

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) DIGITAL

Eksperimen Virtual Transpor Membran (Transpor Pasif & Transpor Aktif) Menggunakan Simulasi PhET

Mata Pelajaran	: Biologi (Materi 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 struktur dan fungsi organel sel serta mekanisme bioproses yang terjadi di dalam sel, seperti transpor membran, sintesis protein, dan pembelahan sel.

Tujuan Pembelajaran Khusus:

1. Menganalisis mekanisme transpor pasif (difusi dan osmosis) berdasarkan fenomena gradien konsentrasi melalui simulasi PhET.
2. Menganalisis mekanisme transpor aktif (pompa ion / protein pembawa) yang memerlukan energi (ATP) melawan gradien konsentrasi.
3. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi laju transpor zat menembus membran plasma.
4. Menyusun kesimpulan komparatif antara transpor pasif dan transpor aktif berdasarkan data eksperimen virtual.

B. PETUNJUK PENGGUNAAN SIMULASI PhET

Langkah Akses PhET Interactive Simulation:

- Buka browser (Google Chrome/Edge) dan buka modul **VIRA-LAB** atau akses langsung situs PhET pada simulasi *Membrane Channels / Diffusion*.
- Pastikan Anda telah membaca **Buku Panduan PhET Transpor Membran** yang telah disediakan sebelumnya.
- Gunakan fitur pengatur konsentrasi molekul (hijau/biru), pintu saluran membran (channel gate), serta indikator ATP/Energi pada simulasi.
- Amati pergerakan molekul secara teliti dan catat data pada tabel pengamatan di bawah ini.

C. AKTIVITAS 1: EKSPERIMEN VIRTUAL TRANSPOR PASIF (DIFUSI & OSMOSIS)

Prosedur Eksperimen 1:

1. Atur jumlah molekul di Luar Sel (Ekstraseluler) sebanyak 50 molekul dan di Dalam Sel (Intraseluler) sebanyak 0 molekul.
2. Buka saluran membran (Membrane Channel) tanpa menambahkan sumber energi (ATP).
3. Amati pergerakan molekul selama 30 detik. Hitung perkiraan jumlah molekul di kedua sisi setelah mencapai keadaan setimbang (kesetimbangan dinamis).

4. Ulangi langkah dengan variasi jumlah saluran membran (1 saluran vs 4 saluran).

Tabel Pengamatan 1.1: Pengaruh Saluran Membran & Konsentrasi pada Transpor Pasif

No	Jumlah Saluran Membran	Konsentrasi Awal (Luar / Dalam)	Arah Pergerakan Netto Molekul	Waktu Menuju Keseimbangan (Detik)
1	1 Saluran Tertutup	50 / 0		
2	1 Saluran Terbuka	50 / 0		
3	4 Saluran Terbuka	50 / 0		
4	4 Saluran Terbuka	30 / 30		

Pertanyaan Analisis 1.1 (Scaffolding Konsep):

Petunjuk: Perhatikan arah gerakan molekul dari area konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah. Apakah membutuhkan energi ATP?

Berdasarkan data Tabel 1.1, jelaskan mengapa molekul bergerak dari luar sel ke dalam sel ketika saluran dibuka! Apakah proses ini membutuhkan ATP? Mengapa demikian?

Pertanyaan Analisis 1.2 (HOTS - Analisis Laju Transpor):

Bagaimana pengaruh penambahan jumlah saluran membran terhadap kecepatan (laju) pencapaian keseimbangan dinamis? Hubungkan jawaban Anda dengan konsep difusi diikutsertakan fasilitas (difusi terfasilitasi)!

D. AKTIVITAS 2: EKSPERIMEN VIRTUAL TRANSPOR AKTIF (POMPA ION & ATP)

Prosedur Eksperimen 2:

1. Atur konsentrasi molekul di Luar Sel sebanyak 10 molekul dan di Dalam Sel sebanyak 40 molekul (Kondisi: Dalam Sel sudah lebih pekat).
2. Coba pindahkan molekul dari luar sel menuju ke dalam sel (menembus/melawan gradien konsentrasi).
3. Amati apa yang terjadi pada protein pembawa sebelum dan sesudah tombol pembentukan/penggunaan ATP diaktifkan.

Tabel Pengamatan 2.1: Pengaruh Pasokan ATP pada Transpor Aktif

No	Status Pasokan ATP	Arah Pindahan Molekul	Gradien Konsentrasi (Searah / Melawan)	Terjadi Transpor? (Ya / Tidak)
1	Tanpa ATP (Off)	Luar (Rendah) → Dalam (Tinggi)		
2	Dengan ATP (On)	Luar (Rendah) → Dalam (Tinggi)		

Pertanyaan Analisis 2.1 (Penaakulan HOTS):

Petunjuk: Bandingkan kondisi perubahan bentuk (konformasi) protein pompa saat terikat dengan gugus fosfat dari ATP.

Mengapa zat/ion dapat berpindah dari konsentrasi rendah ke konsentrasi yang lebih tinggi pada transpor aktif? Jelaskan peran spesifik molekul ATP dalam mengubah konformasi (bentuk) protein pemompa!

E. DISKUSI REFLEKTIF & APLIKASI BIOPROSES (HOTS)

Studi Kasus 1: Fenomena Osmosis pada Sel Tumbuhan & Sel Hewan

Seorang siswa merendam potongan kentang dan sel darah merah ke dalam larutan garam hipertonik (10% NaCl). Berdasarkan pemahaman Anda mengenai transpor pasif (osmosis) dari simulasi PhET, prediksi dan analisis apa yang akan terjadi pada kedua sel tersebut! Sebutkan istilah biologi untuk peristiwa tersebut!

Tabel Sintesis: Komparasi Transpor Pasif vs Transpor Aktif

Kriteria Pembeda	Transpor Pasif	Transpor Aktif
Arah Gradien Konsentrasi		
Kebutuhan Energi (ATP)		
Keterlibatan Protein Membran		
Contoh Peristiwa Seluler		

F. KESIMPULAN AKHIR

Tuliskan kesimpulan umum kelompok Anda mengenai perbedaan mendasar antara transpor pasif dan transpor aktif serta pentingnya kedua mekanisme tersebut bagi kelangsungan hidup sel...

LEMBAR EVALUASI & UMPAN BALIK GURU:

Kriteria Pengamatan PhET	Ketepatan Analisis Data	Penalaran HOTS & Kasus	Kerjasama Kelompok	Total Skor / Nilai
(Skor Max 25)	(Skor Max 25)	(Skor Max 30)	(Skor Max 20)	/ 100