

LKPD ELEKTRONIK: TRANSPOR AKTIF MEMBRAN

Eksperimen Virtual Mekanisme Pompa Ion & Konsumsi Energi (ATP) Menggunakan PhET Simulation

Mata Pelajaran	: Biologi (Bioproses Sel)	Kelompok	:
Kelas / Fase	: XI / Fase F	Anggota	: 1.
Alokasi Waktu	: 2 x 45 Menit		2.
Tanggal	:		3.

A. CAPAIAN & TUJUAN PEMBELAJARAN

Capaian Pembelajaran (CP): Peserta didik mampu menganalisis mekanisme bioproses yang terjadi di dalam sel, meliputi transpor membran (aktif dan pasif), sintesis protein, dan pembelahan sel serta keterkaitannya dengan fungsi organel.

Tujuan Pembelajaran Spesifik:

1. Menganalisis karakteristik transpor aktif yang bergerak melawan gradien konsentrasi zat.
2. Membutuhkan bukti keterlibatan energi kimia dalam bentuk *Adenosine Triphosphate* (ATP) dan perubahan konformasi protein transpor.
3. Membedakan mekanisme kerja pompa ion (seperti Pompa Na^+/K^+) dengan transpor pasif (difusi/osmosis).
4. Mengaitkan pentingnya transpor aktif dalam menjaga homeostatis seluler dan potensial membran.

B. PETUNJUK SIMULASI PhET (VIRA-LAB)

Langkah-Langkah Eksperimen Virtual Transpor Aktif:

- Buka modul **VIRA-LAB** pada platform VIRACELL atau akses simulasi PhET *Membrane Channels / Membrane Transport*.
- Gunakan panel simulasi untuk mengatur jumlah molekul/ion di area ****Ekstraseluler (Luar Sel)**** dan ****Intraseluler (Dalam Sel)****.
- Perhatikan ketersediaan tombol ****ATP Source / Active Transport Pump**** pada simulasi.
- Amati perubahan bentuk (*konformasi*) protein pembawa saat gugus fosfat terikat dan terlepas.

C. AKTIVITAS 1: EKSPERIMEN PERGERAKAN MENUSUSI & MELAWAN GRADIEN

Langkah Eksperimen 1:

1. Atur konsentrasi ion awal: Luar Sel = 10 ion (Rendah), Dalam Sel = 40 ion (Tinggi).
2. Kondisi A: Matikan pasokan energi ATP. Amati apakah ion dari luar sel dapat dipindahkan ke dalam sel.
3. Kondisi B: Aktifkan sumber ATP. Klik dan jalankan simulasi pompa ion dari luar ke dalam sel selama 20 detik.
4. Catat hasil pengamatan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Pengamatan Pergerakan Ion dan Pengaruh Sumber Energi ATP

No	Status Energi (ATP)	Arah Perpindahan Ion	Arah Gradien Konsentrasi	Terjadi Transpor Netto?
1	Tanpa ATP (OFF)	Luar (Rendah) → Dalam (Tinggi)	Melawan Gradien (Rendah → Tinggi)	
2	Dengan ATP (ON)	Luar (Rendah) → Dalam (Tinggi)	Melawan Gradien (Rendah → Tinggi)	
3	Dengan ATP (ON)	Dalam (Tinggi) → Luar (Rendah)	Searah Gradien (Tinggi → Rendah)	

Pertanyaan Analisis 1.1 (Scaffolding Konsep Transpor Aktif):

Bandingkan Hasil No. 1 dan No. 2 pada Tabel 1. Apa syarat mutlak agar zat dapat berpindah dari konsentrasi rendah ke konsentrasi tinggi?

D. AKTIVITAS 2: PERAN ATP DALAM PERUBAHAN STRUKTUR PROTEIN POMPA

Langkah Eksperimen 2:

1. Perhatikan tampilan protein pemompa (pintu gerbang transpor aktif) secara cermat di simulasi PhET.
2. Amati bentuk protein sebelum molekul ATP menempel (*penempelan gugus fosfat*).
3. Amati bentuk protein setelah terjadi hidrolisis ATP menjadi ADP + Pi (Fosfat Anorganik).

Pertanyaan Analisis 2.1 (Analisis Mekanisme Molekuler - HOTS):

Jelaskan secara rinci bagaimana keterikatan gugus fosfat dari ATP dapat memicu perubahan konformasi (bentuk 3D) dari protein pembawa sehingga ion dapat terdorong melewati membran plasma!

E. DISKUSI APLIKATIF & ANALISIS KASUS (HOTS)

Studi Kasus 1: Mekanisme Pompa Natrium-Kalium (Na⁺/K⁺ Pump) pada Sel Saraf

Fakta Biologis: Sel saraf (neuron) memompa 3 ion Na⁺ keluar sel dan 2 ion K⁺ masuk ke dalam sel dengan memecah 1 molekul ATP.

Mengapa sel saraf harus terus-menerus melakukan transpor aktif ini meskipun mengonsumsi hingga 20% dari total energi ATP tubuh? Apa yang akan terjadi pada transmisi impuls saraf jika pembentukan ATP di sel terhenti akibat racun sianida?

Studi Kasus 2: Penyerapan Nutrisi di Usus Halus (Kotranspor)

Di dalam usus halus, sel epitel menyerap molekul glukosa dari selusur usus meskipun konsentrasi glukosa di dalam sel epitel sudah lebih tinggi. Analisis bagaimana prinsip transpor aktif sekunder (simport/kotranspor Na⁺-glukosa) bekerja pada peristiwa ini!

F. KESIMPULAN BERBASIS EKSPERIMEN

Rumuskan kesimpulan kelompok Anda mengenai: (1) Definisi transpor aktif, (2) Fungsi utama ATP, dan (3) Mengapa transpor aktif sangat vital bagi kelangsungan hidup sel...

LEMBAR EVALUASI & PENILAIAN GURU:

Eksperimen PhET (25%)	Analisis Data (25%)	Penalaran Kasus HOTS (30%)	Kerjasama & Refleksi (20%)	Nilai Total
Skor: ____ / 25	Skor: ____ / 25	Skor: ____ / 30	Skor: ____ / 20	____ / 100