E-LKPD INTERAKTIF 1
MEKANISME KERJA OTOT

Sekolah :

Kelas :

Kelompok :

Nama Anggota :

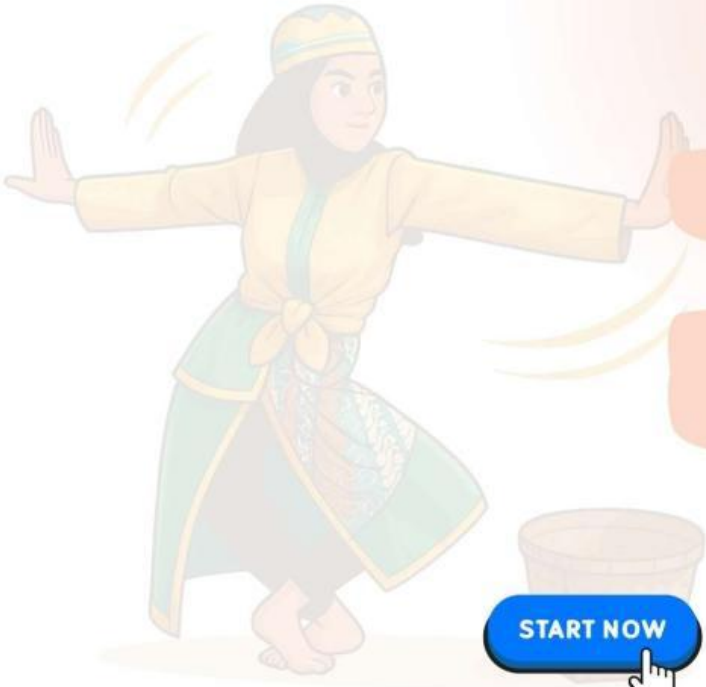
1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____



Penyusun:
Tita Fitriana Sukmawati

Dosen Pembimbing:
Prof. Endang Susantini, M.Pd.
Dr. Raharjo, M.Si.

START NOW

LIVEWORKSHEETS

E-LKPD INTERAKTIF 1
MEKANISME KERJA OTOT

Satuan Pendidikan	:	SMA/ MA
Mata Pelajaran	:	Biologi
Topik	:	Mekanisme Kerja Otot
Kelas/Semester	:	XI / Ganjil
Alokasi Waktu	:	2 x 45 Menit
Pertemuan ke	:	2 (2JP)

Capaian Pembelajaran

Pada akhir Fase F, murid memiliki kemampuan sebagai berikut; dalam pemahaman biologi yaitu, menganalisis keterkaitan antar sistem organ dalam tubuh untuk merespons stimulus internal dan eksternal.

Alur Tujuan Pembelajaran

1. Mengamati dan menganalisis video gerakan Tari Boran untuk memahami proses mekanisme kerja otot secara kontekstual.
2. Merumuskan masalah yang berkaitan dengan kelelahan otot pada penari Tari Boran berdasarkan pengamatan video dan diskusi kelompok.
3. Mengumpulkan dan mengorganisasikan data hasil analisis kelelahan otot serta pengukuran *Range of Motion* (ROM) pada gerakan Tari Boran ke dalam bentuk tabel atau lembar kerja.
4. Menganalisis data pengukuran ROM sebelum dan sesudah aktivitas fisik serta tanda-tanda kelelahan otot, kemudian menginterpretasikan hubungan antara aktivitas fisik, kontraksi otot, dan energi tubuh melalui pembuatan poster digital.
5. Menarik kesimpulan berdasarkan data hasil penelitian tentang kelelahan otot dan ROM pada gerakan Tari Boran untuk menemukan konsep ilmiah mekanisme kerja otot secara utuh.

Tujuan Pembelajaran

1. Murid dapat menganalisis proses mekanisme kerja otot pada penari Tari Boran melalui E-LKPD interaktif dengan tepat.
2. Murid dapat merumuskan masalah terkait kelelahan otot yang terjadi pada penari Tari Boran melalui video penari Boran dengan tepat.
3. Murid dapat mengorganisasikan data hasil analisis kelelahan otot kelelahan otot & (*Range of Motion*) ROM pada gerakan tari boran dengan tepat.
4. Murid memiliki kemampuan untuk menganalisis hasil pengukuran ROM (*Range of Motion*) sebelum dan sesudah gerakan fisik, tanda-tanda kelelahan otot melalui analisis hubungan antara aktivitas fisik dan kerja otot yang diwujudkan dalam pembuatan poster digital dengan tepat.
5. Murid dapat menarik kesimpulan berdasarkan data hasil penelitian tentang kelelahan otot & (*Range of Motion*) ROM pada gerakan Tari Boran serta menemukan konsep mekanisme kerja otot.

LIVEWORKSHEETS



Sebelum mempelajari lebih lanjut tentang mekanisme kerja otot, penting untuk memahami konsep-konsep pendukung berikut. Materi ini akan membantu kalian membangun pemahaman yang utuh tentang sistem gerak manusia.

Konsep yang dipelajari meliputi:

- *Rangka tubuh (rangka aksial dan rangka apendikuler)*
- *Tulang (jaringan, struktur, bentuk, proses pembentukan dan perkembangan tulang, serta faktor pembentukan tulang)*
- *Persendian (struktur dan tipe)*
- *Otot rangka (struktur)*

Untuk itu, kalian dapat menyimak ringkasan materi tersebut pada tautan berikut. Pastikan kalian membaca dan memahami isinya agar siap mempelajari mekanisme kerja otot dengan lebih mendalam.

https://bit.ly/sistem-gerak-manusia-modul



Scan me

Setelah memahami konsep dasar sistem gerak, kalian juga perlu mempelajari konsep-konsep lanjutan yang akan membantu memahami mekanisme kerja otot secara lebih mendalam. Konsep-konsep berikut akan mendukung pemahaman kalian tentang cara kerja otot dalam menghasilkan gerakan yang terkoordinasi dan efisien:

- *Pensinyalan saraf*
- *Koneksi antara otak–otot*
- *Adaptasi sel otot jantung dan serat otot lurik*
- *Model filamen geser pada kontraksi otot*
- *Peran protein titin dan otot antagonis*
- *Struktur dan fungsi unit motorik pada otot rangka*
- *Energi untuk Kontraksi Otot*
- *Faktor Kelelahan Otot*
- *Range of Motion (ROM) dan Kinerja Otot*
- *Cedera & Penanganannya => http://bit.ly/3TOQT6M*

Silakan akses dan pelajari ringkasan materi tersebut melalui tautan berikut untuk mendukung pembelajaran kalian.

bit.ly/materilanjutan-mekanisme-kerja-otot
http://bit.ly/3TOQT6M



Scan me

LIVEWORKSHEETS



STEAM
science technology art

Bagian 1

Instruksi:

Klik tautan berikut kemudian tonton video interaktif berikut dengan seksama. Amati bagaimana penari Tari Boran melakukan gerakan yang cepat, stabil, dan ritmis. Perhatikan juga kerja otot-otot pada setiap gerakan.

http://bit.ly/4fqeBjy



Bagian 2

Instruksi:

Klik tautan berikut kemudian bacalah artikel berikut dengan seksama. Pahami bagaimana kontraksi otot menghasilkan gerakan pada penari Tari Boran, serta mengapa kelelahan otot bisa terjadi.

Artikel

Penari Tari Boran melakukan gerakan cepat dan kuat berulang kali. Hal ini membuat otot mengalami kontraksi berulang sehingga terjadi penumpukan asam laktat yang menyebabkan kelelahan otot. Mekanisme kerja otot melibatkan kerja sinergis antara otot-otot tertentu untuk menghasilkan gerakan yang harmonis dan stabil.

Baca selengkapnya >>>

Koutedakis, Y. (2000). "Burnout" in dance: The physiological viewpoint. *Journal of Dance Medicine & Science*, 4(4). https://doi.org/10.1177/1089313X0000400402



https://bit.ly/4lwRs1n

Bagian 3

Pertanyaan:

Apa yang membuatmu penasaran dari gerakan penari Tari Boran setelah menonton video dan membaca artikel?

LIVEWORKSHEETS

BIO-FORMULATION

STEA
science technology art

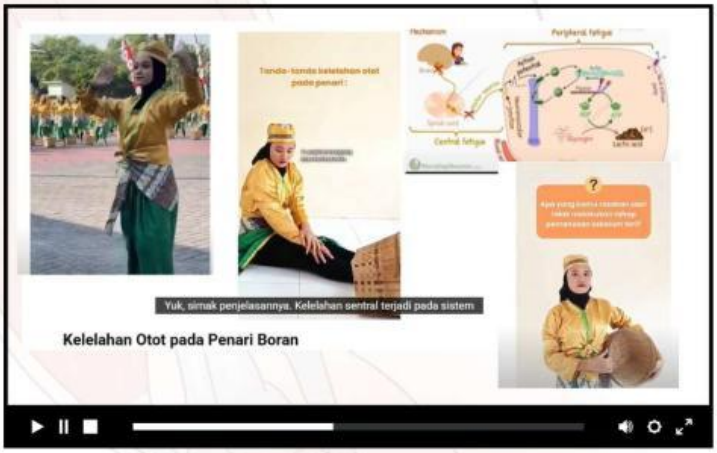
Bagian 1

Instruksi:

Klik atau scan barcode kemudian tonton video tentang kelelahan otot pada penari Tari Boran yang ditampilkan di bawah ini. Amati dengan seksama proses tubuh yang sedang terjadi.. Perhatikan tanda-tanda kelelahan otot serta penyebabnya!

https://bit.ly/4lp5v8M

Let's Start!



Bagian 2

Instruksi:

Tuliskan rumusan masalah utama berdasarkan pengamatan video tersebut!

Instruksi:

Jelaskan alur proses singkat mekanisme kerja otot berdasarkan teori sliding filament mulai dari terjadinya kontraksi otot! Selanjutnya, uraikan secara ilmiah penyebab utama kelelahan otot setelah kontraksi terjadi berulang kali!

LIVEWORKSHEETS

BIO-INVESTIGATION

STEAM

Bagian 1

Istilah "*sudut sendi*" mengacu pada sudut yang terbentuk antara tulang dan sendi. Sudut ini digunakan sebagai ukuran besar gerakan yang mungkin terjadi pada suatu sendi. Sudut sendi biasanya diukur dalam satuan derajat, dengan nol derajat menunjukkan posisi anatomi atau posisi netral dari tulang-tulang yang membentuk sendi tersebut. Ketika tulang bergerak menjauhi posisi ini, sudut sendi akan meningkat. Sudut sendi dapat diukur secara manual menggunakan goniometer, secara digital menggunakan analisis komputer/ aplikasi, atau dari gambar menggunakan busur derajat.

Dalam investigasi ini, kamu dapat bekerja secara individu maupun berkelompok untuk merancang sebagian dan melaksanakan investigasi mengenai sudut sendi. Kamu akan melakukan pengukuran rentang gerak maksimal (ROM) sebelum simulasi Tari Boran 5 menit dan pengukuran ROM sesudahnya.

Tari Boran adalah salah satu kesenian tari dari Kabupaten Lamongan, Jawa Timur, yang mengandung gerakan repetitif dan ritmis. Gerakan ini banyak menggunakan otot lengan dan kaki. Nah, apa yang terjadi pada otot jika gerakan dilakukan terus-menerus? Ikutilah langkah-langkah aktivitas *Bio-investigasi* ini dengan runut.

Tujuan ivestigasi ini diantaranya: 1) mengukur ROM sebelum dan sesudah aktivitas fisik (Tari Boran); 2) mengamati gejala kelelahan otot secara ilmiah; 3) menyimpulkan hubungan intensitas gerakan dan kerja otot

Bagian 2

Alat & Bahan:

Beri centang alat & bahan yang sudah kamu siapkan:

- [ ] Goniometer manual / aplikasi digital
- [ ] Stopwatch
- [ ] Video gerakan Tari Boran
- [ ] Lembar observasi ROM
- [ ] Kamera / HP untuk dokumentasi
- [ ] Matras (*opsional*)



1 ***Langkah 1 – Pengukuran ROM Awal***

Klik tautan berikut & tonton video gerakan Tari Boran & cara pengukuran ROM dengan menggunakan goniometer. Lakukan pengukuran ROM awal dengan memilih 3 gerakan sendi. pada Tari Boran. Catat pada tabel yang tersedia!

http://bit.ly/3I8H6WF

Gerakan Tari Boran



https://bit.ly/3GwfeLm

Cara Pengukuran dengan Goniometer



2 ***Langkah 2 – Lakukan Aktivitas & Pengukuran ROM AKhir***

Lakukan simulasi gerakan Tari Boran selama 3-5 menit. Gunakan stopwatch-mu ya!. Jangan lupa dokumentasikan! Kemudian ukur kembali ROM akhir sesuai dengan 3 gerakan yang dipilih tadi dan catat pada tabel berikut!

Nama	Jenis Kelamin/ Usia	ROM Awal			ROM Akhir		
		Gerakan Tari Boran yang dipilih (bagian tubuh yang diukur)			Gerakan Tari Boran yang dipilih (bagian tubuh yang diukur)		
		.....	.....	.....	.....	.....	.....

LIVEWORKSHEETS

BIO-INVESTIGATION

STEAM

3 ***Rekapitulasi Hasil Data ROM pada Aplikasi***

Klik tautan di bawah ini atau tekan icon berikut kemudian isi dan kerjakan instruksi yang ada dalam aplikasi tersebut.

bit.ly/pengukuran-rom-tari-boran

Aplikasi rekapitulasi hasil ROM kelompok





Jika masih mengalami kesulitan dalam menentukan penyebutan nama gerakan sendi yang ada pada Tari Boran, kamu bisa lihat pada tautan berikut!

http://bit.ly/4nH0qun

Tipe Gerakan Sendi



Kemudian screenshot hasil pengukuran ROM kelompok dan unggah pada tautan berikut beserta dokumentasi simulasi Tari Boran!

http://bit.ly/3lcc7cd



BIO-ANALYZE

SAM

Petunjuk Aktivitas:

- Buka hasil pengamatan dan pengukuran ROM yang sudah dicatat di tahap sebelumnya.
- Buat grafik perbandingan ROM sebelum dan sesudah aktivitas gerak Tari Boran menggunakan Google Sheets, Canva, atau Ms. Excel
- ***Analisis data:***
- Bagian tubuh mana yang terasa paling lelah setelah aktivitas?
- _____
  _____
- Apakah ROM kamu berubah setelah aktivitas? Mengapa?
- _____
  _____
  _____
- Apa hubungan antara durasi gerakan dengan kelelahan otot?
- _____
  _____
  _____
- Apa saranmu untuk penari agar tidak mudah mengalami kelelahan otot?
- _____
  _____
  _____

LIVEWORKSHEETS

BIO-VALIDATION

Bagian 1

- Kerjakan aktivitas ini secara berkelompok.
- Gunakan hasil data observasi dan analisis dari tahap sebelumnya.
- Rancang poster digital berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, Mathematic*) ukuran A3 yang memuat data, analisis, solusi preventif, dan elemen visual menarik. Kamu bisa menggunakan platform Canva atau media lainnya.
- Presentasikan hasil kelompok di forum kelas dan unggah ke tautan yang tersedia.
- Eksplore dan temukan konsep mekanisme kerja otot pada kasus kelelahan otot penari Tari Boran sebagai bahan presentasi yang bagus!

http://bit.ly/4li5eVo

Unggah Karya Poster Digital



Bagian 2

- Presentasikan hasil karya poster digital kalian di forum kelas serta perhatikan aspek penilaian presentasi kelompok diantaranya: 1) penyampaian materi, 2) penguasaan materi, 3) visualisasi poster digital, 4) kolaborasi anggota kelompok dalam presentasi.
- Catat umpan balik yang diterima dari teman atau guru pada kolom di bawah ini! sebagai bahan perbaikan karya.
- Beri tanggapan kritis mengenai presentasi teman kalian dengan menyampaiakan di forum kelas dan menuliskannya di kolom berikut!

LIVEWORKSHEETS

BIO-SUMMARY

science art

Bagian 1

Setelah melakukan beberapa aktivitas pembelajaran, coba tinjau kembali hasil kerja kelompok kalian, pikirkan hubungan antara data ROM, tanda kelelahan otot, dan konsep mekanisme kerja otot. Tuliskan kesimpulan konsep secara individu di kolom berikut!

- **Bagaimana otot berkontraksi dan menyebabkan gerakan?**
- **Bagaimana perubahan ROM sebelum dan sesudah aktivitas menunjukkan terjadinya kelelahan otot?**
- **Apa yang terjadi pada otot saat aktivitas fisik berat terkait proses kontraksi, penggunaan ATP, dan penumpukan asam laktat?**
- **Mengapa penting bagi penari Tari Boran memahami hubungan antara kelelahan otot, ROM, dan mekanisme kerja otot?**

Bagian 2

Luangkan waktu sejenak untuk merefleksikan pembelajaranmu sejauh ini, lalu tuliskan refleksimu di kolom yang tersedia. Kamu dapat menggunakan pertanyaan-pertanyaan berikut untuk membantumu menyusun refleksi:

- **Apa poin utama yang kamu pelajari dari subtopik ini?**
- **Adakah bagian yang masih belum kamu pahami? Apa pertanyaan yang masih kamu miliki?**
- **Apa yang membuat pembelajaran hari ini bermakna atau menggembirakan?**
- **Bagaimana kegiatan hari ini membuatmu lebih peduli pada budaya, kesehatan, atau kerja sama?**
- **Apa keterkaitan antara subtopik ini dengan bagian lain dalam mata pelajaran?**

LIVEWORKSHEETS



science art

Bagian 3

Selamat!

Kamu sudah menyelesaikan aktivitas E-LKPD tentang Mekanisme Kerja Otot dan Kelelahan Otot pada Penari Tari Boran. Sekarang saatnya mengerjakan Kuis Reflektif Akhir untuk memeriksa pemahamanmu. Bacalah setiap soal dengan cermat, pilih jawaban yang paling tepat, dan isilah sesuai petunjuk.

Kuis ini membantu kamu merefleksikan kembali apa yang telah dipelajari tentang kerja otot, penggunaan energi (ATP), penumpukan asam laktat, dan tanda-tanda kelelahan otot. Klik pada bagian Quiz Time!!!

Kerjakan dengan jujur dan sungguh-sungguh ya!



Penugasan Lanjutan

Carilah informasi di internet berupa artikel dan foto-foto berkaitan dengan teknologi sistem gerak yang modern atau terkini, misalnya tangan dan kaki bionik, implant, vesselplasty, viscosupplementasi (injeksi asam hialuronat), targeted radiofrequencies therapy (TRT), bedah lutut robotik, atau lainnya. Susun informasi tersebut menjadi infografis yang menarik dan kumpulkan ke guru pembimbing



- Abdurachman, A., Krismashogi, D. D., Farindra, I., & Rambung, E. (2017). Indahnya Seirama, Kinesiologi Dalam Anatomi. Malang: CV Cita Intans Selaras.
- Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2010). Biologi (Edisi ke-8, Jilid 3). Erlangga.
- Drake, R. L., Vogl, A. W., & Mitchell, A. W. M. (2015). Gray's anatomy for students (3rd ed.). Churchill Livingstone Elsevier.
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2006). Textbook of Medical Physiology (11th ed., pp. 72–84). Elsevier Saunders.
- Houglum, P., & Bertoti, D. (2012). Brunnstrom's Clinical Kinesiology (6th ed., Ch. 1, p. 3). F.A. Davis Company.
- https://app.kognity.com/study/app/class-ib-dp-biology-slhl-fe2025-new/sid-422-cid-480650/book/muscle-contraction-hl-id-44815/review/
- Koutedakis, Y. (2000). "Burnout" in dance: The physiological viewpoint. Journal of Dance Medicine & Science, 4(4). https://doi.org/10.1177/1089313X0000400402
- Mescher, A. L. (2010). Muscle Tissue. In Junqueira's Basic Histology: Text & Atlas (12th ed.). McGraw-Hill.
- Sweeney, H. L., & Hammers, D. W. (2018). Muscle contraction. Cold Spring Harbor Perspectives in Biology, 10(a023200). https://doi.org/10.1101/cshperspect.a023200
- Tresnaasih, I. (2020). Modul pembelajaran SMA Biologi kelas XI: Sistem gerak pada manusia. Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah, Direktorat Sekolah Menengah Atas, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. https://repositori.kemendikdasmen.go.id/21917/1/XI_Biologi_KD-3.5_Final.pdf

FINISH
LIVEWORKSHEETS



Mekanisme Kerja Otot

Berbasis STEAM–Discovery Learning dengan Kearifan Lokal Tari Boran Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis

LIVEWORKSHEETS