

BAB IV

HASIL PENGEMBANGAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan

Untuk SMA/MA Kelas X 



E-MODUL BERBASIS ETNOKIMIA REAKSI REDUKSI DAN OKSIDASI

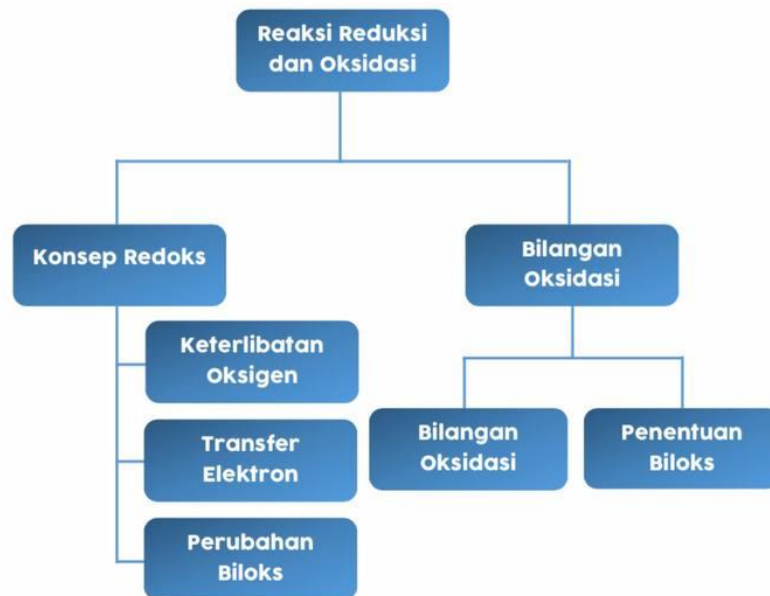


Disusun oleh:
Nursakila Hidayah

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
GLOSARIUM	ii
PETA KONSEP	iii
PENDAHULUAN	1
• Identitas E-modul	1
• Kompetensi Dasar	1
• Deskripsi Singkat Materi	1
• Pefunjuk Penggunaan E-modul	2
• Materi Pembelajaran	2
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	
PERKEMBANGAN KONSEP REAKSI REDOKS	3
• Tujuan Pembelajaran	3
• Uraian Materi	3
• Rangkuman	9
• Penugasan Mandiri	9
• Latihan Soal	9
• Wawasan Etnokimia	12
• Penilaian Diri	13
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	
ATURAN BILOKS DAN PENENTUAN BILOKS UNSUR	14
• Tujuan Pembelajaran	14
• Uraian Materi	14
• Rangkuman	17
• Penugasan Mandiri	17
• Latihan Soal	18
• Penilaian Diri	19
EVALUASI	21
DAFTAR PUSTAKA	24
KUNCI JAWABAN	25

PETA KONSEP



GLOSARIUM

Oksidasi	: Reaksi kimia dimana suatu zat kehilangan elektron atau meningkatkan bilangan oksidasi.
Reduksi	: Reaksi kimia dimana suatu zat menerima elektron atau menurunkan bilangan oksidasi.
Reaksi redoks	: Reaksi kimia dimana terjadi transfer elektron antara dua spesies kimia.
Oksidator	: Zat yang mengalami reduksi dalam suatu reaksi redoks karena menerima elektron dari zat lain.
Reduktor	: Zat yang mengalami oksidasi dalam suatu reaksi redoks karena kehilangan elektron ke zat lain.
Bilangan oksidasi	: Bilangan yang menunjukkan jumlah elektron yang dipindahkan atau digunakan oleh suatu unsur dalam suatu senyawa atau ion.

PENDAHULUAN

Identitas E-Modul

Mata Pelajaran : Kimia
Kelas : X
Judul E-modul : Reaksi Reduksi dan Oksidasi

Kompetensi Dasar

- 3.9 Mengidentifikasi reaksi reduksi dan oksidasi menggunakan konsep bilangan oksidasi unsur.
- 4.9 Menganalisis beberapa reaksi berdasarkan perubahan bilangan oksidasi.

Deskripsi Singkat Materi

Modul reaksi reduksi dan oksidasi ini memuat tentang perkembangan konsep reaksi oksidasi mulai dari konsep keterlibatan elektron, konsep transfer elektron dan konsep perubahan biloks. Banyak reaksi redoks tidak dapat dijelaskan hanya dengan menggunakan konsep keterlibatan elektron maupun transfer elektron karena memang dalam reaksi tersebut tidak secara jelas terlihat adanya pengikatan oksigen/pelepasan oksigen maupun penerimaan elektron/pelepasan elektron sehingga perlu dijelaskan dengan menggunakan konsep perubahan bilangan oksidasi. Bilangan oksidasi menggambarkan kemampuan suatu atom untuk melepaskan atau menerima elektron dalam suatu reaksi. Dalam modul ini juga dijelaskan pengertian oksidator, reduktor dan reaksi autoreduksi atau disproporsionasi.

Petunjuk Penggunaan E-modul

Agar modul dapat digunakan secara maksimal maka kalian diharapkan melakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pelajari dan pahami peta materi yang disajikan dalam e-modul ini.
2. Pelajari dan pahami tujuan yang tercantum dalam setiap kegiatan pembelajaran.
3. Pelajari uraian materi secara sistematis dan mendalam dalam setiap kegiatan pembelajaran.
4. Lakukan uji kompetensi di setiap akhir kegiatan pembelajaran untuk menguasai tingkat penguasaan materi.
5. Diskusikan dengan guru atau teman jika mengalami kesulitan dalam pemahaman materi. Lanjutkan pada modul berikutnya jika sudah mencapai ketuntasan yang diharapkan.

Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 2 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama : Perkembangan konsep reaksi reduksi dan oksidasi

Kedua : Aturan bilangan oksidasi dan penentuan bilangan oksidasi

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1
PERKEMBANGAN KONSEP REAKSI REDUKSI OKSIDASI**Tujuan Pembelajaran**

Setelah mempelajari e-modul kegiatan pembelajaran 1 ini kalian diharapkan mampu:

1. Mengidentifikasi perkembangan konsep reaksi reduksi oksidasi ditinjau dari keterlibatan elektron, transfer elektron dan perubahan bilangan oksidasi.
2. Mengidentifikasi zat yang bertindak sebagai oksidator atau reduktor.

Uraian Materi

Pernahkah kalian bermain petasan? Apa yang terjadi ketika petasan tersebut dibakar? Tentunya akan terjadi ledakan bukan? Petasan dikategorikan ke dalam jenis bahan peledak berdaya rendah. Logam Mg sebagai bahan bakar mengalami oksidasi, sedangkan KClO_4 mengalami reduksi. Jadi, reaksi redoks yang terjadi pada petasan tersebutlah yang menyebabkan ledakan ketika petasan dibakar.



Gambar 1. Petasan

E-MODUL REDOKS

Berbasis Etnokimia 

Oksigen bereaksi dengan banyak unsur membentuk senyawa yang disebut sebagai oksida. Semula pengertian oksidasi dihubungkan dengan reaksi unsur atau senyawa dengan oksigen, seiring dengan perkembangan kimia, istilah oksidasi dan reduksi juga dikembangkan dan disempurnakan.

Perkembangan konsep reaksi reduksi oksidasi dibagi menjadi 3, yaitu:

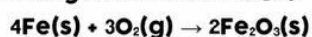
1. **Konsep reaksi redoks berdasarkan keterlibatan atom oksigen**

a. **Oksidasi**

Oksidasi adalah reaksi pengikatan oksigen oleh suatu unsur. Contoh reaksi oksidasi dalam kehidupan sehari-hari.

1) **Perkaratan logam besi**

Pada perkaratan besi terjadi antara logam besi dengan oksigen dari udara. Menurut reaksi, Fe mengalami oksidasi karena mengikat oksigen berubah Fe_2O_3



Proses perkaratan besi dapat dilihat pada video berikut.

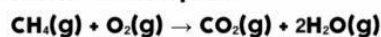


Sumber: https://youtu.be/h5iULi_Wx0



- 2) Pembakaran bahan bakar (misalnya gas metana, minyak tanah, LPG, solar).

Reaksi pembakaran gas metana (CH_4) akan menghasilkan gas karbon dioksida dan uap air.



Gambar 2. Pembakaran Gas LPG

- 3) Oksidasi glukosa dalam tubuh

Di dalam tubuh glukosa dioksidasi melalui peristiwa oksidasi (respirasi) akan dipecah menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti karbon dioksida dan air, menurut reaksi:



Dalam **konteks etnokimia**, kita dapat melihat penggunaan tumbuhan atau senyawa alami dalam mengatur atau mempengaruhi proses oksidasi glukosa di dalam tubuh. Salah satu contoh yang terkenal adalah penggunaan daun insulin oleh beberapa budaya untuk mengendalikan kadar glukosa darah.

- 4) Buah apel setelah dikupas akan berubah warna menjadi kecoklatan.



Gambar 3. Perubahan warna apel setelah dikupas



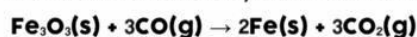
Coba kalian cari contoh peristiwa oksidasi dalam kehidupan sehari-hari yang lain!

b. Reduksi

Reduksi adalah peristiwa pelepasan oksigen dari suatu zat, jadi reduksi adalah kebalikan dari oksidasi.

Contoh reaksi reduksi, diantaranya:

- 1) Proses pengolahan besi melalui proses tanur tinggi pada pengolahan besi dari bijih besi (Fe_3O_3) digunakan karbokmonoksida, CO menurut reaksi.



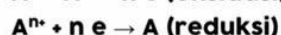
- 2) Reduksi kromium(III) oksida Cr_2O_3 oleh aluminium Al



2. Konsep Reaksi Redoks Berdasarkan Transfer Elektron

Ditinjau dari serah terima elektron, oksidasi adalah reaksi pelepasan elektron dan reaksi reduksi adalah reaksi penerimaan elektron. Reaksi reduksi dan reaksi oksidasi selalu terjadi bersama-sama. Artinya, ada zat yang melepas elektron atau mengalami oksidasi dan zat yang menerima elektron tersebut atau mengalami reduksi. Oleh karena itu, reaksi reduksi dan oksidasi disebut juga reduksi-oksidasi atau reaksi redoks.

Secara umum, reaksi redoks berdasarkan transfer elektron dapat digambarkan sebagai berikut.



(n = jumlah elektron yang dilepas/diterima)

Contoh:

Reaksi redoks pada peristiwa perkaratan besi dapat dijelaskan dengan reaksi berikut.



Pada reaksi tersebut, enam elektron dilepaskan oleh dua atom besi dan diterima oleh tiga atom oksigen membentuk senyawa Fe_2O_3 . Oleh karena itu, peristiwa oksidasi selalu disertai peristiwa reduksi. Pada setiap persamaan reaksi, massa dan muatan harus setara antara ruas kanan dan ruas kiri.

Wawasan etnokimia

Konsep reaksi redoks yang melibatkan transfer elektron, dapat diamati dalam beberapa contoh etnokimia, terutama dalam penggunaan senyawa alami dalam praktik tradisional atau pengobatan. Seperti halnya penggunaan akar bajakah tumbuhan khas Dayak ini berfungsi untuk meredakan peradangan, menguatkan sistem kekebalan tubuh, dan mempercepat penyembuhan yang memiliki senyawa antioksidan. Senyawa antioksidan alami dapat membantu melindungi tubuh dari kerusakan oksidatif. Senyawa-senyawa ini berfungsi dengan cara mentransfer elektron untuk menetralkan radikal bebas dan menghentikan reaksi berantai yang merusak sel.



Gambar 4. Akar Bajakah

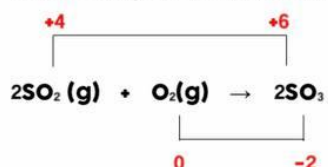
3. Konsep Reaksi Redoks Berdasarkan Konsep Bilangan Oksidasi

Ada beberapa reaksi redoks yang tidak dapat dijelaskan dengan konsep keterlibatan elektron maupun transfer elektron.

Contoh: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3$

Banyak reaksi redoks yang tidak dapat dijelaskan dengan konsep pengikatan oksigen maupun transfer elektron maka para pakar kimia mengembangkan konsep alternatif, yaitu perubahan bilangan oksidasi. Menurut konsep ini, jika dalam reaksi bilangan oksidasi atom meningkat maka atom tersebut mengalami oksidasi. Sebaliknya, jika bilangan oksidasinya turun maka atom tersebut mengalami reduksi.

Contoh untuk reaksi di atas dapat dituliskan bilangan oksidasinya sebagai berikut.



Berdasarkan diagram tersebut, dapat disimpulkan bahwa atom S mengalami kenaikan biloks dari +4 menjadi +6, peristiwa ini disebut oksidasi. Atom O mengalami penurunan biloks dari 0 menjadi -2, peristiwa ini disebut reduksi.

RANGKUMAN

- Konsep reaksi reduksi dan oksidasi dapat ditinjau dari tiga konsep, yaitu:
 - a. Keterlibatan oksigen
 - b. Transfer elektron
 - c. Perubahan bilangan oksidasi
- Reaksi reduksi dan oksidasi berlangsung bersamaan sehingga sering disebut reaksi redoks

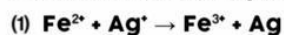
**Penugasan Mandiri**

Jawablah soal-soal berikut!

1. Apakah perbedaan antara konsep redoks berdasarkan pengikatan dan pelepasan oksigen dengan konsep redoks berdasarkan penyerahan dan penerimaan elektron? Jelaskan!
2. Berikanlah 3 (tiga) contoh reaksi reduksi dan reaksi oksidasi berdasarkan konsep serah terima elektron!
3. Melapisi cat pada besi dapat mencegah timbulnya karat. Mengapa demikian? Coba berikan alternatif lain yang dapat dilakukan untuk mencegah karat pada besi!

Latihan Soal

1. Perhatikan beberapa reaksi berikut.



Dari reaksi tersebut yang merupakan reaksi redoks adalah

- a. 1, 2, dan 3
- b. 1 dan 3

- c. 2 dan 4
 - d. 4
 - e. Semua benar
2. Di antara reaksi berikut, manakah yang bukan reaksi redoks
- a. $2\text{Ag} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{AgCl}$
 - b. $\text{SnCl}_2 + \text{I}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{SnCl}_4 + 2\text{HI}$
 - c. $\text{CuO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 - d. $2\text{CuO} + \text{CO} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 - e. $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$
3. Salah satu contoh reaksi reduksi adalah
- a. Pernapasan
 - b. Karat besi
 - c. Fotosintesis
 - d. Pembakaran
 - e. Perubahan warna cokelat pada irisan buah apel ketika dibiarkan di udara
4. Apabila suatu unsur melepas elektron, maka
- a. Bilangan oksidasinya akan turun
 - b. Unsur tersebut mengalami reduksi
 - c. Reaktivitasnya akan meningkat
 - d. Unsur tersebut mengalami oksidasi
 - e. Reaktivitasnya akan menurun
5. Pernyataan berikut yang benar berkaitan dengan reaksi reduksi adalah
- a. Reaksi melepaskan elektron
 - b. Reaksi menerima proton
 - c. Reaksi pelepasan oksigen
 - d. Reaksi penggabungan oksigen
 - e. Reaksi pelepasan hidrogen

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban anda dengan kunci jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah skor perolehan}}{\text{jumlah skor maksimum}} \times 100\%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 – 100% = **baik sekali**

80 – 90% = **baik**

70 – 79% = **cukup**

<70% = **kurang**

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. Jika masih di bawah 80%, anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1 terutama bagian yang belum dikuasai.

**Reaksi Oksidasi pada Tempoyak**

Tempoyak merupakan produk olahan daging buah durian yang dibuat dengan cara fermentasi spontan secara anaerob selama 3 - 7 hari. Umumnya pembuatan tempoyak dilakukan tanpa penambahan inokulum murni atau fermentasi secara spontan. Namun, tempoyak di Kalimantan mempunyai rasa yang lebih asam sehingga pembuatan tempoyak dilakukan dengan penambahan gula. Dalam fermentasi, gula dioksidasi menjadi alkohol dan CO_2 . Reaksi oksidasi inilah yang memberikan sumber energi bagi mikroorganisme untuk berkembang dan memproduksi produk akhir.



Gambar 1. Tempoyak

Reaksi oksidasi juga dapat terjadi pada beberapa tahap dalam produksi tempoyak, terutama selama persiapan bahan baku. Sebagai contoh, ketika kulit durian dipotong untuk mengambil daging buahnya, oksigen dari udara dapat masuk dan bereaksi dengan senyawa-senyawa dalam daging buah, menghasilkan senyawa volatil seperti asam lemak bebas dan ester, yang memberikan rasa dan aroma pada tempoyak.

Selain itu, reaksi oksidasi dapat terjadi selama penyimpanan tempoyak, terutama jika produk disimpan dalam kondisi yang tidak tepat, seperti terkena udara atau sinar matahari yang berlebihan. Ini dapat menyebabkan senyawa-senyawa dalam tempoyak mengalami oksidasi dan terurai, menghasilkan aroma dan rasa yang tidak diinginkan dan mempengaruhi kualitas produk akhir. Oleh karena itu, penyimpanan tempoyak yang tepat sangat penting untuk menjaga kualitas dan kestabilan produk.

E-MODUL REDOKS

Berbasis Etnokimia 



Penilaian Diri

Isilah pertanyaan pada tabel di bawah ini sesuai dengan yang kalian ketahui, berilah penilaian secara jujur, objektif, dan penuh tanggung jawab dengan memberi tanda pada kolom pilihan.

No.	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Apakah anda telah mampu membedakan konsep redoks ditinjau dari serah terima oksigen dan serah terima elektron?		
2.	Apakah anda telah mampu membedakan konsep reaksi redoks ditinjau dari serah terima elektron dan perubahan bilangan oksidasi?		
3.	Apakah anda telah mampu mendeskripsikan oksidator?		
4.	Apakah anda telah mampu mendeskripsikan reduktor?		
5.	Apakah anda telah mampu menuliskan contoh reaksi oksidasi dan reduksi dalam kehidupan sehari-hari?		

Catatan:

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran.

Bila semua jawaban "Ya", maka anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2
ATURAN BILOKS DAN PENENTUAN BILOKS UNSUR**Tujuan Pembelajaran**

Setelah mempelajari modul kegiatan pembelajaran 2 ini kalian diharapkan mampu mendeskripsikan ketentuan bilangan oksidasi, menentukan biloks atom suatu unsur dalam senyawa atau ion untuk menentukan reaksi reduksi dan oksidasi ditinjau dari perubahan bilangan oksidasi.

Uraian Materi

Bilangan oksidasi ialah muatan yang dimiliki suatu atom jika elektron diberikan kepada atom lain yang memiliki keelektronegatifan lebih besar.

1. Aturan menentukan bilangan oksidasi

Berdasarkan keelektronegatifan unsur, aturan menentukan bilangan oksidasi adalah:

a. Unsur bebas memiliki biloks = 0.

Contoh: Biloks N, H, dan Al berturut-turut dalam N_2 , H_2 , dan Al adalah 0.

b. Biloks unsur logam selalu bertanda positif.

Contoh: Golongan IIA (logam alkali, yaitu Li, Na, K, Rb, Cs) memiliki biloks +1. Golongan IIA (logam alkali tanah, yaitu Be, Mg, Ca, Sr, Ba) memiliki biloks +2

Beberapa unsur logam lainnya yaitu Ag = +1, Zn = +2, Al = +3.

c. Fluorin, unsur yang paling elektronegatif memiliki biloks -1 pada semua senyawanya.

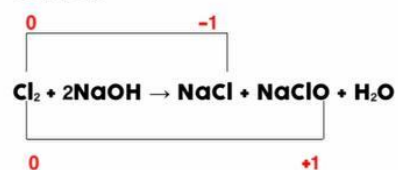
d. Biloks suatu unsur dalam ion tunggal sama dengan muatannya.

Contoh: Biloks Cu dalam Cu^{2+} = +2

3. Reaksi Autoreduks atau Disproporsionasi

Adakalanya dalam reaksi redoks satu zat yang mengalami reaksi reduksi, reaksi redoks yang demikian disebut autoreduks atau disproporsionasi.

Contoh:



Pada reaksi di atas, atom Cl mengalami kenaikan biloks dari 0 ke +1 dan juga atom Cl mengalami penurunan biloks dari 0 menjadi -1, sehingga dapat disimpulkan atom Cl pada molekul Cl_2 mengalami oksidasi dan sekaligus mengalami reduksi.

RANGKUMAN

- Bilangan oksidasi adalah harga yang menunjukkan kemampuan suatu atom untuk melepaskan atau menerima elektron dalam suatu reaksi
- Aturan Penentuan Bilangan Oksidasi:
 - a. Atom H dalam senyawa umumnya memiliki biloks = +1
 - b. Atom O dalam senyawa umumnya memiliki biloks = -2
 - c. Logam memiliki biloks positif, misalnya logam golongan IA harga biloksnya = +1
 - d. Atom bebas seperti : O₂, N₂, F₂, Mg, Zn memiliki biloks = 0
 - e. Jumlah biloks dalam senyawa = 0
 - f. Jumlah biloks dalam ion poliatomik, contoh PO₄³⁻ = muatannya = -3
 - g. Biloks ion tunggal, contoh Na⁺ = muatannya = +1
- Reaksi auto redoks atau disproporsionasi adalah reaksi redoks dimana satu zat mengalami oksidasi sekaligus mengalami reduksi.

**Penugasan Mandiri**

1. Tentukan bilangan oksidasi atom P dalam senyawa H₃PO₄.
2. Tentukan reduksi dan oksidasi pada reaksi berikut.
 - a. $2\text{Ag} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{AgCl}$
3. Tuliskan contoh reaksi autoreduksi dan tentukan perubahan bilangan oksidasinya!
4. Perhatikan reaksi yang terjadi pada petasan berikut.

$$3\text{KClO}_4 + 12\text{Mg} \rightarrow 3\text{KCl} + 12\text{MgO}$$
 Tentukan perubahan bilangan oksidasi pada reaksi tersebut!


 Latihan Soal

- Bilangan oksidasi oksigen tertinggi terdapat dalam ...
 - CaO
 - BaO₂
 - H₂O₃
 - KO₂
 - OF₂
- Bilangan oksidasi N dalam senyawa NH₄NO₃ adalah ...
 - 3
 - +1
 - +5
 - 3 dan +5
 - 4 dan +6
- Perhatikan persamaan reaksi berikut!

$$2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} \rightarrow 2\text{MnCl}_2 + 2\text{KCl} + 5\text{Cl}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$$
 Unsur yang mengalami perubahan bilangan oksidasi dalam reaksi tersebut adalah ...
 - K dan Cl
 - Mn dan O
 - O dan H
 - H dan Cl
 - Mn dan Cl
- Unsur mangan dapat membentuk banyak senyawa, di bawah ini senyawa mangan dengan bilangan oksidasi tertinggi adalah ...
 - MnO₂
 - KMnO₄
 - K₂MnO₄
 - MnO
 - MnCl₂
- Perhatikan persamaan reaksi berikut.

$$\text{H}_2\text{S} + \text{HNO}_2 \rightarrow \text{S} + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$$
 Zat yang bertindak sebagai oksidator adalah ...
 - H₂S
 - HNO₂
 - S
 - NO
 - H₂O

Pedoman Skor

Cocokkanlah jawaban anda dengan kunci jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah skor perolehan}}{\text{jumlah skor maksimum}} \times 100\%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 – 100% = **baik sekali**

80 – 90% = **baik**

70 – 79% = **cukup**

<70% = **kurang**

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. Jika masih di bawah 80%, anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1 terutama bagian yang belum dikuasai.

E-MODUL REDOKS

Berbasis Etnokimia 



Penilaian Diri

Isilah pertanyaan pada tabel di bawah ini sesuai dengan yang kalian ketahui, berilah penilaian secara jujur, objektif, dan penuh tanggung jawab dengan memberi tanda pada kolom pilihan.

No.	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Apakah anda telah mampu memahami aturan bilangan oksidasi?		
2.	Apakah anda telah mampu menentukan bilangan oksidasi atom dalam suatu senyawa?		
3.	Apakah anda telah mampu menentukan bilangan oksidasi atom dalam suatu ion?		
4.	Apakah anda telah mampu menentukan reaksi reduksi dan oksidasi berdasarkan perubahan bilangan oksidasi?		
5.	Apakah anda telah mampu mengidentifikasi reaksi autoreduksi/disproporsionasi?		

Catatan:

Bila ada jawaban “Tidak”, maka segera lakukan review pembelajaran. Bila semua jawaban “Ya”, maka anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

EVALUASI

1. Pada reaksi redoks, zat yang mengalami peristiwa oksidasi adalah zat yang...
 - a. Melepas oksigen
 - b. Menangkap elektron
 - c. Menyebabkan spesies lain teroksidasi
 - d. Melepas elektron
 - e. Bertindak sebagai oksidator
2. Dalam reaksi redoks berikut $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ senyawa yang mengalami oksidasi adalah...
 - a. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
 - b. Fe^{2+}
 - c. H^+
 - d. Cr^{3+}
 - e. H_2O
3. Dalam reaksi redoks berikut $\text{Cu} + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$ senyawa yang bertindak sebagai reduktor adalah...
 - a. Cu
 - b. AgNO_3
 - c. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
 - d. Ag
 - e. Semua senyawa di atas
4. Dalam reaksi redoks berikut $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$ unsur yang mengalami oksidasi adalah...
 - a. Mg
 - b. O_2
 - c. MgO
 - d. Semua unsur di atas
 - e. Tidak ada unsur yang mengalami oksidasi

5. Penggunaan senyawa alami dalam pengobatan tradisional seringkali melibatkan reaksi redoks. Salah satu contoh yang relevan adalah penggunaan senyawa antioksidan dalam tanaman, yang bertindak dengan cara?
 - a. Meningkatkan produksi radikal bebas dalam tubuh
 - b. Memperlambat reaksi redoks dalam tubuh
 - c. Meningkatkan oksidasi seluler
 - d. Menransfer elektron untuk melawan radikal bebas
 - e. Mempercepat reaksi redoks dalam tubuh

6. Manakah pernyataan di bawah ini yang menggambarkan reaksi redoks?
 - a. Reaksi antara asam klorida dan natrium hidroksida menghasilkan natrium klorida dan air.
 - b. Reaksi antara logam seng dengan asam sulfat menghasilkan gas hidrogen dan garam seng sulfat.
 - c. Reaksi antara karbon dioksida dan air menghasilkan asam karbonat.
 - d. Reaksi antara natrium klorida dan perak nitrat menghasilkan perak klorida dan natrium nitrat.
 - e. Reaksi antara natrium sulfat dan besi(III) sulfat menghasilkan besi(II) sulfat dan natrium sulfat.

7. Reaksi redoks mana yang digunakan untuk menghasilkan arang aktif?
 - a. Reduksi besi(III) oksida (Fe_2O_3) dengan gas hidrogen (H_2).
 - b. Oksidasi belerang dengan oksigen (O_2) untuk menghasilkan trioksida belerang (SO_3).
 - c. Reduksi bijih alumunium (Al_2O_3) dengan gas karbon (C).
 - d. Oksidasi karbon dengan gas oksigen (O_2) untuk menghasilkan karbon dioksida (CO_2).
 - e. Reduksi kalsium oksida (CaO) dengan gas hidrogen (H_2).

8. Apa yang dimaksud dengan reaksi oksidasi?
 - a. Reaksi yang melibatkan transfer elektron dari atom yang lebih elektronegatif ke atom yang lebih elektropositif.
 - b. Reaksi yang melibatkan penambahan oksigen ke suatu zat.
 - c. Reaksi yang melibatkan hilangnya elektron dari suatu zat.
 - d. Reaksi yang melibatkan pembentukan ikatan kovalen antara dua atom.
 - e. Reaksi yang melibatkan pembentukan senyawa baru dari dua atau lebih zat.

9. Apa yang dimaksud dengan bilangan oksidasi?
 - a. Jumlah elektron yang hilang atau diperoleh oleh suatu atom dalam reaksi redoks.
 - b. Jumlah elektron yang dimiliki oleh suatu atom dalam kulit valensi.
 - c. Jumlah proton yang dimiliki oleh suatu atom dalam inti atom.
 - d. Jumlah neutron yang dimiliki oleh suatu atom dalam inti atom.
 - e. Jumlah elektron yang dimiliki oleh suatu atom dalam seluruh kulit elektronnya.

10. Jika logam besi dibiarkan di udara, maka dapat terjadi reaksi:
 $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3$. Dalam hal ini, unsur besi merupakan ...
 - a. Zat yang teroksidasi
 - b. Zat yang tereduksi
 - c. Zat yang oksidasi
 - d. Zat yang mengalami reduksi
 - e. Zat yang reduksi

DAFTAR PUSTAKA

- Maulana, D. (2019).** *Modul Kimia SMA Kelas X Semester 2*. Depok: Gava Media.
- Mendera, I. Gede. (2020).** *Modul pembelajaran kimia SMA kelas X: Reaksi Reduksi dan Oksidasi*. Publisher: Direktorat Sekolah Menengah Atas, Dirjen PAUD, Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah.
- Sivamaruthi, B. S., Kesika, P., Chaiyasut, C., & Chaiyasut, C. (2019).** Microbial diversity during the fermentation of Tempoyak using different starter cultures. *Microorganisms*. doi:<https://doi.org/10.3390/microorganisms7070206>
- Sumaryanto, R. B. (2019).** *Modul Kimia Kelas X Semester 2*. Bandung: Yudhistira.
- Winny Erfisa, N. A. (2022).** *Kajian Literatur Pembuatan Produk Olahan Tempoyak (Durian Fermentasi) (Vol. 7)*. JURNAL ILMIAH MAHASISWA PERTANIAN.

KUNCI JAWABAN DAN PEMBAHASAN 1

No.	Kunci Jawaban	Pembahasan
1.	B	<p>Reaksi yang merupakan reaksi redoks adalah 1 dan 3</p> <p>(1) $\text{Fe}^{2+} + \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Ag}$ Oksidasi: $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{e}$ Reduksi: $\text{Ag}^+ \rightarrow \text{e Ag}$</p> <p>(3) $\text{Cu}^{2+} + \text{Zn} \rightarrow \text{Cu} + \text{Zn}^{2+}$ Oksidasi: $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}$ Reduksi: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e} \rightarrow \text{Cu}$</p>
2.	C	<p>Reaksi yang bukan merupakan reaksi redoks adalah $\text{CuO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ karena dalam reaksi tersebut tidak terdapat perpindahan elektron.</p>
3.	C	<ul style="list-style-type: none"> • Pernapasan: memerlukan oksigen (oksidasi) • Karat besi: mengikat oksigen (oksidasi) • Fotosintesis: menghasilkan oksigen (reduksi) • Pembakaran: memerlukan oksigen (oksidasi) • Perubahan warna cokelat pada irisan buah apel ketika dibiarkan di udara karena terjadi oksidasi oleh oksigen dari udara.
4.	D	<p>Reaksi pelepasan elektron dari suatu unsur disebut reaksi oksidasi.</p>
5.	C	<p>Reaksi reduksi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pelepasan oksigen dari suatu senyawa • Penangkapan elektron oleh suatu zat • Penurunan bilangan oksidasi suatu unsur

KUNCI JAWABAN DAN PEMBAHASAN 2

No.	Kunci Jawaban	Pembahasan
1.	E	Biloks O - Dalam CaO = -2 - BaO ₂ = -1 - H ₂ O ₂ = -1 - Dalam KO ₂ = $-\frac{1}{2}$ - Dalam OF ₂ = +2
2.	D	Senyawa NH₄NO₃ → NH₄⁺ + NO₃⁻ biloks N dalam NH₄⁺ = biloks N + (4 × 1) = +1 biloks N = 1 - 4 = -3 biloks N dalam NO₃⁻ = biloks N + (3 × (-2)) = -1 biloks N = (-1) + 6 = +5
3.	E	2KMnO₄ + 16HCl → 2MnCl₂ + 2KCl + 5Cl₂ + 8H₂O Unsur yang mengalami perubahan biloks adalah Mn dari +7 menjadi +2 (reduksi) dan Cl dari -1 menjadi 0 (oksidasi).
4.	C	K₂MnO₄ 2 x biloks K + biloks Mn + 4 x biloks O = 0 2 (+1) + biloks Mn + 4 (-2) = 0 +2 + biloks Mn - 8 = 0 biloks Mn - 6 = 0 biloks Mn = +6
5.	B	H₂S + HNO₂ → S + NO + H₂O Biloks N dalam HNO₂ biloks H + 1 + biloks N + 2 x biloks O = 0 +1 + biloks N + 2 (-2) = 0 biloks N - 3 = 0 biloks N = +3 Biloks N dalam NO = +2 Bilangan oksidasi N turun dari + 3 ke +2 (mengalami reduksi, disebut oksidator)

KUNCI JAWABAN EVALUASI

No. Soal	Kunci Jawaban
1	D
2	B
3	A
4	A
5	D
6	B
7	D
8	C
9	A
10	A

Untuk SMA/MA Kelas X 

REDOKS

Materi Redoks merupakan salah satu topik penting dalam pembelajaran Kimia kelas X. Redoks sendiri merupakan singkatan dari "reduksi-oksidasi", yang mengacu pada proses reaksi kimia di mana elektron dipindahkan dari satu atom ke atom lain. Pemahaman yang baik tentang materi redoks sangat penting bagi siswa kelas X, karena topik ini membentuk dasar penting dalam pembelajaran Kimia yang lebih lanjut.

E-modul ini dirancang khusus untuk membantu siswa kelas X dalam memahami Materi Redoks secara mendalam. E-modul ini mencakup topik-topik penting seperti definisi redoks, penyeimbangan reaksi redoks, elektrokimia, dan banyak lagi. Selain itu, buku ini dilengkapi dengan latihan soal dan pembahasan yang dapat membantu siswa untuk menguasai materi redoks dengan lebih mudah.



1. Validitas Bahan Ajar E-modul Berbasis Etnokimia Materi Redoks Berorientasi pada Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik

Validitas merupakan ukuran sejauh mana bahan ajar dapat digunakan dan relevan dalam mencapai tujuan pembelajaran. Validitas bahan ajar e-modul dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Hasil Validasi Ahli Materi

No.	Aspek	Analisis	Validator		ΣRata-rata
			Validator Dosen	Validator Guru	
1.	Kualitas Isi	S	16	18	34
		N	24	24	48
		P	67%	75%	71%
		Kriteria	Valid	Sangat Valid	Valid
2.	Penyajian	S	10	11	21
		N	16	16	32
		P	62%	69%	66%
		Kriteria	Valid	Valid	Valid
3.	Bahasa	S	20	20	20
		N	20	20	20
		P	100%	100%	100%
		Kriteria	Sangat Valid	Sangat Valid	Sangat Valid
Rata-rata Persentase					79%
Kriteria					Sangat Valid

Sumber Data: Diolah dari hasil angket penilaian validasi ahli materi E-modul Berbasis Etnokimia Materi Redoks Berorientasi pada Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik

Keterangan:

P = Persentase Validitas

S = Jumlah skor yang diperoleh

N = Jumlah skor ideal maksimum

Tabel 4.2 Hasil Validasi Ahli Media

No.	Aspek	Analisis	Validator		Σ Rata-rata
			Validator Dosen	Validator Guru	
1.	Tampilan	S	18	17	35
		N	20	20	40
		P	90%	85%	88%
		Kriteria	Sangat Valid	Sangat Valid	Sangat Valid
2.	Konsistensi	S	12	10	22
		N	12	12	24
		P	100%	83%	92%
		Kriteria	Sangat Valid	Sangat Valid	Sangat Valid
3.	Penggunaan Huruf	S	12	9	21
		N	12	12	24
		P	90%	85%	88%
		Kriteria	Sangat Valid	Sangat Valid	Sangat Valid
4.	Kriteria Fisik	S	18	17	35
		N	20	20	40
		P	100%	83%	88%
		Kriteria	Sangat Valid	Sangat Valid	Sangat Valid

Sumber Data: Diolah dari hasil angket penilaian validasi ahli media E-modul Berbasis Etnokimia Materi Redoks Berorientasi pada Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik.

Keterangan:

P = Persentase Validitas

S = Jumlah skor yang diperoleh

N = Jumlah skor ideal maksimum

2. Respon Peserta Didik Mengenai Bahan Ajar E-modul Berbasis Etnokimia pada Materi Redoks

Hasil respon peserta didik mengenai bahan ajar e-modul berbasis etnokimia pada materi redoks dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Hasil Angket Respon Peserta Didik

No.	Aspek	Analisis	Skor Total
1.	Materi	S	241
		N	276
		P	87%
		Kriteria	Sangat Menarik
2.	Penyajian	S	304
		N	368
		P	83%
		Kriteria	Sangat Menarik
3.	Etnokimia dan Literasi Sains	S	231
		N	276
		P	84%
		Kriteria	Sangat Menarik
4.	Bahasa	S	247
		N	276
		P	89%
		Kriteria	Sangat Menarik
Rata-rata Persentase			86%
Kriteria			Sangat Valid

Sumber Data: Diolah dari hasil angket respon peserta didik E-modul Berbasis Etnokimia Materi Redoks Berorientasi pada Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik.

Keterangan:

P = Persentase Validitas

S = Jumlah skor yang diperoleh

N = Jumlah skor ideal maksimum

B. Pembahasan

1. Validitas Bahan Ajar E-modul Berbasis Etnokimia Materi Redoks Beorientasi pada Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik

a. Hasil Validasi Ahli Materi

Validator untuk ahli materi dilakukan oleh Bapak Alvian Ikhsanul Fatya, S.Pd., M.Si. selaku dosen Tadris Kimia Universitas Islam Negeri Antasari Banjarmasin dan Ibu Herliani, S.Pd. selaku guru kimia di SMA Negeri 1 Cempaga.

Aspek yang dinilai oleh validator meliputi kualitas isi, penyajian, bahasa. Hasil validasi materi dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Berdasarkan Tabel 4.1 hasil validasi ahli materi terhadap e-modul berbasis etnokimia materi redoks berorientasi pada kemampuan literasi sains peserta didik menunjukkan nilai rata-rata sebesar 79% dengan kriteria “Sangat Valid”. Pada aspek kualitas isi memiliki nilai rata-rata 71% dengan kriteria “Valid”, menurut kedua validator kelengkapan materi pembelajaran sudah sesuai dengan kompetensi dasar, konsep dan definisi berdasarkan tujuan pembelajaran sudah akurat, data dan fakta dalam e-modul sudah sesuai, serta soal-soal evaluasi dalam e-modul dengan indikator literasi sains sudah sesuai.

Kedua validator sependapat bahwa etnokimia dalam materi yang disajikan masih bisa diperkaya lagi. Etnokimia dapat melibatkan peserta didik dalam penelitian dan eksplorasi, etnokimia juga dapat digunakan sebagai pendekatan untuk mengajarkan konsep-konsep dalam materi redoks secara lebih nyata dan kontekstual. Pada aspek penyajian memiliki nilai rata-rata lebih rendah dari kedua aspek yaitu 66% dengan kriteria “Valid”. Susunan materi dalam e-modul sudah sistematis serta pengantar pada tiap materi konsisten dan efektif. Isi e-modul baik dari aspek pengetahuan maupun keterampilan disajikan dalam bahasa Indonesia yang sesuai ejaan dan mudah dipahami. Hal tersebut dibuktikan pada aspek bahasa memiliki nilai rata-rata tertinggi yaitu 100% dengan kriteria “Sangat Valid”. Menurut kedua validator ketepatan struktur kalimat yang digunakan dalam e-modul sudah bagus, bahasa yang digunakan dalam e-modul mudah dipahami, dan ketepatan bahasa dan tata ejaan sudah sangat bagus.

Validitas yang tinggi dan memenuhi kriteria “Sangat Valid” menunjukkan bahwa e-modul dapat diandalkan sebagai sumber belajar yang efektif. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Zakiyah & Sudarmin, (2022) e-modul dengan pendekatan etnosains dianggap membantu peserta didik dalam pemahaman materi yang dipelajari, dari penelitian tersebut diperoleh validitas e-modul sebesar 86,43% dengan kriteria “Sangat Valid”. Berdasarkan hasil validasi, e-modul yang dikembangkan dinyatakan layak digunakan karena beberapa keunggulannya seperti memiliki karakteristik berupa ukuran file yang kecil, mudah dibawa, dan memungkinkan peserta didik untuk belajar secara mandiri. Hal ini sesuai dengan pendapat Deviana & Sulistyani (2021) bahwa e-modul bersifat *self instructional* artinya, peserta didik dapat melakukan pembelajaran sesuai dengan kemampuan dan gaya belajar individual yang dapat diakses melalui platform IT.

Data kualitatif diperoleh dari lembar komentar/saran validator yang selanjutnya dilakukan perbaikan. Adapun komentar/saran dan tindak lanjut yang dilakukan yakni:

a) Penambahan etnokimia pada konsep redoks

Perlunya penambahan etnokimia pada konsep redoks agar dapat memperkaya pemahaman tentang bagaimana interaksi antara budaya dengan pelajaran kimia terutama dalam proses redoks yang terkait, sehingga mampu memberikan wawasan yang lebih komprehensif tentang hubungan kompleks antara faktor sosial, budaya, dan lingkungan dengan reaksi redoks. Demikian pula, dengan melibatkan etnokimia, peserta didik dapat memahami dampak sosial dan ekologis

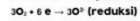
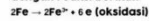
dari reaksi redoks dalam konteks yang lebih luas. Penambahan etnokimia pada konsep redoks bisa dilihat pada Gambar 4.1.

E-MODUL REDOKS

Berbasis Etnokimia

Contoh:

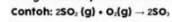
Reaksi redoks pada peristiwa perkaratan besi dapat dijelaskan dengan reaksi berikut.



Pada reaksi tersebut, enam elektron dilepaskan oleh dua atom besi dan diterima oleh tiga atom oksigen membentuk senyawa Fe_2O_3 . Oleh karena itu, peristiwa oksidasi selalu disertai peristiwa reduksi. Pada setiap persamaan reaksi, massa dan muatan harus setara antara ruas kanan dan ruas kiri.

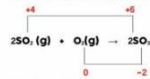
3. Konsep Reaksi Redoks Berdasarkan Konsep Bilangan Oksidasi

Ada beberapa reaksi redoks yang tidak dapat dijelaskan dengan konsep keterlibatan elektron maupun transfer elektron.



Banyak reaksi redoks yang tidak dapat dijelaskan dengan konsep pengikatan oksigen maupun transfer elektron maka para pakar kimia mengembangkan konsep alternatif, yaitu perubahan bilangan oksidasi. Menurut konsep ini, jika dalam reaksi bilangan oksidasi atom meningkat maka atom tersebut mengalami oksidasi. Sebaliknya, jika bilangan oksidasinya turun maka atom tersebut mengalami reduksi.

Contoh untuk reaksi di atas dapat dituliskan bilangan oksidasinya sebagai berikut.



Berdasarkan diagram tersebut, dapat disimpulkan bahwa atom S mengalami kenaikan biloks dari +4 menjadi +6, peristiwa ini disebut oksidasi. Atom O mengalami penurunan biloks dari 0 menjadi -2, peristiwa ini disebut reduksi.

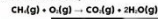
Untuk Siswa SMA/MA Kelas X

7

E-MODUL REDOKS

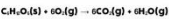
Berbasis Etnokimia

- 2) Pembakaran bahan bakar (misalnya gas metana, minyak tanah, LPG, solar).
Reaksi pembakaran gas metana (CH_4) akan menghasilkan gas karbon dioksida dan uap air.



Gambar 2. Pembakaran Gas LPG

- 3) Oksidasi glukosa dalam tubuh
Di dalam tubuh glukosa dioksidasi melalui peristiwa oksidasi (respirasi) akan dipecah menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti karbon dioksida dan air, menurut reaksi:



- 4) Buah apel setelah dikupas akan berubah warna menjadi kecoklatan.



Gambar 3. Buah apel yang dibelah dan berubah menjadi kecoklatan setelah beberapa saat

Untuk Siswa SMA/MA Kelas X

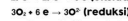
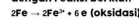
5

E-MODUL REDOKS

Berbasis Etnokimia

Contoh:

Reaksi redoks pada peristiwa perkaratan besi dapat dijelaskan dengan reaksi berikut.



Pada reaksi tersebut, enam elektron dilepaskan oleh dua atom besi dan diterima oleh tiga atom oksigen membentuk senyawa Fe_2O_3 . Oleh karena itu, peristiwa oksidasi selalu disertai peristiwa reduksi. Pada setiap persamaan reaksi, massa dan muatan harus setara antara ruas kanan dan ruas kiri.

Wawasan etnokimia

Konsep reaksi redoks yang melibatkan transfer elektron, dapat diamati dalam beberapa contoh etnokimia, terutama dalam penggunaan senyawa alami dalam praktik tradisional atau pengobatan. Seperti halnya penggunaan akar bajakah tumbuhan khas Dayak ini berfungsi untuk meredakan peradangan, menguatkan sistem kekebalan tubuh, dan mempercepat penyembuhan yang memiliki senyawa antioksidan. Senyawa antioksidan alami dapat membantu melindungi tubuh dari kerusakan oksidatif. Senyawa-senyawa ini berfungsi dengan cara mentransfer elektron untuk menetralkan radikal bebas dan menghentikan reaksi berantai yang merusak sel.



Gambar 4. Akar Bajakah

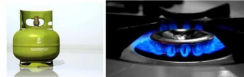
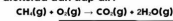
Untuk Siswa SMA/MA Kelas X

7

E-MODUL REDOKS

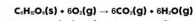
Berbasis Etnokimia

- 2) Pembakaran bahan bakar (misalnya gas metana, minyak tanah, LPG, solar).
Reaksi pembakaran gas metana (CH_4) akan menghasilkan gas karbon dioksida dan uap air.



Gambar 2. Pembakaran Gas LPG

- 3) Oksidasi glukosa dalam tubuh
Di dalam tubuh glukosa dioksidasi melalui peristiwa oksidasi (respirasi) akan dipecah menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti karbon dioksida dan air, menurut reaksi:



Dalam konteks etnokimia, kita dapat melihat penggunaan tumbuhan atau senyawa alami dalam mengatur atau mempengaruhi proses oksidasi glukosa di dalam tubuh. Salah satu contoh yang terkenal adalah penggunaan daun insulin oleh beberapa budaya untuk mengendalikan kadar glukosa darah.

- 4) Buah apel setelah dikupas akan berubah warna menjadi kecoklatan.



Gambar 3. Perubahan warna apel setelah dikupas

Untuk Siswa SMA/MA Kelas X

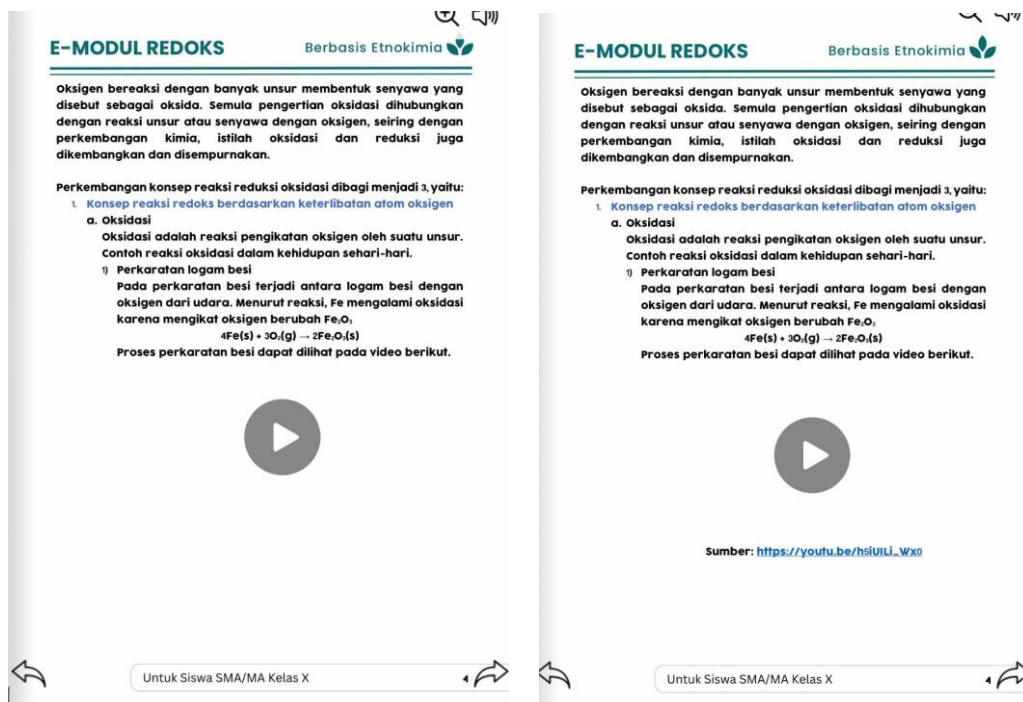
5

Gambar 4.1 Penambahan etnokimia pada konsep redoks
(a) sebelum; (b) sesudah

Pada Gambar 4.1 dapat dilihat perbedaan antara sebelum perbaikan dan setelah dilakukan perbaikan. Konsep redoks sebelum perbaikan belum memuat etnokimia, setelah dilakukan perbaikan ditambahkan etnokimia dalam sub materi konsep reaksi redoks berdasarkan transfer elektron. Etnokimia yang diangkat dalam materi ini yaitu penggunaan akar bajakah untuk meredakan peradangan, menguatkan sistem kekebalan tubuh, dan mempercepat penyembuhan. Terdapat konsep reaksi redoks dalam akar bajakah yaitu senyawa antioksidan yang berfungsi dengan cara mentransfer elektron untuk menetralkan radikal bebas. Kemudian etnokimia yang digunakan dalam konsep redoks berdasarkan keterlibatan atom oksigen yaitu penggunaan daun insulin untuk mengendalikan kadar glukosa dalam tubuh.

b) Penambahan sumber pada video pembelajaran

Penambahan sumber pada video pembelajaran bertujuan agar dapat memberikan keakuratan dan kedalaman informasi kepada peserta didik. Dengan menyediakan sumber yang dapat diverifikasi, seperti situs web terpercaya, peserta didik dapat mengakses informasi tambahan, menggali lebih dalam topik yang dibahas, dan memverifikasi kebenaran isi video tersebut. Sumber yang tercantum juga dapat membantu peserta didik untuk memperluas pemahamannya. Dengan demikian, penambahan sumber pada video pembelajaran dapat meningkatkan kualitas konten dan memperkuat kepercayaan penonton terhadap informasi yang disajikan. Penambahan sumber pada video pembelajaran bisa dilihat pada Gambar 4.2.



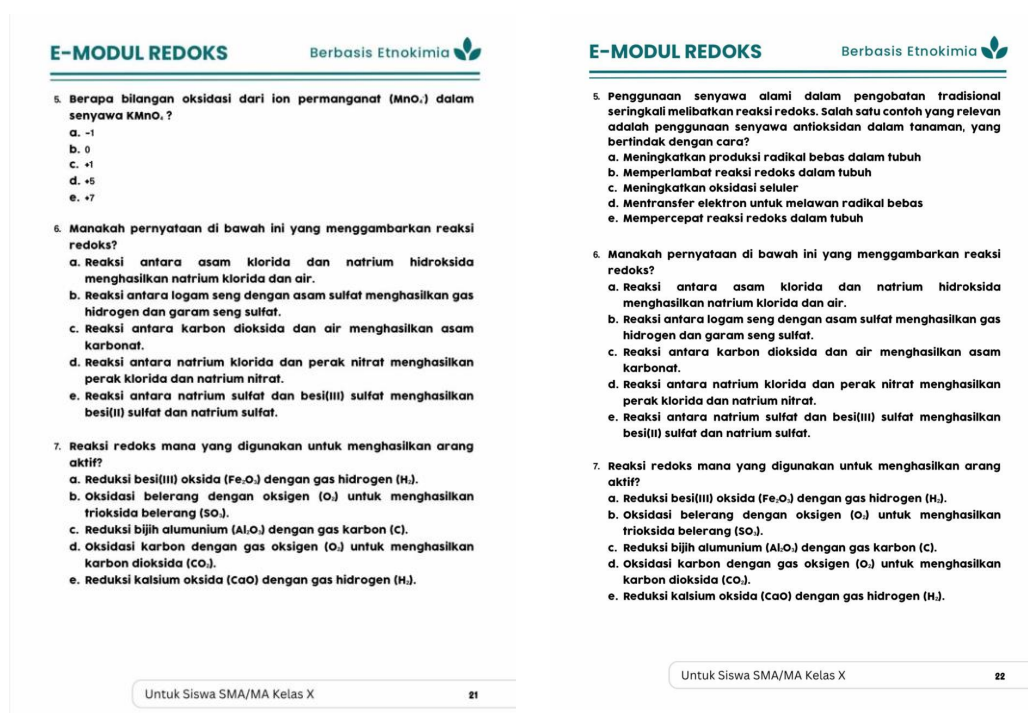
Gambar 4.2 (a) Sebelum mencantumkan sumber pada video; (b) Setelah mencantumkan sumber pada video

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat dilihat perbedaan sebelum mencantumkan sumber pada video dan setelah mencantumkan sumber pada video. Dalam konteks pendidikan atau pembelajaran, penting untuk mencantumkan sumber informasi yang digunakan untuk menghindari pelanggaran hak cipta. Selain itu, tanpa mencantumkan sumber pada video pembelajaran pengguna e-modul tidak dapat memverifikasi keaslian atau kebenaran informasi yang disampaikan dalam video tersebut, hal ini dapat meragukan kredibilitas e-modul.

c) Perbaikan soal evaluasi yang masih belum memuat etnokimia

Soal evaluasi harus memuat etnokimia agar dapat melatih literasi sains peserta didik dengan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menjelajahi dan memahami keterkaitan antara konsep-konsep sains dan aspek-aspek etnografi yang terkait dengan budaya dan kehidupan sehari-hari.

Memasukkan elemen etnokimia dalam soal evaluasi akan membuat peserta didik dihadapkan pada pertanyaan yang mendorong mereka untuk melihat sains dari sudut pandang yang lebih luas dan menghargai peran budaya dalam pengembangan ilmu pengetahuan. Perbaikan soal evaluasi bisa dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Perbaikan soal evaluasi
(a) sebelum; (b) setelah

Pada Gambar 4.3 soal evaluasi dilakukan sesuai saran validator. Dengan memuat etnokimia dalam soal evaluasi peserta didik dapat memperluas pemahaman tentang konsep redoks. Hal ini juga membantu peserta didik mengembangkan kemampuan literasi sains, termasuk membaca, menafsirkan, dan mengomunikasikan informasi ilmiah dengan tepat.

b. Hasil Validasi Ahli Media

Validasi ahli media dilakukan oleh Ibu Irma Rahmawati, M.Pd. selaku dosen tadaris fisika di Universitas Islam Negeri Antasari Banjarmasin dan Ibu Choiril Mar-ah, S.Pd. selaku guru kimia di SMA Negeri 1 Cempaga. Aspek yang dinilai oleh validator meliputi tampilan, konsistensi, penggunaan huruf, dan kriteria fisik. Hasil validasi dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Berdasarkan Tabel 4.2 hasil angket validasi ahli media terhadap e-modul berbasis etnokimia materi redoks berorientasi pada kemampuan literasi sains peserta didik menunjukkan nilai rata-rata sebesar 89% dengan kriteria “Sangat Valid”. Pada aspek tampilan, penggunaan huruf, dan kriteria fisik memiliki nilai rata-rata yang sama yaitu 88% dengan kriteria “Sangat Valid”. Menurut kedua validator, pada aspek tampilan, visual e-modul memiliki beberapa elemen yang memberikan kesan positif, seperti susunan/tata letak tampilan awal yang menarik, *background*, cover, serta perpaduan warna *font* yang serasi, hingga kejelasan tampilan huruf. Secara keseluruhan, e-modul yang dikembangkan memiliki desain yang menarik. Pada aspek konsistensi, e-modul memiliki konsistensi isi yang sesuai dengan daftar isi, penggunaan huruf yang konsisten di setiap halaman, dan menggunakan jenis huruf yang menarik. Konsistensi isi dan penggunaan huruf yang tepat juga membantu memudahkan pemahaman peserta didik dalam menggunakan e-modul.

Pada aspek penggunaan huruf, penggunaan variasi huruf dalam teks tidak berlebihan, penggunaan spasi antar baris dan penggunaan spasi antar huruf yang sesuai merupakan elemen penting dalam desain teks yang baik. Dengan

menghindari variasi huruf yang berlebihan, teks tetap terbaca dengan jelas dan mudah dipahami oleh pembaca. Penggunaan spasi antar baris yang sesuai memberikan kelegaan visual pada teks dan membantu memisahkan paragraf atau bagian yang berbeda. Penggunaan spasi antar huruf yang sesuai juga mempengaruhi keterbacaan teks, memastikan bahwa huruf-huruf tidak terlalu rapat atau terlalu terpisah sehingga tetap mudah dibaca. Dengan menerapkan prinsip-prinsip ini, teks menjadi lebih nyaman dan efektif dalam menyampaikan informasi kepada pembaca.

Pada kriteria fisik, jenjang judul utama dan sub judul dinilai jelas dan proporsional. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan memiliki struktur yang baik, memudahkan pengguna untuk memahami konten dan informasi yang disajikan secara mandiri. Sesuai dengan penelitian Afifulloh & Cahyanto (2021) peserta didik memiliki ketertarikan terhadap bahan ajar elektronik untuk menumbuhkan kemandirian belajar.

Kemudian kreativitas desain e-modul dinilai menarik, desain yang kreatif dapat menarik minat dan perhatian pengguna. *Hyperlink* pada daftar isi dianggap sesuai dengan halaman yang dituju. Adanya hyperlink yang sesuai mempermudah pengguna untuk melompat langsung ke halaman yang diinginkan, meningkatkan efisiensi dalam mengakses informasi yang dibutuhkan. Kejelasan suara dalam video e-modul dinilai baik, suara yang jelas dan mudah dimengerti membantu pengguna untuk memahami dan mengikuti materi yang disampaikan melalui video, meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui media tersebut. Hal-hal tersebut menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan dirancang dengan baik.

Data kualitatif ahli media diperoleh dari komentar/saran validator. Berikut saran yang diberikan oleh validator yang kemudian dilakukan perbaikan.

a) Cover pada e-modul tambahkan ilustrasi tentang kimia

Cover pada e-modul perlu ditambahkan ilustrasi tentang kimia bertujuan untuk menarik minat peserta didik dan memberikan gambaran visual yang menarik tentang subjek yang akan dipelajari. Dengan menyertakan ilustrasi yang relevan dengan topik kimia, seperti struktur molekul, reaksi kimia, atau laboratorium kimia, peserta didik akan merasa tertarik dan terdorong untuk mempelajari materi lebih lanjut. Ilustrasi juga dapat meningkatkan daya tarik estetika dan kesan profesional pada e-modul dan dapat meningkatkan minat dan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran kimia. Penambahan ilustrasi tentang kimia dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.5 Penambahan ilustrasi tentang kimia
(a) Sebelum; (b) Sesudah

Berdasarkan Gambar 4.4 bisa dilihat perbedaan sebelum penambahan ilustrasi kimia pada cover dan setelah penambahan ilustrasi kimia pada cover. Mencantumkan ilustrasi tentang kimia pada cover memperjelas identitas e-modul bahwa e-modul yang digunakan adalah e-modul pembelajaran kimia.

2. Respon Peserta Didik Mengenai Bahan Ajar E-modul Berbasis Etnokimia pada Materi Redoks

Angket respon peserta didik diberikan kepada seluruh peserta didik di kelas X MIPA 2. Aspek penilaian angket yaitu materi, penyajian, etnokimia dan literasi sains, dan bahasa. Adapun hasil dari respon peserta didik dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Penilaian angket respon peserta didik diberikan kepada 23 orang peserta didik. Berdasarkan data yang diperoleh menunjukkan nilai rata-rata sebesar 86% dengan kriteria “Sangat Menarik”. Peserta didik menyatakan bahwa konten materi yang disajikan dalam e-modul sangat menarik dan relevan. Penyajian informasi dalam e-modul juga dinilai menarik dengan penggunaan pendekatan etnokimia yang mempertimbangkan aspek budaya dan nilai-nilai lokal. Pengintegrasian dengan kearifan lokal dalam suatu daerah memberikan pengalaman yang bermakna bagi peserta didik. Sejalan dengan penelitian Deviana & Sulistyani (2021) peserta didik yang terlalu berlebihan dalam penggunaan *gadget* dapat menyebabkan mudarnya nilai-nilai positif peserta didik dengan kearifan lingkungan sekitar.

Kemudian adanya penekanan pada literasi sains dalam e-modul tersebut memberikan nilai tambah yang signifikan, mengasah kemampuan peserta didik dalam membaca, memahami, dan menganalisis informasi ilmiah. Sejalan dengan Sutrisna (2021) dalam penelitiannya, bahwa literasi sains berarti seseorang dapat

bertanya, menemukan, atau menentukan jawaban atas pertanyaan berdasarkan rasa ingin tahu tentang pengalaman sehari-hari. Secara keseluruhan, e-modul ini mendapatkan penilaian yang sangat positif dengan kriteria "Sangat Menarik" dari perspektif materi, penyajian, etnokimia, dan literasi sains. Hal tersebut menunjukkan bahwa e-modul berbasis etnokimia materi redoks berorientasi pada kemampuan literasi sains peserta didik menarik digunakan dalam pembelajaran kimia materi redoks.

Berdasarkan saran dan masukan peserta didik yang baik terhadap e-modul yang peneliti kembangkan, respon positif dari peserta didik bisa digunakan sebagai acuan untuk mengetahui bahan ajar yang dikembangkan dapat digunakan dalam proses pembelajaran. Bentuk penyusunan e-modul yang sistematis dan menarik serta memuat kebudayaan dalam pembelajarannya membuat peserta didik lebih memahami setiap materi pembelajaran serta dapat mengembangkan kemampuan literasi sains peserta didik.

Penggunaan e-modul dalam pembelajaran memiliki beberapa manfaat, diantaranya e-modul memungkinkan aksesibilitas yang lebih baik bagi para peserta didik. Peserta didik dapat mengakses e-modul tersebut melalui perangkat elektronik seperti komputer, laptop, atau ponsel pintar. Ini memungkinkan peserta didik untuk belajar kapan saja dan di mana saja, tidak terbatas pada ruang kelas atau jam pelajaran tertentu. E-modul juga memfasilitasi pembelajaran mandiri, dalam modul tersebut materi pembelajaran dapat disajikan secara terstruktur dengan jelas, termasuk penjelasan, contoh, dan latihan. Peserta didik dapat mempelajari materi tersebut secara mandiri, melalui pembacaan dan pemahaman sendiri. Hal ini

memungkinkan peserta didik untuk belajar sesuai dengan kecepatan dan gaya belajar masing-masing.