiliki nilai yang berbeda karena berdasarkan struktur Lewisnya kedua S memiliki lingkungan yang berbeda.

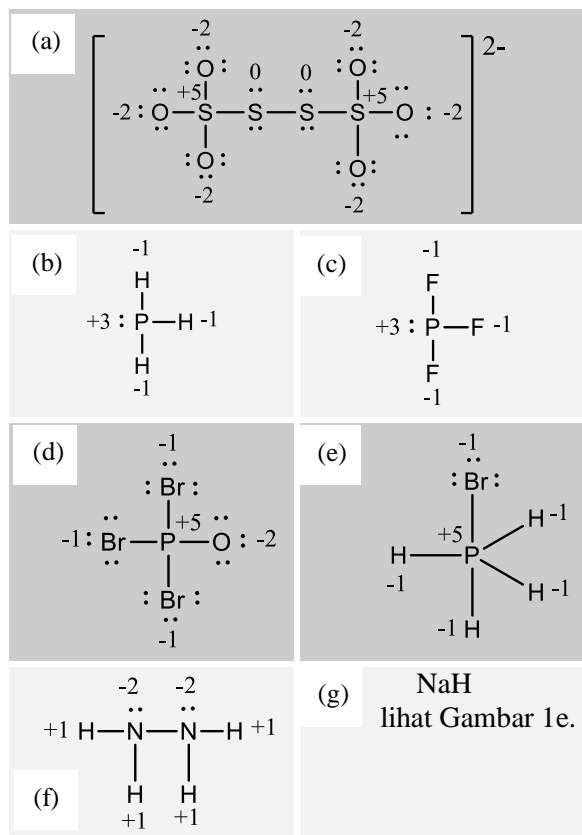
Menghafalkan “aturan penentuan biloks” tidak terlalu berguna dalam memahami konsep bilangan oksidasi. Karena terdapat banyak senyawa poliatomik lain yang tidak dapat diselesaikan dengan mengaplikasikan “aturan” tersebut. Disamping menghafalkan “aturan”, kita selalu dapat menentukan biloks atom dengan metode elektronegatifitas ini. Menggunakan metode ini, kita dapat memperkirakan bilangan oksidasi dua atom unsur yang sama dalam satu senyawa namun memiliki lingkungan yang berbeda. Menggunakan pendekatan elektronegatifitas, kita dapat menentukan bilangan oksidasi tiap atom dengan lingkungan masing-masing atom yang unik, sementara menggunakan “aturan” hanyalah memberikan biloks rata-rata tanpa memandang lingkungan dari atom.

Kesembilan buku paket yang menjadi objek kajian tidak menyediakan tambahan teori mengenai bagaimana penentuan biloks untuk

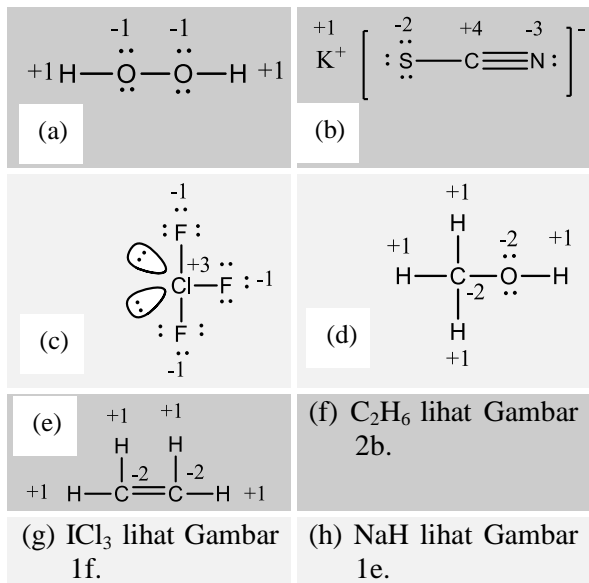
senyawa yang khusus seperti contoh diatas. Penambahan teori penentuan biloks berdasarkan elektronegatifitas dapat ditambahkan ke dalam aturan penentuan biloks untuk penyempurnaan aturan penentuan biloks yang dimuat dalam buku-buku paket tersebut. Nilai bilangan oksidasi masing-masing atom pada senyawa tertentu yang terdapat dalam buku-buku paket, ditampilkan pada Gambar 2. sampai Gambar 10. Struktur Lewis senyawa digambarkan dalam bentuk garis (-).



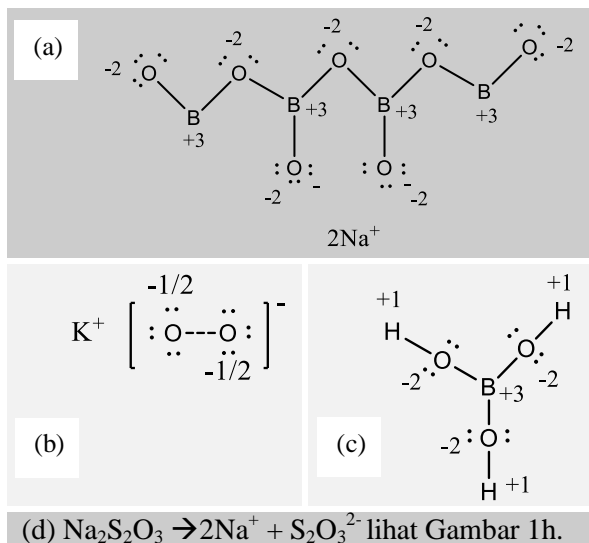
Gambar 2. Bilangan Oksidasi Berbagai Atom dalam Senyawa dalam Buku A.



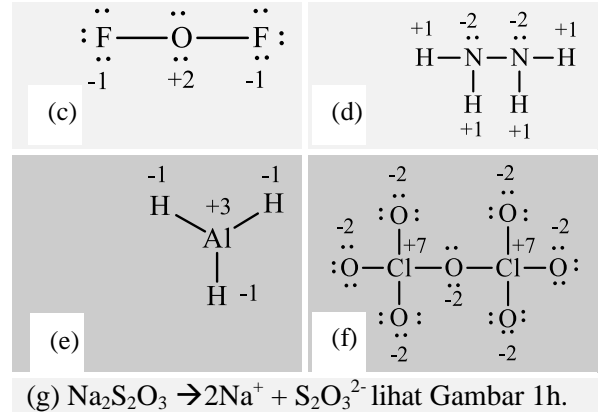
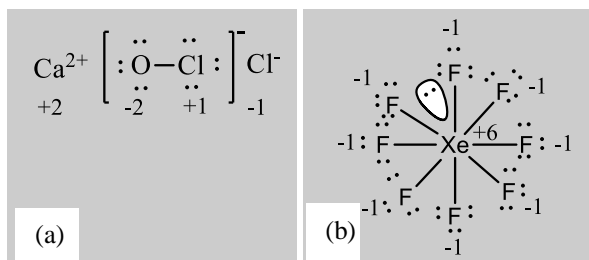
Gambar 3. Bilangan Oksidasi Berbagai Atom dalam Senyawa dalam Buku B.



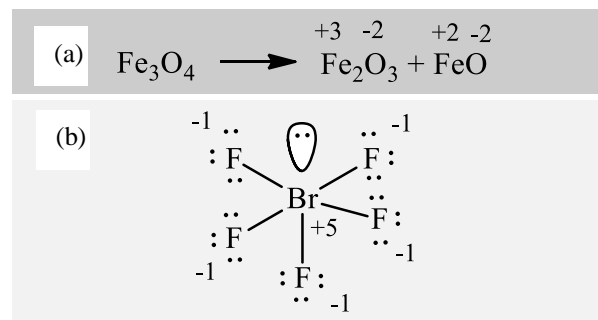
Gambar 4. Bilangan Oksidasi Berbagai Atom dalam Senyawa dalam Buku C.



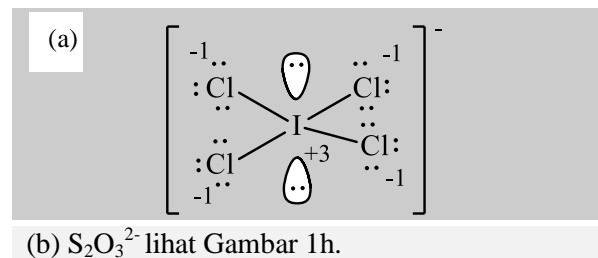
Gambar 5. Bilangan Oksidasi Berbagai Atom dalam Senyawa dalam Buku D.



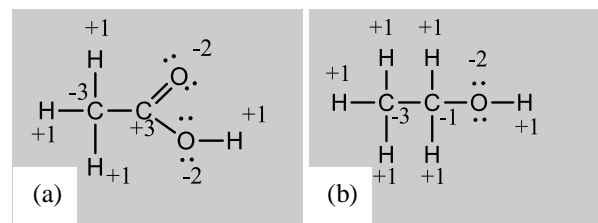
Gambar 6. Bilangan Oksidasi Berbagai Atom dalam Senyawa dalam Buku E.



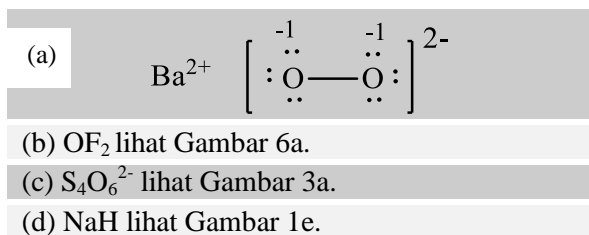
Gambar 7. Bilangan Oksidasi Berbagai Atom dalam Senyawa dalam Buku F.



Gambar 8. Bilangan Oksidasi Berbagai Atom dalam Senyawa dalam Buku G.



Gambar 9. Bilangan Oksidasi Berbagai Atom dalam Senyawa dalam Buku H.



Gambar 10. Bilangan Oksidasi Berbagai Atom dalam Senyawa dalam Buku I.

Bilangan Oksidasi dan Muatan Formal

Bilangan oksidasi merupakan salah satu cara untuk mengidentifikasi muatan yang terdapat dalam atom. Tipe muatan kedua yang biasa digunakan untuk menentukan muatan atom dalam molekul adalah muatan formal. Muatan formal dalam struktur Lewis adalah muatan yang terjadi jika elektron pada tiap ikatan kovalen terdistribusi merata antara 2 atom yang berikatan dimana setiap atom menerima 1 elektron (Pauling, L., 1960). Muatan formal didefinisikan sebagai muatan yang tersisa pada atom ketika semua ligan dihilangkan secara homolitik. Muatan formal (MF) dapat dihitung dengan persamaan:

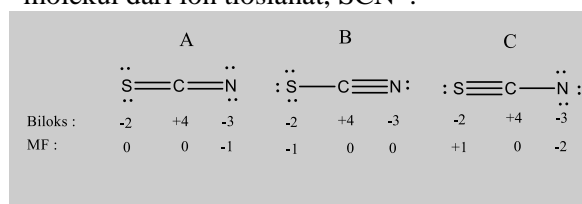
$$MF = EV - E_{hm} \tag{2}$$

Dimana, EV adalah elektron valensi atom, dan E_{hm} adalah elektron sekeliling atom ketika terjadi pemutusan secara homolitik.

Dari pengertian tentang muatan formal diatas, dapat disimpulkan bahwa antara dua atom yang berikatan diasumsikan tidak terdapat perbedaan elektronegatifitas sehingga ketika ikatan putus maka elektron akan dibagi rata, masing-masing atom mendapat 1 elektron. Konsep muatan formal dan bilangan oksidasi sangat berhubungan karena kedua konsep mencoba menentukan muatan suatu atom dalam molekul. karena perbedaan asumsi yang fundamental, dapat dikatakan bahwa bilangan oksidasi cocok diterapkan pada senyawa dengan karakter ionik yang lebih besar (perbedaan elektronegatifitas besar), sedangkan muatan formal cocok diterapkan pada senyawa dengan karakter kovalen yang lebih besar (perbedaan elektronegatifitas kecil). Hal ini menjawab pertanyaan mengapa senyawa organik yang umumnya berupa rantai C panjang hampir tidak pernah dijadikan soal untuk ditentukan bilangan oksidasinya. Dalam

beberapa buku paket masih relevan jika senyawa organik merupakan rantai C pendek, misalnya C₂H₆, CH₃COOH, CH₂OH, C₂H₅OH, dan lain-lain.

Perbedaan asumsi dasar antara bilangan oksidasi dan muatan formal ini menyebabkan konsekuensi penting: bilangan oksidasi bersifat bebas/ independen, tidak bergantung pada struktur molekul (struktur Lewis senyawa), sedangkan muatan formal nilainya berubah tergantung dari struktur Lewis senyawa. Karena karakteristik ini, muatan formal biasa digunakan untum mencari bentuk resonansi yang paling stabil. Berikut contoh penentuan resonansi dan bentuk molekul dari ion tiosianat, SCN⁻ :



Gambar 11. Bilangan oksidasi dan muatan formal dari resonansi ion tiosianat, SCN⁻.

Struktur resonansi yang paling stabil adalah yang memiliki muatan formal terkecil, yaitu A atau B. Karena atom nitrogen memiliki elektronegatifitas yang lebih besar dibandingkan sulfur, maka struktur A yang lebih stabil.

Tabel 5. Perbandingan Nilai Biloks, Muatan Formal (MF), dan Muatan Aktual Beberapa Atom Pusat untuk Beberapa Molekul Sederhana.

Molekul	Biloks	Muatan Aktual	MF
CH ₄	-4	-0,82	0
(CH ₃) ⁺	-2	0,35	+1
(CH ₃) ⁻	-4	-1,36	-1
NH ₃	-3	-1,05	0
NH ₄ ⁺	-3	-0,84	+1

Sumber: Sorensen, J.B., dkk., (2003)

Kedua nilai biloks dan muatan formal seringkali berbeda, hal ini membawa diskusi lebih jauh dalam berbagai literatur mengenai muatan “aktual” (muatan yang sebenarnya). Pertanyaan mendasar, apakah muatan aktual pada senyawa berikatan kovalen memiliki nilai yang lebih dekat dengan muatan formal? atau justru sebaliknya lebih dekat dengan nilai bilangan oksidasi? Untuk menjawab

pertanyaan ini secara teoritis dihitung muatan aktual untuk beberapa senyawa sederhana (Tabel 5). Hasilnya ternyata cukup memuaskan bahwa senyawa dengan karakter kovalen lebih besar memiliki muatan aktual yang lebih dekat dengan muatan formal.

Kedua konsep bilangan oksidasi merupakan konsep dasar yang penting diajarkan sejak dini. Pengenalan konsep dasar dan logika berfikir yang tepat akan membawa pemahaman yang lebih baik dibandingkan dengan hanya memberikan aturan-aturan baku, misalnya pada penentuan bilangan oksidasi.

Simpulan dan Saran

Simpulan

Konsep bilangan oksidasi merupakan konsep yang penting dalam kimia. Penentuan bilangan oksidasi pertama kali diajarkan di SMA/MA kelas X setelah materi tabel periodik unsur dan ikatan kimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengajaran konsep bilangan oksidasi yang ada di buku paket yang diteliti belum menggunakan dasar yang jelas. Pengajaran penentuan bilangan oksidasi hanya menggunakan “aturan-aturan” yang tidak berlaku umum dan konsep dasar penentuan bilangan oksidasi tidak diperkenalkan lebih jauh dalam semua buku paket yang diteliti.

Saran

Bilangan oksidasi dan muatan formal merupakan dua konsep mendasar yang berkaitan dengan elektronegatifitas dan ikatan kimia. Sehingga, pengajaran konsep ini perlu diperkenalkan dengan memberikan konsep dasarnya, yaitu elektronegatifitas. Untuk pengembangan buku paket kimia SMA/MA, perlu ditambahkan (mungkin sebagai aturan tambahan) konsep elektronegatifitas dalam penentuan bilangan oksidasi atom dalam molekul.

Daftar Pustaka

- Canham, J.R., dan Overton, T. (2010). *Descriptive inorganic chemistry fifth edition*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Miessler, G.L., Fischer, P.J., dan Tarr, D.A. (2014). *Inorganic chemistry fifth edition*. New York: Pearson Education, Inc.
- Harnanto, A., dan Ruminten. (2009). *Kimia 1: untuk SMA/MA kelas X*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Mann, J.B., Meek, T.L., dan Allen, L.C. (2000). Configuration energies of the main group elements. *Journal of the American Chemical Society*, 122 (12). 2780-2783.
- Muchtariadi. (2016). *Kimia 1 SMA kelas X (edisi revisi 2016)*. Jakarta: Yudhistira.
- Parkin, G. (2006). Valence, oxidation number, and formal charge: three related but fundamentally different concept. *Journal of Chemical Education*, 83(5), 791-799.
- Pauling, L., (1960). *The nature of the chemical bond 3rd edition*. New York: Cornell University Press.
- Permana, I. (2009). *Memahami kimia 1: SMA/MA untuk kelas X semester 1 dan 2*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Purba, M., (2015). *Kimia 1: untuk SMA/MA kelas X (kelompok peminatan matematika dan ilmu alam) K2013*. Jakarta: Erlangga.
- Setyawati, A.A. (2009). *Kimia mengkaji fenomena alam untuk kelas X SMA/MA*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Sorensen, J.B., Lewin, A.H., dan Bowen, J.P. (2003). An ab initio study of the electrostatic of protonated amines: application to the molecular mechanics (MM3) force field. *Journal of Molecular Structure (Theochem)*, 623 (2), 145-158.
- Sudarmo, U., dan Sariwati, E., (2015). *Buku siswa: kimia untuk SMA/MA kelas X*

(kelompok peminatan matematika dan ilmu alam) K2013. Jakarta: Erlangga.

Sunarya, Y. (2009). *Mudah dan aktif belajar kimia 1: untuk kelas X SMA/MA.* Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.

Utami, B., Saputro, A.N.C., Mahardiani, L., Yamtinah, S., dan Mulyani, B. (2009). *Kimia 1: untuk SMA/MA kelas X.* Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.

Watoni, H., Kurniawati, D., dan Juniastri, M. (2016). *Kimia untuk SMA/MA kelas X kelompok peminatan matematika dan ilmu-ilmu alam.* Bandung: Yrama Widya.