SEL ELEKTROKIMIA

E-LKPD

Discovery Learning Berbasis Socio Scientific Issues (SSI)

Untuk

SMA KELAS XII

Nama :

Kelas :

oleh Risnadia Putri & Dhelivia Cindy

LIVEWORKSHEETS

PETUNJUK PENGGUNAAN

1. Dibagian awal LKPD disebutkan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang harus dikuasai.
2. Baca dan pahami ringkasan materi yang tersedia di LKPD ini untuk menunjang pengetahuan.
3. Gunakan literatur atau sumber belajar lainnya yang berkaitan dengan materi untuk mendukung dan menambah pengetahuan.
4. Diskusikan bersama kelompok untuk melakukan kegiatan yang terdapat dalam LKPD sesuai dengan petunjuk yang tertera di dalam LKPD.
5. Kerjakan soal yang terdapat dalam LKPD dengan jawaban yang jelas dan tepat pada kolom yang sudah disediakan.
6. Apabila mengalami kesulitan dalam mengerjakan LKPD ini, tanyakan kepada guru atau mencari sumber dari buku-buku lain.

LIVEWORKSHEETS

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Pemahaman Kimia

Peserta didik mampu untuk merespon isu-isu sosiosaintifik (SSI) terkait transisi energi dari bahan bakar minyak (BBM) menuju kendaraan listrik berbaterai nikel, serta berkontribusi dalam memberikan solusi yang tepat terhadap permasalahan kimia, sosial, ekonomi, dan lingkungan yang muncul. Kemampuan tersebut antara lain mengidentifikasi konsep elektrolisis dan hukum Faraday dalam proses pemurnian nikel, mengajukan gagasan ilmiah untuk meminimalkan dampak negatif penambangan dan pemrosesan nikel, merancang solusi berbasis sains yang relevan dengan kehidupan nyata, mengambil keputusan secara rasional berdasarkan bukti ilmiah, serta mengkomunikasikan hasil pemikiran melalui diskusi, laporan, atau simulasi sederhana. Melalui pengembangan kemampuan tersebut, peserta didik juga diharapkan memiliki akhlak mulia dan sikap ilmiah seperti jujur, objektif, bertanggung jawab, peduli terhadap lingkungan dan masyarakat, bernalar kritis, mandiri, serta mampu bekerja sama dalam menghadapi isu-isu kimia yang berdampak pada kehidupan sehari-hari.

KETERAMPILAN PROSES

1. Mengamati.
2. Mempertanyakan dan memprediksi.
3. Merencanakan dan melakukan penyelidikan.
4. Memproses, menganalisis data dan informasi.
5. Mengevaluasi hasil refleksi.
6. Mengkomunikasin hasil.

LIVEWORKSHEETS

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran peserta didik diharapkan mampu :

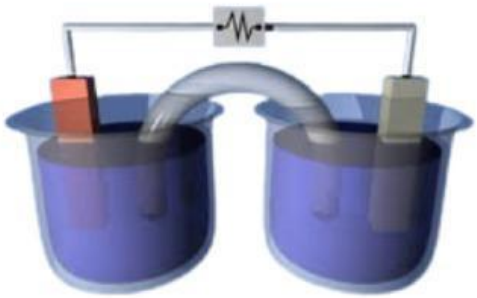
1. Memahami prinsip elektrolisis dan Hukum Faraday massa zat yang terdeposit berbanding lurus dengan muatan listrik yang mengalir.
2. Menerapkan konsep elektrolisis untuk menghitung massa nikel yang dihasilkan dalam proses pemurnian baterai, serta menghitung kebutuhan arus/muatan (Hukum Faraday).
3. Menganalisis dampak isu sosial-lingkungan dari transisi bahan bakar ke kendaraan listrik akibat penambangan nikel.
4. Merumuskan solusi dari dampak isu sosial-lingkungan yang bertanggung jawab dari transisi bahan bakar ke kendaraan listrik akibat penambangan nikel.
5. Mengembangkan keterampilan penelitian, termasuk keterampilan mengumpulkan informasi dan menyusun argumen berdasarkan bukti ilmiah sehingga dapat melakukan percobaan konsep elektrokimia sederhana

LIVEWORKSHEETS

RINGKASAN MATERI

Apa sih sel elektrolisis itu? Kaitan dengan bahan Nikel adanya di proses apa sih?

Sel elektrolisis merupakan sistem elektrokimia yang menggunakan arus listrik eksternal untuk memaksa terjadinya reaksi nonspontan. Berbeda dengan sel galvanik yang menghasilkan energi listrik dari reaksi kimia, sel elektrolisis justru memerlukan energi listrik untuk memecah senyawa atau mengendapkan logam dari ion-ionnya.



LIVEWORKSHEETS

Prinsip Kerja Elektrowinning Nikel

Proses pemurnian dan pengendapan logam nikel dari larutan Ni^{2+} melalui reaksi reduksi di katoda. Reaksi yang terjadi adalah:

$$Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Ni(s)$$

Perhitungan Hukum Faraday

Hukum Faraday I

Bunyi: Massa zat yang dihasilkan di elektrode berbanding lurus dengan jumlah muatan listrik yang digunakan.

$$m = \frac{E \cdot I \cdot t}{96500} \quad \text{atau} \quad m = \frac{E \cdot I \cdot t}{96500}$$

Keterangan:

- m = massa zat (gram)
- E = berat ekivalen (gram)
- I = kuat arus listrik (Ampere)
- t = waktu (detik)
- Q = muatan listrik (Coulomb)
- 96500 = konstanta Faraday (1 mol elektron)

Hukum Faraday II

Bunyi: Perbandingan massa zat yang dihasilkan pada elektrolisis berbanding lurus dengan massa ekivalen zat tersebut, jika menggunakan jumlah muatan yang sama.

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{E_1}{E_2}$$

Keterangan:

- $m1$ = massa zat ke-1 (gram)
- $m2$ = massa zat ke-2 (gram)
- $E1$ = berat ekivalen zat ke-1
- $E2$ = berat ekivalen zat ke-2

LIVEWORKSHEETS

(STIMULUS)

Bacalah wacana dibawah ini dengan saksama!

"Paradoks Nikel Hijau Indonesia: Menimbang Biaya Total Transisi Kendaraan Listrik (KL)"

Pemerintah Indonesia memiliki ambisi lingkungan yang tegas, menargetkan operasi 2 juta mobil listrik dan 13 juta sepeda motor listrik pada tahun 2030 untuk dekarbonisasi sektor transportasi. Transisi global ini sangat bergantung pada nikel, di mana Indonesia memegang peran dominan, menguasai cadangan terbesar dan mengendalikan 51% dari produksi nikel dunia logam krusial untuk baterai NMC. Namun, keuntungan lingkungan dari mobil listrik di jalan raya dipertanyakan oleh dampak lingkungan di hulu dan hilir produksinya.

Di wilayah pertambangan, khususnya Sulawesi dan Maluku Utara, aktivitas eksplorasi telah menyebabkan kerusakan ekologis parah: hilangnya kumulatif sekitar 24.811 hektar hutan tropis antara tahun 2000-2022. Kerusakan ini mengikis kapasitas penyerap karbon alami. Lebih lanjut, proses pemurnian nikel di smelter, yang sangat intensif energi, saat ini didominasi oleh energi batubara, menghasilkan intensitas karbon yang jauh lebih tinggi dibandingkan produsen global lainnya, bahkan berpotensi menggandakan jejak karbon baterai, serta menimbulkan emisi lokal berbahaya seperti sulfur oksida dan partikulat.

LIVEWORKSHEETS

(STIMULUS)

Fenomena ini menciptakan dilema sosiokimia: **"Apakah transisi menuju kendaraan listrik di Indonesia benar-benar dapat disebut 'ramah lingkungan secara keseluruhan (holistik), mengingat bahwa pengurangan emisi transportasi harus dibayar dengan peningkatan emisi industri, kerusakan hutan permanen, dan masalah keadilan lingkungan di lokasi tambang dan pemurnian?"**

Problem Statement

Untuk dapat menyelesaikan masalah di atas kamu harus menjawab pertanyaan berikut!

Tonton video berikut untuk menjawab pernyataan permasalahan!

LIVEWORKSHEETS

Problem Statement

Apakah peralihan ke kendaraan listrik berbaterai nikel benar-benar mengurangi jejak karbon secara keseluruhan (life-cycle)? Jelaskan alasan ilmiah dan sosial-lingkungannya!

Bagaimana pengaruh jangka pendek dan jangka panjang dari penggunaan bahan bakar minyak Vs baterai kendaraan listrik pada lingkungan?

Apa solusi berbasis sains untuk mengurangi dampak negatif (teknologi /kebijakan pemerintah)?

Tuliskan 3 hipotesis kecil berdasarkan diskusi.

LIVEWORKSHEETS

Data Collection

Kumpulkan referensi sebanyak-banyaknya melalui literatur, bahan ajar, maupun internet mengenai hal berikut:

1. Penjelasan Elektrokimia secara umum
2. Perbedaan Sel Elektrolisis dengan Sel Volta
3. Kaitan reaksi nikel pada isu yang ada di lingkungan.

Perlu Diingat!

Jika zat elektrolit merupakan larutan, maka spesi yang ada selain itu dari zat tersebut adalah air.

Tabel. 2 Potensial Elektroda Standar

Reaksi reduksi	E°_{sel}
$Li^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Li(s)$	–3,04
$Na^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Na(s)$	–2,71
$Mg^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Mg(s)$	–2,38
$Al^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons Al(s)$	–1,66
$2H_2O(\ell) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g) + 2OH^-(aq)$	– 0,83
$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$	–0,76
$Cr^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons Cr(s)$	– 0,74
$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Fe(s)$	– 0,41
$Cd^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cd(s)$	– 0,40
$Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Ni(s)$	–0,23
$Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Sn(s)$	– 0,14
$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb(s)$	–0,13
$Fe^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons Fe(s)$	– 0,04
$2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(s)$	0,00
$Sn^{4+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Sn^{2+}(aq)$	0,15
$Cu^{2+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Cu^+(aq)$	0,16
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$	0,34
$Cu^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Cu(s)$	0,52
$I_2(s) + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-(aq)$	0,54
$Fe^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq)$	0,77
$Ag^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Ag(s)$	0,80
$Hg^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Hg(\ell)$	0,85
$2Hg^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Hg_2(aq)$	0,90
$Br_2(\ell) + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-(aq)$	1,07
$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O(\ell)$	1,23
$Cl_2(g) + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-(aq)$	1,36
$H_2O_2(aq) + 2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2H_2O(\ell)$	1,78
$S_2O_8^{2-}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2SO_4^{2-}(aq)$	2,01
$F_2(g) + 2e^- \rightleftharpoons 2F^-(aq)$	2,87

LIVEWORKSHEETS

PENGOLAHAN DATA

1. Sel elektrolisis merupakan salah satu sel elektrokimia yang memanfaatkan energi ..... untuk menghasilkan suatu .....

2. Sebagaimana sel Volta, sel elektrolisis juga terdiri dari elektrode-elektrode. Pada sel elektrolisis katoda nerupakan kutub ..... dan anoda adalah kutub .....Pada katoda terjadi reaksi ..... dan pada anoda terjadi reaksi ..... . Elektron mengalir dari ..... menuju .....

3. Perhatikan proses elektrowinning (pemurnian nikel) dari larutan $NiSO_4$ menggunakan anoda berupa nikel kasar (Ni) dan katoda berupa pelat stainless steel.

Pada larutan $NiSO_4$ terdapat ion ..... dan ion ..... sehingga jika dialirkan arus DC maka ion ..... akan tertarik ke ..... yang merupakan kutub ..... lalu mengalami ..... menjadi logam Ni padat. Sementara ion ..... akan tertarik ke arah kutub ..... sehingga mengalami ..... menjadi ..... .

4. Tuliskan reaksi-reaksi berikut secara lengkap:

- Reaksi ionisasi $NiSO_4$: .....
- Reaksi di katoda (reduksi) : .....
- Reaksi di anoda : .....
- Reaksi di anoda (jika anoda inert yang tidak larut : .....
- Reaksi total (untuk kasus anoda aktif) : .....

5. Jelaskan secara singkat perbedaan hasil proses jika anoda aktif (impure Ni) dibandingkan dengan anoda inert. (2-3 kalimat)

.....

.....

.....

.....

LIVEWORKSHEETS

Data Processing

6. Dengan menggunakan Hukum Faraday, tunjukkan langkah perhitungan untuk menentukan massa nikel (dalam gram) yang diendapkan pada katoda bila dialirkan arus I = _____ A selama t = _____ jam. (Tulis semua langkah, rumus, dan substitusi nilai).

(Petunjuk rumus: $m = \frac{Q \cdot M}{z \cdot F}$ dengan $Q = I \cdot t$, M massa molar Ni = 58,69 g/mol, z = 2, F = 96485 C/mol.)

7. Hubungkan hasil perhitungan energi/pemurnian nikel dengan isu SSI:

Berdasarkan perhitungan energi yang kalian lakukan (kWh), jelaskan bagaimana sumber listrik (PLTU batubara vs energi terbarukan) memengaruhi klaim bahwa kendaraan listrik "ramah lingkungan". (2-3 kalimat)

.....

.....

.....

.....

LIVEWORKSHEETS

Verification

Ayo kita menyampaikan hasil diskusinya

Generalization

Tuliskanlah kesimpulan berdasarkan kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LIVEWORKSHEETS

Refleksi Pembelajaran

- Apa hal paling menarik yang kalian pelajari hari ini?
- Konsep apa yang masih belum kalian pahami?
- Bagaimana pembelajaran ini mengubah pandangan kalian tentang kendaraan listrik?
- Sikap apa yang akan kalian ambil sebagai konsumen terkait isu ini?

LIVEWORKSHEETS

LIVEWORKSHEETS