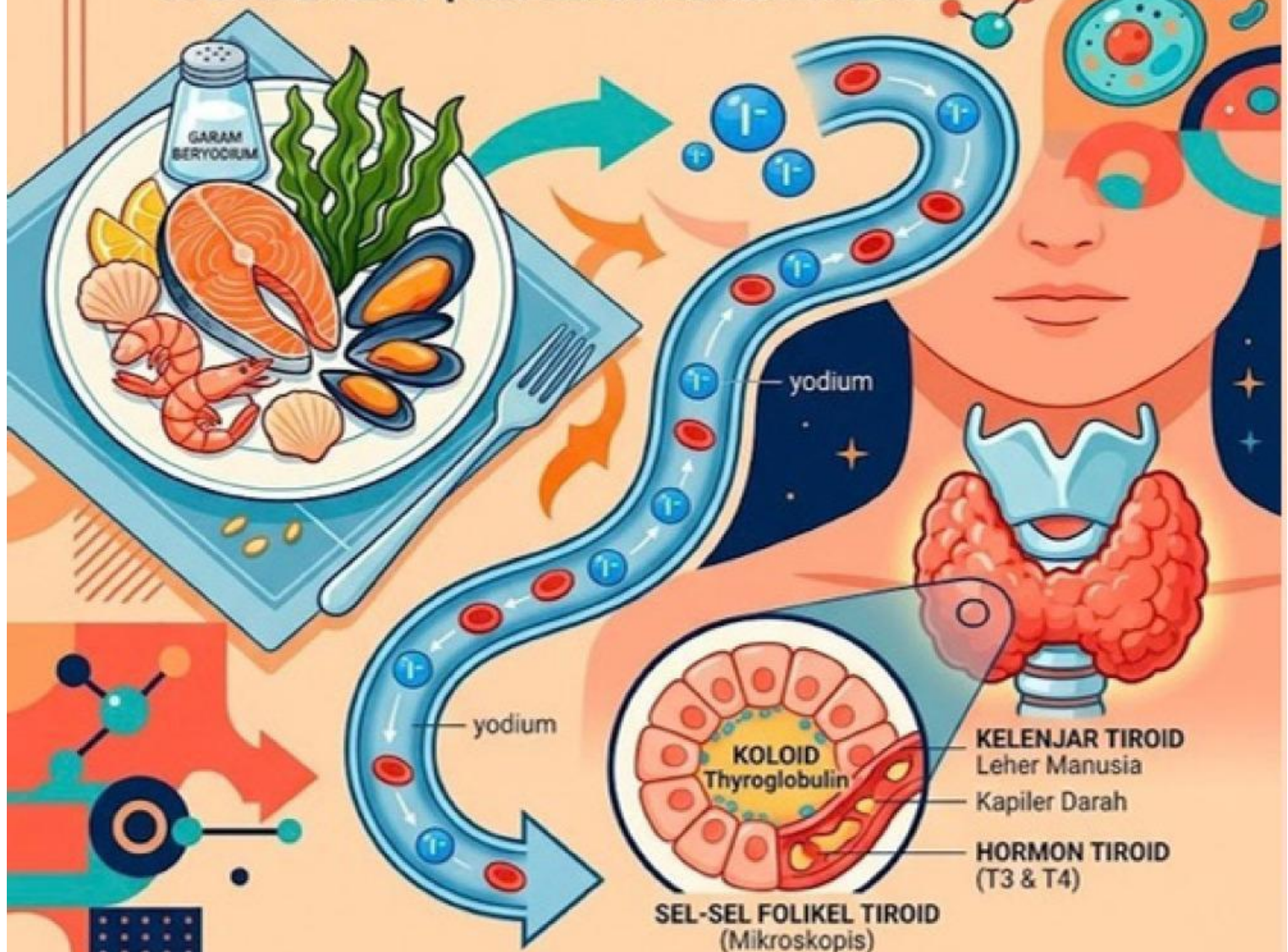


BIOLOGI | GRADE 11

DARI PIRING KE SEL: Petualangan Yodium dalam Menjaga Tiroid

WORKSHEET | LEMBAR KERJA MURID



Memahami Peran Yodium dalam Sintesis
Hormon Tiroid & Homeostasis Tubuh



Mata Pelajaran	Biologi
Kelas / Fase	XI / Fase F Kurikulum Merdeka
Materi	Sistem Hormon: Kelenjar Tiroid dan Sintesis Hormon Tiroid
Alokasi Waktu	3 × 45 menit (3 tahap kegiatan, lihat Petunjuk Belajar)

Identitas Kelompok

Nama Kelompok	
Kelas / Kelompok	XI - / Kelompok
Tanggal Pelaksanaan	

Pembagian peran (rotasi setiap tahap agar semua anggota merasakan semua peran): Operator Simulasi, Pencatat Data, Penghubung Konsep, Penghitung Gizi, Juru Bicara, Penyaji Kesimpulan.

No	Nama Anggota	Peran Tahap 1	Peran Tahap 2	Peran Tahap 3
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Capaian Pembelajaran

Elemen Pemahaman Biologi

Pada akhir Fase F, murid mampu menganalisis keterkaitan struktur organ pada sistem organ dengan fungsinya serta kelainan atau gangguan yang muncul pada sistem organ tersebut

Elemen Keterampilan Proses

Pada akhir Fase F, murid mampu mengamati fenomena ilmiah dan mencatat hasil pengamatan dengan memperhatikan detail objek yang diamati untuk memunculkan pertanyaan yang akan diselidiki; merumuskan pertanyaan ilmiah dan hipotesis yang dapat diselidiki secara ilmiah; menafsirkan informasi yang diperoleh dengan jujur dan bertanggung jawab; serta mengidentifikasi sumber ketidakpastian dan kemungkinan penjelasan alternatif dalam rangka mengevaluasi simpulan.

Tujuan Pembelajaran

Setelah mengerjakan LKM ini, peserta didik mampu:

TP	Rumusan Tujuan	Bagian
1.	Menganalisis 4 tahap biokimia sintesis hormon tiroid (T3 dan T4) pada sel folikel tiroid, termasuk peran transpor aktif NIS dan enzim Thyroid Peroxidase (TPO), secara runtut dan tepat melalui pengamatan simulasi dan diskusi kelompok.	C, G

2.	Menganalisis keterkaitan unsur mikro iodium dengan kelenjar tiroid dan sintesis hormon tiroid berdasarkan data simulasi Scratch.	A, B, D, G
3.	Menghitung kandungan iodium dan menyusun rancangan menu harian yang memenuhi AKG iodium 150 mcg/hari tanpa melampaui batas maksimum aman, berdasarkan tabel bahan pangan	E, G
4.	Mengevaluasi pola konsumsi iodium pribadi serta keterbatasan simulasi melalui lembar refleksi.	F, G

Petunjuk Belajar



A. Stimulus, Rumusan Masalah, dan Hipotesis

Stimulus: Leher Dina yang Membesar

Dina (16 tahun) tinggal di desa pegunungan yang jauh dari laut. Beberapa bulan terakhir ia mudah lelah dan merasa kebingungan, dan bagian depan lehernya tampak membesar. Petugas puskesmas menjelaskan bahwa kelenjar tiroid Dina membesar (gondok). Dari percakapan dengan keluarganya diketahui bahwa mereka memasak dengan garam curah tanpa label beriodium, jarang makan ikan laut, dan lebih sering makan nasi, sayur, dan tempe.

Dina bertanya dengan heran: "Bagaimana makanan bisa membuat leherku membesar?"

Petunjuk: rumusan pertanyaan ilmiah yang baik menghubungkan dua hal yang dapat diukur atau diamati (variabel). Contoh bentuk: "Bagaimana pengaruh ... terhadap ...?". Hipotesis ditulis dengan bentuk "Jika ..., maka ..." disertai alasan ilmiahnya.

A1. Tuliskan satu pertanyaan pertanyaan ilmiah yang dapat kamu selidiki dengan simulasi:

--

A2. Tentukan variabel penyelidikanmu:

Variabel bebas (yang diubah)	
Variabel terikat (yang diamati)	
Variabel kontrol (yang dijaga tetap)	

A3. Tuliskan hipotesismu ("Jika ..., maka ...") beserta alasan ilmiahnya:

--

B. Pengamatan Simulasi [Keterampilan: mengamati dan mencatat]

Jalankan simulasi Scratch untuk 3 menu dengan tingkat iodium yang berbeda, dari rendah sampai tinggi. Catat data apa adanya. Bila tampilan simulasi berbeda dengan kolom di bawah, sesuaikan nama kolom bersama guru.

Tabel B1. Data pengamatan simulasi

No	Menu / tingkat iodium di simulasi	Estimasi iodium (mcg)	Aktivitas NIS dan TPO (rendah/sedang/tinggi)	Kadar T3 dan T4 (sesuai tampilan)	Kadar TSH (jika ada)	Kondisi kelenjar tiroid / catatan
1						
2						
3						

B2. Pola apa yang kamu lihat ketika kandungan iodium berubah? Tuliskan minimal dua pengamatan yang didukung angka dari Tabel B1:

B3. Adakah hasil yang di luar dugaanmu atau pertanyaan baru yang muncul dari simulasi? Tuliskan:

C. Tahapan Biokimia Sintesis Hormon Tiroid [Keterampilan: mengamati dan menganalisis]

Amati animasi sintesis hormon tiroid pada simulasi, lalu lengkapi tabel enam tahap berikut. Tahap 1 sudah diisi sebagai contoh. Perhatikan urutan tahap dan lokasi terjadinya.

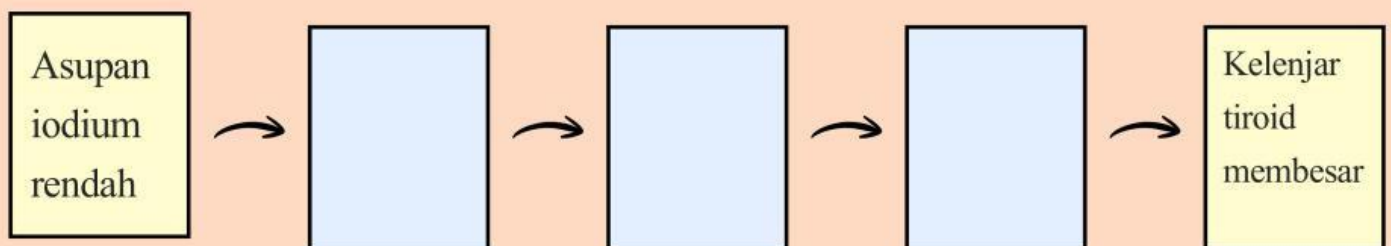
No	Tahap Biokimia	Lokasi Seluler	Molekul / Enzim Utama	Penjelasan Mekanisme Reaksi
1	Sintesis tiroglobulin	Retikulum endoplasma kasar dan Golgi sel folikel, lalu dikeluarkan ke lumen (koloid)	Tiroglobulin (Tg)	Sel folikel menyintesis Tg, yaitu glikoprotein yang kaya residu tirosin, lalu mengeluarkannya ke lumen folikel melalui eksositosis. Tg menjadi "kerangka" tempat hormon dibentuk. (contoh)
2	Penangkapan iodida (iodide trapping)			
3	Oksidasi iodida dan transpor ke lumen			
4	Organifikasi (iodinasi)			
5	Reaksi coupling (penggabungan)			
6	Endositosis koloid, proteolisis, dan sekresi hormon			

D. Analisis Iodium dan Sintesis Hormon Tiroid [Keterampilan: menafsirkan data, mengevaluasi]

Gunakan data pada Tabel B1 dan tabel tahapan pada Bagian C sebagai bukti jawabanmu.

D1. Pada menu atau tingkat iodium berapa kadar T3 dan T4 mulai menurun di simulasimu? Tahap mana (nomor 1 sampai 6) yang paling langsung terdampak ketika iodium sangat rendah? Jelaskan:

D2. Lengkapi bagan alur berikut untuk menjelaskan bagaimana kekurangan iodium dapat menyebabkan pembesaran kelenjar tiroid (gondok). Tuliskan kejadian pada tiap kotak, termasuk peran TSH dan umpan balik negatif:



D3. Seorang teman berpendapat: "Semua orang yang kelenjar tiroidnya membesar pasti mengalami hipertiroid." Apakah kamu setuju? Nilailah pendapat itu berdasarkan hasil simulasi dan alur pada D2:

D4. Apakah lebih banyak iodium selalu lebih baik bagi tiroid? Jelaskan dengan menghubungkan batas kecukupan (AKG 150 mcg/hari) dan batas maksimum aman (900 mcg/hari) pada Bagian E:

Kesimpulan Kelompok (Klaim, Bukti, Penalaran)

Klaim (jawaban atas pertanyaan ilmiah A1; apakah hipotesis A3 didukung atau tidak?)	
Bukti (data spesifik dari Tabel B1)	
Penalaran (konsep tahap sintesis, iodium, dan TSH yang menghubungkan bukti dengan klaim)	

E. Proyek Perencanaan Menu Harian Berbasis AKG Iodium [Keterampilan: memproses data, menafsirkan]

Standar kebutuhan iodium. Berdasarkan Permenkes RI No. 28 Tahun 2019 tentang Angka Kecukupan Gizi (AKG) dan rekomendasi WHO, kebutuhan iodium harian remaja usia 16-18 tahun adalah 150 mcg/hari, dengan batas maksimum aman (Upper Intake Level) 900 mcg/hari

Tabel E1. Kandungan iodium bahan pangan (per porsi standar)

Bahan Pangan	Ukuran Porsi Standar	Iodium (mcg)	Catatan
Ikan laut (cod / kembung / tongkol)	100 gram	60 - 99	Bervariasi menurut jenis ikan
Udang / cumi-cumi	100 gram	35 - 40	
Rumput laut (nori kering)	5 gram	70 - 150	Kombu / kelp jauh lebih tinggi
Susu sapi segar / yogurt	200 mL (1 gelas)	50 - 75	
Telur ayam utuh	1 butir (50 gram)	24	
Daging ayam / sapi	100 gram	10 - 15	
Garam beriodium (fortifikasi)	1 gram (sejumput)	30	Anjuran total garam maks. 5 g/hari

Ketentuan penyusunan menu:

1. Bila bahan berupa rentang, pakai **nilai terendah** kecuali kamu punya alasan tertulis memakai nilai lain. Kandungan iodium pangan bervariasi menurut wilayah dan pengolahan, dan memasak dapat mengurangnya, sehingga hasil hitunganmu hanyalah estimasi.
2. Kamu boleh menambah bahan lain dari Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI) atau sumber tepercaya lain. **Tulis sumber dan nilainya.**
3. Kamu boleh menambah bahan lain dari Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI) atau sumber tepercaya lain. Tulis sumber dan nilainya.
4. Bila ada anggota kelompok yang alergi seafood, vegetarian, atau memiliki keterbatasan anggaran, sertakan minimal satu alternatif menu.

Tugas proyek: Susunlah menu makan harianmu (sarapan, selingan, makan siang, makan malam) agar total iodium mencapai minimal 150 mcg/hari dan tidak melebihi 900 mcg/hari. Tulis cara hitungmu.

Tabel E2. Rancangan menu harian

Waktu Makan	Hidangan dan Bahan Utama	Porsi (g/mL)	Cara Hitung (bahan × nilai iodium)	Iodium (mcg)
Sarapan				
Makan siang				
Makan malam				
TOTAL ESTIMASI IODIUM HARIAN				 mcg

E3. Periksa rancanganmu. Centang yang sesuai:

Total iodium $\geq$ 150 mcg (memenuhi AKG)	☐ Ya ☐ Belum
Total iodium $\leq$ 900 mcg (di bawah batas maksimum aman)	☐ Ya ☐ Tidak

E4. Bahan mana yang paling besar menyumbang iodium di menumu? Sebutkan juga satu sumber ketidakpastian pada hitunganmu (misalnya rentang nilai, cara memasak, atau ukuran porsi sebenarnya) dan pengaruhnya terhadap kesimpulan "menu ini cukup":

E5. Tuliskan satu menu alternatif (untuk alergi seafood / vegetarian / anggaran terbatas) beserta totalnya:

F. Refleksi [Keterampilan: mengevaluasi dan mengidentifikasi ketidakpastian]

F1. Refleksi Pola Konsumsi Iodium Pribadi

Bagian F1 bersifat pribadi dan tidak dinilai benar atau salah. Kamu tidak perlu menghitung kalori atau berat badan. Nilai diberikan berdasarkan kejujuran dan kejelasan refleksimu, bukan pada pola makanmu. Jika ada hal yang tidak nyaman kamu tuliskan, cukup tulis "tidak diisi".

F1a. Beri tanda (✓) seberapa sering kamu mengonsumsi bahan berikut dalam seminggu terakhir:

Bahan	Setiap hari	Beberapa kali	Jarang	Tidak pernah
Garam beriodium				
Ikan laut				
Udang / cumi-cumi				
Telur				
Susu / yogurt				
Rumput laut				

F1b. Berdasarkan tabel tersebut dan pelajaranmu, menurutmu asupan iodiummu cenderung kurang, cukup, atau belum bisa dinilai? Jelaskan alasannya:

F1c. Tuliskan satu langkah kecil dan realistis yang akan kamu lakukan (misalnya memeriksa label garam di rumah):

F2. Refleksi Terhadap Simulasi

F2a. Sebutkan minimal dua keterbatasan simulasi dalam menggambarkan sintesis hormon tiroid yang sebenarnya:

F2b. Faktor apa saja di dunia nyata yang belum diperhitungkan simulasi dan dapat memengaruhi hasil (misalnya faktor lain selain iodium)? Bagaimana faktor itu dapat mengubah kesimpulanmu?

F2c. Adakah penjelasan lain (alternatif) selain kekurangan iodium yang dapat menjelaskan pembesaran kelenjar tiroid seperti pada kasus Dina? Bagaimana cara membuktikannya?