

Unit Pembelajaran

Program Pengembangan
Keprofesian Berkelanjutan (PKB)
melalui Peningkatan
Kompetensi Pembelajaran (PKP)
Berbasis Zonasi

Mata Pelajaran Biologi

Peran Enzim dalam Metabolisme Hewan

SMK

Bidang Agribisnis
dan Agroteknologi



DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
2019

Unit Pembelajaran

**PROGRAM PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN (PKB)
MELALUI PENINGKATAN KOMPETENSI PEMBELAJARAN (PKP)
BERBASIS ZONASI**

**MATA PELAJARAN BIOLOGI
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
(SMK) BIDANG KEAHLIAN AGRIBISNIS DAN AGROTEKNOLOGI**

PERAN ENZIM DALAM PROSES METABOLISME HEWAN

Penulis:

Dra. Wisnuwati.M.Pd

Penyunting:

Ir. Susilowati. EW. MP

Desainer Grafis dan Ilustrator:

TIM Desain Grafis

Copyright © 2019

Direktorat Pembinaan Guru Pendidikan Menengah dan Pendidikan Khusus
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengopi sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Saya menyambut baik terbitnya Unit Pembelajaran Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan melalui Peningkatan Kompetensi Pembelajaran Berbasis Zonasi. Unit Pembelajaran ini disusun berdasarkan analisis Standar Kompetensi Lulusan, Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar, serta analisis soal-soal Ujian Nasional (UN).

UN merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari sistem pendidikan nasional. UN adalah sistem evaluasi standar pendidikan dasar dan menengah secara nasional dan persamaan mutu tingkat pendidikan antar daerah yang dilakukan oleh Puspendik (Pusat Penilaian Pendidikan). Hasil pengukuran capaian siswa berdasar UN ternyata selaras dengan capaian PISA (*Programme for International Student Assessment*) maupun TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*). Hasil UN tahun 2018 menunjukkan bahwa siswa-siswa masih lemah dalam keterampilan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking skills*) seperti menganalisis, mengevaluasi, dan mengkreasi. Oleh karena itu, siswa harus dibiasakan dengan soal-soal dan pembelajaran yang berorientasi kepada keterampilan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking skills*) agar terdorong kemampuan berpikir kritisnya.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan (Ditjen GTK), berupaya meningkatkan kualitas pembelajaran yang bermuara pada peningkatan kualitas siswa dengan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan melalui Peningkatan Kompetensi Pembelajaran (PKP) Berbasis Zonasi. Program ini dikembangkan dengan menekankan pembelajaran yang berorientasi pada keterampilan berpikir tingkat tinggi atau *higher order thinking skills* (HOTS).



Untuk meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan pemerataan mutu pendidikan, maka pelaksanaan Program PKP mempertimbangkan pendekatan kewilayahan, atau dikenal dengan istilah zonasi. Melalui langkah ini, pengelolaan Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) SMA/SMK, Musyawarah Guru Bimbingan dan Konseling (MGBK), Musyawarah Guru Teknologi Informasi dan Komunikasi (MGTIK) dapat terintegrasi melalui zonasi pengembangan dan pemberdayaan guru. Zonasi memperhatikan keseimbangan dan keragaman mutu pendidikan di lingkungan terdekat, seperti status akreditasi sekolah, nilai kompetensi guru, capaian nilai rata-rata UN sekolah, dan pertimbangan mutu lainnya.

Semoga Unit Pembelajaran ini bisa menginspirasi guru untuk mengembangkan materi dan melaksanakan pembelajaran dengan berorientasi pada kemampuan berpikir tingkat tinggi dan bermuara pada meningkatnya kualitas lulusan peserta didik. Untuk itu, kami ucapkan terima kasih atas kerja keras dan kerja cerdas para penulis dan semua pihak terkait yang dapat mewujudkan Unit Pembelajaran yang berorientasi pada keterampilan berpikir tingkat tinggi ini. Semoga Allah Swt. senantiasa meridai upaya yang kita lakukan.

Wassalamu'alaikum Warahmatulahi Wabarakatuh

Direktur Pembinaan Guru
Pendidikan Menengah dan
Pendidikan Khusus,



Ir. Sri Renani Pantjastuti, M.P.A.
NIP. 196007091985032001



DAFTAR ISI

	Hal
DAFTAR ISI _____	109
DAFTAR GAMBAR _____	110
DAFTAR TABEL _____	110
PENDAHULUAN _____	111
KOMPETENSI DASAR _____	113
A. Target Kompetensi _____	113
B. Indikator Pencapaian Kompetensi _____	113
APLIKASI DI DUNIA NYATA _____	117
A. Peran enzim dalam proses metabolisme hewan (pencernaan) _____	117
C. Peran Enzim dalam proses Respirasi pada hewan _____	118
C. Peran Enzim dalam proses Reproduksi pada hewan _____	118
SOAL-SOAL UN/USBN _____	119
A. Peran Enzim dalam proses Pencernaan Hewan _____	119
B. Peran Enzim dalam proses Respirasi/ Pernapasan pada hewan _____	121
B. Peran Enzim dalam proses reproduksi hewan _____	123
BAHAN PEMBELAJARAN _____	125
A. Aktivitas Pembelajaran _____	125
Aktivitas 1 _____	131
Aktivitas 2 _____	135
Aktivitas 3 _____	137
B. Lembar Kerja Peserta Didik _____	139
Lembar Kerja Peserta Didik 1 _____	139
Lembar Kerja Peserta Didik 2 _____	141
Lembar Kerja Peserta Didik 3 _____	Error! Bookmark not defined.



C. Bahan Bacaan _____	147
Peranan Enzim dalam proses metabolisme _____	147
Peranan Enzim dalam proses Respirasi / pernapasan pada hewan _____	160
Judul Bahan Bacaan 3 _____	169
Peran enzim dalam proses reproduksi pada hewan _____	169
PENGEMBANGAN PENILAIAN _____	174
A. Pembahasan Soal-soal _____	174
B. Mengembangkan Soal HOTS _____	176
UMPAN BALIK _____	195

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1 Proses pencernaan pada sapi _____	117
Gambar 2. Pernapasan pada burung _____	118
Gambar 3. Sapi betina yang sedang bunting _____	119
Gambar 4. Inseminasi buatan pada sapi _____	171
Gambar 5. Embrio transfer _____	172

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 1. Model pembelajaran discovery learning _____	125
Tabel 2 Riingkasan macam- macam enzim pencernaan _____	158



PENDAHULUAN

Seperti yang diamanahkan dalam Undang Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional bahwa pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab.

Pendidikan sebagai sebuah sistem merupakan keseluruhan komponen pendidikan yang saling terkait secara terpadu untuk mencapai tujuan pendidikan nasional. Komponen-komponen dalam sistem pendidikan antara lain adalah tujuan pendidikan, peserta didik, pendidik, sarana prasarana pendidikan, dan metode pendidikan. Berbicara tentang pendidikan tentunya tidak akan terlepas dari pendidik yang salah satu unsurnya adalah guru. Guru adalah pendidik profesional dengan tugas utama mendidik, mengajar, membimbing, mengarahkan, melatih, menilai, dan mengevaluasi peserta didik pada pendidikan anak usia dini jalur pendidikan formal, pendidikan dasar, dan pendidikan menengah. Dalam menjalankan tugasnya guru wajib memiliki kualifikasi akademik, kompetensi, sertifikat pendidik, sehat jasmani dan rohani, serta memiliki kemampuan untuk mewujudkan tujuan pendidikan nasional. Adapun kompetensi guru berdasarkan Permendiknas no 16 tahun 2007 tentang standar kompetensi dan kualifikasi guru, meliputi dimensi kompetensi pedagogi, kepribadian, sosial, dan profesional.



Berdasarkan hasil USBN guru tersebut diharapkan dapat menunjukkan data peta kompetensi guru terletak pada grade yang mana sehingga dari data tersebut akan ditindaklanjuti peningkatan kompetensinya melalui modul-modul dan pelatihan-pelatihan yang sesuai.

Dalam modul ini difokuskan pada Modul Diklat PKB melalui PKP Biologi Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi Materi pada Peran Enzim dalam proses Metabolisme pada Hewan .

Adapun lingkup materi yang dibahas dalam Modul Diklat PKB melalui PKP Biologi Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi diharapkan dapat mengobati kompetensi guru yang masih lemah dalam bidang tersebut sehingga jika pada kesempatan yang akan datang dilakukan USBN lagi diharapkan hasil nilai USBN dalam bidang tersebut dapat meningkat sesuai dengan yang ditargetkan oleh pemerintah.



KOMPETENSI DASAR

A. Target Kompetensi

Sub unit pembelajaran ini dikembangkan berdasarkan Kompetensi Dasar kelas X :

- 3.4 Memahami peran enzim dalam proses metabolisme pada tumbuhan dan hewan
- 4.4 Menunjukkan cara kerja enzim dalam proses metabolisme tumbuhan dan hewan

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator Pendukung

- 3.4.1. Peserta mampu mengidentifikasi susunan enzim dengan benar
- 3.4.2. Peserta mampu mengidentifikasi ciri-ciri dan penggolongan enzim dengan benar
- 3.4.4 Peserta mampu mengidentifikasi enzim dalam metabolisme hewan



Indikator Kunci

- 3. 4.1 Peserta mampu memahami peran enzim dalam proses metabolisme pada hewan (pencernaan)
- 3. 4.2 Peserta mampu memahami peran enzim dalam proses respirasi pada hewan
- 3. 4.3 Peserta mampu memahami peran enzim dalam proses reproduksi pada hewan

Indikator Pengayaan

- 3.4.1. Peserta mampu menganalisis peran enzim dalam proses metabolisme hewan (pencernaan)
- 3.4.1. Peserta mampu menganalisis peran enzim dalam proses respirasi pada hewan
- 3.4.1. Peserta mampu menganalisis peran enzim dalam proses reproduksi pada hewan



Indikator Pendukung

- 4.4.1. Peserta mampu mengidentifikasi cara kerja enzim dalam proses metabolisme hewan (pencernaan)
- 4.4.2. Peserta mampu mengidentifikasi cara kerja enzim dalam proses Respirasi pada hewan
- 4.4.3. Peserta mampu mengidentifikasi cara kerja enzim dalam proses reproduksi hewan

Indikator Kunci

- 4.4.1 Peserta mampu menunjukkan cara kerja enzim dalam proses metabolisme hewan (pencernaan)
- 4.4.2 Peserta mampu menunjukkan cara kerja enzim dalam proses Respirasi pada hewan
- 4.4.3 Peserta mampu menunjukkan cara kerja enzim dalam proses reproduksi pada hewan

Indikator Pengayaan

- 4.4.1 Peserta mampu menentukan cara kerja enzim dalam proses metabolisme hewan (pencernaan)
- 4.4.2 Peserta mampu menentukan cara kerja enzim dalam proses Respirasi pada hewan
- 4.4.3 Peserta mampu menyimpulkan hasil percobaan keaktifan enzim katalase (reproduksi)





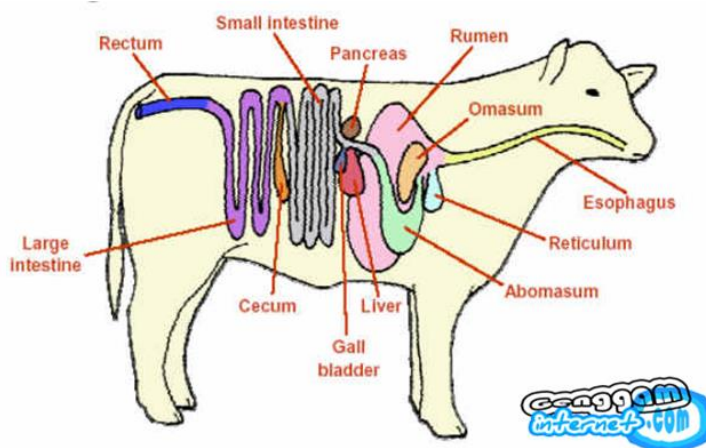
APLIKASI DI DUNIA NYATA

A. Peran enzim dalam proses metabolisme hewan (pencernaan)

Ruminansia adalah hewan menyusui yang berkuku genap, contohnya adalah sapi, kerbau, domba, kambing, rusa, dan kijang. Nama ruminansia berasal dari bahasa Latin “ruminare” yang artinya mengunyah kembali atau memamah biak, sehingga dikenal dengan hewan memamah biak.

Saat memakan rumput, sapi akan makan terus sampai sekenyang kenyangnya, rerumputan tersebut di dalam mulut sapi akan dikunyah secara kasar kemudian masuk melalui kerongkongan menuju lambung. Setelah kenyang sapi akan istirahat, selama istirahat ini rerumputan yang sudah masuk lambung akan dicerna menjadi lebih halus kemudian akan dikeluarkan ke mulut lagi dan dikunyah kembali, dan akhirnya dimasukkan ke dalam lambung lagi untuk disalurkan ke usus halus.

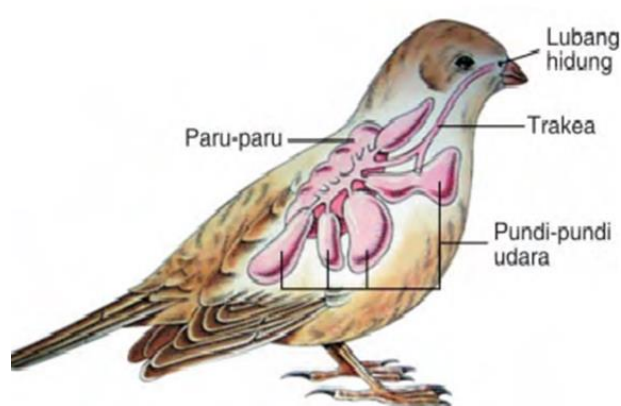
Peristiwa inilah dinamakan proses memamah biak yang dialami oleh hewan ruminansia.



Gambar 1 Proses pencernaan pada sapi dengan memamah biak
sumber: dos.enbiologi.com

C. Peran Enzim dalam proses Respirasi pada hewan

Burung meskipun terbang tinggi dengan mengembangkan sayapnya dia tetap bernafas dan sanggup terbang semakin tinggi, mengapa demikian?



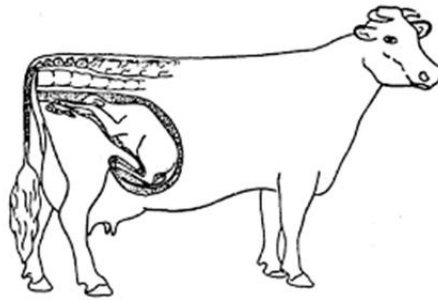
Gambar 2. Pernapasan pada burung , Sumber.Campbell 2006

C. Peran Enzim dalam proses Reproduksi pada hewan

Proses reproduksi pada sapi dapat terjadi secara alami dan secara buatan. Reproduksi alami terjadi melalui perkawinan antara sapi jantan dan betina, sedangkan reproduksi secara buatan dilakukan melalui teknologi Inseminasi Buatan.



Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan



Gambar 3, Sapi betina sedang mengalami bunting ,

Sumber , biologi onz blogspot.com

SOAL-SOAL UN/USBN

A. Peran Enzim dalam proses Pencernaan Hewan

NO	SOAL USBN TAHUN 2018 / 2019
1	<p>Hewan ruminansia dikenal juga sebagai hewan pemamah biak , karena melakukan pencernaanya dua kali yaitu saat masih aktif makan dan saat istirahat . Untuk pertamakali makanan yang telah dikunyah oleh hewan pemamah biak masuk ke</p> <ul style="list-style-type: none">a. Omasumb. Retikulum lalu ke rumenc. Abomasumd. Retikulume. Rumen



Identifikasi		
Kelas / Semester	:	X / 1
Level Kognitif	:	C5 (menentukan)
Indikator yang bersesuaian	:	Menunjukkan peran enzim dalam proses pencernaan makanan pada hewan
Diketahui	:	Hewan ruminansia dikenal juga sebagai hewan pemamah biak karena melakukan pencernaanya dua kali yaitu saat masih aktif makan dan saat istirahat
Ditanyakan	:	Untuk pertamakali makan yang telah dikunyah oleh hewan pemamah biak masuk ke
Materi yang dibutuhkan	:	Peranan enzim dalam proses pencernaan makanan pada hewan

Tidak memberikan jawaban dalam analisis ini. Jawaban soal akan terjawab jika peserta melakukan aktivitas pembelajaran dan mengerjakan lembar kerja peserta didik dengan baik ditambah bahan bacaan atau materi pembelajaran



B. Peran Enzim dalam proses Respirasi/ Pernapasan pada hewan

NO	SOAL USBN TAHUN 2018/ 2019	
2	<p>Proses pernapasan pada burung dengan inspirasi dan ekspirasinya dilakukan secara bergantian oleh pundi-pundi hawa. Selain itu burung saat beristirahat juga melakukan pernapasan sehingga perlu oksigen .</p> <p>Untuk memenuhi kebutuhan oksigen ketika istirahat, burung memiliki perlengkapan pernapasan, yakni</p> <p>a. pleura b. paru-paru c. kantung udara d. mioglobin e. labirin</p>	
Identifikasi		
Kelas / Semester	:	X / 1
Level Kognitif	:	C4 (menganalisis)
Indikator yang bersesuaian	:	menganalisis enzim yang berperan dalam proses respirasi pada hewan
Diketahui	:	Proses pernapasan pada burung dengan Inspirasi dan ekspirasinya dilakukan secara bergantian oleh pundi-pundi hawa.



		Selain itu burung saat beristirahat juga melakukan pernapasan sehingga perlu oksigen
Ditanyakan	:	Untuk memenuhi kebutuhan oksigen ketika istirahat, burung memiliki perlengkapan pernapasan
Materi yang dibutuhkan	:	Proses pernapasan pada hewan , khususnya pada burung /unggas

Tidak memberikan jawaban dalam analisis ini. Jawaban soal akan terjawab jika peserta melakukan aktivitas pembelajaran dan mengerjakan lembar kerja peserta didik dengan baik ditambah bahan bacaan atau materi pembelajaran



C. Peran Enzim dalam proses reproduksi hewan

NO	SOAL USBN TAHUN 2017/ 2018	
3	Berikut beberapa saluran reproduksi hewan mamalia jantan, Saluran reproduksi internal pada hewan mamalia jantan yang berfungsi untuk pemasakan sperma adalah... A. epididymis B. tubulus semineferus C. vesica urinaria D. kelenjar prostat E. vas deferens	
Identifikasi		
Kelas / Semester	:	X / 1
Level Kognitif	:	C4 (menganalisis)
Indikator yang bersesuaian	:	Peserta mampu menentukan peran enzim dalam reproduksi hewan
Diketahui	:	Berikut beberapa saluran reproduksi hewan mamalia jantan
Ditanyakan	:	Saluran reproduksi internal pada jantan



		yang berfungsi untuk pemasakan sperma adalah
Materi yang dibutuhkan	yang :	Peranan enzim dalam proses reproduksi

Tidak memberikan jawaban dalam analisis ini. Jawaban soal akan terjawab jika peserta melakukan aktivitas pembelajaran dan mengerjakan lembar kerja peserta didik dengan baik ditambah bahan bacaan atau materi pembelajaran



BAHAN PEMBELAJARAN

A. Aktivitas Pembelajaran

Dalam pembelajaran materi ini menggunakan model pembelajaran Discovery Learning, sebagai berikut :

Tabel 1, Model pembelajaran discovery learning dalam membelajarkan enzim dan peranan dalam metabolisme

Tahap Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran (berpusat pada siswa)	Alokasi waktu
1. Stimulation (pemberian rangsangan)	<ul style="list-style-type: none">• Guru menayangkan slide/ video berupa gambar berkaitan tentang enzim, ciri-ciri, peranan enzim dalam metabolisme hewan• Peserta didik dipersilahkan oleh guru untuk mengamati slide , video tersebut• Guru menugaskan peserta didik untuk membaca buku sumber berkaitan tentang enzim, ciri-ciri, peranan enzim dalam metabolisme	



	<p>pada hewan</p> <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik membaca buku sumber berkaitan tentang enzim, ciri-ciri, peranan enzim dalam metabolisme hewan• Peserta didik berdiskusi tentang enzim, ciri-ciri, peranan enzim dalam metabolisme hewan (menumbuhkan rasa ingin tahu)• Berdasarkan penggalan informasi peserta didik dapat mengidentifikasi ciri-ciri enzim, mendiskripsikan peranan enzim dalam proses pencernaan, respirasi / pernapasan pada hewan, peran enzim dalam proses reproduksi pada hewan <p>(Mengamati)</p>	
2. Problem stattement (Identifikasi masalah)	<ul style="list-style-type: none">• Guru menugaskan peserta didik untuk menentukan masalah utama apa yang perlu dilakukan untuk	



Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan

	<p>membuat laporan peranan enzim dalam metabolisme hewan</p> <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik menggali informasi berkaitan dengan membuat laporan peranan enzim dalam metabolisme hewan• Peserta didik berdasarkan hasil bacaan saling bertanya dalam diskusi berkaitan dengan laporan peran enzim dalam metabolisme hewan• Berdasarkan hasil bacaan dan diskusi peserta didik merumuskan langkah langkah yang harus dilakukan dalam membuat laporan peranan enzim dalam metabolisme hewan dengan melalui prosedur <p>(Menanya / Merumuskan masalah / hipotesis)</p>	
3. Data Colection (<ul style="list-style-type: none">• Guru menugaskan peserta didik untuk menunjukkan	



Pengumpulan data)	<p>cara kerja enzim dalam proses pencernaan hewan, respirasi/ pernapasan hewan dan peranan enzim dalam proses reproduksi hewan</p> <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik mencoba praktik menunjukkan cara kerja enzim dalam proses proses pencernaan hewan, respirasi/ pernapasan hewan dan peranan enzim dalam proses reproduksi hewan• Peserta didik mengisi tabel pengamatan cara kerja enzim dalam proses pencernaan hewan, respirasi/ pernapasan hewan dan peranan enzim dalam proses reproduksi hewan sebagai hasil praktik <p>(Mengumpulkan informasi / menguji hipotesis, aplikasi)</p>	
4. Data Processing (Pengolahan data)	<ul style="list-style-type: none">• Guru menugaskan peserta didik untuk mengolah permasalahan berkaitan	



Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan

	<p>dengan peranan enzim dalam metabolisme hewan</p> <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik mencoba membuat tabel / format dan mengisi sebagai hasil pembuktian percobaan peranan enzim dalam metabolisme hewan• Guru menugaskan peserta didik untuk membuat laporan peranan enzim dalam metabolisme hewan• Peserta didik membuat laporan peranan enzim dalam metabolisme hewan sebagai pembuktian rumusan masalah dan hipotesis <p>(menalar)</p>	
5. Verification (pembuktian)	<ul style="list-style-type: none">• Guru menugaskan peserta didik untuk mencocokkan hasil praktik dengan teori /materi / bahan bacaan berkaitan dengan peranan enzim dalam metabolisme	



	<p>hewan</p> <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik memeriksa dan mencocokkan hasil praktik dengan teori /materi / bahan bacaan berkaitan dengan peranan enzim dalam metabolisme hewan• Peserta didik memperbaiki laporan hasil praktik apabila terjadi ketidaksesuaian. <p>(Menalar , menyimpulkan hasil dari hipotesis)</p>	
6. Generalization (kesimpulan)	<ul style="list-style-type: none">• Peserta didik berdiskusi untuk menarik kesimpulan / generalisasi tentang peranan enzim dalam metabolisme (proses pencernaan hewan, respirasi/ pernapasan hewan dan peranan enzim dalam proses reproduksi hewan• Peserta didik menyampaikan hasil kesimpulan kelompok di depan kelas• Peserta didik lain memberikan tanggapan	



	<p>terhadap penyampaian kelompok</p> <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik menerima tanggapan dari peserta didik lain dan guru• Peserta didik memperbaiki hasil presentasi dan membuat simpulan peranan enzim dalam metabolisme hewan proses pencernaan hewan, respirasi/ pernapasan hewan dan peranan enzim dalam proses reproduksi hewan <p>(Mengomunikasikan)</p>	
--	--	--

Aktivitas 1

Peran Enzim dalam proses Pencernaan hewan

1. Guru memberikan pertanyaan kepada peserta didik tentang :

- Apakah anda mengetahui tentang enzim ?
- Apakah anda mengetahui proses atau kegiatan yang dialami oleh tubuh hewan ?



- Mengapa kegiatan pada pencernaan, pernapasan, reproduksi pada hewan bisa berlangsung terus menerus , karena adanya apa saja?
 - Bagaimana peranan enzim pada kegiatan / proses pencernaan makanan pada hewan ?
2. Peserta didik diminta mengamati di lingkungan belajar / di luar kelas/ simulasi / demonstrasi tentang hewan (kambing / kerbau/ sapi/ rusa) yang sedang makan.
 3. Selanjutnya peserta didik diminta melakukan praktik proses –proses terjadinya metabolisme (pencernaan makanan)
 4. Peserta didik melakukan praktikum , mengidentifikasi enzim pada proses pencernaan makanan pada hewan ruminansia.
 5. Peserta didik mendapatkan jawaban / solusi sementara yang berkaitan hipotesis masalah tentang peranan enzim dalam metabolisme hewan khususnya dalam proses pencernaan makanan
 6. Peserta didik diminta untuk mencari tahu , mengapa enzim berperan dalam proses pencernaan makanan
 7. Materi Pendukung

Enzim adalah zat (protein) yang untuk sementara terikat pada suatu atau lebih zat – zat yang bereaksi. Enzim bertugas sebagai katalisator yaitu mempercepat proses terjadinya reaksi tanpa berhenti bereaksi. Enzim merupakan biomolekul yang mengkatalis reaksi kimia, dimana hampir semua enzim adalah protein.

Enzim merupakan suatu protein yang bekerja secara khusus, dapat digunakan berulang kali, rusak oleh panas tinggi, terpengaruh oleh pH, diperlukan dalam jumlah sedikit, dan dapat bekerja secara bolak-balik.



Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan

Tabel Ringkasan Macam-Macam Enzim Pencernaan dan Fungsinya

Organ	Nama Enzim	Fungsi Enzim
Lambung	Pepsin	Mengubah protein menjadi pepton
	Renin	Mengubah kaseinogen menjadi kasein (protein susu) & mengendapkan kasein susu
	Lipase Gastrik	Mengubah trigliserida menjadi asam lemak
	Asam Klorida (HCL)	Membunuh bakteri atau kuman dan mengaktifkan pepsinogen menjadi pepsin
Pankreas	Tripsin	Memecah protein pada asam amino dasar
	Chymotrypsinogen	Mengubah protein dan peptosa menjadi pepton, asam amino, dan peptida
	Carboxypeptidase	Melepas asam amino ujung terminal c rantai polypeptida
	Lipase	Mengemulsi lemak menjadi asam lemak & gliserol
	Amilase	Mengubah amilum menjadi maltosa & glukosa
	Elastase	Menurunkan protein elastin dan beberapa protein lainnya
	Nuklease	Mendegradasi asam nukleat, seperti DNAase dan RNAase
Usus Halus	Enterokinase	Mengubah tripsinogen menjadi tripsin yang digunakan dalam saluran pankreas
	Maltase	Mengubah maltosa menjadi glukosa
	Laktase	Mengubah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa
	Sukrase	Mengubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa



Paptidase	Mengubah polipeptida menjadi asam amino
Lipase Usus	Mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol
Erepsin/Dipeptidase	Mengubah dipeptida atau pepton menjadi asam amino
Disakarase	Mengubah disakarida menjadi monosakarida

Aktivitas 2

Peran Enzim dalam proses Respirasi / Pernapasan pada hewan

1. Guru memberikan pertanyaan kepada peserta didik tentang :

- Apakah anda mengetahui tentang enzim ?
- Apakah anda mengetahui proses atau kegiatan yang dialami oleh burung saat terbang dan istirahat ?
- Mengapa kegiatan pada hewan /burung bisa terjadi, karena adanya apa saja?
- Bagaimana peranan enzim pada kegiatan / proses respirasi hewan ?

2. Peserta didik diminta mengamati di lingkungan belajar / di luar kelas/ simulasi / demonstrasi tentang peranan enzim dalam proses respirasi burung yang sedang terbang atau istirahat.

3. Selanjutnya peserta didik diminta melakukan praktik proses –proses terjadinya metabolisme (respirasi) pada hewan contohnya burung.

4. Peserta didik melakukan praktikum , mengidentifikasi enzim pada proses respirasi hewan / burung atau unggas.

5. Peserta didik mendapatkan jawaban / solusi sementara yang berkaitan hipotesis masalah tentang peranan enzim dalam metabolisme hewan khususnya dalam proses respirasi / pernapasan pada burung.

6. Peserta didik diminta untuk mencari tahu , mengapa enzim berperan dalam proses respirasi hewan / burung.



7. Materi Pendukung

Pernapasan adalah proses pertukaran gas pada makhluk hidup yang dibutuhkan untuk metabolisme dalam tubuh. Hewan memiliki alat-alat pernapasan yang berbeda-beda. Mamalia, Reptilia, dan Amphibia memiliki saluran pernapasan berupa paru-paru. Cacing (Annelida) dan Amphibia memiliki kulit yang berfungsi juga sebagai tempat pertukaran gas. Ikan mengambil oksigen yang berada di lingkungannya (air) dengan menggunakan sistem insang. Sebagian besar Arthropoda, terutama serangga, telah memiliki sistem saluran pernapasan. Meskipun demikian, terdapat kelebihan dan kekurangan pada setiap mekanisme pernapasan yang dimiliki oleh setiap makhluk.

Pernapasan eksternal (bernapas) meliputi proses pengambilan O₂ dan pengeluaran CO₂ serta uap air. Pernapasan merupakan pertukaran gas antara organisme dan lingkungannya.

Pernapasan internal (pernapasan seluler) terjadi didalam sel. Secara garis besar, pernapasan merupakan pemecahan glukosa dengan bantuan enzim-enzim untuk menghasilkan energi. Kelompok hewan darat yang termasuk Arthropoda, misalnya serangga sistem pernapasannya berupa sistem pembuluh trakea. Trakea merupakan pembuluh udara yang bercabang-cabang menjadi pembuluh-pembuluh udara yang halus yang langsung berhubungan ke seluruh bagian tubuh. Sistem trakea tidak mengandalkan pada peredaran transpor oksigen dari pertukaran gas di permukaan tubuh sel-sel tubuh, sehingga oksigen tidak diedarkan melalui darah. Pada sepanjang kedua sisi tubuh serangga terdapat lubang-lubang kecil disebut stigma, yang merupakan muara pembuluh-pembuluh trakea yang selalu terbuka. Jadi, udara keluar masuk melalui stigma sebagai lubang pernapasan.



Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan

Sistem respirasi burung mirip dengan sistem respirasi pada Mammalia. Perbedaannya, burung memiliki 6 pasang kantung udara (saccus pneumatikus). Kantung udara ini terbentuk sebagai semacam perluasan dari paru-paru. Namun, pertukaran gas tetap terjadi di dalam paru-paru, sedangkan kantung udara berfungsi menampung udara cadangan. Berdasarkan letaknya terhadap paru-paru, beberapa kantung udara disebut kantung udara posterior (di belakang paru-paru, meliputi dua pasang kantung udara di perut) dan anterior (di depan paru-paru, meliputi sepasang di rongga dada dan sepasang di pangkal leher). Kantung udara anterior di antaranya terletak di pangkal leher, rongga dada (di antara tulang selangka), dan di antara tulang korakoid. Kantung udara posterior di antaranya terletak di pangkal leher di bawah sayap (ketiak), dan dua pasang di rongga perut.

Aktivitas 3

Peran enzim dalam proses reproduksi pada hewan

1. Guru memberikan pertanyaan kepada peserta didik tentang :

- Apakah anda mengetahui tentang enzim?
- Apakah anda mengetahui proses atau kegiatan hewan yang mengalami proses reproduksi dialam ini?
- Mengapa kegiatan pada hewan tersebut bisa terjadi, karena adanya apa saja?
- Bagaimana peranan enzim pada proses reproduksi hewan?

2. Peserta didik diminta mengamati di lingkungan belajar / di luar kelas/ simulasi / demonstrasi tentang reproduksi pada hewan.



3. Selanjutnya peserta didik diminta melakukan praktik proses –proses terjadinya reproduksi pada hewan.
4. Peserta didik melakukan praktikum , mengidentifikasi proses reproduksi pada hewan misalnya kelinci/ ayam.
5. Peserta didik mendapatkan jawaban / solusi sementara yang berkaitan hipotesis masalah tentang peran enzim dalam proses reproduksi pada hewan.
6. Peserta didik diminta untuk mencari tahu , mengapa enzim bisa mempengaruhi proses reproduksi pada hewan
7. Materi Pendukung

Reproduksi pada Mamalia

Komponen Organ Reproduksi Mamalia Betina

Hewan mamalia betina memiliki organ reproduksi primer dan sekunder. Organ reproduksi primer yaitu ovarium. Ovarium menghasilkan ova (sel telur) dan hormon-hormon kelamin betina.

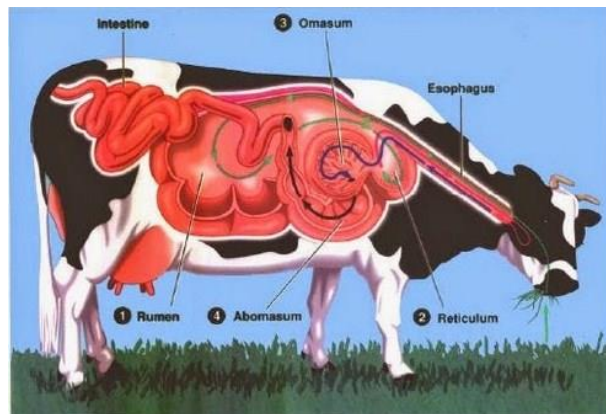
Organ reproduksi sekunder atau saluran reproduksi terdiri dari oviduk, uterus, serviks, vagina, dan vulva. Fungsi organ-organ reproduksi sekunder menerima, menyalurkan, dan menyatukan sel-sel kelamin jantan dan betina; memberi lingkungan; memberi makan; melahirkan individu baru. Alat-alat kelamin dalam digantung oleh ligamentum lata. Ligamentum ini terdiri dari mesovarium (penggantung ovarium), mesosalpink (penggantung oviduk), dan mesometrium (penggantung uterus).

IB (Inseminasi Buatan) Inseminasi buatan atau inseminasi artifisial (bahasa Inggris: artificial insemination, AI) adalah suatu cara atau teknik untuk memasukkan sperma atau semen ternak jantan yang telah dicairkan dan telah diproses terlebih dahulu, ke dalam saluran alat kelamin betina dengan menggunakan metode dan alat khusus yang disebut 'insemination gun'.

B. Lembar Kerja Peserta Didik

Lembar Kerja Peserta Didik 1

- a. Judul : Mengidentifikasi Sistem Pencernaan Hewan Ruminansia
- b. Tujuan : Membuktikan bahwa proses pencernaan pada hewan ruminansia memerlukan beberapa enzim
- c. Alat / bahan:
 - Model pencernaan hewan ruminansia (sapi/ domba/ kambing)
Preparat, model Flocart, Misalnya :



- ATK

- d. Cara Kerja:
 - Lakukan analisis tentang tahapan proses pencernaan makanan pada hewan tersebut!



- Identifikasi tentang organ sistem pencernaan makanan pada hewan tersebut secara urut!
- Lakukan analisis tentang enzim yang membantu dalam proses pencernaan makanan pada hewan tersebut!
- Buatlah skema atau flowcart tentang proses pencernaan makanan hewan ruminansia tersebut!

Pertanyaan :

- a. Bagaimanakah alur proses pencernaan hewan ruminansia ?
Jelaskan!
- b. Enzim apa yang berperan dalam proses pencernaan makanan hewan ruminansia tersebut?
- c. Diskusikan hasil praktik dalam kelompok, dan buatlah laporan praktikum!
- d. Mempresentasikan hasil praktikum tentang sistem pencernaan makanan hewan ruminansia, dan hasilnya dikumpulkan kepada guru.

Lembar Kerja Peserta Didik 2

I. Judul : Kecepatan Penggunaan Oksigen Dalam Proses Respirasi

II. Tujuan :

1. Untuk membuktikan bahwa pada proses respirasi memerlukan oksigen
2. Untuk membuktikan bahwa keperluan oksigen dalam proses respirasi dipengaruhi oleh berat tubuhhewan (serangga)

III. Tinjauan Pustaka

Proses terjadinya respirasi terdiri dari tiga tahapan yaitu glikolisis, siklus krebs dan transfer elektron

Proses respirasi adalah proses pemecahan bahan organik yang terkandung (karbohidrat, protein, lemak) untuk menjadi bahan yang lebih sederhana dengan melepaskan energi (panas), dimana pada prosesnya ini menggunakan O_2 dan melepaskan CO_2 . Dalam proses respirasi terjadi proses secara kimiawi yaitu reaksi yang terjadi antara O_2 dengan karbohidrat lalu dari reaksi itu akan menghasilkan CO_2 dan H_2O (uap air) yang kemudian hasil tersebut akan dilepaskan ke udara.

Respirometer merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengukur kecepatan pernapasan beberapa macam organisme hidup seperti serangga, bunga, akar, kecambah yang segar. Jika tidak ada perubahan suhu yang berarti, kecepatan pernapasan dapat dinyatakan dalam ml/detik/g, yaitu banyaknya oksigen yang digunakan oleh makhluk percobaan tiap gram berat tiap detik. Respirometer terdiri dari dua



bagian yang dapat dipisahkan, yaitu tabung spesimen (tempat hewan atau bagian tumbuhan yang akan diuji) dan pipa kapiler yang dikalibrasi hingga ketelitian 0.01 ml. Kedua bagian tersebut dapat dipersatukan dengan sangat rapat hingga kedap udara dan didudukkan pada penumpu (landasan) yang terbuat dari kayu atau logam.

Alat respirasi pada hewan bervariasi antara hewan yang satu dengan hewan yang lain, ada yang berupa paru-paru, insang, kulit, trakea, dan paru-paru buku, bahkan ada beberapa organisme yang belum mempunyai alat khusus sehingga oksigen berdifusi langsung dari lingkungan ke dalam tubuh, contohnya pada hewan bersel satu, porifera, dan coelenterata. Pada ketiga hewan ini oksigen berdifusi dari lingkungan melalui rongga tubuh.

IV. METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat

1. Respirometer
2. Beaker glass
3. Stopwatch
4. Timbangan
5. Pipet tetes

Bahan :

1. Serangga (belalang , semut, capung, dll)
2. Kristal KOH
3. Eosin
4. Kapas
5. Paslin

Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan

Cara kerja

1. Memasukkan kristal KOH/NaOH yang telah dibungkus kapas, lalu memasukkannya ke dalam tabung respirometer
2. Menimbang masing-masing serangga belalang (a) dan serangga semut (b), serangga lain / capung (c) gram, mencatat, lalu memasukkan ke dalam tabung specimen respirometer.
3. Menutup tabung dengan pipa kapiler berskala yang terdapat pada respirometer,lalu melapisi dengan vaselin supaya rapat dan kedap udara.
4. Memasukkan 1 tetes eosin ke dalam ujung pipa kapiler berskala menggunakan pipet tets, lalu meletakkan respirometer pada posisi horizontal.
5. Mengamati dan mengukur kecepatan gerakan cairan tiap satu menit sampai cairan lewat pipa scala semua.
6. Menghitung kecepatan penggunaan oksigen tiap menit dalam tiap gram masing-masing serangga.

V. Hasil Pengamatan

Tabel Kecepatan Eosin

Bahan	Masa (gram)	Menit ke-										Kecepatan Eosin (ml/menit)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10...	
Serangga belala	a...											
	b....											



n	c...												
Serangga semut	a..												
	b...												
	c...												

Tabel kecepatan Respirasi ml/gram

Bahan	Massa (gram)	Menit ke-											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Serangga belalang	a..												
	b..												
	c...												
Serangga semut	a..												
	b..												
	c..												

Pertanyaan :

1. Dari hasil pengamatan tersebut , buatlah :
 - a. Grafik pergerakan eosin serangga belalang
 - b. Grafik pergerakan eosin serangga semut
 - c. Grafik kecepatan respirasi serangga belalang
 - d. Grafik kecepatan respirasi serangga semut
2. Selanjutnya buatlah kesimpulan tentang percobaan tersebut, dan jelaskan faktor yang mempengaruhi kecepatan respirasi pada hewan!
3. Enzim apa yang berperan dalam proses respirasi hewan?
4. Buatlah kesimpulan dari percobaan tersebut dan hasilnya di presentasikan di depan kelas .
5. Selanjutnya laporan akhir dikumpulkan kepada guru.



Lembar Kerja Peserta Didik 3

I. Judul Percobaan : Identifikasi proses reproduksi pada hewan

II. Tujuan :

1. Menganalisis proses reproduksi pada hewan mamalia
2. Mengidentifikasi enzim yang berperan dalam proses reproduksi pada hewan mamalia

III. Landasan Teori :

Enzim adalah protein yang berperan sebagai katalis dalam metabolisme makhluk hidup. Enzim berperan untuk mempercepat reaksi kimia yang terjadi di dalam tubuh makhluk hidup, tetapi enzim itu sendiri tidak ikut bereaksi. Oleh sebab itu enzim disebut sebagai salah satu katalisator alami. Enzim tak hanya ditemukan dalam sel-sel manusia dan hewan, namun sel-sel tumbuhan juga memiliki enzim sebagai salah satu komponen metabolismenya.

Semua jenis mamalia, misalnya sapi, kambing dan marmut merupakan hewan vivipar (kecuali Platypus). Mamalia jantan dan betina memiliki alat kelamin luar, sehingga pembuahannya bersifat internal. Sebelum terjadi pembuahan internal, mamalia jantan mengawini mamalia betina dengan cara memasukkan alat kelamin jantan (penis) ke dalam liang alat kelamin betina (vagina).

Ovarium menghasilkan ovum yang kemudian bergerak di



IV. Alat dan Bahan :

1. Disecting Set.
2. Papan bedah
3. Loupe
4. Masker
5. Sarung tangan
6. Tissue gulung
7. Hewan mamalia (misal kelinci jantan dan betina)
8. ATK

VI. Cara Kerja :

1. Siapkan alat dan bahan!
2. Lakukan pembedahan hewan mamalia (kelinci) dengan melakukan pembiusan lebih dahulu!
3. Lakukan identifikasi organ reproduksi mulai dari organ luar sampai dengan organ dalam!
4. Lakukan analisis tentang proses reproduksi dan organ reproduksi nya!
5. Lakukan analisis untuk hewan jantan dan betina secara bergantian!
6. Bandingkan hasil analisis antara hewan jantan dan betina!
7. Gambarlah hasil identifikasi dan analisis tersebut!
8. Lakukan analisis enzim apa saja yang berperan dalam proses reproduksi pada hewan kelinci jantan maupun betina!
9. Buatlah laporan secara lengkap!
10. Presentasikan hasil praktik di depan kelas
11. Kumpulkan laporan akhir kepada guru sebagai portopolio!



C. Bahan Bacaan

Judul Bahan Bacaan 1

Peranan Enzim dalam Proses metabolisme (pencernaan hewan)

- Enzim merupakan Protein yang berperan sebagai katalis dalam metabolisme makhluk hidup. Enzim berperan untuk mempercepat reaksi kimia yang terjadi di dalam tubuh makhluk hidup, tetapi enzim itu sendiri tidak ikut bereaksi.
- Enzim merupakan senyawa organik bermolekul besar yang berfungsi untuk mempercepat jalannya reaksi metabolisme di dalam tubuh tanpa mempengaruhi keseimbangan reaksi
- Enzim tidak ikut bereaksi, struktur enzim tidak berubah baik sebelum dan sesudah reaksi tetap
- Enzim sebagai biokatalisator
- Bagian enzim yang aktif adalah sisi aktif dari enzim

Sifat – sifat enzim

1. **Biokatalisator**, mempercepat jalannya reaksi tanpa ikut bereaksi.
2. **Thermolabil**, mudah rusak, bila dipanasi lebih dari suhu 60^o C, karena enzim tersusun dari protein yang mempunyai sifat thermolabil.
3. Merupakan senyawa protein sehingga sifat protein tetap melekat pada enzim.
4. Dibutuhkan dalam jumlah sedikit, sebagai biokatalisator, reaksinya sangat cepat dan dapat digunakan berulang-ulang.



5. Bekerjanya ada yang di dalam sel (**endoenzim**) dan di luar sel (**ektoenzim**), contoh ektoenzim: amilase, maltase.
6. Umumnya enzim bekerja mengkatalisis reaksi satu arah, meskipun ada juga yang mengkatalisis reaksi dua arah, contoh : lipase, mengkatalisis pembentukan dan penguraian lemak lipase
Lemak + H₂O —————> Asam lemak + Gliserol
7. Bekerjanya spesifik ; enzim bersifat spesifik, karena bagian yang aktif (permukaan tempat melekatnya substrat) hanya setangkup dengan permukaan substrat tertentu.
8. Umumnya enzim tak dapat bekerja tanpa adanya suatu zat non protein tambahan yang disebut **kofaktor**.

Sifat lain :

- Suhu: optimum 30°C, minimum 0°C, maksimum 40°C
- Logam, memacu aktifitas enzim: Mg, Mn, Co, Fe
- Logam berat, menghambat aktivitas enzim: Pb, Cu, Zn, Cd, Ag
- pH, tergantung pada jenis enzimnya (pepsin aktif kondisi masam, amilase kondisi netral, tripsin kondisi basa)
- Konsentrasi substrat, substrat yang banyak mula-mula memacu aktifitas enzim, tetapi kemudian menghambat karena: penumpukan produk (feed back effect)
- Konsentrasi enzim, peningkatan konsentrasi enzim memacu aktifitasnya
- Air, memacu aktifitas enzim
- Vitamin, memacu aktifitas enzim



Macam-Macam Enzim Pencernaan dan Fungsinya

Enzim pada Mulut

Sebelum diserap, zat makanan kompleks yang dikonsumsi oleh manusia dan hewan harus dipecah menjadi zat yang lebih sederhana, yaitu zat yang mudah larut dan tidak larut. Dalam rongga mulut, kelenjar ludah mengeluarkan berbagai enzim dan zat yang membantu pencernaan dan mengusir kuman-kuman berbahaya.

1. Lipase lingual

Enzim lipase mencerna lipid atau lemak, dengan demikian kita bisa tahu ternyata pencernaan lipid dimulai di mulut.

2. Amilase saliva

Pencernaan karbohidrat juga dimulai di mulut. Amilase, diproduksi oleh kelenjar ludah, menghancurkan karbohidrat kompleks ke rantai yang lebih kecil, atau bahkan gula sederhana. Amilase disebut juga sebagai enzim ptialin.

3. Lisozim

Dalam makanan tentu saja tidak hanya mengandung berbagai nutrisi penting, namun juga ada kuman seperti bakteri atau virus. Fungsi lisozim sebagai antiseptik yang terbatas dan tidak spesifik namun bermanfaat dalam melumpuhkan kuman-kuman tersebut.



4. Haptocorrin

Haptocorrin juga dikenal sebagai R-factor, fungsinya membantu penyerapan vitamin B12. Haptocorrin melindungi vitamin B12 dari kerusakan yang disebabkan oleh asam lambung. Setelah sampai di duodenum, ikatan B12-Haptocorrin terpisah oleh protease pankreas.

Vitamin B12 kemudian bisa berikatan dengan faktor intrinsik (IF) yang telah diproduksi oleh sel parietal. Akhirnya, keduanya (vitamin B12 & IF) dibawa ke ileum melalui reseptor cubam.

Perlu diketahui bahwa ada dua jenis kelenjar ludah yang mendukung proses pencernaan:

- **Kelenjar serosa** : Kelenjar ini menghasilkan sekret yang kaya akan air, elektrolit, dan enzim. Contohnya adalah kelenjar parotid.
- **Kelenjar campuran** : Kelenjar ini memiliki sel serosa dan sel mukosa, dan mencakup kelenjar sublingual dan submandibular. Produksi sekresinya adalah campuran serous dan mukous dan masuk ke mulut melalui duktus Wharton.

Enzim pada Lambung

Enzim pencernaan yang dihasilkan oleh lambung disebut *enzim lambung*. Lambung memainkan peran penting dalam pencernaan, baik secara mekanis dengan mencampur dan menghancurkan makanan, dan juga secara enzimatik, dengan mencernanya. Berikut ini adalah enzim, hormon atau senyawa yang diproduksi oleh lambung dan fungsinya masing-masing:



1. Pepsin

Pepsin adalah enzim lambung yang paling utama. Diproduksi oleh sel lambung yang disebut "sel utama" atau "chief cell" dalam bentuk pepsinogen yang belum aktif (zymogen).

Pepsinogen kemudian diaktivasi oleh asam lambung ke dalam bentuk aktifnya, pepsin. Fungsi pepsin adalah memecah protein dalam makanan menjadi partikel yang lebih kecil, seperti fragmen peptida dan asam amino.

Oleh karena itu, pencernaan protein dimulai pertama kali di lambung, tidak seperti karbohidrat dan lipid yang memulai pencernaannya di mulut.

2. Asam klorida (HCl)

Pada dasarnya asam klorida terdiri dari atom hidrogen bermuatan positif (H⁺), atau dalam istilah awam disebut *asam lambung*. HCl diproduksi oleh sel-sel lambung yang disebut sel parietal. Fungsi HCl yang utama yaitu:

- Denaturasi protein.
- Menghancurkan bakteri atau virus yang tertinggal dalam makanan.
- Mengaktifkan pepsinogen menjadi pepsin.

3. Faktor intrinsik (IF)

Faktor intrinsik dihasilkan oleh sel parietal pada lambung. Seperti dijelaskan sebelumnya, bahwa IF berperan penting dalam penyerapan Vitamin B12 pada ileum terminal.



Awalnya di air liur, haptocorrin disekresikan oleh kelenjar liur untuk berikatan dengan Vit. B12, sehingga menciptakan kompleks Vit. B12-Haptocorrin. Tujuannya adalah untuk melindungi vitamin B12 agar tidak rusak oleh asam klorida yang diproduksi oleh lambung.

Begitu isi lambung disalurkan ke duodenum, haptocorrin dirusak oleh enzim pankreas (protease) sehingga melepaskan vitamin B12 yang utuh.

Faktor intrinsik (IF) yang dihasilkan oleh sel parietal kemudian mengikat Vitamin B12, menciptakan kompleks Vit. B12-IF. Keduanya kemudian diserap pada bagian usus halus ileum terminal.

4. Mucin

Lambung memiliki peranan penting dalam menghancurkan bakteri dan virus dengan cara memanfaatkan HCl yang sangat asam. Namun lambung juga harus melindungi lapisannya sendiri dari sifat asam yang merusak tersebut.

Caranya dengan mensekresi mucin dan bikarbonat melalui sel mukosanya, dan juga dengan melakukan perputaran siklus (mati-tumbuh) sel yang cepat.

5. Gastrin

Gastrin merupakan hormon penting yang diproduksi oleh "sel G" dari lambung. Sel G menghasilkan gastrin sebagai respons terhadap peregangan lambung yang terjadi setelah makanan masuk, dan juga setelah paparan lambung terhadap protein.



Gastrin adalah hormon endokrin yang memasuki aliran darah dan akhirnya kembali ke lambung dimana ia merangsang sel parietal untuk menghasilkan asam hidroklorida (HCl) dan faktor intrinsik (IF).

6. Lipase Lambung

Lipase lambung merupakan asam lipase yang disekresikan oleh "chief cell" di mukosa fundus di lambung, dan memiliki pH optimum 3-6. Lipase lambung, bersama dengan lipase lingual, terdiri dari dua lipase asam.

Lipase ini, tidak seperti lipase basa (seperti lipase pankreas), tidak memerlukan asam empedu atau kolipase untuk aktivitas enzimatik yang optimal.

Lipase asam membentuk 30% hidrolisis lipid yang terjadi selama pencernaan pada manusia dewasa, dan lipase lambung lah yang berkontribusi paling banyak. Pada neonatus, lipase asam jauh lebih penting, menyediakan hingga 50% dari total aktivitas lipolitik.

Perlu diketahui bahwa ada empat jenis sel di lambung:

- **Sel parietal** : Menghasilkan asam klorida dan faktor intrinsik.
- **Sel utama "Chief Cell" lambung** : Menghasilkan pepsinogen. Sel utama ini terutama ditemukan di bagian yang disebut "body" atau badan lambung, yang merupakan bagian anatomis tengah atau superior dari lambung.
- **Sel mukosa leher dan pit** : Menghasilkan mucin dan bikarbonat untuk menciptakan "zona netral" untuk melindungi lapisan lambung dari asam atau iritasi pada kimus (*chyme*) lambung .



- **Sel G** : Menghasilkan hormon gastrin sebagai respons terhadap distensi mukosa lambung atau protein, dan merangsang produksi sel parietal. Sel G terletak di bagian antrum (bawah) lambung, yang merupakan daerah paling inferior dari lambung.

Sekresi oleh sel - sel diatas dikendalikan oleh sistem saraf enterik (ENS). Distensi di lambung atau persarafan oleh saraf vagus (parasimpatis) akan mengaktifkan ENS, yang pada gilirannya akan menyebabkan pelepasan asetilkolin. Setelah sampai, asetilkolin akan mengaktifkan sel G dan sel parietal.

Enzim pada Pankreas

Pankreas merupakan gabungan kelenjar endokrin dan kelenjar eksokrin. Fungsi pankreas sebagai kelenjar endokrin yaitu menghasilkan hormon (seperti insulin, dan glukagon) untuk dilepaskan ke sistem peredaran darah.

Fungsinya untuk mengendalikan metabolisme glukosa, dan juga untuk mengeluarkan sekret pankreas (jus pankreas) sebagai kelenjar eksokrin.

Hasil sekresi dari kelenjar eksokrin pankreas akan dilairkan menuju duodenum atau usus 12 jari guna mencerna makanan yang berasal dari lambung. Fungsi pencernaan atau eksokrin pankreas sama pentingnya dengan fungsi endokrinnya.

Berikut macam-macam enzim penyusun jus pankreas berserta fungsinya:

- **Tripsinogen**, merupakan protease aktif (zymogenic) yang diaktifkan dalam duodenum menjadi tripsin, memecah protein menjadi pepton.



Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan

Tripsinogen diaktifkan melalui enzim duodenum enterokinase ke enzim tripsin yang aktif.

- **Chymotrypsinogen**, merupakan protease aktif (zymogenic) yang diaktifkan oleh enterodinase duodenum, yang kemudian diubah menjadi chymotrypsin untuk mengubah protein dan peptosa menjadi pepton, asam amino dan peptida. Chymotrypsinogen juga bisa diaktifkan oleh tripsin.
- **Carboxypeptidase**, yang merupakan protease yang melepaskan asam amino ujung terminal c rantai polipeptida.
- **Elastase** berfungsi menurunkan protein elastin dan beberapa protein lainnya.
- **Pankreas lipase** yang mendegradasi trigliserida menjadi asam lemak dan gliserol.
- **Sterol esterase**
- **Fosfolipase**
- **Nuklease** berfungsi mendegradasi asam nukleat, seperti DNAase dan RNAase
- **Amilase pankreas** berfungsi memecah pati dan glikogen yang merupakan polimer glukosa alfa-linked.

Berikut mekanisme pankreas yang penting untuk

pemeliharaan keseimbangan dan produksi jus pankreas:

Secretin

Sekretin adalah hormon yang diproduksi oleh "sel S" duodenum sebagai respons terhadap kimus (chyme) lambung yang mengandung konsentrasi atom hidrogen tinggi (keasaman tinggi) yang dilepaskan ke dalam aliran darah.

Setelah kembali ke saluran pencernaan, sekresi mengurangi pengosongan lambung, meningkatkan sekresi sel duktus pankreas, serta merangsang sel asinar pankreas untuk melepaskan jus zimogeniknya.



Cholecystokinin (CCK)

Cholecystokinin (CCK) adalah peptida unik yang dikeluarkan oleh "sel I" duodenum untuk mengatasi kimus (chyme) yang mengandung lemak atau protein yang tinggi.

Tidak seperti secretin, yang merupakan hormon endokrin, CCK benar-benar bekerja melalui stimulasi rangkaian neuron, hasil akhirnya adalah stimulasi sel asinar untuk melepaskan isinya. CCK juga meningkatkan kontraksi kandung empedu.

Cairan empedu membantu penyerapan lemak dengan mengemulsinya, dan meningkatkan permukaan serapnya. Cairan empedu dihasilkan oleh hati, kemudian ditampung di dalam kantong empedu.

Gastric inhibitory peptide (GIP)

Sebagai penghambat aktivitas lambung (GIP) yang diproduksi oleh sel duodenum mukosa sebagai respon untuk mengatasi kimus (chyme) yang mengandung karbohidrat, protein, dan asam lemak yang tinggi. Fungsi utama GIP adalah mengurangi pengosongan lambung.

Somatostatin

Somatostatin adalah hormon yang diproduksi oleh sel mukosa duodenum dan juga "sel delta" pankreas. Somatostatin memiliki efek penghambatan, termasuk menghambat produksi pankreas.

Enzim pada Usus Halus

Enzim atau hormon berikut diproduksi di duodenum:



1. Secretin

Secretin adalah hormon endokrin yang diproduksi oleh "sel S" duodenum sebagai respons terhadap keasaman lambung.

2. Cholecystokinin (CCK)

Cholecystokinin (CCK) adalah peptida unik yang dikeluarkan oleh "sel I" duodenum dalam menanggapi kimus (chyme) yang mengandung kandungan lemak atau protein yang tinggi.

Tidak seperti secretin, yang merupakan hormon endokrin, CCK benar-benar bekerja melalui stimulasi rangkaian neuron, hasil akhirnya adalah stimulasi sel asinar untuk melepaskan isinya.

CCK juga meningkatkan kontraksi kandung empedu, menyebabkan pelepasan cairan empedu yang telah disimpan ke dalam saluran sistik, dan akhirnya masuk ke saluran empedu umum dan melalui ampula Vater ke posisi anatomis kedua duodenum.

CCK juga merelaksasi sfingter Oddi , yaitu sfingter yang mengatur aliran melalui ampula Vater. CCK juga menurunkan aktivitas lambung dan mengurangi pengosongan lambung.

3. Gastric inhibitory peptide (GIP)

Peptida penghambat aktivitas lambung (GIP). Berfungsi untuk menurunkan motilitas lambung dan diproduksi oleh sel mukosa duodenum.



4. Motilin

Zat ini meningkatkan motilitas gastrointestinal melalui reseptor khusus yang disebut "reseptor motilin".

5. Somatostatin

Hormon ini diproduksi oleh mukosa duodenum dan juga oleh sel delta pankreas. Fungsi utamanya adalah untuk menghambat berbagai mekanisme sekresi.

Sepanjang lapisan usus halus ada banyak enzim *brush border* yang fungsinya untuk memecah chyme yang terlepas dari lambung ke dalam partikel yang dapat diserap. Beberapa enzim ini meliputi:

- **Erepsin** : mengubah pepton dan polipeptida menjadi asam amino.
- **Maltase** : mengubah maltosa menjadi glukosa.
- **Laktase** : enzim yang mengubah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa..
- **Sukrase** : mengubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa.
- **Disakarida** lainnya

Tabel 2, Ringkasan Macam-Macam Enzim Pencernaan dan Fungsinya

Organ	Nama Enzim	Fungsi Enzim
Lambung	Pepsin	Mengubah protein menjadi pepton
	Renin	Mengubah kaseinogen menjadi kasein (protein susu) & mengendapkan kasein susu
	Lipase Gastrik	Mengubah trigliserida menjadi asam lemak
	Asam Klorida (HCL)	Membunuh bakteri atau kuman dan mengaktifkan pepsinogen menjadi pepsin



Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan

Pankreas	Tripsin	Memecah protein pada asam amino dasar
	Chymotrypsinogen	Mengubah protein dan peptosa menjadi pepton, asam amino dan peptida
	Carboxypeptidase	Melepas asam amino ujung terminal c rantai polypeptida
	Lipase	Mengemulsi lemak menjadi asam lemak & gliserol
	Amilase	Mengubah amilum menjadi maltosa & glukosa
	Elastase	Menurunkan protein elastin dan beberapa protein lainnya
	Nuklease	Mendegradasi asam nukleat, seperti DNAase dan RNAase
Usus Halus	Enterokinase	Mengubah tripsinogen menjadi tripsin yang digunakan dalam saluran pankreas
	Maltase	Mengubah maltosa menjadi glukosa
	Laktase	Mengubah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa
	Sukrase	Mengubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa
	Paptidase	Mengubah polipeptida menjadi asam amino
	Lipase Usus	Mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol
	Erepsin/Dipeptidase	Mengubah dipeptida atau pepton menjadi asam amino
	Disakarase	Mengubah disakarida menjadi monosakarida



Judul Bahan Bacaan 2

Peranan Enzim dalam proses Respirasi / pernapasan pada hewan

Pernapasan adalah pertukaran gas yang dibutuhkan untuk metabolisme dalam tubuh. Hewan memiliki alat-alat pernapasan yang berbeda-beda. Mamalia, Reptilia, dan Amphibia memiliki saluran pernapasan berupa paru-paru. Cacing (Annelida) dan Amphibia memiliki kulit yang berfungsi sebagai tempat pertukaran gas. Ikan mengambil oksigen yang berada di lingkungannya (air) dengan menggunakan sistem insang. Sebagian besar Arthropoda, terutama serangga, telah memiliki sistem saluran pernapasan

Sistem Respirasi pada Aves (Burung)

Pada burung, tempat berdifusinya gas pernapasan hanya terjadi di paru-paru. Paru-paru burung berjumlah sepasang dan terletak dalam rongga dada yang dilindungi oleh tulang rusuk.

Jalur pernapasan pada burung berawal di lubang hidung. Pada tempat ini, udara masuk kemudian diteruskan pada celah tekak yang terdapat pada dasar faring yang menghubungkan trakea. Trakeanya panjang berupa pipa bertulang rawan yang berbentuk cincin, dan bagian akhir trakea bercabang menjadi dua bagian, yaitu bronkus kanan dan bronkus kiri. Dalam bronkus pada pangkal trakea terdapat *sirink* yang pada bagian dalamnya terdapat lipatan-lipatan berupa selaput yang dapat bergetar. Bergetarnya selaput itu menimbulkan suara. Bronkus bercabang lagi menjadi mesobronkus yang merupakan bronkus sekunder dan dapat dibedakan menjadi ventrobronkus (di bagian ventral) dan dorsobronkus (di bagian dorsal). Ventrobronkus dihubungkan dengan dorsobronkus, oleh banyak parabronkus (100 atau lebih).

Parabronkus berupa tabung tabung kecil. Di parabronkus bermuara banyak kapiler sehingga memungkinkan udara berdifusi. Selain paru-paru,



Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan

burung memiliki 8 atau 9 perluasan paru-paru atau pundi-pundi hawa (sakus pneumatikus) yang menyebar sampai ke perut, leher, dan sayap. Pundi-pundi hawa berhubungan dengan paru-paru dan berselaput tipis. Di pundi-pundi hawa tidak terjadi difusi gas pernapasan; pundi-pundi hawa hanya berfungsi sebagai penyimpan cadangan oksigen dan meringankan tubuh. Karena adanya pundi-pundi hawa maka pernapasan pada burung menjadi efisien. Pundi-pundi hawa terdapat di pangkal leher (*servikal*), ruang dada bagian depan (*toraks anterior*), antara tulang selangka (*korakoid*), ruang dada bagian belakang (*toraks posterior*), dan di rongga perut (*kantong udara abdominal*).

Masuknya udara yang kaya oksigen ke paru-paru (inspirasi) disebabkan adanya kontraksi otot antar tulang rusuk (interkostal) sehingga tulang rusuk bergerak keluar dan tulang dada bergerak ke bawah. Atau dengan kata lain, burung mengisap udara dengan cara memperbesar rongga dadanya sehingga tekanan udara di dalam rongga dada menjadi kecil yang mengakibatkan masuknya udara luar. Udara luar yang masuk sebagian kecil tinggal di paru-paru dan sebagian besar akan diteruskan ke pundi-pundi hawa sebagai cadangan udara.

Udara pada pundi-pundi hawa dimanfaatkan hanya pada saat udara (O_2) di paru-paru berkurang, yakni saat burung sedang mengepakkan sayapnya. Saat sayap mengepak atau diangkat ke atas maka kantung hawa di tulang korakoid terjepit sehingga oksigen pada tempat itu masuk ke paru-paru. Sebaliknya, ekspirasi terjadi apabila otot interkostal relaksasi maka tulang rusuk dan tulang dada kembali ke posisi semula, sehingga rongga dada mengecil dan tekanan menjadi lebih besar dari tekanan di udara luar akibatnya udara dari paru-paru yang kaya karbon dioksida keluar. Bersamaan dengan mengecilnya rongga dada, udara dari kantung hawa masuk ke paru-paru dan terjadi pelepasan oksigen dalam pembuluh kapiler di paru-paru. Jadi, pelepasan oksigen di paru-paru dapat terjadi pada saat ekspirasi maupun inspirasi.



Alat pernapasan pada burung adalah paru-paru. Ukuran paru-paru relatif kecil dibandingkan ukuran tubuh burung. Paru-paru burung terbentuk oleh bronkus primer, bronkus sekunder, dan pembuluh bronkiolus. Bronkus primer berhubungan dengan mesobronkus. Mesobronkus merupakan bronkiolus terbesar. Mesobronkus bercabang menjadi dua set bronkus sekunder anterior dan posterior yang disebut ventrobronkus dan dorsobronkus dihubungkan oleh parabronkus. Paru-paru burung memiliki ± 1000 buah parabronkus yang bergaris tengah $\pm 0,5$ mm. Paru-paru burung memiliki perluasan yang disebut kantong udara yang mengisi daerah selangka dada atas, dada bawah, daerah perut, daerah tulang humerus dan daerah leher.

Berturut-turut dari luar ke dalam. Susunan alat pernapasan burung adalah sebagai berikut:

- a. Lubang hidung,
 - 1) Sepasang lubang hidung luar, terdapat pada pangkal paruh
 - 2) Sepasang lubang hidung dalam, terdapat pada langit-langit rongga mulut
- b. Celah tekak pada dasar faring, berhubungan dengan trakea,
 - Terdapat pada pangkal tenggorok
- c. Trakea, berupa pipa dengan penebalan tulang rawan berbentuk cincin yang tersusun di sepanjang trakea.
 - Berbentuk pipa yang terdiri dari cincin tulang rawan
 - Pada trakea terdapat kantung suara (sirink) yang melekat pada dinding trakea. Sirink memiliki selaput yang akan bergetar dan menghasilkan bunyi jika ada udara yang lewat. Trakea bercabang ke kiri dan kanan menjadi bronkus.
 - Siring (alat suara), terletak di bagian bawah trakea. Dalam siring terdapat otot sternotrakealis yang menghubungkan tulang dada dan trakea, serta berfungsi untuk menimbulkan suara. Selain itu terdapat juga otot siringialis yang menghubungkan siring dengan dinding trakea sebelah

Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan

dalam. Dalam rongga siring terdapat selaput yang mudah bergetar. Getaran selaput suara tergantung besar kecilnya ruangan siring yang diatur oleh otot sternotrakealis dan otot siringalis.

- e. Bifurkasi trakea, yaitu percabangan trakea menjadi dua bronkus kanan dan kiri,
- f. Bronkus (cabang trakea) terletak di antara siring dan paru-paru,
- g. Paru-paru dengan selaput pembungkus paru-paru yang disebut pleura.

Paru-paru dibungkus oleh selaput (pleura) dan dihubungkan dengan kantong hawa/pundi-pundi udara (Saccus pneumaticus).

Paru-paru burung tidak mempunyai alveoli dan sebagai gantinya adalah pembuluh udara yang disebut "Parabronki". Saluran udara pada parabronki bercabang-cabang, yaitu berupa pembuluh kapiler udara yang letaknya berdampingan dengan kapiler darah.

Pada burung, tempat berdifusinya gas pernapasan hanya terjadi di paru-paru. Paru-paru burung berjumlah sepasang dan terletak dalam rongga dada yang dilindungi oleh tulang rusuk.

Burung adalah hewan berdarah panas, sama seperti mamalia, sehingga suhu pada tubuh burung bersifat stabil. Karena burung memiliki reseptor pada bagian otak yang dapat mengatur suhu tubuh, sehingga burung dapat melakukan aktivitas pada suhu lingkungan yang berbeda. Burung menggunakan paru-paru dan pundi hawa (pundi-pundi udara) sebagai alat pernapasannya.

Burung memiliki dua lubang hidung, yaitu :

- a. Lubang hidung luar terletak pada pangkal paruh bagian atas.
- b. Lubang hidung dalam terletak pada langit-langit rongga mulut



Trakea pada burung sama seperti pada manusia yaitu berupa tulang rawan yang berbentuk cincin-cincin . trakea bercabang menjadi bronkus kanan dan kiri. Bronkus kanan dan kiri merupakan penghubung siring dengan paru-paru. Didalam siring terdapat lipatan-lipatan berupa selaput yang dapat bergetar menghasilkan suara. Burung memiliki sepasang paru-paru yang menempel pada dinding bagian dalam. Paru-paru sendiri terbungkus oleh selaput paru-paru (pluera) yang berhubungan dengan pundi-pundi hawa. Paru-paru burung tidak memiliki alveolus ,sebagai ganti fungsinya adalah parabronki (Pembuluh kapiler yang berdampingan dengan kapiler darah). Selain itu burung juga tidak memiliki diafragma sehingga dalam pergerakan paru-paru (inhale-exhale) dibantu oleh rongga seluruh tubuh.

Fungsi pundi-pundi hawa pada burung :

1. Untuk bernapas saat terbang,
2. Memperkeras suara dengan memperbesar ruang siring,
3. Mencegah kedinginan dengan menyelubungi organ dalam dengan rongga udara,
4. Mengurangi hilangnya panas tubuh,
5. Memperbesar atau memperkecil berat jenis tubuh (berguna saat berenang)

Pundi-pundi hawa pada burung berjumlah sembilan yaitu :

1. 2 kantong di leher (servikal)
2. 1 kantong di antara tulang selangka (korakoid/interclavicular)
3. 2 kantong di dada depan (toraks anterior)
4. 2 kantong di dada belakang (toraks posterior)
5. 2 kantong di perut (abdominal)

Fungsi kantong udara :

- a) Membantu pernapasan terutama saat terbang
- b) Menyimpan cadangan udara (oksigen)
- c) Memperbesar atau memperkecil berat jenis pada saat burung berenang
- d) Mencegah hilangnya panas tubuh yang terlalu banyak

Mekanisme Pernapasan Pada Burung

Mekanisme Pernapasan I :

a. Fase sayap diangkat

Oksigen dari udara → masuk ke tubuh melalui lubang hidung -> melewati trakea -> melewati siring -> melewati bronkus -> menuju ke paru-paru sebesar kurang lebih 25% -> menuju ke kantong udara krg lebi sebesar 75%

b. Fase sayap diturunkan

kemudian darah di paru-paru mengikat karbon dioksida -> karbon dioksida di paru-paru dibawa ke trakea, sementara oksigen di kantong udara dibawa ke paru-paru -> karbon dioksida dibawa ke hidung -> karbon dioksida dikeluarkan dari tubuh.

Mekanisme Pernapasan II :

a. Saat Terbang

Fase Inspirasi :

Sayap terangkat -> kantong udara diketiak mengembang -> rongga dada membesar -> paru-paru mengembang -> kantong udara diselangkang terjebit -> udara masuk.

Fase Ekspirasi :



Sayap diturunkan -> kantong udara diketiak terjebit -> kantong udara diselangka mengembang paru-paru mengempis -> udara keluar

b. Saat burung istirahat

Fase Inspirasi :

Tulang dada bergerak -> tulang-tulang rusuk bergerak ke bawah / muka -> rongga dada membesar -> paru-paru mengembang -> udara masuk ke paru-paru -> kantong udara bagian belakang -> paru-paru -> kantong udara bagian depan.

Fase Ekspirasi :

Tulang dada bergerak -> tulang-tulang rusuk keatas -> rongga dada mengempus -> paru-paru mengecil -> udara dari kantong udara -> paru-paru (parabronkus) terjadi difusi -> dikeluarkan.

a. Pernapasan burung saat tidak terbang

Fase Inspirasi : tulang rusuk bergerak ke depan - volume rongga dada membesar- tekanan mengecil - udara akan masuk melalui saluran pernapasan. Saat inilah sebagian oksigen masuk ke paru-paru dan O₂ berdifusi ke dalam darah kapiler, dan sebagian udara dilanjutkan masuk ke dalam katong-kantong udara. Fase Ekspirasi : tulang rusuk kembali ke posisi semula - rongga dada mengecil -tekanan membesar. Pada saat ini udara dalam alveolus dan udara dalam kantong-kantong hawa bersama-sama keluar melalui paru- paru.

Pada saat melewati alveolus, O₂ diikat oleh darah kapiler alveolus, dan darah melepas CO₂. Dengan demikian, pertukaran gas CO₂ dan O₂ dapat berlangsung saat inspirasi dan ekspirasi.

b. Pernapasan burung saat terbang

Pundi hawa sangat berperan penting ketika burung mulai terbang, dikarenakan burung yang terbang tidak dapat menggerakkan tulang rusuknya, sehingga pundi hawalah yang dipergunakan oleh burung untuk bernafas.



Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan

Inspirasi dan ekspirasinya dilakukan secara bergantian oleh pundi-pundi hawa.

Fase Inspirasi : Pada saat sayap diangkat, pundi hawa antar tulang korakoid terjepit, sedangkan pundi hawa ketiak mengembang, akibatnya udara masuk ke pundi hawa ketiak melewati paru-paru, terjadilah inspirasi. Saat melewati paru- paru akan terjadi pertukaran gas O₂ dan CO₂.

Fase Ekspirasi : Sebaliknya pada saat sayap diturunkan, pundi hawa ketiak terjepit, sedangkan pundi hawa antar tulang korakoid mengembang, sehingga udara mengalir keluar dari kantong hawa melewati paru-parusehingga terjadilah ekspirasi. Saat melewati paru-paru akan terjadi pertukaran gas O₂ dan CO₂. Dengan cara inilah inspirasi dan ekspirasi udara dalam paru-paru burung saat terbang. Jadi pertukaran gas pada burung saat terbang juga berlangsung saat inspirasi dan ekspirasi.

Paru-paru burung berhubungan dengan kantong udara melalui perantaraan bronkus rekurens. Selain berfungsi sebagai alat bantu pernapasan saat terbang, kantong udara juga membantu memperbesar ruang siring sehingga dapat memperkeras suara. Kantong udara juga berfungsi mencegah hilangnya panas dengan menyelubungi alat-alat dalam untuk mencegah kedinginan dan mengubah massa jenis tubuh pada burung-burung perenang. Perubahan massa jenis terjadi dengan cara memperbesar atau memperkecil kantong udara. Kantong udara terdapat pada pangkal leher (servikal), ruang dada bagian depan (toraks anterior), antar tulang selangka (korakoid), ruang dada bagian belakang (toraks posterior), rongga perut (saccus abdominalis), ketiak (saccus axillaris).

Jalur pernapasan pada burung berawal di lubang hidung. Pada tempat ini, udara masuk kemudian diteruskan pada celah tekak yang terdapat pada dasar faring yang menghubungkan trakea. Trakeanya panjang berupa pipa



bertulang rawan yang berbentuk cincin, dan bagian akhir trakea bercabang menjadi dua bagian, yaitu bronkus kanan dan bronkus kiri. Dalam bronkus pada pangkal trakea terdapat sirink (alat suara yang terletak pada bagian bawah trakea) yang pada bagian dalamnya terdapat lipatan-lipatan berupa selaput yang dapat bergetar. Bergetarnya selaput itu menimbulkan suara. Bronkus bercabang lagi menjadi mesobronkus yang merupakan bronkus sekunder dan dapat dibedakan menjadi ventrobronkus (di bagian ventral) dan dorsobronkus (di bagian dorsal). Ventrobronkus dihubungkan dengan dorsobronkus, oleh banyak parabronkus (100 atau lebih).

Parabronkus berupa tabung- tabung kecil. Di parabronkus bermuara banyak kapiler sehingga memungkinkan udara berdifusi. Selain paru-paru, burung memiliki 8 atau 9 perluasan paru-paru atau pundi-pundi hawa (sakus pneumatikus) yang menyebar sampai ke perut, leher, dan sayap. Pundi-pundi hawa berhubungan dengan paru-paru dan berselaput tipis. Di pundi-pundi hawa tidak terjadi difusi gas pernapasan, pundi-pundi hawa hanya berfungsi sebagai penyimpan cadangan oksigen dan meringankan tubuh. Karena adanya pundi-pundi hawa maka pernapasan pada burung menjadi efisien. .

Udara pada pundi-pundi hawa dimanfaatkan hanya pada saat udara (O₂) di paru-paru berkurang, yakni saat burung sedang mengepakkan sayapnya. Saat sayap mengepak atau diangkat ke atas maka kantung hawa di tulang korakoid terjepit sehingga oksigen pada tempat itu masuk ke paru-paru. Sebaliknya, ekspirasi terjadi apabila otot interkostal relaksasi maka tulang rusuk dan tulang dada kembali ke posisi semula, sehingga rongga dada mengecil dan tekanan menjadi lebih besar dari tekanan di udara luar akibatnya udara dari paru-paru yang kaya karbondioksida keluar. Bersamaan dengan mengecilnya rongga dada, udara dari kantung hawa masuk ke paru-paru dan terjadi pelepasan oksigen dalam pembuluh kapiler di paru-paru. Jadi, pelepasan oksigen di paru-paru dapat terjadi pada saat ekspirasi maupun inspirasi.



Selain itu, pada waktu burung tidak terbang, pernapasan terjadi karena gerakan tulang dada sehingga tulang-tulang rusuk bergerak ke muka dan ke arah bawah. Akibatnya, rongga dada membesar dan paru-paru akan mengempis sehingga udara dari kantong udara kembali ke paru-paru. Jadi, udara segar mengalir melalui parabronkus pada waktu inspirasi dan ekspirasi sehingga fungsi paru-paru burung lebih efisien daripada paru-paru mamalia. Kecepatan respirasi pada berbagai hewan berbeda bergantung dari berbagai hal, antara lain, aktifitas, kesehatan, dan bobot tubuh.

Judul Bahan Bacaan 3

Peran enzim dalam proses reproduksi pada hewan

1) Reproduksi pada Mamalia

Komponen Organ Reproduksi Mamalia Betina

Hewan mamalia betina memiliki organ reproduksi primer dan sekunder. Organ reproduksi primer yaitu ovarium. Ovarium menghasilkan ova (sel telur) dan hormon-hormon kelamin betina.

Organ reproduksi sekunder atau saluran reproduksi terdiri dari oviduk, uterus, serviks, vagina, dan vulva. Fungsi organ-organ reproduksi sekunder menerima, menyalurkan, dan menyatukan sel-sel kelamin jantan dan betina; memberi lingkungan; memberi makan; melahirkan individu baru. Alat-alat kelamin dalam digantung oleh ligamentum lata. Ligamentum ini terdiri dari mesovarium (penggantung ovarium), mesosalpink (penggantung oviduk), dan mesometrium (penggantung uterus).



2) Reproduksi buatan Pada Ternak

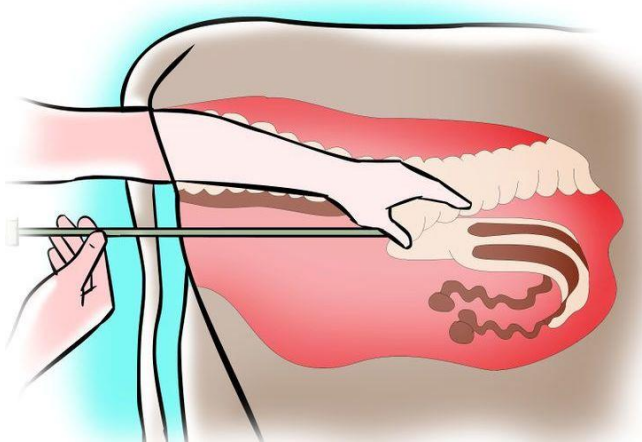
a) IB (Inseminasi Buatan)

Inseminasi buatan atau **inseminasi artifisial** (bahasa Inggris: *artificial insemination, AI*) adalah pemasukan secara sengaja sel sperma ke dalam rahim atau serviks seorang wanita dengan tujuan memperoleh kehamilan melalui inseminasi (fertilisasi *in vivo*) dengan cara selain hubungan seksual. Metode ini merupakan salah satu cara penanganan fertilitas pada manusia, dan merupakan suatu praktik umum dalam pemuliaan hewan seperti sapi perah dan babi.

Inseminasi buatan dapat menggunakan teknik-teknik peternakan, donasi sperma, dan teknologi reproduksi berbantuan. Teknik-teknik inseminasi buatan yang tersedia meliputi inseminasi intraservikal (ICI) dan inseminasi intrauterin (IUI). Inseminasi buatan utamanya diharapkan oleh para wanita yang ingin melahirkan anak mereka sendiri. Mereka mungkin saja berada dalam hubungan heteroseksual namun pasangan prianya mengalami infertilitas, dalam hubungan lesbian, atau adalah wanita lajang. ICI dianggap sebagai teknik inseminasi yang paling mudah dan paling umum serta mungkin saja digunakan di rumah untuk inseminasi diri sendiri tanpa bantuan praktisi medis.^[1] Dibandingkan dengan inseminasi alami (yaitu inseminasi dengan hubungan seksual), inseminasi buatan dipandang lebih mahal dan lebih berbahaya, serta memerlukan bantuan profesional.

Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan

Terdapat hukum di sejumlah negara yang membatasi serta mengatur siapa saja yang dapat menyumbangkan sperma dan siapa saja yang dapat menerima inseminasi buatan, juga konsekuensi-konsekuensi dari inseminasi tersebut. Beberapa wanita yang tinggal dalam suatu wilayah hukum yang tidak mengizinkan inseminasi buatan dikabarkan pergi ke wilayah hukum lain yang mengizinkannya. (lih. wisata fertilitas).



Gambar 4 . Inseminasi Buatan Sapi, sumber

b) Embryo transfer

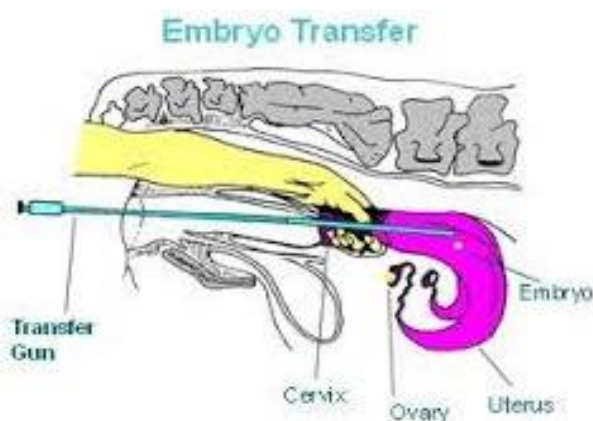
TE (Transfer Embryo) ialah suatu proses mengambil (flushing) embrio dari uterus sapi donor yang telah diovolusi ganda (superovulasi) dan memindahkannya ke uterus sapi resipien (penerima) dengan menggunakan metode, peralatan dan waktu tertentu.

Teknologi ini merupakan generasi kedua bioteknologi reproduksi setelah inseminasi buatan (IB) yang paling sering diterapkan pada ternak sapi. Program TE melalui beberapa tahapan, yaitu pemilihan sapi donor dan resipien, sinkronisasi



birahi, superovulasi, inseminasi, koleksi embrio, penanganan dan evaluasi embrio, transfer embrio ke resipien sampai pada pemeriksaan kebuntingan dan kelahiran.

TE memiliki kelebihan dibandingkan IB. Hanya diperlukan waktu satu generasi (9 bulan) untuk menghasilkan bibit murni (pure breed) lewat TE. Sementara, target yang sama memerlukan waktu 15 tahun jika dilakukan lewat proses IB. Dengan demikian, seekor sapi donor dapat menghasilkan keturunan lebih dari 25 ekor per tahun. TE memungkinkan rekayasa hingga mendapatkan anakan kembar identik dalam jumlah banyak ataupun lewat kloning serta jenis kelamin



Gambar 5 . Embryo Transfer

<https://sains.kompas.com/read/2012/08/22/19372668/>

Transfer.Embrio.Bantu.Perbanyak.Keturunan.Sapi-

c) Cloning

Domba Dolly merupakan hewan pertama yang dikloning melalui transfer inti dari sel somatik yang dikultur dari hewan dewasa. Proses ini, dikenal sebagai SCNT (*somatic cell nuclear transfer*) kloning, memungkinkan kloning yang akan dilakukan pada sejumlah sel yang berpotensi tidak terbatas

Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan

dari hewan dewasa yang kinerja dan sifat-sifatnya diketahui. Teknologi ini memungkinkan untuk membuat salinan dari hewan peternakan yang unggul berdasarkan sifat-sifat mereka dan keturunan mereka. Prinsip dari teknik ini yaitu DNA yang berasal dari sel telur hewan dihilangkan dan diganti dengan DNA yang berasal dari sel somatik (kulit, rambut, dan lain-lain) hewan dewasa lain. Jadi, hasil kloning merupakan domba hasil perkembangbiakan secara vegetatif (aseksual) karena sel telur tidak dibuahi oleh sperma.



PENGEMBANGAN PENILAIAN

A. Pembahasan Soal-soal

Soal nomor 1.

Hewan ruminansi dikenal juga sebagai hewan pemamah biak, karena melakukan pencernaanya dua kali. Saat masih aktif makan dan saat istirahat. Untuk pertamakali makan yang telah dikunyah oleh hewan pemamah biak masuk ke

- a. Omasum
- b. Retikulum lalu ke rumen
- c. Abomasum
- d. Retikulum
- e. Rumen**

Pembahasan

Ruminansia adalah hewan yang mempunyai 4 lambung yang meliputi : Rumen, Reticulum, Omasum dan Abomasum. Rumen Lambung yang terpenting karena bisa memfermentasi rumput yang mengandung serat selulosa menjadi Glukosa karena di lambung ini dihuni bakteri yang mempunyai enzim selulase

Jawaban yang benar : E. Rumen



Soal nomor 2.

Proses pernapasan pada burung dengan Inspirasi dan ekspirasinya dilakukan secara bergantian oleh pundi-pundi hawa. Selain itu burung saat beristirahat juga melakukan pernapasan sehingga perlu oksigen .

Untuk memenuhi kebutuhan oksigen ketika istirahat, burung memiliki perlengkapan pernapasan, yakni

- a. pleura
- b. paru-paru**
- c. kantung udara
- d. mioglobin
- e. labirin

Pernapasan burung saat terbang

Pundi hawa sangat berperan penting ketika burung mulai terbang, dikarenakan burung yang terbang tidak dapat menggerakkan tulang rusuknya, sehingga pundi hawa yang dipergunakan oleh burung untuk bernafas. Inspirasi dan ekspirasinya dilakukan secara bergantian oleh pundi-pundi hawa.

Pernapasan burung saat tidak terbang

Fase Inspirasi : tulang rusuk bergerak ke depan – volume rongga dada membesar– tekanan mengecil – udara akan masuk melalui saluran pernapasan. Saat inilah sebagian oksigen masuk ke paru-paru dan O₂ berdifusi ke dalam darah kapiler, dan sebagian udara dilanjutkan masuk ke dalam katong-kantong udara

Jawaban : B . Paru- Paru



Soal nomor 3 .

Berikut beberapa saluran reproduksi hewan mamalia jantan,

Saluran reproduksi internal pada jantan yang berfungsi untuk pemasakan sperma adalah...

- A. **epididymis**
- B. tubulus semineferus
- C. vesica urinaria
- D. kelenjar prostat
- E. vas deferens

B. Mengembangkan Soal HOTS

KISI – KISI SOAL HOTS

Jenis Sekolah : SMK

Mata Pelajaran : Biologi Bidang agribisnis dan agroteknologi

Alokasi waktu : 10 menit

Jumlah Soal : 3

Tahun Pelajaran : 2019/ 2020



Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan

KD	Kompetensi yang akan di uji	Lingkup Materi	Materi	Indikator soal	No	Level Kognitif	Bentuk Soal
3.4 Memahami peran enzim dalam proses metabolisme pada tumbuhan dan hewan 4.4 Menunjukkan cara kerja enzim dalam proses metabolisme tumbuhan dan hewan	Menganalisis peran enzim dalam proses metabolisme hewan	Peran enzim dalam proses metabolisme pada hewan	Ciri- ciri Enzim -Jenis Enzim - peran enzim dlm metabolisme (pencernaan hewan)	Diberikan gambar/ bagan / macam hewan ruminansia peserta dapat menentukan organ yang menghasilkan enzim dan peranannya	1-5	C4	PG
			Menganalisis peranan enzim dalam proses respirasi aerob pada hewan	Diberikan contoh kegiatan respirasi anaerob dalam	6-10	C5	PG





				kehidupan sehari-hari peserta dapat menentukan tujuan perlakuan pada proses reaksi			
			Kerja enzim pada proses reproduksi hewan	Diberikan data alat reproduksi mamalia betina, peserta mampu menentukan proses reproduksi atau enzim yang berperan dalam reproduksi	1 1- 1 5	C5	PG


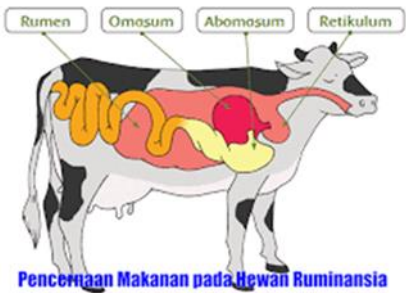


Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan

Dari Kisi – kisi di atas , dikembangkan kartu soal sebagai berikut :


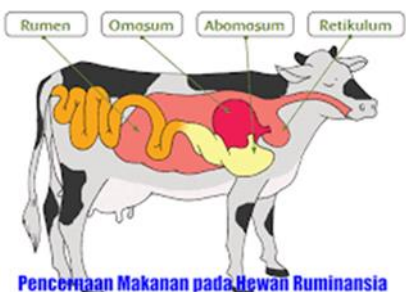
 KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN KARTU SOAL Tahun Pelajaran 2018/2019				
Jenis Sekolah : SMK Kelas : X Mata Pelajaran : Biologi	Kurikulum : Kur 2013 Bentuk Soal : PG Nama Penyusun : Wisnuwati			
KOMPETENSI DASAR Memahami peran enzim dalam proses metabolisme pada tumbuhan dan hewan	Level Kognitif : <input type="checkbox"/>	Pengetahuan/ Pemahaman <input type="checkbox"/>	Aplikasi <input type="checkbox"/>	Penalaran <input checked="" type="checkbox"/>
LINGKUP MATERI Peran enzim dalam proses metabolisme pada hewan	Nomor Soal 1	RUMUSAN BUTIR SOAL		
MATERI - peran enzim dlm metabolisme / pencernaan hewan	Perhatikan gambar berikut ini			
INDIKATOR SOAL Diberikan gambar/ bagan hewan, contoh hewan ruminansia peserta dapat menentukan organ yang menghasilkan enzim dan peranannya	Kunci Jawaban A	 <p style="text-align: center; color: blue;">Pencernaan Makanan pada Hewan Ruminansia</p> <p>Hewan pemamah biak dapat mencerna selulosa karena adanya enzim selulase yang dihasilkan oleh</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Dinding rumen b. Dinding omasum yang bersifat asam c. Bakteri yang dihasilkan oleh retikulum d. Bakteri dalam rumen dengan suasana basa/alkalis e. Dinding abomasum 		
Sumber Buku : Biologi SMK, Modul PKB Biologi KK E				




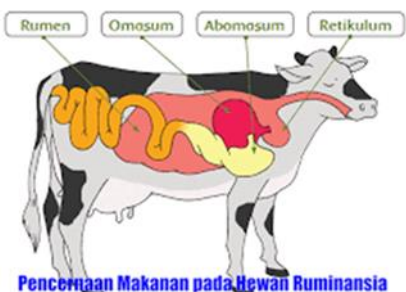
 KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN KARTU SOAL Tahun Pelajaran 2018/2019			
Jenis Sekolah : SMK	Kurikulum : Kur 2013		
Kelas : X	Bentuk Soal : PG		
Mata Pelajaran : Biologi	Nama Penyusun : Wisnuwati		
KOMPETENSI DASAR Memahami peran enzim dalam proses metabolisme pada tumbuhan dan hewan LINGKUP MATERI Peran enzim dalam proses metabolisme pada hewan MATERI - peran enzim dlm metabolisme / pencernaan hewan INDIKATOR SOAL Diberikan gambar/ bagan hewan, contoh hewan ruminansia peserta dapat menentukan organ yang menghasilkan enzim dan peranannya	Level Kognitif : <input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman <input type="checkbox"/> Aplikasi <input checked="" type="checkbox"/> Penalaran	RUMUSAN BUTIR SOAL	
	Nomor Soal	Perhatikan gambar berikut ! 	
	2		
	Kunci Jawaban	Dalam proses pencernaan makanan pada sapi tersebut memerlukan enzim yang mengubah trigliserida menjadi asam lemak yang terdapat pada organ lambung . Enzim tersebut adalah.... a. pepsin b. renin c. lipase Gastrik d. asam klorida e. tripsin	
	c	Sumber Buku : Biologi SMK, Modul PKB Biologi KK E	



Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan


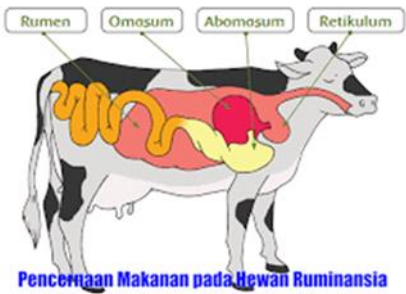
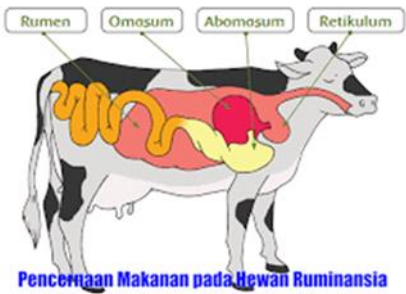
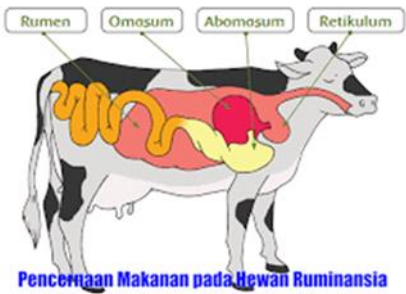
 KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN KARTU SOAL Tahun Pelajaran 2018/2019		
Jenis Sekolah : SMK	Kurikulum : Kur 2013	
Kelas : X	Bentuk Soal : PG	
Mata Pelajaran : Biologi	Nama Penyusun : Wisnuwati	
KOMPETENSI DASAR Memahami peran enzim dalam proses metabolisme pada tumbuhan dan hewan	Level Kognitif : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman <input type="checkbox"/> Aplikasi <input checked="" type="checkbox"/> Penalaran
LINGKUP MATERI Peran enzim dalam proses metabolisme pada hewan	Nomor Soal <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; margin: 0 auto;">3</div>	<div style="text-align: center;">RUMUSAN BUTIR SOAL</div> Berikut adalah gambar sapi dan organ pencernaannya. <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  <p style="color: blue; font-weight: bold; font-size: small;">Pencernaan Makanan pada Hewan Ruminansia</p> </div> Proses pencernaan makanan dengan dibantu oleh enzim yang mengubah protein dan peptosa menjadi pepton, asam amino dan peptida yang terdapat pada pancreas. Enzim tersebut adalah.... <ul style="list-style-type: none"> a. chymotrypsinogen b. carboxypeptidase c. lipase d. amilase e. elastase
MATERI - peran enzim dlm metabolisme / pencernaan hewan	Kunci Jawaban <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; margin: 0 auto;">a</div>	
INDIKATOR SOAL Diberikan gambar/ bagan hewan, contoh hewan ruminansia peserta dapat menentukan organ yang menghasilkan enzim dan perannya		Sumber Buku : Biologi SMK, Modul PKB Biologi KK E




 KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN KARTU SOAL Tahun Pelajaran 2018/2019			
Jenis Sekolah : SMK	Kurikulum : Kur 2013		
Kelas : X	Bentuk Soal : PG		
Mata Pelajaran : Biologi	Nama Penyusun : Wisnuwati		
KOMPETENSI DASAR Memahami peran enzim dalam proses metabolisme pada tumbuhan dan hewan	Level Kognitif :	<input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman	<input type="checkbox"/> Aplikasi
		<input checked="" type="checkbox"/> Penalaran	
LINGKUP MATERI Peran enzim dalam proses metabolisme pada hewan	Nomor Soal 4	RUMUSAN BUTIR SOAL	
MATERI - peran enzim dlm metabolisme / pencernaan hewan	Kunci Jawaban b.	Perhatikan gambar sapi dan organ pencernaan berikut !	
INDIKATOR SOAL Diberikan gambar/ bagan hewan, contoh hewan ruminansia peserta dapat menentukan organ yang menghasilkan enzim dan peranannya		 <p style="text-align: center;">Pencernaan Makanan pada Hewan Ruminansia</p> <p>Proses pencernaan makanan pada Sapi yang terjadi pada Usus Halus memerlukan enzim yang mengubah tripsinogen menjadi tripsinyang digunakan pada saluran pankreas. Enzim tersebut adalah....</p> <p>a. maltase</p> <p>b. enterokinase</p> <p>c. laktase</p> <p>d. sukrase</p> <p>e. disakarase</p>	
Sumber Buku : Biologi SMK, Modul PKB Biologi KK E			



Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan


 KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN KARTU SOAL Tahun Pelajaran 2018/2019						
Jenis Sekolah : SMK Kelas : X Mata Pelajaran : Biologi	Kurikulum : Kur 2013 Bentuk Soal : PG Nama Penyusun : Wisnuwati					
KOMPETENSI DASAR Memahami peran enzim dalam proses metabolisme pada tumbuhan dan hewan	Level Kognitif : <input type="checkbox"/>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"> <input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman </td> <td style="width: 33%;"> <input type="checkbox"/> Aplikasi </td> <td style="width: 33%;"> <input checked="" type="checkbox"/> Penalaran </td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman	<input type="checkbox"/> Aplikasi	<input checked="" type="checkbox"/> Penalaran	
<input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman	<input type="checkbox"/> Aplikasi	<input checked="" type="checkbox"/> Penalaran				
LINGKUP MATERI Peran enzim dalam proses metabolisme pada hewan	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="background-color: #f4a460;">Nomor Soal</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> </table>	Nomor Soal	5	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">RUMUSAN BUTIR SOAL</th> </tr> <tr> <td> Berikut adalah gambar sapi dan organ pencernaannya : <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  <p style="color: blue; font-weight: bold; margin: 0;">Pencernaan Makanan pada Hewan Ruminansia</p> </div> Proses pencernaan makanan yang terjadi pada usus halus pada perubahan lemak menjadi asam lemak dan gliserol memerlukan enzim.... <ul style="list-style-type: none"> a. lipase usus b. peptidase c. sukrase d. disakarase e. laktase </td> </tr> </table>	RUMUSAN BUTIR SOAL	Berikut adalah gambar sapi dan organ pencernaannya : <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  <p style="color: blue; font-weight: bold; margin: 0;">Pencernaan Makanan pada Hewan Ruminansia</p> </div> Proses pencernaan makanan yang terjadi pada usus halus pada perubahan lemak menjadi asam lemak dan gliserol memerlukan enzim.... <ul style="list-style-type: none"> a. lipase usus b. peptidase c. sukrase d. disakarase e. laktase
Nomor Soal						
5						
RUMUSAN BUTIR SOAL						
Berikut adalah gambar sapi dan organ pencernaannya : <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  <p style="color: blue; font-weight: bold; margin: 0;">Pencernaan Makanan pada Hewan Ruminansia</p> </div> Proses pencernaan makanan yang terjadi pada usus halus pada perubahan lemak menjadi asam lemak dan gliserol memerlukan enzim.... <ul style="list-style-type: none"> a. lipase usus b. peptidase c. sukrase d. disakarase e. laktase 						
MATERI - peran enzim dlm metabolisme / pencernaan hewan						
INDIKATOR SOAL Diberikan gambar/ bagan hewan, contoh hewan ruminansia peserta dapat menentukan organ yang menghasilkan enzim dan peranannya	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="background-color: #f4a460;">Kunci Jawaban</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">a.</td> </tr> </table>	Kunci Jawaban	a.			
Kunci Jawaban						
a.						
Sumber Buku : Biologi SMK, Modul PKB Biologi KK E						




 KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN KARTU SOAL Tahun Pelajaran 2018/2019							
Jenis Sekolah : SMK	Kurikulum : Kur 2013						
Kelas : X	Bentuk Soal : PG						
Mata Pelajaran : Biologi	Nama Penyusun : Wisnuwati						
KOMPETENSI DASAR	Level Kognitif : <input type="checkbox"/>	Pengetahuan/ Pemahaman <input type="checkbox"/>	Aplikasi <input type="checkbox"/> Penalaran <input checked="" type="checkbox"/>				
Memahami peran enzim dalam proses metabolisme pada tumbuhan dan hewan	<table border="1"> <tr><th>Nomor Soal</th></tr> <tr><td>6</td></tr> <tr><th>Kunci Jawaban</th></tr> <tr><td>B</td></tr> </table>	Nomor Soal	6	Kunci Jawaban	B	RUMUSAN BUTIR SOAL	
Nomor Soal							
6							
Kunci Jawaban							
B							
LINGKUP MATERI Peran enzim dalam proses respirasi pada hewan	Hasil dari pernapasan anaerob pada hewan adalah ... a. CO ₂ dan etanol b. CO ₂ dan asam laktat c. CO ₂ dan air d. alkohol dan asam laktat e. etanol dan air						
MATERI - Menelaah jenis reaksi pada respirasi anaerob pada hewan							
INDIKATOR SOAL Diberikan contoh kegiatan respirasi anaerob dalam kehidupan sehari – hari peserta dapat menentukan tujuan perlakuan pada proses reaksi							
Sumber Buku : Biologi SMK, Modul PKB Biologi KK E							



Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan


 KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN KARTU SOAL Tahun Pelajaran 2018/2019					
Jenis Sekolah : SMK Kelas : X Mata Pelajaran : Biologi	Kurikulum : Kur 2013 Bentuk Soal : PG Nama Penyusun : Wisnuwati				
KOMPETENSI DASAR Memahami peran enzim dalam proses metabolisme pada tumbuhan dan hewan	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Level Kognitif :</td> <td style="width: 30%;"><input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman</td> <td style="width: 30%;"><input type="checkbox"/> Aplikasi</td> <td style="width: 25%;"><input checked="" type="checkbox"/> Penalaran</td> </tr> </table>	Level Kognitif :	<input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman	<input type="checkbox"/> Aplikasi	<input checked="" type="checkbox"/> Penalaran
Level Kognitif :	<input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman	<input type="checkbox"/> Aplikasi	<input checked="" type="checkbox"/> Penalaran		
LINGKUP MATERI Peran enzim dalam proses respirasi pada hewan	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center;">Nomor Soal</td> <td style="width: 85%; text-align: center;">RUMUSAN BUTIR SOAL</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7</td> <td> Enzim yang dipakai pada proses sintesis untuk menghasilkan energi dalam sel disebut A. koenzim B. holoenzim C. endoenzim D. eksoenzim E. apoenzim </td> </tr> </table>	Nomor Soal	RUMUSAN BUTIR SOAL	7	Enzim yang dipakai pada proses sintesis untuk menghasilkan energi dalam sel disebut A. koenzim B. holoenzim C. endoenzim D. eksoenzim E. apoenzim
Nomor Soal	RUMUSAN BUTIR SOAL				
7	Enzim yang dipakai pada proses sintesis untuk menghasilkan energi dalam sel disebut A. koenzim B. holoenzim C. endoenzim D. eksoenzim E. apoenzim				
MATERI - Menelaah jenis reaksi pada respirasi anaerob pada hewan	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center;">Kunci Jawaban</td> <td style="width: 85%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td></td> </tr> </table>	Kunci Jawaban		A	
Kunci Jawaban					
A					
INDIKATOR SOAL Diberikan contoh kegiatan respirasi anaerob dalam kehidupan sehari – hari peserta dapat menentukan tujuan perlakuan pada proses reaksi					
Sumber Buku : Biologi SMK, Modul PKB Biologi KK E					




 KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN KARTU SOAL Tahun Pelajaran 2018/2019			
Jenis Sekolah : SMK		Kurikulum : Kur 2013	
Kelas : X		Bentuk Soal : PG	
Mata Pelajaran : Biologi		Nama Penyusun : Wisnuwati	
KOMPETENSI DASAR		Level Kognitif :	<input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman <input type="checkbox"/> Aplikasi <input checked="" type="checkbox"/> Penalaran
Memahami peran enzim dalam proses metabolisme pada tumbuhan dan hewan	LINGKUP MATERI Peran enzim dalam proses respirasi pada hewan	Nomor Soal 8	RUMUSAN BUTIR SOAL Sebelum masuk ke siklus asam sitrat, Asam piruvat yang diproduksi pada glikolisis pertama kali akan dikonversi menjadi A. Koenzim A B. Asetil Koenzim A C. Oksiasi piruvat D. Sitrat E. Etanol
MATERI - Menelaah jenis reaksi pada respirasi anaerob pada hewan			
INDIKATOR SOAL Diberikan contoh kegiatan respirasi anaerob dalam kehidupan sehari – hari peserta dapat menentukan tujuan perlakuan pada proses reaksi			
Sumber Buku : Biologi SMK, Modul PKB Biologi KK E			



Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan


 KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN KARTU SOAL Tahun Pelajaran 2018/2019								
Jenis Sekolah : SMK Kelas : X Mata Pelajaran : Biologi	Kurikulum : Kur 2013 Bentuk Soal : PG Nama Penyusun : Wisnuwati							
KOMPETENSI DASAR Memahami peran enzim dalam proses metabolisme pada tumbuhan dan hewan	Level Kognitif :	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="width: 33%;">Pengetahuan/ Pemahaman</td> <td style="width: 33%; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="width: 33%;">Aplikasi</td> <td style="width: 33%; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="width: 33%;">Penalaran</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Pengetahuan/ Pemahaman	<input type="checkbox"/>	Aplikasi	<input checked="" type="checkbox"/>	Penalaran
<input type="checkbox"/>	Pengetahuan/ Pemahaman	<input type="checkbox"/>	Aplikasi	<input checked="" type="checkbox"/>	Penalaran			
LINGKUP MATERI Peran enzim dalam proses respirasi pada hewan	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr style="background-color: #f4a460;"> <th style="padding: 5px;">Nomor Soal</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">9</td> </tr> </table>	Nomor Soal	9	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr style="background-color: #f4a460;"> <th style="padding: 5px;">RUMUSAN BUTIR SOAL</th> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> Enzim perioksisom yang merombak hidrogen peroksida menjadi hidrogen dan oksigen adalah A. Lipase B. Protease C. Hidrolitik D. Katalase E. Amilase </td> </tr> </table>	RUMUSAN BUTIR SOAL	Enzim perioksisom yang merombak hidrogen peroksida menjadi hidrogen dan oksigen adalah A. Lipase B. Protease C. Hidrolitik D. Katalase E. Amilase		
Nomor Soal								
9								
RUMUSAN BUTIR SOAL								
Enzim perioksisom yang merombak hidrogen peroksida menjadi hidrogen dan oksigen adalah A. Lipase B. Protease C. Hidrolitik D. Katalase E. Amilase								
MATERI - Menelaah jenis reaksi pada respirasi anaerob pada hewan	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr style="background-color: #f4a460;"> <th style="padding: 5px;">Kunci Jawaban</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">D</td> </tr> </table>	Kunci Jawaban	D					
Kunci Jawaban								
D								
INDIKATOR SOAL Diberikan contoh kegiatan respirasi anaerob dalam kehidupan sehari – hari peserta dapat menentukan tujuan perlakuan pada proses reaksi								
Sumber Buku : Biologi SMK, Modul PKB Biologi KK E								




 KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN KARTU SOAL Tahun Pelajaran 2018/2019				
Jenis Sekolah : SMK	Kurikulum : Kur 2013			
Kelas : X	Bentuk Soal : PG			
Mata Pelajaran : Biologi	Nama Penyusun : Wisnuwati			
KOMPETENSI DASAR Memahami peran enzim dalam proses metabolisme pada tumbuhan dan hewan LINGKUP MATERI Peran enzim dalam proses respirasi pada hewan MATERI - Menelaah jenis reaksi pada respirasi anaerob pada hewan INDIKATOR SOAL Diberikan contoh kegiatan respirasi anaerob dalam kehidupan sehari – hari peserta dapat menentukan tujuan perlakuan pada proses reaksi	Level Kognitif :	<input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman	<input type="checkbox"/> Aplikasi	<input checked="" type="checkbox"/> Penalaran
	Nomor Soal	RUMUSAN BUTIR SOAL Sebelum siklus asam sitrat, asam piruvat yang diproduksi pada glikolisis pertama sekali dikonversi menjadi : A. Koenzim A B. Asetil Koenzim A C. Oksiasi piruvat D. Sitrat E. Etanol		
	10			
	Kunci Jawaban			
	B			
Sumber Buku : Biologi SMK, Modul PKB Biologi KK E				



Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan


 KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN KARTU SOAL Tahun Pelajaran 2018/2019																					
Jenis Sekolah : SMK Kelas : X Mata Pelajaran : Biologi	Kurikulum : Kur 2013 Bentuk Soal : PG Nama Penyusun : Wisnuwati																				
KOMPETENSI DASAR Memahami peran enzim dalam proses metabolisme pada tumbuhan dan hewan LINGKUP MATERI Peran enzim dalam proses Reproduksi pada hewan MATERI Proses reproduksi pada hewan mamalia INDIKATOR SOAL Diberikan data alat reproduksi mamalia betina, peserta mampu menentukan reproduksi dan enzim yang berperan	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Level Kognitif :</td> <td style="width: 25%;"><input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman</td> <td style="width: 25%;"><input type="checkbox"/> Aplikasi</td> <td style="width: 35%;"><input checked="" type="checkbox"/> Penalaran</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Nomor Soal</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">RUMUSAN BUTIR SOAL</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">11</td> <td colspan="3"> Berikut merupakan alat reproduksi wanita berikut ini! 1) Vulva 2) Infundibulum 3) Vagina 4) Uterus 5) Ovarium 6) Tuba Faloppi Jika didasarkan pada data di atas, perjalanan sel telur sampai pada pembuahan hingga terbentuk embrio secara berurutan adalah ... a. 1,2,3,dan 4 b. 2,1,3,dan 1, c. 5,2,6,dan 4 d. 3,4,5,dan 6 e. 6,5,4,dan 3, </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Kunci Jawaban</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">C</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="font-size: small;"> Sumber Buku : Biologi SMK, Modul PKB Biologi KK E, www.learn.quipper.com </td> </tr> </table>	Level Kognitif :	<input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman	<input type="checkbox"/> Aplikasi	<input checked="" type="checkbox"/> Penalaran	Nomor Soal	RUMUSAN BUTIR SOAL			11	Berikut merupakan alat reproduksi wanita berikut ini! 1) Vulva 2) Infundibulum 3) Vagina 4) Uterus 5) Ovarium 6) Tuba Faloppi Jika didasarkan pada data di atas, perjalanan sel telur sampai pada pembuahan hingga terbentuk embrio secara berurutan adalah ... a. 1,2,3,dan 4 b. 2,1,3,dan 1, c. 5,2,6,dan 4 d. 3,4,5,dan 6 e. 6,5,4,dan 3,			Kunci Jawaban	C			Sumber Buku : Biologi SMK, Modul PKB Biologi KK E, www.learn.quipper.com			
Level Kognitif :	<input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman	<input type="checkbox"/> Aplikasi	<input checked="" type="checkbox"/> Penalaran																		
Nomor Soal	RUMUSAN BUTIR SOAL																				
11	Berikut merupakan alat reproduksi wanita berikut ini! 1) Vulva 2) Infundibulum 3) Vagina 4) Uterus 5) Ovarium 6) Tuba Faloppi Jika didasarkan pada data di atas, perjalanan sel telur sampai pada pembuahan hingga terbentuk embrio secara berurutan adalah ... a. 1,2,3,dan 4 b. 2,1,3,dan 1, c. 5,2,6,dan 4 d. 3,4,5,dan 6 e. 6,5,4,dan 3,																				
Kunci Jawaban	C																				
Sumber Buku : Biologi SMK, Modul PKB Biologi KK E, www.learn.quipper.com																					




 KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN KARTU SOAL Tahun Pelajaran 2018/2019					
Jenis Sekolah : SMK	Kurikulum : Kur 2013				
Kelas : X	Bentuk Soal : PG				
Mata Pelajaran : Biologi	Nama Penyusun : Wisnuwati				
KOMPETENSI DASAR Memahami peran enzim dalam proses metabolisme pada tumbuhan dan hewan LINGKUP MATERI Peran enzim dalam proses Reproduksi pada hewan MATERI Proses reproduksi pada hewan mamalia INDIKATOR SOAL Diberikan data alat reproduksi mamalia betina , peserta mampu menentukan reproduksi dan enzim yang berperan	Level Kognitif : <input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman <input type="checkbox"/> Aplikasi <input checked="" type="checkbox"/> Penalaran				
	<table border="1"> <tr> <th>Nomor Soal</th> <th>RUMUSAN BUTIR SOAL</th> </tr> <tr> <td>12</td> <td> Enzim merupakan biokatalisator pada proses – proses metabolisme dalam tubuh makhluk hidup . Karena itu enzim mempunyai sifat – sifat berikut, kecuali ... A. Sifatnya sama dengan sifat protein pada umumnya B. Bekerja baik ekstra maupun intraseluler C. Banyak dihasilkan organel mitokondria D. Hanya bekerja pada substrat tertentu yang sesuai E. Oleh enzim, segala proses kimia berjalan cepat dan memerlukan sedikit energi </td> </tr> </table>	Nomor Soal	RUMUSAN BUTIR SOAL	12	Enzim merupakan biokatalisator pada proses – proses metabolisme dalam tubuh makhluk hidup . Karena itu enzim mempunyai sifat – sifat berikut, kecuali ... A. Sifatnya sama dengan sifat protein pada umumnya B. Bekerja baik ekstra maupun intraseluler C. Banyak dihasilkan organel mitokondria D. Hanya bekerja pada substrat tertentu yang sesuai E. Oleh enzim, segala proses kimia berjalan cepat dan memerlukan sedikit energi
	Nomor Soal	RUMUSAN BUTIR SOAL			
	12	Enzim merupakan biokatalisator pada proses – proses metabolisme dalam tubuh makhluk hidup . Karena itu enzim mempunyai sifat – sifat berikut, kecuali ... A. Sifatnya sama dengan sifat protein pada umumnya B. Bekerja baik ekstra maupun intraseluler C. Banyak dihasilkan organel mitokondria D. Hanya bekerja pada substrat tertentu yang sesuai E. Oleh enzim, segala proses kimia berjalan cepat dan memerlukan sedikit energi			
<table border="1"> <tr> <th>Kunci Jawaban</th> </tr> <tr> <td>C</td> </tr> </table>	Kunci Jawaban	C			
Kunci Jawaban					
C					
Sumber Buku : Biologi SMK, Modul PKB Biologi KK E, www.learn.quipper.com					



Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan


 KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN KARTU SOAL Tahun Pelajaran 2018/2019		
Jenis Sekolah : SMK	Kurikulum : Kur 2013	
Kelas : X	Bentuk Soal : PG	
Mata Pelajaran : Biologi	Nama Penyusun : Wisnuwati	
KOMPETENSI DASAR Memahami peran enzim dalam proses metabolisme pada tumbuhan dan hewan	Level Kognitif : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman <input type="checkbox"/> Aplikasi <input checked="" type="checkbox"/> Penalaran
LINGKUP MATERI Peran enzim dalam proses Reproduksi pada hewan	Nomor Soal <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 50px; margin: 0 auto;">13</div>	RUMUSAN BUTIR SOAL Berikut ini adalah jenis enzim yang termasuk dalam golongan karbohidrase , kecuali A. katalase B. hidrolase C. karboksilase D. sitokrom E. selulose
MATERI Proses reproduksi pada hewan mamalia		
INDIKATOR SOAL Diberikan data alat reproduksi mamalia betina , peserta mampu menentukan reproduksi dan enzim yang berperan	Kunci Jawaban <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 50px; margin: 0 auto;">D</div>	
Sumber Buku : Biologi SMK, Modul PKB Biologi KK E, www.learn.quipper.com		



 KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN KARTU SOAL Tahun Pelajaran 2018/2019				
Jenis Sekolah : SMK	Kurikulum : Kur 2013			
Kelas : X	Bentuk Soal : PG			
Mata Pelajaran : Biologi	Nama Penyusun : Wisnuwati			
KOMPETENSI DASAR Memahami peran enzim dalam proses metabolisme pada tumbuhan dan hewan LINGKUP MATERI Peran enzim dalam proses Reproduksi pada hewan MATERI Proses reproduksi pada hewan mamalia INDIKATOR SOAL Diberikan data alat reproduksi mamalia betina , peserta mampu menentukan reproduksi dan enzim yang berperan	Level Kognitif :	<input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman	<input type="checkbox"/> Aplikasi	<input checked="" type="checkbox"/> Penalaran
	Nomor Soal	RUMUSAN BUTIR SOAL		
	14	. Perhatikan pernyataan-pertanyaan berikut. 1. Anabolisme merupakan bagian dari proses metabolisme. 2. Katabolisme merupakan bagian dari proses metabolisme. 3. Enzim berfungsi mempercepat reaksi kimia. 4. Enzim berfungsi memperlambat reaksi kimia. Pernyataan di atas yang benar ditunjukkan oleh nomor A. 1, 2, dan 3 B. 1 dan 3 C. 2 dan 4 D. 1 dan 4 E. 1, 2, 3, dan 4		
	Kunci Jawaban	Sumber Buku : Biologi SMK, Modul PKB Biologi KK E, www.learn.quipper.com		



Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan

 KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN KARTU SOAL Tahun Pelajaran 2018/2019				
Jenis Sekolah : SMK	Kurikulum : Kur 2013			
Kelas : X	Bentuk Soal : PG			
Mata Pelajaran : Biologi	Nama Penyusun : Wisnuwati			
KOMPETENSI DASAR Memahami peran enzim dalam proses metabolisme pada tumbuhan dan hewan	Level Kognitif : <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Pengetahuan/ Pemahaman	<input type="checkbox"/> Aplikasi	<input checked="" type="checkbox"/> Penalaran
LINGKUP MATERI Peran enzim dalam proses Reproduksi pada hewan	Nomor Soal 15	RUMUSAN BUTIR SOAL		
MATERI Proses reproduksi pada hewan mamalia	Contoh enzim dan hasil kerjanya yang berperan dalam metabolisme sel adalah A. maltase, pembentukan maltosa B. katalase, menguraikan peroksida air C. protease, pembentukan protein D. lipase, menguraikan lemak E. glukase, pembentukan glukosa			
INDIKATOR SOAL Diberikan data alat reproduksi mamalia betina, peserta mampu menentukan reproduksi dan enzim yang berperan	Kunci Jawaban C	Sumber Buku : Biologi SMK, Modul PKB Biologi KK E, www.learn.quipper.com		



KESIMPULAN

Demikian materi pembelajaran ini dibuat sebagai pendukung diklat guru mata pelajaran biologi bidang agrobisnis dan agroteknologi, dalam

KD . 3.4 Memahami peran enzim dalam proses metabolisme pada tumbuhan dan hewan, dan 4.4 Menunjukkan cara kerja enzim dalam proses metabolisme tumbuhan dan hewan

Unit pembelajaran ini tentang peranan enzim dalam metabolisme hewan yang berisikan materi : peranan enzim dalam proses pencernaan pada hewan, peranan enzim dalam proses respirasi /pernapasan pada hewan dan peran enzim dalam proses reproduksi hewan

Dalam menyusun unit modul ini dengan pendekatan Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) melalui Peningkatan Kompetensi Pembelajaran (PKP) dengan mengacu pendekatan HOTS . Semoga bermanfaat meningkatkan kompetensi guru yang menggunakan.

UMPAN BALIK

Setelah mempelajari materi ini , dan mengerjakan lembar kerja , apakah anda telah menguasai materi ini, untuk selanjutnya isilah kolom tabel berikut dengan tanda centang (v) sesuai dengan keadaan sebenarnya !

No	Kemampuan Yang Di harapkan	Ya	Tidak
1	Dapat menjawab soal USBN yang ada		
2	Dapat membelajarkan materi dengan pendekatan HOTS dan model pembelajaran discovery Learning		
3	Dapat memperbaiki pembelajaran peranan enzim dalam metabolisme hewan		
4	Dapat melihat kekurangan perencanaan program pembelajaran peranan enzim dalam metabolisme hewan		
5	Dapat segera meningkatkan kemampuan dalam membelajarkan peranan enzim dalam metabolisme hewan		

Apabila anda menjawab pada kolom Ya secara keseluruhan, maka lanjutkan mempelajari modul / pembelajaran berikutnya, tetapi apabila anda menjawab ada sebagian kolom tidak, maka silahkan anda mempelajari kembali materi yang pada kolom tidak tersebut .



Penutup

Demikian Unit modul peranan enzim dalam metabolisme hewan ini disusun, sebagai pendukung guru dalam mengajar biologi pada materi peranan enzim dalam metabolisme hewan, yang berisikan aplikasi dunia nyata, analisis soal – soal USBN tahun sebelumnya, bahan pembelajaran / aktivitas pembelajaran, Lembar kerja peserta didik, bahan bacaan, Pengembangan penilaian mengembangkan soal HOTS mulai kisi – kisi sampai dengan merumuskan soal,

Penyusun menyadari keterbatasannya, sehingga hasilnya masih jauh dari sempurna.

Demi kesempurnaan modul ini, selanjutnya guru dimohon untuk bisa mengembangkan handout yang lebih baik dan memenuhi sasaran.

Selanjutnya saran dan masukan yang bersifat membangun dari pengguna sangat diharapkan demi penyempurnaan materi pembelajaran ini

Demikian kami sampaikan, atas kerjasamanya disampaikan terima kasih.



Paket Unit Pembelajaran Peran Enzim Dalam Proses Metabolisme Hewan

Daftar Pustaka

- Bagod Sudjadi, (2002). *Biologi, Sains dalam Kehidupan*, Yudhistira
- Campbell, J.B. Reace,L.G, dan Mitchel. (2000). *Biologi*, Edisi Kelima , Jilid 3
Jakarta , Erlangga
- Kimball. W. John. (1983). *Biologi*. Jakarta: Erlangga.
- Kustejo. 2009. Modul 3 Ilmu Pengetahuan Alam SMK. SMK Muhammadiyah 3
: Yogyakarta.
- Manitto, Paulo. 1992. *Biosintesis Produk Alami*. Semarang: IKIP Semarang
Press.
- Siregar, Amelia Z. dkk, (2008). *Biologi Pertanian SMK* , Direktorat Pendidikan
Nasional.
- Siti Laila ., *Biologi Sains dalam Kehidupan*, 2005, Yudhistira
- Soeriaatmadja, RE. (1997)., *Ilmu Lingkungan*, Cetakan ke-7, Penerbit ITB.
- Wirahadikusumah, M. 1985. *Biokimia: Metabolisme Energi, Karbohidrat, dan
Lipid*. Bandung: ITB
- Woodward, J dan Green, J. 2010. Materi Biologi! Volume 10 EKOLOGI. Pakar
Raya : Yogyakarta. <http://aslam02.wordpress.com/materi/kelas-x-2/ekosistem/macam-ekosistem/>
- Campbell,dkk. 2005. *Biologi Jilid 3*. Jakarta : Erlangga.
- Isnaeni,Wiwi.2006. *Fisiologi Hewan*.Yogyakarta:Kanisius
- Kastawi,Yusuf. *Zoologi Avertebrata*.Malang: FMIPA UM.
- Seeley, R. R., T.D. Stephens, P. Tate. 2003. *Essentials of Anatomy dan
Physiology fourth edition*.McGraw-Hill Companies.
- Wisnuwati.Dra. M.Pd. 2018. PKB Enzim dan Metabolisme . Kementrian
Pendidikan dan Kebudayaan Jendral Guru Dan Tenaga Kependidikan 2018
- Syaifudin, 1996. *Anatomi Fisiologi*. Edisi II .Jakarta. EGC.



Lampiran



Paket Unit dan Unit Pembelajaran

Program Pengembangan
Keprofesian Berkelanjutan (PKB)
melalui Peningkatan
Kompetensi Pembelajaran (PKP)
Berbasis Zonasi



**DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
2019**

Jalan Jenderal Sudirman, Gedung D Lantai 15, Senayan, Jakarta 10270
Telepon/Fax: (021) 5797 4130

www.gtk.kemdikbud.go.id