

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) INTERAKTIF

Mekanisme Fotosintesis Tumbuhan & Uji Faktor Pembatas Berbasis Eksperimen Virtual

Mata Pelajaran	Ilmu Pengetahuan Alam (Biologi)	Kelas / Tanggal	VIII (Fase D) / 12 September 2026
Alokasi Waktu	2 JP (2 x 40 Menit)	Kelompok / No.	Kelompok / Meja
Nama Anggota	1. (Ketua) 2. 3. 4.		

A. TUJUAN PEMBELAJARAN & PETUNJUK Pengerjaan

Tujuan Pembelajaran:

- Peserta didik mampu mendeskripsikan bahan baku, produk, serta persamaan reaksi kimia fotosintesis secara terpadu.
- Peserta didik mampu menganalisis perbedaan esensial antara Reaksi Terang dan Reaksi Gelap (Siklus Calvin) di kloroplas.
- Peserta didik mampu menganalisis pengaruh intensitas cahaya, suhu, dan kadar CO_2 terhadap laju fotosintesis melalui uji pembuktian gas O_2 (Uji Ingenhousz).

Petunjuk: Diskusikan bersama rekan kelompok. Lengkapi bagan konsep reaksi, tabel analisis data eksperimen, dan pecahkan studi kasus agronomi pertanian modern!

B. STIMULUS KONTEKSTUAL: "MENGAPA TANAMAN RUMAH KACA CEPAT TUMBUH?"

Dilema Petani Stroberi Hidroponik: Pak Joko menanam bibit stroberi di dalam ruangan tertutup (*indoor greenhouse*). Di minggu pertama, tanaman tampak lambat berbuah meski sudah disiram air dan pupuk cair secara teratur. Seorang penyuluh pertanian menyarankan Pak Joko untuk memasang lampu LED spektrum penuh (merah-biru) selama 14 jam per hari dan menyemprotkan larutan bikarbonat (NaHCO_3) ke dalam sistem airnya.

Dua minggu kemudian, laju pertumbuhan tanaman meningkat drastis dan gelembung-gelembung halus tampak bermunculan pada daun tanaman air di kolam nutrisinya. Mengapa penambahan cahaya khusus dan bikarbonat mampu melipatgandakan hasil fotosintesis?

Persamaan Umum Reaksi Fotosintesis:



Berlangsung di Kloroplas dengan bantuan Energi Foton Cahaya Matahari & Klorofil

AKTIVITAS 1: "BONGKAR PASANG REAKSI TERANG VS REAKSI GELAP"

Kloroplas adalah pabrik biokimia mini tanaman. Proses fotosintesis terbagi atas dua tahapan utama yang saling berkesinambungan. Lengkapi tabel komparasi berikut:

Parameter Pembeda	Reaksi Terang (Fotolisis)	Reaksi Gelap (Siklus Calvin)
Lokasi Spesifik di Kloroplas	.....	.....
Kebutuhan Cahaya Matahari	.....	.....
Bahan Baku Utama (Input)	Air (H_2O) & Energi Foton	.....
Energi Kimia yang Digunakan/Dihasilkan	Menghasilkan: ATP & NADPH	Menggunakan:
Produk Akhir (Output)	.....	.....

AKTIVITAS 2: "SIMULASI LABORATORIUM UJI INGENHOUSZ (HYDRILLA VERTICILLATA)"

Sekelompok siswa melakukan eksperimen mengukur laju fotosintesis tanaman air *Hydrilla* dengan menghitung jumlah gelembung udara (O_2) per 5 menit pada berbagai perlakuan lingkungan. Analisis data eksperimen berikut:

Tabung	Kondisi Perlakuan Eksperimen	Jumlah Gelembung O ₂ / 5 Menit	Analisis Faktor Pembatas
A	Tempat Teduh (Intensitas Cahaya Rendah, 26°C)	8 butir	Laju fotosintesis lambat karena keterbatasan foton.
B	Cahaya Matahari Langsung Terik (30°C)	48 butir	.....
C	Cahaya Terik + Penambahan Serbuk NaHCO ₃	95 butir	.....
D	Cahaya Terik + Air Panas (Suhu > 55°C)	2 butir	.....

Pertanyaan Analisis Data Eksperimen:

1. Apakah fungsi penambahan serbuk **NaHCO₃** pada Tabung C sehingga produksi gelembung udara melonjak drastis? Reaksi apa yang terjadi dalam air?

2. Mengapa pada Tabung D produksi gelembung udara hampir berhenti total meskipun tanaman terpapar cahaya matahari terik? Hubungkan dengan struktur **enzim fotosintesis**!

3. Bagaimana cara membuktikan secara kimiawi/fisik bahwa gas yang tertampung di ujung corong tabung reaksi tersebut benar-benar adalah gas **Oksigen (O₂)**?

AKTIVITAS 3: "MITOS VS FAKTA & SOLUSI AGRONOMI HOTS"

No	Pernyataan Ilmiah / Isu Lingkungan	Mitos / Fakta	Alasan Ilmiah Biologis
1	"Meletakkan tanaman hias daun dalam jumlah banyak di kamar tidur tertutup saat malam hari berbahaya bagi kesehatan pernapasan manusia."	[Mitos / Fakta ]	..... .....
2	"Tumbuhan dapat melangsungkan fotosintesis hanya menggunakan cahaya warna hijau karena daun memiliki pigmen klorofil berwarna hijau."	[Mitos / Fakta ]	..... .....
3	"Uji amilum (Uji Sach) dengan cairan Lugol/Iodin pada daun yang ditutup kertas timah membuktikan bahwa fotosintesis menghasilkan karbohidrat."	[Mitos / Fakta ]	..... .....

D. KESIMPULAN KELOMPOK & REFLEKSI EKOLOGIS

Tuliskan 2 konsep paling mendasar yang kelompok kalian temukan mengenai fotosintesis:

Refleksi Diri: Tanpa adanya fotosintesis pada produsen hijau, bagaimana nasib ketersediaan oksigen dan rantai makanan di Bumi? Tuliskan tindakan nyata dalam menjaga kelestarian tumbuhan hijau!

LAMPIRAN GURU: KUNCI JAWABAN & PEDOMAN PENILAIAN LKPD

KUNCI JAWABAN AKTIVITAS 1 (REAKSI TERANG VS GELAP)

- **Lokasi Spesifik:** Reaksi Terang terjadi di *Tilakoid / Grana*; Reaksi Gelap terjadi di *Stroma*.
- **Kebutuhan Cahaya:** Reaksi Terang *mutlak memerlukan foton cahaya*; Reaksi Gelap *tidak bergantung langsung pada foton* (dapat berlangsung tanpa cahaya asalkan ketersediaan ATP dan NADPH mencukupi).
- **Bahan Baku Reaksi Gelap:** Gas Karbondioksida (CO_2), ATP, dan NADPH.
- **Energi Kimia Reaksi Gelap:** Menggunakan energi dari ATP dan elektron dari NADPH (yang diproduksi oleh reaksi terang).
- **Produk Akhir:** Reaksi Terang menghasilkan O_2 (dari fotolisis air), ATP, dan NADPH. Reaksi Gelap menghasilkan *Glukosa* ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) atau senyawa gula berkarbon 3 (G3P/PGAL).

KUNCI JAWABAN AKTIVITAS 2 (UJI INGENHOUZ & FAKTOR PEMBATAS)

- **Tabung B (Cahaya Terik):** Eksitasi elektron klorofil berjalan optimal sehingga fotolisis molekul air berjalan cepat dan memproduksi gelembung O_2 melimpah.
- **Tabung C (Tambah NaHCO_3):** Senyawa NaHCO_3 larut dalam air membentuk ion bikarbonat dan melepaskan CO_2 terlarut ($\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{NaOH} + \text{CO}_2$). Karbondioksida adalah substrat pembatas utama siklus Calvin; peningkatan konsentrasi CO_2 terlarut memicu akselerasi fotosintesis maksimal.
- **Tabung D (Air Panas > 55°C):** Enzim-enzim biokimia penunjang fotosintesis (seperti enzim Rubisco) tersusun atas protein yang rentan terhadap suhu tinggi. Pada suhu > 55°C, enzim mengalami **denaturasi (kerusakan struktur protein secara permanen)**, sehingga reaksi biokimia terhenti total.
- **Pembuktian Gas Oksigen:** Memasukkan bara api lidi ke mulut tabung reaksi penampung gelembung. Jika gas tersebut adalah O_2 , bara api akan **menyala menjadi nyala api berkobar** karena gas oksigen bersifat memicu pembakaran.

KUNCI JAWABAN AKTIVITAS 3 (MITOS VS FAKTA)

- **Pernyataan 1: FAKTA.** Pada malam hari tanpa cahaya matahari, tumbuhan berhenti berfotosintesis namun tetap melakukan respirasi seluler (menyerap O_2 dan melepaskan CO_2). Di ruangan tertutup rapat dengan tanaman yang sangat banyak, terjadi kompetisi konsumsi oksigen dengan manusia, meski pada skala kecil tanaman sukulen/CAM mampu melepas oksigen di malam hari.
- **Pernyataan 2: MITOS.** Klorofil menyerap spektrum cahaya biru-nila ($\sim 400\text{--}450\text{ nm}$) dan merah ($\sim 650\text{--}680\text{ nm}$) secara optimal, sedangkan spektrum cahaya hijau justru **dipantulkan (direfleksikan)**, itulah mengapa mata kita melihat daun berwarna hijau. Tanaman yang hanya disinari cahaya hijau murni justru fotosintesisnya sangat minimal.
- **Pernyataan 3: FAKTA.** Uji Sach menggunakan daun yang ditutup aluminium foil membuktikan bahwa bagian daun yang terpapar sinar akan berfotosintesis menghasilkan amilum (bereaksi positif berwarna biru kehitaman saat ditetesi lugol), sedangkan bagian tertutup tetap pucat karena amilum tidak terbentuk.

RUBRIK PENILAIAN KINERJA EKSPERIMEN & DISKUSI KELOMPOK

Kriteria	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 - 1 (Cukup / Kurang)
Penguasaan Mekanisme Biokimia	Membedakan Reaksi Terang dan Reaksi Gelap secara komprehensif tanpa kekeliruan lokasi/input/output.	Mampu membedakan dengan benar, terdapat 1 kesalahan kecil pada produk energi.	Tertukar antara reaksi terang dan reaksi gelap; belum memahami peran kloroplas.
Analisis Variabel & Data Laboratorium	Menganalisis peran NaHCO_3 , denaturasi suhu pada enzim, dan pembuktian bara api secara tepat ilmiah.	Mampu menganalisis data, namun penjelasan pengaruh suhu terhadap enzim kurang mendalam.	Hanya membaca angka tabel tanpa mengaitkan faktor kimia/biologis pembatas.
Sikap Ilmiah & Kerja Sama	Semua anggota aktif, berpikir kritis, mengajukan argumen berbasis bukti, serta tuntas tepat waktu.	Kelompok kompak, mayoritas anggota aktif berpartisipasi dalam diskusi.	Kurang kompak, pengerjaan LKPD hanya diserahkan pada satu orang siswa.

Pedoman Nilai: (Jumlah Skor Perolehan / 12) x 100.