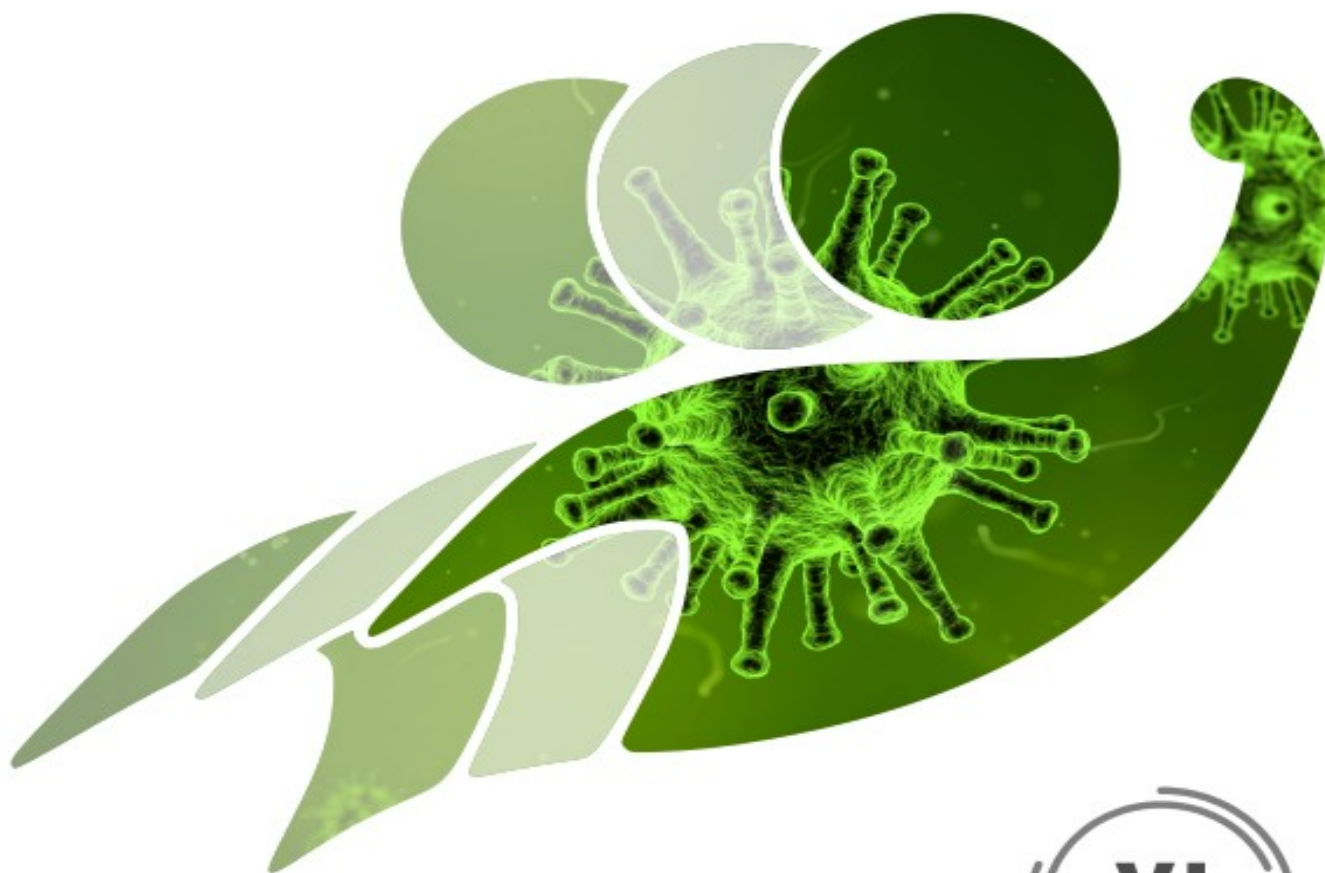




e-Modul

BIOLOGI



XI



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah
Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas
2019

Daftar Isi

Daftar Isi

Penyusun

Peta Konsep

Glosarium

Pendahuluan

Identitas Modul

Kompetensi Dasar

Deskripsi

Petunjuk Penggunaan Modul

Materi Pembelajaran

Kegiatan Pembelajaran I

1. Tujuan

2. Uraian Materi

3. Rangkuman

4. Latihan Essay

5. Latihan Pilihan Ganda

6. Penilaian Diri

Kegiatan Pembelajaran II

1. Tujuan

2. Uraian Materi

3. Rangkuman

4. Latihan Essay

5. Latihan Pilihan Ganda

6. Penilaian Diri

Kegiatan Pembelajaran III

1. Tujuan

2. Uraian Materi
3. Rangkuman
4. Latihan Essay
5. Latihan Pilihan Ganda
6. Penilaian Diri

Evaluasi

Daftar Pustaka

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan



Sistem Gerak pada Manusia

Penyusun :

Dian Mercuningsari, S.Si
SMAN 1 Cikarang

Reviewer :

Dini Kesuma, S.Pd, M.Kes

Validator :

Drs. Herman Retnandar, M.Pd

Pendahuluan

IDENTITAS MODUL

Nama Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas / Semester / Alokasi Waktu	: XI /1 (Satu) / 10 JP
Judul eModul	: Sistem Gerak pada Manusia

KOMPETENSI DASAR

- 3.5 Menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem gerak dalam kaitannya dengan bioproses dan gangguan fungsi yang dapat terjadi pada sistem gerak manusia
 - 3.5.1 Mengidentifikasi organ penyusun sistem gerak
 - 3.5.2 Menjelaskan fungsi rangka sebagai penyusun sistem gerak pada manusia
 - 3.5.3 Menjelaskan fungsi otot sebagai penyusun sistem gerak pada manusia
 - 3.5.4 Mendeskripsikan struktur tulang pada manusia
 - 3.5.5 Mendeskripsikan struktur otot pada manusia
 - 3.5.6 Menjelaskan mekanisme kontraksi otot pada manusia
 - 3.5.7 Mendeskripsikan hubungan antar tulang yang membentuk berbagai persendian.
 - 3.5.8 Menguraikan penyakit atau gangguan pada sistem gerak
 - 3.5.9 Menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ

pada sistem gerak dalam kaitannya dengan gangguan fungsi yang dapat terjadi pada sistem gerak

3.5.11 Membedakan macam-macam otot sebagai alat gerak.

3.5.12 Mengaitkan mekanisme gerak manusia dengan bioprosesnya

3.5.13 Menjelaskan teknologi untuk mengatasi gangguan pada sistem gerak.

4.5 Menyajikan karya tentang pemanfaatan teknologi dalam mengatasi gangguan sistem gerak melalui studi literatur

4.5.1 Menjelaskan peranan teknologi dalam mengatasi gangguan

4.5.2 sistem gerak

Memberi contoh pemanfaatan teknologi dalam mengatasi

4.5.3 gangguan sistem gerak

Menyajikan karya tentang pemanfaatan teknologi dalam mengatasi gangguan sistem gerak

4.5.4 Membuat makalah dan mempresentasikan gangguan sistem gerak dan pemanfaatan teknologi dalam mengatasi gangguan sistem gerak

DESKRIPSI

Materi yang akan dibahas pada modul ini adalah sistem gerak pada manusia. Adapun materi yang harus dikuasai oleh peserta didik adalah kerangka tubuh manusia; jenis tulang, bentuk tulang, susunan tulang, sumsum tulang, sendi, otot, dan gangguan pada sistem gerak. Dengan menguasai materi

tersebut, diharapkan siswa dapat membiasakan dalam kehidupan sehari-hari untuk bisa mencegah gangguan sistem gerak yang diakibatkan kebiasaan hidup. Modul ini berkaitan dengan kompetensi sebelumnya mengenai struktur sel pada jaringan dan fungsi organ. Oleh karena itu sangat penting untuk menguasai konsep materi sebelumnya karena ada keterkaitan antar konsep.

E-modul ini terdiri dari 3 kegiatan belajar. Setiap kegiatan belajar diakhiri dengan latihan soal. Untuk mempelajari kegiatan belajar selanjutnya, kalian minimal harus menguasai 77% dari materi kegiatan belajar.

Semoga modul ini bermanfaat, mudah dimengerti dan dipahami oleh peserta didik sebagai salah satu sumber belajar untuk mata pelajaran biologi khususnya materi bakteri.

PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

1. Baca dengan teliti modul ini secara berurutan dan pahami setiap materi. Kerjakan soal evaluasi sebagai sarana latihan untuk mengukur penguasaan materi sesuai pencapaian kompetensi yang diharapkan .
2. Kerjakan dengan baik tugas dan kegiatan yang harus dilaksanakan oleh peserta didik.
3. Jawablah tes formatif dengan baik setelah menyelesaikan materi modul ini, apabila nilai kalian pada tes formatif masih di bawah KKM (77) maka kalian harus mengulang kembali

membaca dan memahami modul ini. Apabila kalian sudah mencapai atau melampaui KKM, maka bisa melanjutkan ke modul berikutnya.

4. Catatlah semua kesulitan kalian dalam mempelajari modul ini, kemudian konsultasikan dengan guru mata pelajaran. Kalian disarankan untuk membaca dari referensi lain dengan materi yang relevan agar mendapatkan pengetahuan tambahan yang lebih luas.

"Pendidikan setingkat dengan olahraga dimana memungkinkan setiap orang untuk bersaing" – **Joyce Meyer**

"Sekolah maupun kuliah tidak mengajarkan apa yang harus kita pikirkan dalam hidup ini. Mereka mengajarkan kita cara berpikir logis, analitis dan praktis." – **Azis White**.

MATERI PEMBELAJARAN

Materi pembelajaran Sistem Gerak pada Manusia membahas antara lain:

- Fungsi kerangka
- Proses Pembentukan Tulang
- Jenis Tulang
- Bentuk Tulang
- Susunan Tulang
- Sumsum Tulang
- Sendi
- Otot

- Gangguan dan Kelainan Sistem Gerak
- Gangguan dan Kelainan Sistem Otot



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Daftar Pustaka

Campbell, Neil A, & Reece, Jane B. 2008. Biologi Ed. 9. Jakarta: Erlangga

Faidah Rahmawati, Nurul Urifah, Ari Wijayati. 2009. "Biologi untuk SMA/MA Kelas XI Program MIPA. Jakarta .CV.Ricardo

<https://www.biologi.co.id/sistem-gerak-pada-manusia-rangka-persendian-otot-tulang-dan-fungsinya-terlengkap/>

<https://www.sumberpengertian.id/sistem-gerak-pada-manusia>

<https://www.gurupendidikan.co.id/sistem-gerak-manusia-pengertian-komponen-dan-fungsinya-secara-lengkap/>

Irawan, Bobby Albertus. 2013. Seminar Riset Unggulan Nasional Informatika. Sistem Rangka Manusia. Vol 2 No 1: 1-13

Renni Diastuti. 2009. 'BIOLOGI untuk SMA/MA Kelas XI' Jakarta. CV. Sindunata

Sarifin.2013. Kontraksi Otot Dan Kelelahan. Jurnal ilmiah.11(2013)12-13.

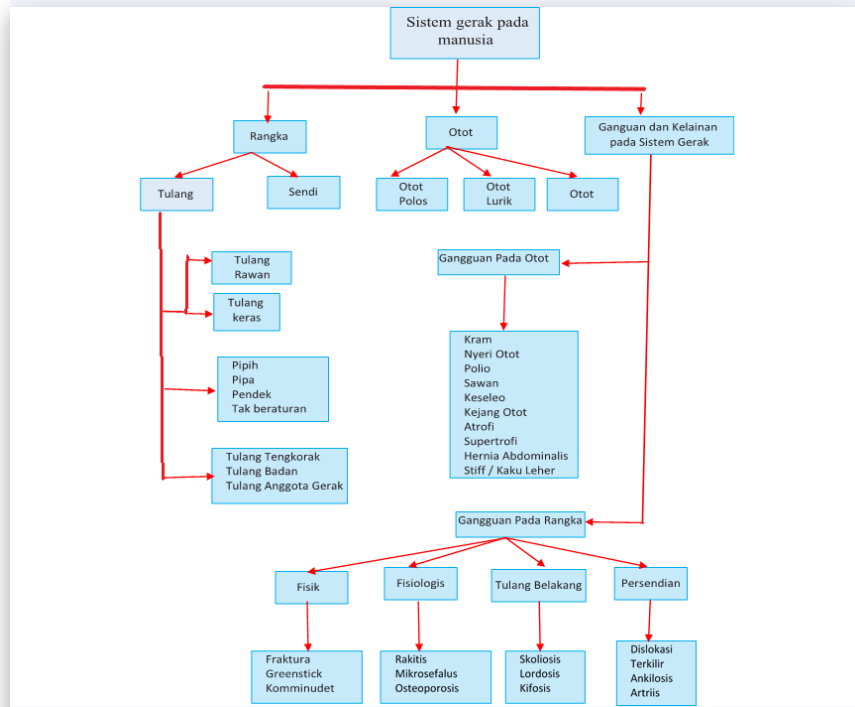
Sri Pujiyanto, Rejeki Siti Fatimah. 2016. "Buku Guru Menjelajah Dunia Biologi untuk XI SMS dan MA. Solo, Tiga Serangkai.

Tortora, Gerard J and Bryan Derrickson. 2012. Principles of Anatomy and Physiology. USA : John Wiley and Sons Inc

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Peta Konsep



Gambar : Peta Konsep



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Glosarium

Amfiartrosis, persendian yang masih memungkinkan terjadinya sedikit gerakan.

Antagonis, kontraksi otot yang berlawanan dengan otot lainnya.

Artikulasi, hubungan antartulang atau antarsegmen.

Diartrosis, persendian yang dapat digerakkan.

Endoskeleton, rangka dalam.

Foramen magnum, lubang di tengkorak belakang yang dilewati serabut saraf.

Fraktura, patah tulang tampak luka pada otot.

Kontraksi, memendek dan menegangnya serabut otot karena adanya rangsang.

Ligamen, jaringan ikat atau tulang rawan bersifat elastis yang membalut persendian.

Osifikasi, pembentukan tulang rawan menjadi tulang sejati.

Osteoblas, sel pembentuk tulang yang mensekresikan matriks tulang.

Rawan hialin, tulang rawan halus yang tampak mengkilat tidak memiliki serat yang jelas.

Rawan elastis, jaringan ikat protein penyusun utama serabut elastis pada pembuluh darah dan ligamen.

Sinergis, kontraksi otot yang seirama dengan otot lainnya.

Tendon, tali serabut berwarna putih yang menghubungkan otot dengan struktur yang dapat bergerak.

Tetanus, keadaan tegang yang terus-menerus pada otot.



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Kegiatan Pembelajaran I

1. TUJUAN

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini, peserta didik mampu menjelaskan fungsi kerangka, mengidentifikasi proses pembentukan tulang, membedakan tulang rawan dan tulang keras, mengidentifikasi bentuk-bentuk tulang, mengidentifikasi susunan tulang pada manusia, dan membedakan sumsum merah dan sumsum kuning dengan benar.

Tanggapan terhadap rangsangan yang datang dari dalam maupun luar akan menimbulkan pergerakan baik pada tumbuhan, hewan, atau manusia. Gerak pada tumbuhan sulit diamati, sedangkan pada hewan dan manusia terlihat jelas. Setiap hari manusia banyak melakukan aktifitas mulai dari bangun tidur hingga kembali tidur lagi. Aktivitas tersebut pastinya melakukan banyak sekali gerakan misalnya seperti berjalan, berlari dan lainnya. Penunjang dengan menggunakan sejumlah organ saat melakukan aktivitas gerak tubuh disebut dengan sistem gerak. Sistem gerak ini adalah hasil dari kerja sama yang dilakukan dari rangka, persendiaan serta otot.

Pada kegiatan pembelajarn 1 ini akan dibahas mengenai:

1. Organ penyusun sistem gerak
2. Fungsi Kerangka dan otot

3. Struktur tulang dan otot
4. Mekanisme kontraksi otot
5. Proses Pembentukan Tulang
6. Jenis Tulang
7. Bentuk Tulang
8. Susunan Tulang
9. Hubungan antar tulang dalam membentuk sendi
10. Penyakit dan gangguan pada sistem gerak
11. hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem gerak dalam kaitannya dengan gangguan fungsi yang dapat terjadi pada sistem gerak

" Setitik embun dapat melembabkan daun daunan, sederas hujan dapat membasahi daun beserta dahannya sungguh ilmu yang kamu dapat pada kami bagaikan hujan deras yang tak pernah berhenti membasahi kami. kami tumbuh dan berkembang dan selanjutnya memekari seluruh sekitar kami dan akhirnya membuat mahluk ciptaan Tuhan menjadi bahagia dengan keberadaan kami. Terima kasih telah menjadi hujan deras buat otak dan akhlak kami."

2. URAIAN MATERI

Fungsi Kerangka

Manusia memiliki rangka dalam yang disusun oleh tulang keras (tulang rangka) dan tulang rawan. Rangka manusia dibentuk dari tulang tunggal atau gabungan tulang (seperti tengkorak) yang ditunjang oleh struktur lain, seperti ligamen, tendon, dan otot.

Rangka Manusia tersusun atas ±206 buah tulang yang memiliki bentuk serta ukuran yang bervariasi. Kerangka tubuh bagian dalam dilindungi/ ditutupi oleh kulit dan daging. Hal ini bertujuan melindungi bagian-bagian dalam kerangka yang bersifat lunak

dalam menghindari adanya kerusakan yang timbul akibat gesekan organ-organ lebih keras dibandingkan organ yang lunak.

Tulang mempunyai fungsi utama yakni sebagai alat gerak pasif (artinya alat tersebut digerakan oleh organ/ alat yang lain, yaitu otot). Tulang terbentuk oleh kandungan kalsium berupa garam yang melekat dengan bantuan kalogen.

Bentuk tulang dari bisa berubah tubuh/ bisa mengalami kelainan misalnya infeksi penyakit, faktor nutrisi serta gizi pada masa perkembangannya. Selain sebagai pelindung pada organ yang sifatnya lunak, rangka juga memiliki beberapa fungsi lainnya seperti :

- Menegakkan Tubuh
- Melindungi Organ – Organ Lunak
- Tempat Melekatnya Otot
- Menentukan Bentuk Tubuh
- Tempat Pembentukan Sel Darah Merah.

Proses Pembentukan Tulang

Pada banyak kerangka avertebrata, kalsium terdapat sebagai kalsium karbonat, sedangkan pada vertebrata sebagai kalsium fosfat. Selain itu, terdapat pula zat-zat lain, seperti garam-garam magnesium dan strontium.

Kerangka dapat terdiri atas zat organik khusus, seperti kitin dan kolagen, atau kompleks zat organik dan anorganik. Kompleks ini sangat kuat, karena zat anorganik tahan terhadap tekanan, dan komponen organik tahan terhadap tegangan dan memberi elastisitas.

Awal pembentukan rangka berupa tulang rawan, pada manusia terbentuk secara sempurna pada akhir bulan kedua atau awal bulan ketiga pembentukan embrio. Rangka tulang rawan dibentuk oleh jaringan mesenkim yang mengalami osifikasi atau penulangan.

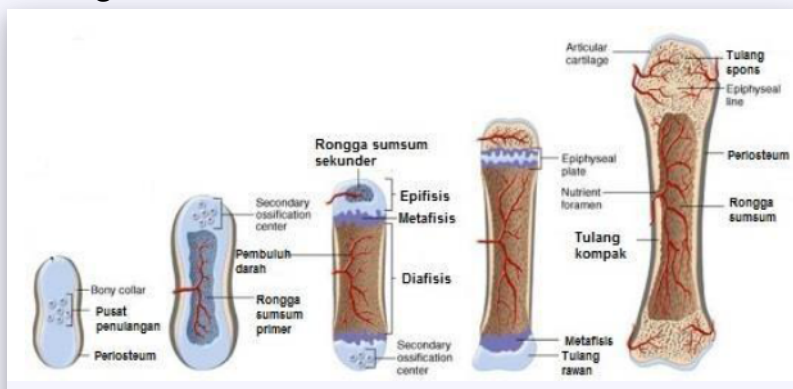
Osifikasi adalah pembentukan tulang rawan menjadi tulang. Osifikasi dimulai dari pembentukan sel-sel osteoblas (sel pembentuk tulang) pada rongga yang ada di tengah tulang rawan. Pembentukan tulang ini bertahap dari dalam ke luar. Sel-sel osteoblas juga menempati jaringan pengikat yang ada di sekeliling rongga. Sel-sel tulang ini mengelilingi saluran haversi yang berisi pembuluh darah kapiler arteri, vena, dan serabut saraf membentuk satu sistem yang disebut sistem havers. Pembuluh darah sistem havers mengangkut zat fosfor dan kalsium menuju matriks sehingga matriks tulang menjadi keras. Kekerasan tulang diperoleh dari kekompakan sel-sel penyusun tulang.

Apabila matriks tulang berongga, maka akan membentuk tulang spons, contohnya tulang pipih. Sedangkan, jika matriks tulang menjadi padat dan rapat, maka akan terbentuk tulang keras atau tulang kompak, contohnya tulang pipa.

Tulang pipa berbentuk tabung dengan kedua ujung membulat. Sebagian besar terdiri atas tulang kompakta dan sedikit tulang spongiosa serta sumsum tulang pada bagian dalamnya. Rongga sumsum tulang dan rongga tulang spongiosa mengandung sumsum tulang kuning (terdiri atas sel lemak) dan sumsum tulang merah (tempat pembentukan sel darah merah).

Proses osifikasi pada tulang pipa terjadi dalam beberapa tahap, yaitu:

- a. Penulangan diawali dari tulang rawan yang banyak mengandung osteoblas. Bagian yang paling banyak mengandung osteoblas adalah epifisis dan diafisis.
- b. Terjadi perkembangan pusat osifikasi primer yang disertai dengan perluasan bone collar.
- c. Pada bagian sentral tulang terjadi perombakan sel-sel tulang (reabsorpsi tulang) sehingga pembuluh darah mulai masuk dan terbentuk rongga sumsum tulang.
- d. Pembentukan pusat osifikasi sekunder muncul pada setiap epifisis. Osifikasi sekunder ini menyebabkan pemanjangan tulang.



Gambar 1.

Urut-urutan Proses Pembentukan Tulang

(Sumber :

<http://www.slideshare.net/satyakiverma/stages-of-bone-formation>)

Jenis Tulang

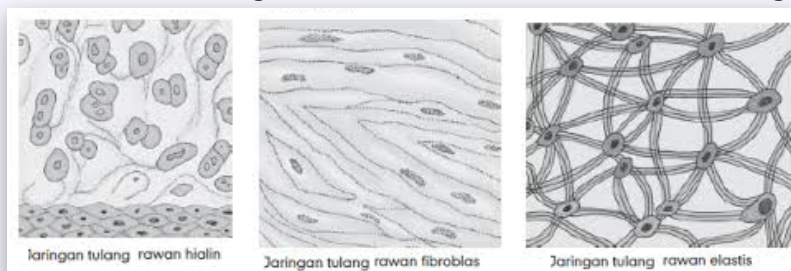
- a. Tulang rawan

Tulang rawan bersifat lentur, tersusun atas sel-sel tulang rawan (kondrosit) yang mensekresikan matriks (kondrin) berupa hialin atau kolagen. Pada tulang rawan

banyak mengandung zat perekat berupa kolagen dan sedikit mengandung zat kapur. Itulah sebabnya tulang rawan bersifat lentur. Sel-sel tulang rawan atau kondrosit dibentuk oleh kondroblas.

Pada masa bayi atau masa pertumbuhan sebagian besar tulang masih berupa tulang rawan. Seiring dengan pertumbuhan bayi dan pertambahan usia, tulang-tulang rawan banyak mengandung sel-sel dan mengalami penulangan (osifikasi) sehingga tulang tidak lentur lagi, melainkan tumbuh menjadi keras. Akan tetapi, tidak semua mengalami penulangan dan tetap berupa tulang rawan. Misalnya, pada bagian persendian, daun telinga, cuping hidung, bronkus, trakea, dan ruas-ruas tulang belakang. Tulang rawan memiliki tiga tipe, yaitu hialin, fibrosa, dan elastis.

Perhatikan gambar macam-macam tulang rawan berikut ini!



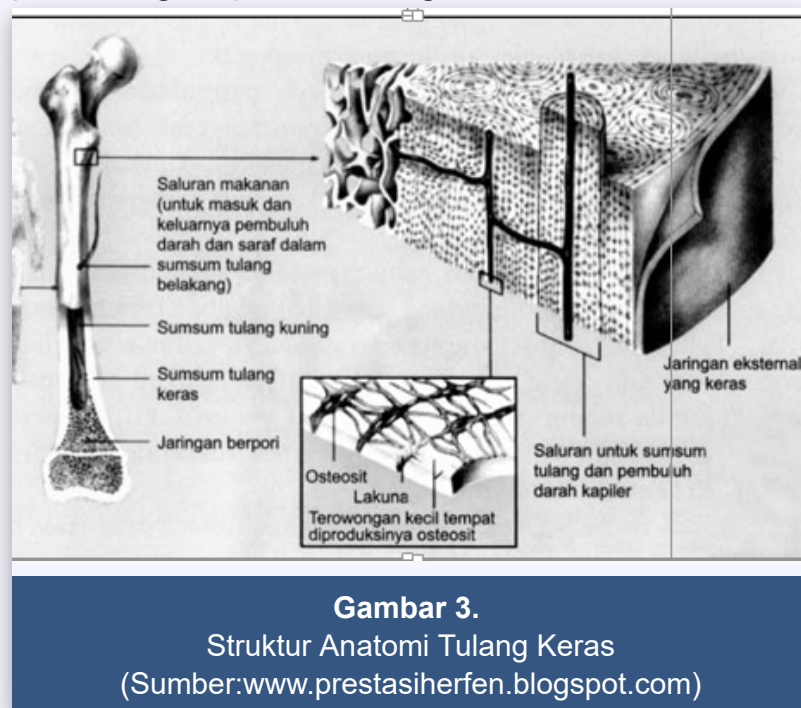
Gambar 2.

Macam-macam bentuk tulang rawan (hialin, Fibrosa, elastis (Sumber: www.prestasiherfen.blogspot.com)

b. Tulang keras (tulang sejati)

Pembentukan tulang keras berawal dari kartilago (berasal dari mesenkim). Tulang keras tersusun dari jaringan tulang keras, yang terdiri dari sel-sel tulang (osteosit) yang membentuk lingkaran. Di tengah-tengah sel tulang terdapat saluran Havers.

Di dalam saluran Havers terdapat pembuluh kapiler yang berfungsi untuk mengangkut sari makanan dan oksigen pada sel tulang. Pada tulang keras banyak mengandung zat kapur (kalsium) dan sedikit mengandung zat perekat. Matriks akan mengeluarkan kapur dan fosfor yang menyebabkan tulang menjadi keras. Proses pengerasan tulang disebut penulangan atau osifikasi. Jenis osifikasi adalah desmal dan kondral. Kondral meliputi perikondral dan enkondral. Desmal merupakan penulangan pada tulang keras, sedangkan kondral adalah penulangan pada tulang rawan.



Gambar 3.

Struktur Anatomi Tulang Keras

(Sumber: www.prestasiherfen.blogspot.com)

Sel-sel tulang keras yang telah mati akan membentuk rongga bekas sel tulang yang disebut lakuna. Setiap lakuna dapat berhubungan satu sama lainnya melalui saluran-saluran kecil yang disebut kanalikuli.

Tulang keras terdapat pada seluruh tulang anggota gerak. Lapisan luarnya keras (tulang kompak) dan mengelilingi rongga yang disebut rongga sumsum. Jadi, tulang tidak rapat, tetapi

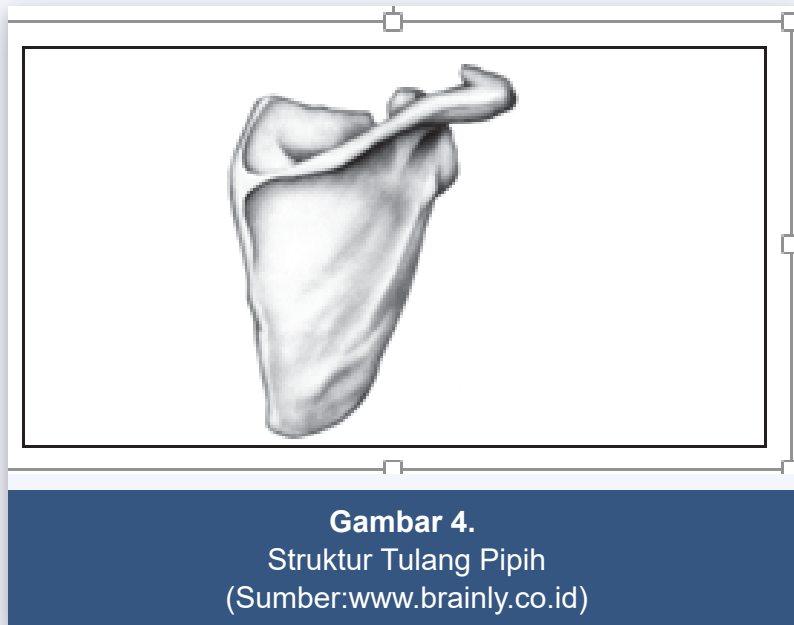
berongga di tengahnya. Seandainya semua tulang rapat tanpa rongga, tubuh kita sangat berat dan akan sulit digerakkan

Bentuk Tulang

Rangka adalah susunan tulang-tulang dengan sistem tertentu. Berdasarkan bentuknya tulang-tulang yang menyusun rangka tubuh dapat dibagi menjadi empat macam, yaitu:

a. Tulang pipih

Tulang pipih berbentuk pipih atau tipis, contohnya adalah tulang rusuk, tulang belikat, tulang dada. dan tulang tengkorak. Di dalamnya berisi sumsum merah, tempat pembuatan sel darah merah dan sel darah putih. Tulang pipih memiliki dua lapisan tulang kompakta yang disebut lamina eksterna dan interna osiskrani yang dipisahkan oleh satu lapisan tulang spongiosa yang disebut diploe.



b. Tulang pendek

Tulang pendek berbentuk kubus atau pendek tidak beraturan, contohnya ruas-ruas tulang belakang, pangkal lengan, pergelangan tangan, pergelangan kaki dan pangkal kaki. Di dalamnya berisi sumsum merah, tempat pembuatan sel darah

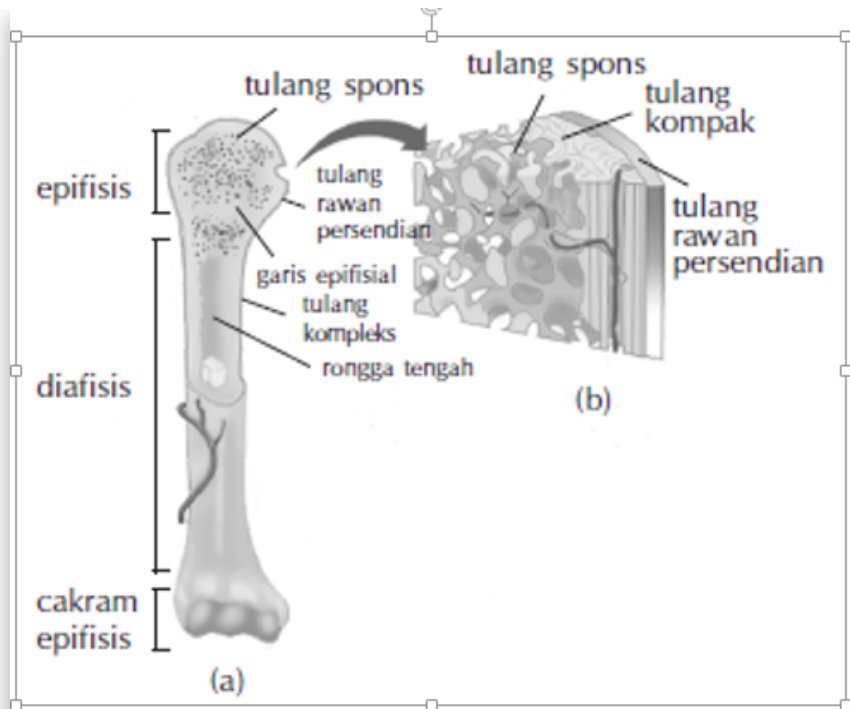
merah dan sel darah putih. Tulang ini memiliki inti tulang spongiosa yang dikelilingi tulang kompakta.
Bentuk pendek dan bulat.



Gambar 5.
Struktur Tulang pendek
(Sumber: www.brainly.co.id)

c. Tulang pipa

Tulang pipa terdiri atas epifisis (bagian ujung tulang yang membesar seperti bongkol) dan diafisis (bagian tengah tulang di antara dua epifisis). Di antara diafisis dan epifisis terdapat tulang rawan berbentuk lempengan atau cakram epifisis. Jika cakra epifisis masih aktif, maka tulang pipa masih dapat memanjang. Cakra epifisis tidak aktif lagi sekitar umur 20 tahun.



Gambar 6.

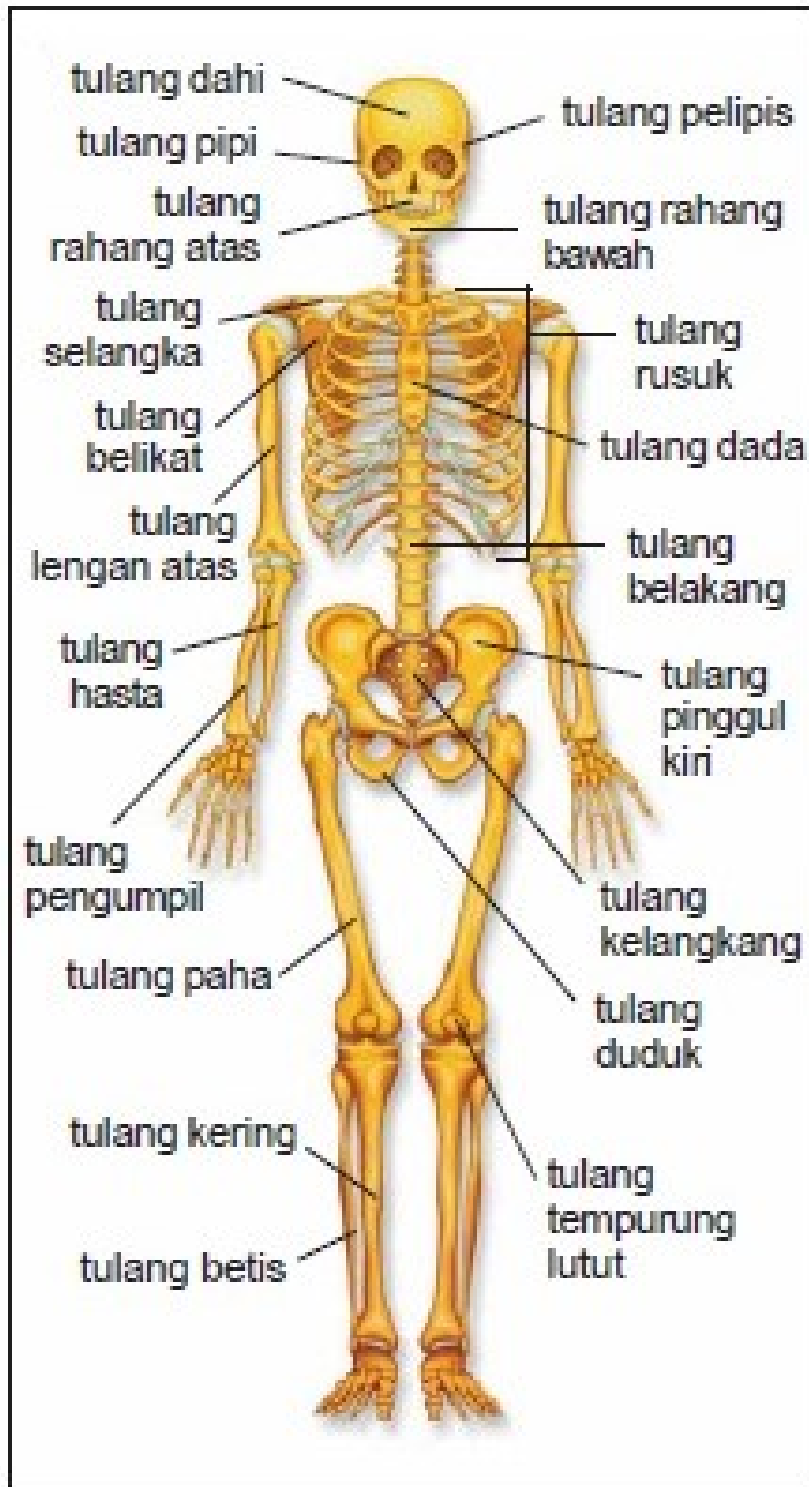
Komponen Penyusun Tulang Pipa
(www.prestasiherfen.blogspot.com)

d. Tulang tak berbentuk

Tulang tak berbentuk memiliki bentuk yang tidak teratur. Tulang ini tidak memiliki bentuk, seperti pipa, pendek, atau pipih. Contoh tulang tak berbentuk, yaitu wajah dan tulang belakang.

Rangka Tubuh Manusia

Rangka tubuh manusia tersusun oleh 206 potong tulang yang saling berhubungan. Tulang-tulang yang menyusun rangka terdiri atas 3 kelompok besar yaitu tengkorak, badan, dan anggota gerak.

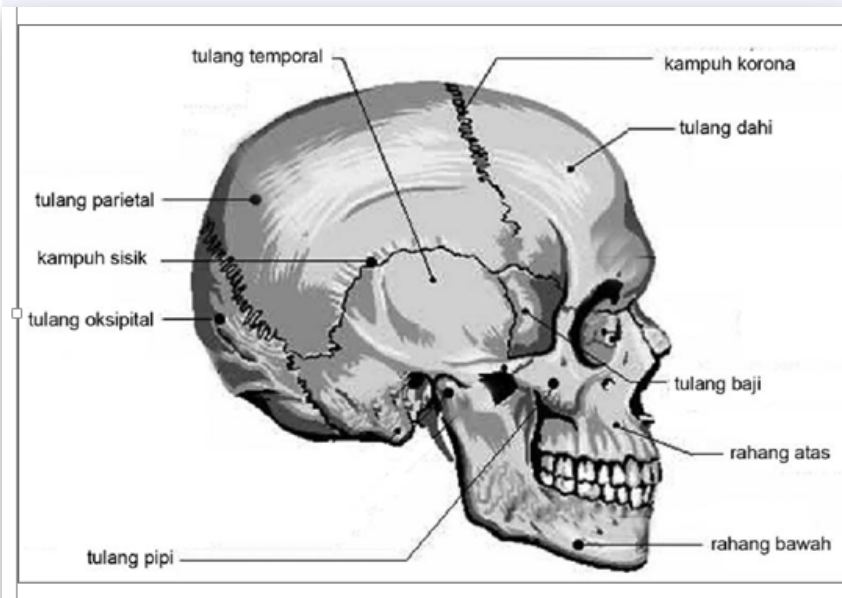


Gambar 7.

Susunan Rangka Tubuh Manusia
(www.prestasiherfen.blogspot.com)

a. Tengkorak

Tulang tengkorak berbentuk pipih, saling berhubungan, dan membentuk rongga. Tulang tengkorak terdiri atas 22 buah tulang. Delapan tulang membentuk tengkorak bagian kepala/tempurung kepala dan 14 tulang tengkorak bagian muka/wajah. Tulang ini mempunyai fungsi yang amat penting, yaitu melindungi otak, mata, dan telinga bagian dalam. Tulang tempurung kepala tersusun dari tulang dahi (os.frontal), tulang kepala belakang (os.oksipital), tulang ubun-ubun (os.parietal), tulang baji (os.sphenoid), tulang tapis (os.ethmoid), dan tulang pelipis (os.temporal).



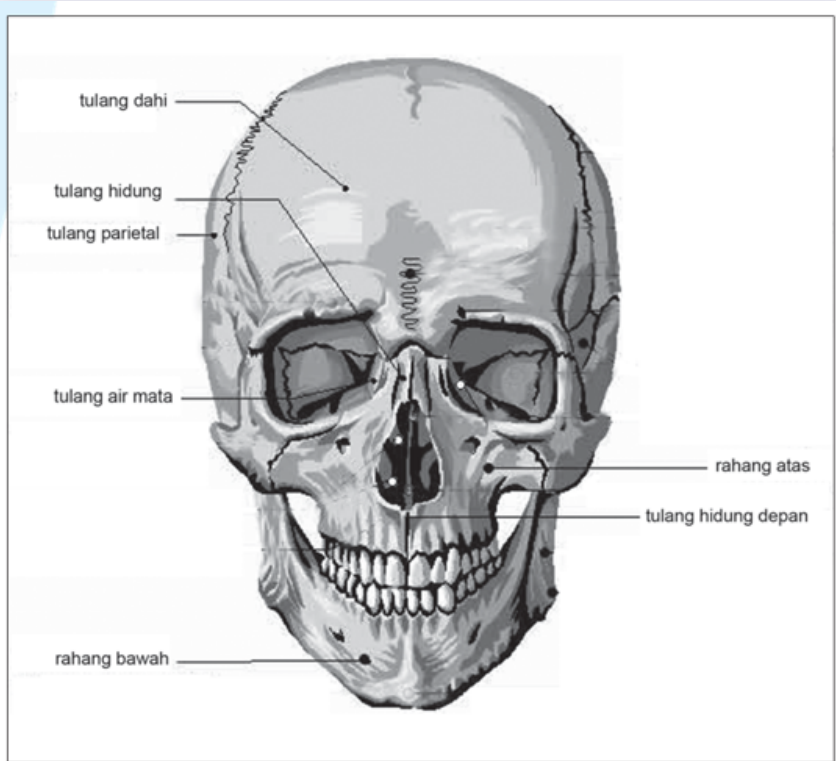
Gambar 8.

Struktur Tulang Tengkorak Manusia

(Sumber: www.prestasiherfen.blogspot.com)

Tulang muka terdapat pada bagian depan kepala. Tulang-tulang muka membentuk rongga mata untuk melindungi mata, membentuk rongga hidung serta langit-langit, dan memberi bentuk wajah. Tulang muka terdiri atas dua tulang rahang atas (maksila), dua tulang rahang bawah (mandibula), dua tulang pipi (zigomatik), dua tulang air mata (lakrimal), dua tulang hidung (nasal), dua tulang langit-langit (palatum), dan satu tulang pangkal lidah (hioid).

Tulang tengkorak berhubungan dengan bagian atas tulang belakang (tulang leher). Di bagian bawah tempurung kepala terdapat rongga khusus yang disebut foramen magnum yang menjadi tempat masuk dan keluarnya pembuluh saraf serta darah yang kemudian menuju ke sumsum tulang belakang.



Gambar 8.

Struktur tengkorak tampak depan
(Sumber: www.prestasiherfen.blogspot.com)

b. Tulang-tulang Badan

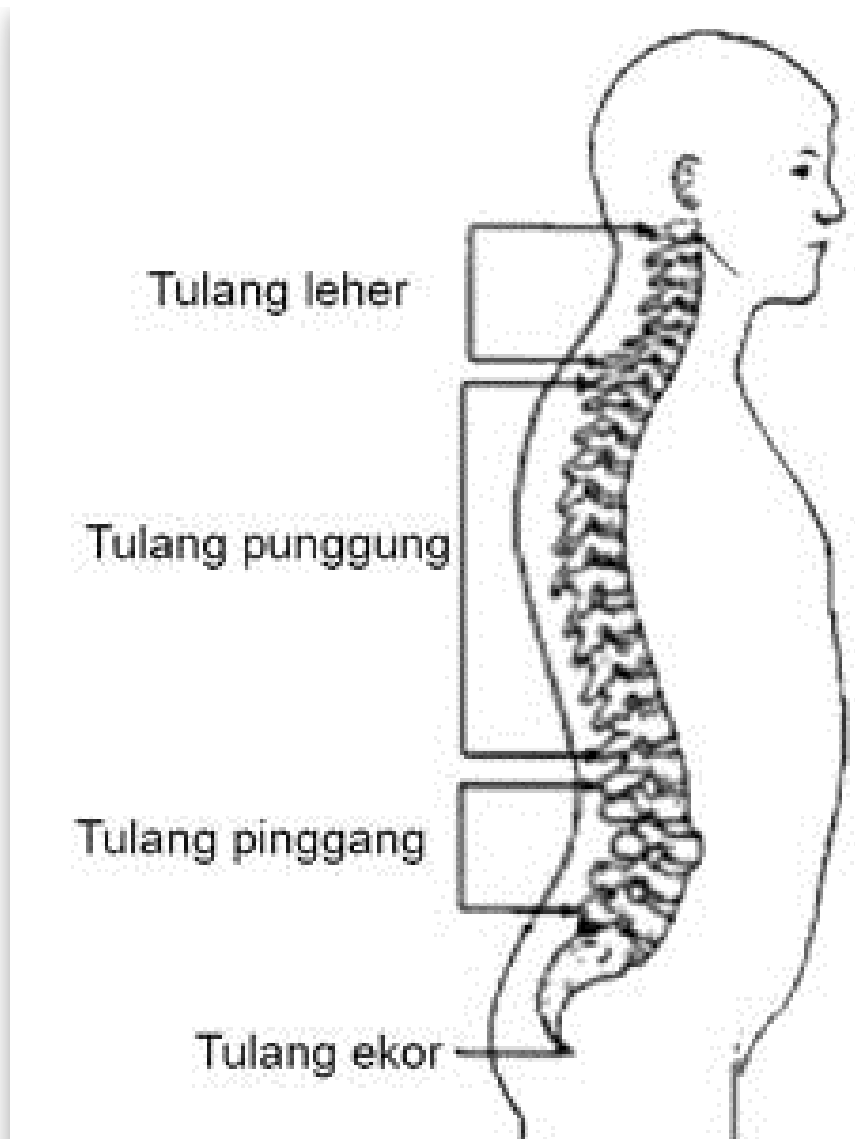
Tulang pembentuk badan terdiri atas ruas-ruas tulang belakang, tulang dada, tulang rusuk, tulang gelang bahu, dan tulang gelang pinggul/ panggul.

1. Tulang Belakang

Tulang belakang berada di bagian tengah tubuh yang berfungsi untuk menopang seluruh tubuh, dan tempat pelekatan tulang rusuk.

Perhatikan gambar 1.10. Setiap segmen atau ruas tulang belakang dapat bergerak sedikit. Tulang belakang berbentuk tulang pendek dan berjumlah 33 ruas yang terdiri atas:

- a) tujuh ruas tulang leher (vertebra servikalis),
- b) dua belas ruas tulang punggung (vertebra dorsalis),
- c) lima ruas tulang pinggang (vertebra lumbalis),
- d) lima ruas tulang kelangkang (vertebra sakralis),
- e) empat ruas tulang ekor (coxigeus).



Gambar 8.
Struktur Tulang-tulang badan
(Sumber: www.prestasiherfen.blogspot.com)

Struktur dan ruas tulang belakang bervariasi karena secara khusus masing-masing memiliki fungsi yang berbeda-beda

Struktur dan ruas tulang belakang bervariasi karena secara khusus masing-masing memiliki fungsi yang berbeda-beda.

2. Tulang dada

merupakan tempat melekatnya tulang rusuk bagian depan. Tulang dada terdiri atas 3 bagian, yaitu bagian hulu dada (manubrium sterni), bagian dada (corpus sterni), dan bagian taju pedang (prosesus xyphoideus).

3. Tulang rusuk (iga)

terdiri atas tiga jenis tulang, yaitu tujuh pasang tulang rusuk sejati, tiga pasang tulang rusuk palsu, dan dua pasang tulang rusuk melayang.

4. Tulang gelang bahu

terdiri atas dua tulang belikat dan dua tulang selangka. Tulang belikat melekat pada tulang rusuk. Tulang belikat berbentuk segitiga pipih dan memiliki tonjolan yang menyerupai paruh burung gagak, disebut prosesus korakoid. Sedangkan tulang selangka melekat pada tulang dada.

5. Tulang gelang panggul

terdiri atas dua tulang pinggul, dua tulang duduk, dan dua tulang kemaluan. Ketiga tulang tersebut berkaitan erat sehingga membentuk suatu lingkaran yang berlubang.

c. Tulang anggota gerak

Tulang anggota gerak pada manusia terdiri atas tungkai depan/tulang anggota gerak atas yang bersambungan dengan gelang bahu tungkai dan tulang anggota gerak bawah yang bersambungan dengan gelang pinggul.

1) Tulang anggota gerak bagian atas

Tulang anggota gerak bagian atas terdiri atas gelang bahu, dua tulang lengan atas, dua tulang pengumpil, dua tulang hasta, enam belas tulang pergelangan tangan, sepuluh tulang telapak tangan, dan 28 tulang jari tangan. Tulang hasta dan tulang pengumpil merupakan tulang lengan bawah. Tulang hasta letaknya searah dengan sisi kelingking, sedangkan tulang pengumpil letaknya searah dengan ibu jari. Tulang pengumpil dapat digerakkan di atas tulang hasta (memutar). Perhatikan gambar 1.11.



Gambar 9.

Susunan tulang pembentuk anggota Gerak Atas (Sumber: www.Brainly.co.id)

2) Tulang anggota gerak bagian bawah

Tulang anggota gerak bagian bawah terdiri atas gelang panggul, dua tulang paha, dua tulang tempurung lutut, dua tulang kering, dua tulang betis, empat belas tulang pergelangan kaki, sepuluh tulang telapak kaki, dan 28 tulang jari kaki. Kaki atau tungkai memiliki fungsi utama untuk menopang berat tubuh dan mengatur gerak tubuh ketika berjalan. Perhatikan gambar 1.12



Gambar 10.
Susunan Tulang Pembentuk Anggota Gerak Bawah

d. **Sumsum Tulang**

Sumsum tulang mengisi rongga bagian dalam tulang. Ada dua macam sumsum tulang yaitu:

1. *Sumsum tulang merah (medulla ossia rubra)* merupakan tempat pembuatan sel darah merah. Pada anak-anak, sumsum merah terdapat pada tulang tengkorak. Pada orang dewasa, sumsum merah terdapat antara lain pada tulang tengkorak, ruas tulang belakang, dan tulang rusuk.
2. *Sumsum tulang kuning (medulla ossia flava)* terdapat pada tulang anggota gerak orang dewasa. Sumsum kuning ini terbentuk dari campuran sel jaringan ikat, misalnya jaringan lemak dan sumsum merah. Untuk kesehatan dan pertumbuhan sel-sel, tulang membutuhkan vitamin D. Proses pembentukan vitamin D dalam tubuh sangat dipengaruhi oleh sinar ultraviolet. Sinar ultraviolet yang jatuh mengenai kulit tubuh manusia dapat mengubah provitamin D yang terdapat pada tubuh menjadi vitamin D.

3. RANGKUMAN

Rangka mempunyai fungsi sebagai pelindung pada organ yang sifatnya lunak, menegakkan tubuh, tempat melekatnya otot, menentukan bentuk tubuh, tempat pembentukan sel darah merah.

Awal pembentukan rangka berupa tulang rawan, pada manusia terbentuk secara sempurna pada akhir bulan kedua atau awal bulan ketiga pembentukan embrio. Rangka tulang rawan dibentuk oleh jaringan mesenkim yang mengalami osifikasi atau penulangan.

Tulang dibedakan menjadi 2 yaitu tulang rawan dan tulang keras. Tulang rawan ada tiga macam yaitu hialin, fibrosa, dan elastis.

Berdasarkan bentuknya, dibedakan ada tulang pipa, pipih, pendek, dan tidak berebentuk.

Susunan tulang terdiri dari tengkorak, badan, dan anggota gerak.

Penyusun tulang badan terdiri tulang belakang, dada, rusuk, gelang bahu, gelang panggul.

Anggota gerak ada dua yaitu anggota gerak atas dan anggota gerak bawah.

Sumsum tulang mengisi rongga bagian dalam tulang dibedakan sumsum tulang merah dan sumsum tulang kuning.

“ Jika kamu tidak mengejar apa yang kamu inginkan, maka kamu tidak akan mendapatkannya. Jika kamu tidak bertanya maka jawabannya adalah tidak. Jika kamu tidak melangkah maju, kamu akan tetap berada di tempat yang sama ”



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Latihan Essay I

Kerjakan semua soal di bawah ini di kertas, kemudian cocokan dengan alternatif jawaban!

01. Mengapa tulang disebut alat gerak pasif!

Alternatif jawaban

Karena tulang tidak dapat melakukan gerak sendiri. Gerakan yang terjadi pada tulang akibat gerakan dari otot

02. Kumpulan tulang membentuk rangka. Pada manusia dan hewan rangka fungsi memiliki beberapa fungsi yaitu:

Alternatif jawaban

Menegakkan Tubuh

- Melindungi Organ – Organ Lunak
- Tempat Melekatnya Otot
- Menentukan Bentuk Tubuh
- Tempat Pembentukan Sel Darah Merah.

03. Jelaskan mekanisme proses Osifikasi!

Alternatif jawaban

Proses osifikasi pada tulang pipa terjadi dalam beberapa tahap, yaitu:

- a. Penulangan diawali dari tulang rawan yang banyak mengandung osteoblas. Bagian yang paling banyak mengandung osteoblas adalah epifisis dan diafisis.
- b. Terjadi perkembangan pusat osifikasi primer yang disertai dengan perluasan bone collar.
- c. Pada bagian sentral tulang terjadi perombakan sel-sel tulang (reabsorpsi tulang) sehingga pembuluh darah mulai masuk dan terbentuk rongga sumsum tulang.
- d. Pembentukan pusat osifikasi sekunder muncul pada setiap epifisis. Osifikasi sekunder ini menyebabkan pemanjangan tulang

04. Sebutkan jenis-jenis tulang rawan yang terdapat di rangka tubuh manusia

Alternatif jawaban

1. Tulang rawan hialin
2. Tulang rawan fibrosa
3. Tulang rawan elastis

05. Sebutkan macam-macam bentuk tulang?

Alternatif jawaban

1. tulang pipih

2. tulang pipa

3. tulang pendek

4. tulang tidak beraturan



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Latihan Pilihan Ganda I

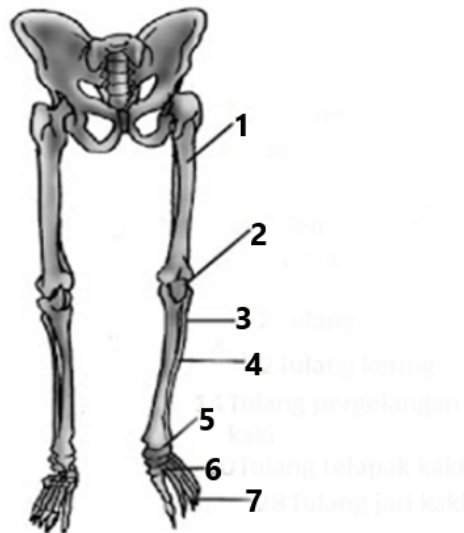
1. Berikut ini yang **bukan** merupakan fungsi rangka adalah
- ☐ A tempat melekatnya otot
 - ☐ B sebagai alat gerak pasif
 - ☐ C memberi bentuk tubuh
 - ☐ D tempat pembentukan sel-sel darah merah
 - ☐ E menerima dan meneruskan rangsang
-
2. Osifikasi adalah pembentukan tulang rawan menjadi tulang. Proses osifikasi sesuai urutan yang benar adalah
- ☐ A osteoblas-osteosit-mineralisasi P dan Ca-pengisian matriks
 - ☐ B osteoblas-osteosit-pengisian matriks-mineralisasi P dan Ca
 - ☐ C osteosit-osteoblas-pengisian matriks-mineralisasi P dan Ca
 - ☐ D osteosit-osteoblas-mineralisasi P dan Ca-pengisian matriks
 - ☐ E osteoblas-pengisian matriks-osteosit-mineralisasi P dan Ca
-
3. Tulang rawan dan tulang keras mempunyai perbedaan. Hal yang membedakan kedua macam tulang tersebut adalah
- ☐ A tulang rawan banyak mengandung kalsium, tulang keras lebih sedikit
 - ☐ B tulang rawan keras dan kaku sedangkan tulang keras lunak, dan lentur
 - ☐ C tulang rawan tersusun oleh sel kondrosit, sedangkan tulang keras tersusun oleh sel osteosit
 - ☐ D tulang rawan tersusun oleh sel osteosit, sedangkan tulang keras tersusun oleh sel kondrosit
 - ☐ E tulang rawan jaringannya banyak mengandung kalsium, sedangkan tulang keras jaringannya banyak mengandung kolagen
-

4. Tulang-tulang di bawah ini yang semua tersusun oleh tulang pipih adalah

- ☐ A pergelangan tangan, pergelangan kaki, tulang belakang
- ☐ B tengkorak, pengumpil, tulang belakang
- ☐ C pengumpil, tengkorak, belikat
- ☐ D rusuk, belikat, tengkorak
- ☐ E rusuk, belikat, pengumpil

5. Perhatikan gambar rangka anggota gerak bawah berikut ini

Rangka anggota gerak
bagian bawah



Tulang betis dan tulang kering ditunjukkan oleh bagian bernomor

- ☐ A 3 dan 4
- ☐ B 3 dan 5
- ☐ C 4 dan 5
- ☐ D 4 dan 6
- ☐ E 4 dan 7



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Penilaian Diri I

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No.	Pertanyaan	Jawaban	
01.	Apakah Anda telah mampu menjelaskan fungsi kerangka ?	☐ Ya	☐ Tidak
02.	Apakah Anda telah mampu mengidentifikasi proses pembentukan tulang?	☐ Ya	☐ Tidak
03.	Apakah Anda telah mampu membedakan tulang rawan dan tulang keras?	☐ Ya	☐ Tidak
04.	Apakah Anda telah mampu mengidentifikasi bentuk-bentuk tulang?	☐ Ya	☐ Tidak
05.	Apakah Anda telah mampu mengidentifikasi susunan tulang pada manusia?	☐ Ya	☐ Tidak
06.	Apakah Anda telah mampu membedakan sumsum merah dan sumsum kuning?	☐ Ya	☐ Tidak

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak".

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Kegiatan Pembelajaran II

1. TUJUAN

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini, peserta didik dapat mengidentifikasi jenis-jenis sendi dan hubungan antar sendi, membedakan macam-macam otot yang menyusun alat gerak aktif, mengaitkan mekanisme gerak pada manusia dengan bioprosesnya, dan mengidentifikasi sifat kerja otot dengan tepat.

Pada kegiatan pembelajaran 2 ini akan dibahas mengenai :

1. Sendi
2. Otot

" Setitik embun dapat melembabkan daun daunan, sederas hujan dapat membahasi daun beserta dahannnya sungguh ilmu yang kamu dapat pada kami bagaikan hujan deras yang tak pernah berhenti membahasi kami. kami tumbuh dan berkembang dan selanjutnya memekari seluruh sekitar kami dan akhirnya membuat mahluk ciptaan Tuhan menjadi bahagia dengan keberadaan kami. Terima kasih telah menjadi hujan deras buat otak dan akhlak kami."

2. URAIAN MATERI

2.1. Sub Uraian Materi 1:

SENDI

Tempat bertemunya dua buah tulang dinamakan sendi. Sendi diikat oleh ligamen dan tendon. Terdapat tiga jenis sendi yaitu sendi

dengan gerakan bebas (diarthrosis), sendi dengan gerakan terbatas (Amfiarthrosis), dan sendi yang tidak dapat bergerak (sinarthrosis).

1. Sendi yang Tidak Dapat Bergerak (Sinartrosis)

Pada persendian ini tulang-tulang dipersatukan oleh fisura, contohnya hubungan antar tulang-tulang tengkorak. Sendi ini bedakan atas dua kelompok yaitu:

- a. Sinartrosis sinfibrosis: sinartrosis yang tulangnya dihubungkan jaringan ikat fibrosa. Contoh: persendian tulang tengkorak
- b. Sinartrosis sinkondrosis: sinartrosis yang dihubungkan oleh tulang rawan. Contoh: hubungan antar segmen pada tulang belakang.

2. Sendi dengan Gerakan Terbatas (Amfiartrosis)

Persendian dengan gerakan yang sangat terbatas. Persendian ini dibedakan atas:

- a. *Simfisis* adalah tulang dihubungkan oleh jaringan tulang rawan yang berbentuk seperti cakram. Contohnya adalah hubungan antara ruasruas tulang belakang.
- b. *Sindesmosis* adalah tulang dihubungkan oleh jaringan ikat serabut dan ligamen. Contohnya adalah persendian antara fibula dan tibia. Sindesmosis adalah tulang dihubungkan oleh jaringan ikat serabut dan ligamen. Contohnya adalah persendian antara fibula dan tibia.

3. Sendi dengan gerakan bebas (Diarthrosis)

Persendian dengan gerakan tanpa batas atau bebas, dan mobilitasnya cukup besar. Umumnya ditemukan pada hubungan antara tulang-tulang panjang.

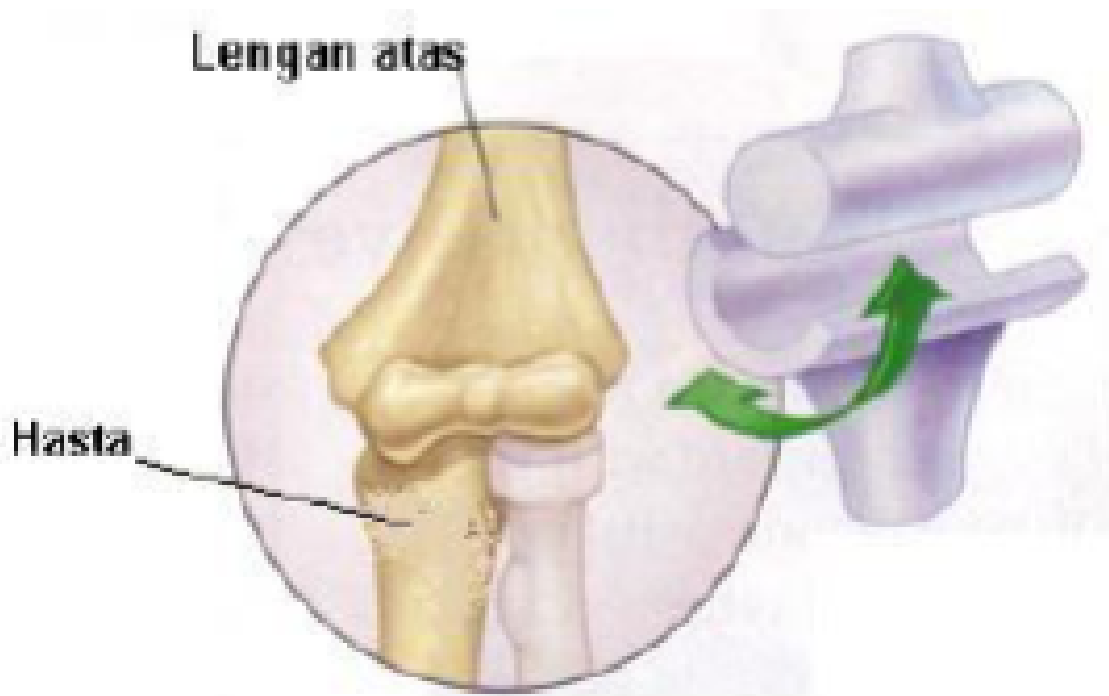
Persendian diarthrosis dibedakan atas:

- 1) *Sendi putar*

Persendian yang memungkinkan adanya gerakan rotasi atau berputar. Hal ini terjadi apabila ujung tulang yang satu bergerak mengitari ujung tulang yang lain. Contoh sendi putar adalah tulang tengkorak dengan tulang atlas, pergelangan tangan, dan pergelangan kaki.

2) *Sendi engsel*

Sendi engsel adalah sendi dengan gerakan satu arah. Contoh sendi engsel adalah sendi pada lutut dan siku.



Gambar : Struktur Sendi Engsel

Sumber : www.prestasiherfen.blogspot.com

3) *Sendi pelana*

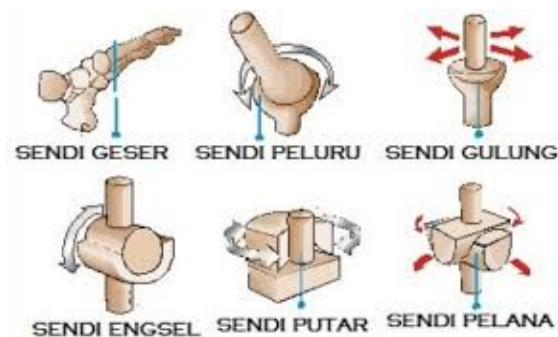
Sendi pelana adalah persendian yang membentuk sendi, seperti pelana, dan berporos dua. Contohnya, terdapat pada ibu jari dan pergelangan tangan.

4) *Sendi peluru*

Sendi peluru adalah persendian yang memungkinkan gerakan yang lebih bebas. Sendi ini terjadi apabila ujung tulang yang satu berbentuk bonggol, seperti peluru masuk ke ujung tulang lain yang berbentuk cekungan. Contoh sendi peluru adalah hubungan tulang panggul dengan tulang paha, dan tulang belikat dengan tulang atas.

5) *Sendi ovoid/ellip*

kedua ujung tulang berbentuk oval. Misalnya pada pergelangan tangan.



Gambar 2.1 Berbagai macam sendi

Untuk mengidentifikasi jenis-jenis sendi, mari kita lakukan kegiatan berikut :

Sendi

Tujuan: memahami macam-macam sendi dan arah geraknya.

Langkah Kerja

1. Coba lakukan gerakan-gerakan pada persendian- persendian kalian. Lakukan gerakan perlahan-lahan dan hati-hati!
2. Isilah tabel berikut setiap kali kalian selesai melakukan suatu gerakan!

Tabel Pengamatan

No.	Nama Gerakan	Tulang dari Sendi yang Terlibat
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Pertanyaan

1. Ada berapa macam gerakan yang dapat kalian lakukan?
2. Sendi apa yang paling banyak berguna dalam gerakan kalian?

Gerakan apa yang paling mudah dan sulit menurut kalian?

2.2. Sub Uraian Materi 2:

OTOT

Dalam kehidupan sehari-hari, otot disebut juga daging. Tulang-tulang yang menyusun kerangka tubuh kita tertutup oleh otot. Dengan adanya kerja otot, tubuh dapat digerakkan. Oleh sebab itu, otot disebut alat gerak aktif. Fungsinya sebagai penggerak tulang

tulang sehingga menghasilkan sebuah gerakan. Berdasarkan jenis, otot di bagi menjadi 3 yaitu:

- Otot polos
 - Otot lurik
 - Otot jantung
- a. Otot polos

Otot polos disebut juga otot alat-alat dalam tubuh, karena otot ini terletak pada saluran alat-alat dalam tubuh, seperti saluran pencernaan, pembuluh darah, saluran kelamin, dan dinding rahim. Bekerja di luar kesadaran tanpa perintah otak. Otot ini dipengaruhi oleh saraf otonom, yaitu saraf simpatik dan parasimpatik. Ciri-ciri otot polos:

- Berinti satu.
- Berbentuk gelendong dengan kedua ujungnya meruncing.
- Bekerja di luar kesadaran, bekerja lambat, teratur, dan tidak cepat lelah.

b. Otot lurik/serat lintang

Otot lurik disebut juga otot rangka karena otot ini melekat menutupi rangka. Ciri-ciri otot lurik:

- Sel berinti banyak.
- Bentuknya silindris. Sel otot tampak lurik karena adanya kandungan protein otot yang berbeda, yaitu aktin dan miosin.
- Bekerja atas kesadaran atau menurut perintah otak.

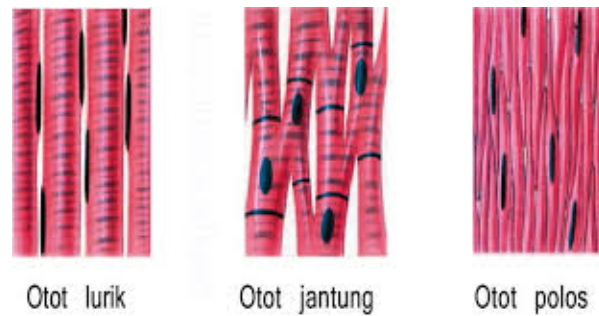
Perhatikan gambar

Berdasarkan mioglobin, otot rangka dibedakan menjadi otot merah dan otot putih. Otot merah mempunyai lebih banyak mioglobin dibandingkan otot putih. Mioglobin adalah pigmen otot yang berfungsi mengikat oksigen. Oksigen yang diikat oleh mioglobin berfungsi untuk respirasi sel-sel otot rangka yang akan menghasilkan energi untuk melakukan aktivitas.

c. Otot jantung/miokardium (involunter)

Ciri-ciri otot jantung:

- Berbentuk serabut lurik yang bercabang- cabang, jumlah inti selnya banyak, terletak di tengah serabut.
- Bekerja di luar kesadaran atau di luar perintah otak.



Gambar 2.2 Otot polos, lurik, dan jantung

Perbedaan	Otot Lurik	Otot Polos	Otot Jantung
Bentuk	Panjang, silindris	Gelendong, ujung meruncing	Panjang, silindris bercabang-cabang
Jumlah inti sel	Banyak, terletak di tepi sel	Satu, terletak di tengah sel	Banyak, terletak di tengah serabut
Kerja	Dipengaruhi kesadaran	Tidak dipengaruhi kesadaran	Tidak dipengaruhi kesadaran
Gerak dan ketahanan	Cepat, tidak teratur, cepat lelah	Lambat, teratur, dan tidak cepat lelah	Teratur dan tidak cepat lelah

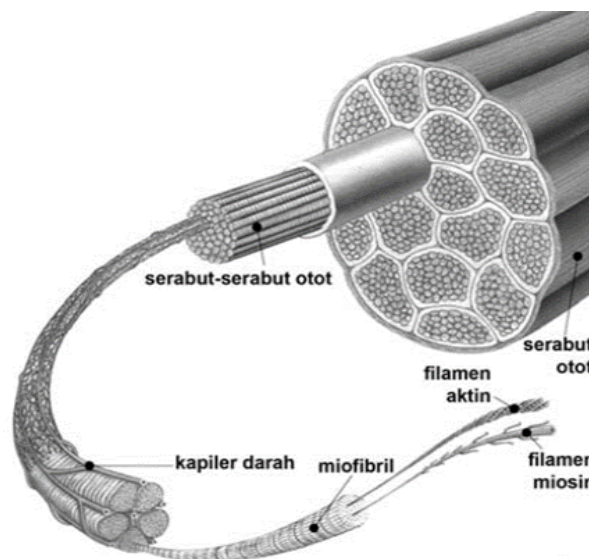
Tabel 2.1 Perbedaan Otot Lurik, Polos dan Jantung

Bagian-Bagian Otot

Otot merupakan alat gerak aktif, karena otot memiliki kemampuan untuk berkontraksi. Kontraksi otot ini menyebabkan tulang yang dilekatinya dapat bergerak. Selain itu, otot mempunyai peranan dalam memberikan bentuk luar tubuh bersama dengan rangka. Otot-otot merupakan sebuah jaringan di dalam tubuh yang memiliki 3 karakteristik, yaitu:

- a. Kontraktibilitas: kemampuan untuk memendek.
- b. Ekstensibilitas: kemampuan untuk memanjang.
- c. Elastisitas: kemampuan untuk kembali ke ukuran semula setelah memendek atau memanjang.

Otot terdiri atas benang-benang atau serabut otot. Saat dilihat di bawah mikroskop serabut otot terlihat bergaris-garis. Masing-masing serabut terdiri dari ribuan benang-benang yang disebut miofibril. Masing-masing miofibril terdiri dari filamen protein. Ada 2 tipe filamen yaitu aktin dan miosin. Perhatikan gambar 2.3!



Gambar 2.3 Struktur Otot

Apabila dilihat tanpa bantuan mikroskop maka otot terdiri dari:

- Tendon: urat otot, bagian ujung otot yang mengecil.

- Ventrikel: empal otot, bagian tengah otot yang menggembung.
- Origo: ujung otot yang melekat pada tempat yang tidak bergerak.
- Inserio: ujung otot yang melekat pada tempat yang bergerak.
- Diskus interkalaris: bagian khas otot jantung yang merupakan batas.

Mekanisme Kerja Otot

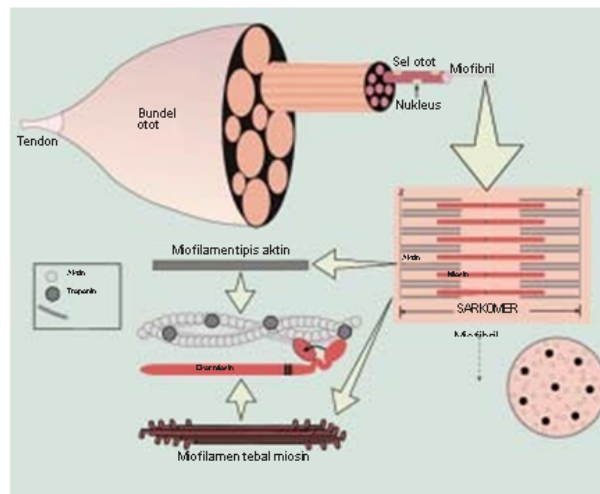
1) Mekanisme gerak otot Lurik

Serabut otot lurik terdiri atas kumpulan serabut-serabut halus yang disebut miofibril. Setiap miofilamen longitudinal terdiri atas sejumlah besar protein miofilamen longitudinal terdiri atas dua macam, yaitu filamen tebal dan tipis. Filamen tipis terdiri atas monomer aktin globular yang ada hubungannya dengan kompleks tropomiosin dan troponin. Filamen tebal terdiri atas ekor-ekor molekul miosin yang memanjang. Kepala molekul miosin menjulur ke arah filamen tipis sebagai jembatan silang yang potensial dapat menghubungkan filamen-filamen tersebut. Tiap kepala dan ekor disatukan oleh suatu engsel. Filamen ini disusun sedemikian rupa sehingga satu filamen tebal dikelilingi oleh enam filamen tipis.

Filamen tebal yang lebih padat berhubungan satu sama lain dan membentuk pita A yang lebih gelap, dan filamen tipis membentuk pita I yang lebih terang. Kedua jenis filamen saling bertumpang tindih sebagian sehingga ada bagian yang lebih padat dan kurang padat pada pita A. Garis Z tempat bertautnya filamen tipis, menyeberangi miofibril di pusat pita I. Bagian miofibril yang terletak antara dua garis Z disebut sarkomer. Jika otot lurik berkontraksi, maka pita I menyempit dan zone H dapat hilang karena garis Z saling mendekat.

Derajat penyempitan pita I tergantung pada kekuatan kontraksi.

Pada waktu istirahat, tidak ada interaksi antara filamen-filamen, karena tempat aktif pada filamen aktin tempat kepala miosin dapat terikat diblokir oleh tropomiosin. Jika sebuah serabut otot dirangsang (impuls saraf sampai pada ujung suatu neuron), asetilkolin dilepaskan oleh ujung neuron yang menyebabkan ion Ca^{++} dilepaskan dan bersenyawa dengan troponin dan mengubah konfigurasinya. Hal ini, menyebabkan serat otot kepala miosin mengikat diri di tempat aktif filamen aktin menggantikan tropomiosin yang memblokir tempat aktif tersebut.



Gambar 2.4 Mekanisme Kerja Otot Lurik

Pengikatan dan pelepasan tiap kepala miosin menggunakan satu molekul ATP. Jika persediaan ATP yang di dalam sel habis terpakai, maka ATP disintesis lagi dari ADP dengan pemindahan satu gugus fosfat dari fosfat lain yang kaya energi, yaitu kreatin fosfat pada otot vertebrata. Fosfat kaya energi ini dibuat dengan metabolisme makanan dalam daur glikolitik dan asam nitrat.

ATP $\rightarrow$ ADP + Fosfat + Energi

Keratin fosfat $\rightarrow$ keratin + fosfat + energi

Penggunaan energi oleh otot dengan laju kontraksi yang relatif pelan akan dapat diimbangi oleh pembentukan ATP dari fosforilasi oksidatif (metabolisme makanan dengan menggunakan oksigen). Jika kebutuhan oksigen tidak terpenuhi, maka kebutuhan energi dipenuhi dengan glikolisis anaerobik glikogen (glikolisis gula otot tanpa oksigen) yang menghasilkan ATP dan asam piruvat. Asam piruvat ini akan diubah menjadi asam laktat. Timbunan asam laktat di dalam otot akan menyebabkan otot menjadi pegal. Jika oksigen tersedia lagi, sebagian besar asam laktat itu akan diubah menjadi glikogen otot.

Otot yang terus-menerus dirangsang akan meningkatkan kadar asam laktat di dalam otot sehingga pengembalian asam laktat menjadi gula otot lambat. Tertimbunnya asam laktat dalam otot yang berlebihan dan tidak dapat ditoleransi lagi menyebabkan tetanus atau kejang otot.

2) Mekanisme gerak otot Polos

Mekanisme dasar kontraksi otot polos sama dengan kontraksi otot lurik. Serabut-serabutnya mengandung aktin dan miosin, tetapi miofilamen ini tersebar. Serabut otot polos kecil, maka ion Ca^{++} disimpan dalam cairan ekstraseluler. Aktivasi untuk kontraksi meliputi pemasukan ion Ca^{++} dan pembentukan jembatan silang antara aktin dan miosin. Pada waktu jembatan itu terbentuk, filamen aktin menarik "benda padat" yang berada di posisi tetap dalam sitoplasma dan serabut itu memendek.

3) Mekanisme gerak otot Jantung

Kontraksi otot jantung menimbulkan denyut jantung. Jantung akan berkontraksi terus-menerus selama organisme hidup. Pada

manusia dewasa normal, jantung berdenyut sebanyak 72 kali setiap menit.

Sifat Kerja Otot

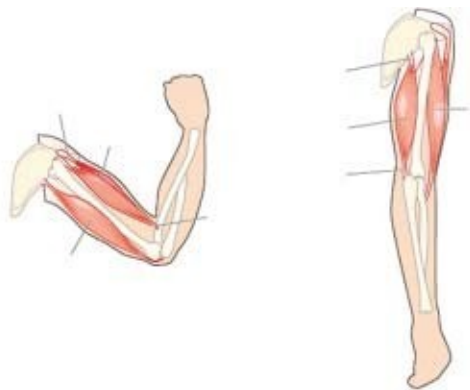
Untuk menggerakkan tulang diperlukan keterlibatan dua otot lurik (otot rangka) atau lebih. Sifat kerja otot ada yang berlawanan (antagonis) dan ada yang bersamaan (sinergis).

a. Otot antagonis, adalah dua otot yang bekerja saling berlawanan, yaitu apabila satu otot berkontraksi maka otot yang lain relaksasi.

Macam-macam gerak antagonis adalah:

1) Fleksi dan ekstensi

Fleksi merupakan gerak menekuk atau membengkokkan. Sebaliknya, ekstensi merupakan gerak meluruskan. Contohnya gerak pada siku, lutut, ruas-ruas jari, dan bahu. Gerak ekstensi lebih lanjut hingga melebihi posisi anatomi tubuh disebut hiperekstensi.



Gambar 2.5 Gerak Antagonis Otot Bisep dan Trisep

1) Adduksi dan abduksi

Adduksi merupakan gerak mendekati tubuh sedangkan abduksi merupakan gerak menjauhi tubuh. Contohnya gerak meregangkan jari-jari tangan, membuka tungkai kaki, dan mengacungkan tangan.

2) Elevasi dan depresi

Elevasi merupakan gerak mengangkat, sedangkan depresi merupakan gerak menurunkan. Contohnya gerak membuka dan menutup mulut.

3) Supinasi dan pronasi

Supinasi merupakan gerak menengadahkan tangan, sedangkan pronasi merupakan gerak menelungkupkan tangan.

4) Inversi dan eversi

Inversi merupakan gerak memiringkan (membuka) telapak kaki ke arah dalam tubuh, sedangkan eversi merupakan gerak memiringkan (membuka) telapak kaki ke arah luar.

b. Otot sinergis, adalah dua otot yang bekerja bersamaan, yaitu sama-sama berkontraksi atau sama-sama relaksasi.

Contoh: otot-otot pronator yang terdapat pada lengan bawah.

Otot pronator ada dua, yaitu otot pronator teres dan otot pronator kuadratus. Kedua otot tersebut bekerja sama menggerakkan telapak tangan menelungkup dan menengadah.

3. RANGKUMAN

Persendian fungsi utamanya sebagai penghubung antar tulang sehingga memudahkan otot sebagai alat gerak aktif dalam melakukan gerakan

Persendian dapat dikelompokkan menjadi sinartrosis, amfiartrosis, dan diartrosis

Persendian diartrosis dapat dibagi menjadi beberapa macam sendi yaitu engsel, peluru, pelana, putar, dan ovoid.

Otot merupakan alat gerak aktif, karena otot memiliki kemampuan untuk berkontraksi

Otot dibedakan menjadi otot polos, lurik, dan jantung.

Sifat kerja otot ada yang antagonis dan ada yang sinergis.

Sifat kerja antagonis terdiri fleksi dan ekstensi, adduksi dan abduksi, elevasi dan depresi, supinasi, dan pronasi, inversi dan eversi

“ Jika kamu tidak mengejar apa yang kamu inginkan, maka kamu tidak akan mendapatkannya. Jika kamu tidak bertanya maka jawabannya adalah tidak. Jika kamu tidak melangkah maju, kamu akan tetap berada di tempat yang sama ”



Daftar Isi

Latihan Essay II

Kerjakan semua soal di bawah ini di kertas, kemudian cocokan dengan alternatif penyelesaiannya!

01. Berdasarkan jenis, otot di bagi menjadi 3 yaitu otot polos, otot lurik, dan otot jantung. Bedakan ketiga jenis otot tersebut dalam bentuk tabel !

Alternatif penyelesaian

Perbedaan	Otot Lurik	Otot Polos	Otot Jantung
Bentuk	Panjang, silindris	Gelendong, ujung meruncing	Panjang, silindris bercabang-cabang
Jumlah inti sel	Banyak, terletak di tepi sel	Satu, terletak di tengah sel	Banyak, terletak di tengah serabut
Kerja	Dipengaruhi kesadaran	Tidak dipengaruhi kesadaran	Tidak dipengaruhi kesadaran
Gerak dan ketahanan	Cepat, tidak teratur, cepat lelah	Lambat, teratur, dan tidak cepat lelah	Teratur dan tidak cepat lelah

02. Seseorang setelah berolahraga berat kadang timbul pegal-pegal, mengapa hal itu bisa terjadi ?

Alternatif penyelesaian

Penggunaan energi oleh otot dengan laju kontraksi yang relatif pelan akan dapat diimbangi oleh pembentukan ATP dari fosforilasi oksidatif (metabolisme makanan dengan menggunakan oksigen). Jika kebutuhan oksigen tidak terpenuhi, maka kebutuhan energi dipenuhi dengan glikolisis anaerobik glikogen (glikolisis gula otot tanpa oksigen) yang menghasilkan ATP dan asam piruvat. Asam piruvat ini akan diubah menjadi asam laktat. Timbunan asam laktat di dalam otot akan menyebabkan otot menjadi pegal. Jika oksigen tersedia lagi, sebagian besar asam laktat itu akan diubah menjadi glikogen otot.

03. Untuk menggerakkan tulang diperlukan keterlibatan dua otot lurik (otot rangka) atau lebih. Sifat kerja otot ada yang berlawanan (antagonis) dan ada yang bersamaan (sinergis). Persendian dapat dikelompokkan menjadi sinartrosis, amfiartrosis, dan diartrosis. Jelaskan mengenai pengelompokan tersebut !

Alternatif penyelesaian

a. Sinartrosis

Persendian yang tidak memungkinkan terjadinya pergerakan disebut sinartrosis. Tulang-tulang dipersatukan oleh jaringan tulang, contohnya pada tulang-tulang kepala. Sendi ini disebut juga sendi mati. Sinartrosis terdiri atas:

- Sinkondrosis: kedua ujung tulang dihubungkan dengan kartilago.
- Sinfibrosis: kedua ujung tulang dihubungkan dengan serabut

b. Amfiartrosis

Persendian tulang dengan gerakan yang sangat terbatas disebut amfiartrosis. Amfiartrosis dibagi menjadi dua macam, yaitu sinkondrosis dan sindesmosis. Sinkondrosis ialah persendian yang dihubungkan oleh tulang rawan hialin. Contoh sinkondrosis pada pelekatan tulang dada dan tulang iga. Sedangkan, sindesmosis ialah persendian yang dihubungkan oleh jaringan penyambung.

c. Diartrosis

Diartrosis merupakan hubungan antara tulang yang satu dengan yang lain, yang dihubungkan oleh persendian. Persendian yang menyebabkan gerakan bebas dan mobilitasnya cukup besar, biasanya terjadi pada tulang-tulang panjang. Ujung tulang-tulang ini ditutupi oleh tulang rawan dan terdapat rongga sinofial yang berisi cairan sinofial untuk memudahkan gerakan. Persendian ini ditutupi oleh pembungkus jaringan fibrosa.



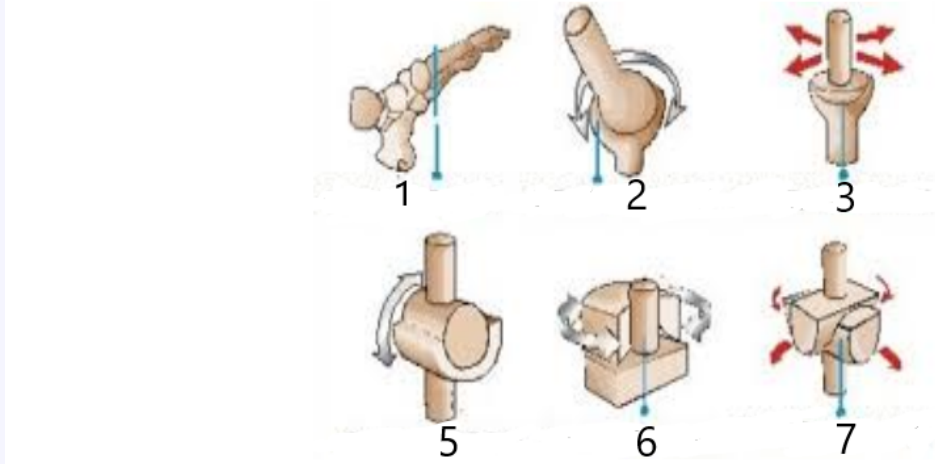
Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Latihan Pilihan Ganda II

1. Perhatikan gambar bermacam-macam sendi berikut ini!



Hubungan antara tulang panggul dengan tulang paha dan tulang tengkorak dengan tulang atlas berturut-turut termasuk ke dalam jenis sendi bernomor

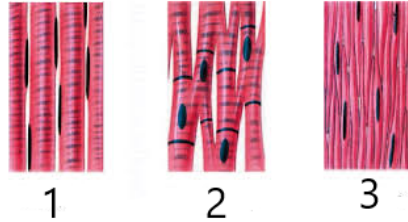
- ☐ A 1 dan 3
- ☐ B 2 dan 5
- ☐ C 3 dan 6
- ☐ D 5 dan 2
- ☐ E 6 dan 7

2. Perhatikan gambar otot di bawah ini !

Otot yang menyusun pembuluh darah dan rangka berturut-turut ditunjukkan oleh bagian bernomor

- ☐ A 1 dan 2
- ☐ B 1 dan 3
- ☐ C 2 dan 3
- ☐ D 3 dan 1

☐ E 3 dan 2



3. Bagian ujung otot yang melekat pada tempat yang tidak bergerak adalah

- ☐ A origo
- ☐ B ventrikel
- ☐ C tendon
- ☐ D insersio
- ☐ E diskus interkalaris

4. Apabila seseorang membengkokkan tangannya (fleksi) maka mekanisme kerja yang terjadi adalah

- ☐ A sinergis, yakni otot bisep berkontraksi sedangkan trisep relaksasi
- ☐ B antagonis, yakni otot trisep berkontraksi sedangkan bisep relaksasi
- ☐ C sinergis, otot trisep berkontraksi sedangkan bisep relaksasi
- ☐ D sinergis, otot bisep dan trisep berkontraksi
- ☐ E antagonis, yakni otot bisep berkontraksi sedangkan trisep relaksasi

5. Pernyataan di bawah ini menunjukkan hal-hal yang terjadi pada mekanisme kontraksi otot

K = asetilkolin

L = rangsang

M = aktin + miosin

N = aktomiosin

O = energi dan ATP

Di bawah ini yang menunjukkan urutan mekanisme kontraksi otot yang benar adalah

- ☐ A O,L,K,N,M
 - ☐ B O,N,K,L,M
 - ☐ C L,KM,O,N
 - ☐ D L,M,K,O,N
 - ☐ E M,O,NK,L
-
-



Daftar Isi

Penilaian Diri II

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No.	Pertanyaan	Jawaban	
01.	Apakah Anda telah mampu mengidentifikasi jenis-jenis sendi dan hubungan antarsendi?	☐ Ya	☐ Tidak
02.	Apakah Anda telah mampu menjelaskan bagian-bagian otot?	☐ Ya	☐ Tidak
03.	Apakah Anda telah mampu membedakan macam-macam otot sebagai alat gerak?	☐ Ya	☐ Tidak
04.	Apakah Anda telah mampu mengidentifikasi sifat kerja otot?	☐ Ya	☐ Tidak
05.	Apakah Anda telah mampu mengaitkan mekanisme gerak manusia dengan bioprosesnya?	☐ Ya	☐ Tidak

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak".

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Kegiatan Pembelajaran III

1. TUJUAN

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini, siswa dapat mengidentifikasi gangguan sistem gerak pada rangka, gangguan sistem gerak pada otot, menganalisis kelainan struktur penyusun alat gerak yang menyebabkan gangguan pada sistem gerak, mengaitkan proses-proses gerak dengan kelainan yang mungkin terjadi, menjelaskan teknologi untuk mengatasi gangguan sistem gerak.

Materi yang akan dibahas pada kegiatan pembelajaran 3 ini meliputi :

1. Gangguan dan kelainan Sistem gerak
2. Gangguan dan kelainan pada sistem otot

" Setitik embun dapat melembabkan daun daunan, sederas hujan dapat membahasi daun beserta dahannnya sungguh ilmu yang kamu dapat pada kami bagaikan hujan deras yang tak pernah berhenti membahasi kami. kami tumbuh dan berkembang dan selanjutnya memekari seluruh sekitar kami dan akhirnya membuat mahluk ciptaan Tuhan menjadi bahagia dengan keberadaan kami. Terima kasih telah menjadi hujan deras buat otak dan akhlak kami."

2. URAIAN MATERI

2.1. Sub Uraian Materi 1:

Gangguan dan Kelainan Sistem Gerak

1. *Gangguan dan Kelainan pada Rangka*

Gangguan pada sistem rangka dapat terjadi karena adanya gangguan secara fisik, fisiologis, gangguan tulang belakang, dan persendian.

a. Gangguan fisik

Gangguan fisik yang paling sering terjadi pada tulang adalah: patah tulang (fraktura) atau retak tulang (fisura). Bila terjadi patah tulang maka akan terbentuk zona fraktura yang runcing dan tajam sehingga menimbulkan rasa sakit karena pergeseran tulang dan akan menyebabkan pembengkakan atau pendarahan. Keduanya biasa terjadi akibat kecelakaan. Bila tulang yang patah keluar dari permukaan kulit disebut patah tulang terbuka, sedangkan bila tulang yang patah di dalam kulit dan otot disebut patah tulang tertutup.

Retak tulang atau patah tulang pada anak-anak lebih mudah disembuhkan dibandingkan pada orang dewasa karena pada anak-anak masih terjadi

pertumbuhan tulang dan tulangnya masih banyak mengandung zat perekat. Patah tulang yang tidak ditangani dengan baik dan benar dapat menyebabkan kelainan pada tulang. Kelainan itu misalnya tulang tangan menjadi bengkok karena tulang tangan yang patah tidak tersambung dengan benar.

Gangguan secara fisik sering menyebabkan kerusakan tulang. Kerusakan tulang ini, contohnya adalah fraktura atau retak tulang. Retak tulang dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu:

- (1) fraktura, apabila tulang yang retak tidak sampai menyebabkan organ lain terluka atau dapat pula menyebabkan otot dan kulit terluka.
- (2) Greenstick, apabila tulang mengalami retak sebagian dan tidak sampai memisah.

(3) Komminudet, apabila tulang mengalami retak menjadi beberapa bagian tetapi tidak sampai keluar dari otot.



Gambar 3.1 Retak Tulang

b. Gangguan fisiologis

Gangguan fisiologis pada tulang dapat disebabkan oleh kelainan fungsi hormon atau vitamin.

1) *Rakitis*

Rakitis merupakan penyakit tulang di mana kaki melengkung menyerupai huruf O atau X. Penyakit ini disebabkan oleh kekurangan vitamin D dan zat kapur (kalsium) pada makanan sehingga pertumbuhan dan pembentukan tulang tidak sempurna.

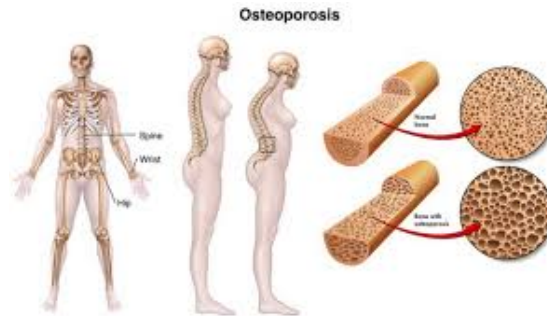
2) *Mikrosefalus*

Mikrosefalus merupakan gangguan pertumbuhan tulang tengkorak sehingga kepala berukuran kecil disebabkan karena pada masa bayi kekurangan kalsium.

3) *Osteoporosis*

Osteoporosis merupakan gangguan tulang dengan gejala penurunan massa tulang sehingga tulang menjadi rapuh. Hal ini terjadi karena lambatnya osifikasi dan penghambatan reabsorpsi (penyerapan kembali) bahan-bahan tulang. Osteoporosis terjadi

karena ketidakseimbangan hormon kelamin pada pria dan wanita, kurangnya asupan kalsium, serta vitamin



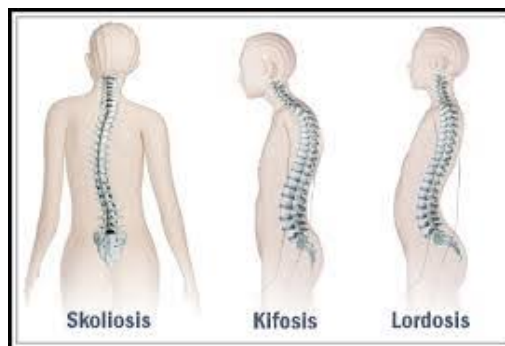
Gambar 3.2 Tulang yang mengalami osteoporosis

c. Gangguan tulang belakang

Gangguan tulang belakang terjadi karena adanya perubahan posisi tulang belakang (spina) sehingga menyebabkan perubahan kelengkungan batang tulang belakang. Kelainan atau gangguan tulang belakang, antara lain:

- 1) Skoliosis, tulang punggung bengkok ke kiri atau ke kanan.
- 2) Lordosis, tulang punggung terlalu bengkok ke depan.
- 3) Kifosis, tulang punggung terlalu bengkok ke belakang.

Kelainan tulang punggung tersebut di atas disebabkan kebiasaan duduk yang kurang baik. Agar tidak terjadi kelainan pada tulang punggung, maka kita sebaiknya duduk dengan posisi yang benar



Gambar 3.3 Kelainan Tulang Punggung

d. Gangguan persendian

Gangguan persendian terjadi karena sendi tidak berfungsi dengan normal. Jenis gangguan sendi dikelompokkan menjadi 4

yaitu:

1) *Dislokasi*

Dislokasi merupakan gangguan yang terjadi karena pergeseran tulang penyusun sendi dari posisi awal karena jaringan ligamen yang sobek atau tertarik.

2) *Terkilir*

Terkilir merupakan gangguan karena tertariknya ligamen sendi oleh gerakan tiba-tiba atau gerakan yang tidak biasa dilakukan. Terkilir menyebabkan timbulnya rasa sakit disertai peradangan pada daerah persendian.

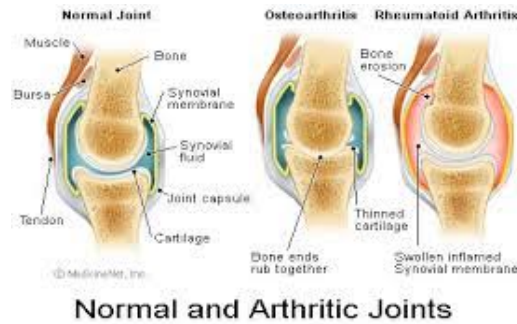
3) *Ankilosis*

Ankilosis merupakan gangguan yang terjadi karena tidak berfungsinya persendian.

4) *Arthritis*

Arthritis merupakan gangguan yang disebabkan adanya peradangan sendi. Arthritis dibedakan menjadi:

- a) Rematoid, merupakan penyakit menurun yang dapat timbul di segala umur. Penyakit ini ditandai oleh jaringan penghubung yang tumbuh di dalam sendi dan kemudian mengeras. Akibatnya, kedua tulang pada sendi menyatu sehingga tidak dapat digerakkan.
- b) Osteoarthritis, merupakan penipisan tulang rawan yang menghubungkan persendian.
- c) Goutarthritis, gangguan gerak akibat kegagalan metabolisme asam urat sehingga terjadi penimbunan asam urat pada persendian.



Gambar 3.4 Peradangan pada Sendi

2. **Gangguan dan Kelainan pada Sistem Otot**

a. *Kram*

Kram disebabkan oleh kejang otot. Otot tiba-tiba berkontraksi sangat kuat sehingga sakit. Kram bisa terjadi saat cuaca dingin atau aktivitas otot terlalu berat. Kram bisa juga merupakan gejala ketidakseimbangan air dan ion di dalam tubuh.

b. *Nyeri otot*

Nyeri otot biasanya diderita orang berusia lanjut. Penyakit ini mungkin disebabkan pembengkakan jaringan penghubung otot. Jaringan yang membengkak menekan ujung saraf dan pembuluh darah. Akibatnya, aliran darah terhambat dan timbul rasa nyeri. Nyeri otot biasanya kambuh pada cuaca dingin dan dapat diatasi dengan pijat dan menghangatkan badan.

c. *Polio*

Polio disebabkan infeksi virus pada saraf yang mengendalikan gerakan otot rangka. Orang yang terserang penyakit polio dapat menjadi lumpuh. Penyakit ini dapat dicegah dengan imunisasi polio pada bayi.

d. *Sawan*

Sawan adalah kontraksi pada beberapa kelompok otot yang tidak terkoordinasi. Sawan bisa terjadi akibat gangguan pada otak.

e. *Keseleo*

Keselo terjadi di daerah sendi dan ligamen sendi. Otot atau tendon dapat putus akibat tarikan yang tiba-tiba dan kuat.

f. Kejang otot, terjadi apabila otot terus-menerus melakukan aktivitas sampai akhirnya tidak mampu lagi berkontraksi karena kehabisan energi.

g. Tetanus, yaitu otot terus menerus mengalami ketegangan karena infeksi bakteri *Clostridium tetani* yang menghasilkan toksin.

h. Atrofi atau miastema grafis, yaitu keadaan otot mengecil sehingga menghilangkan kemampuan otot untuk berkontraksi. Hal ini menyebabkan otot mengalami kelumpuhan.

i. Supertrofi, yaitu volume otot membesar karena otot setiap hari dilatih secara berlebihan.

j. Hernia abdominalis, yaitu otot dinding perut yang lemah tersobek sehingga letak usus menurun.

k. Stiff atau kaku leher, yaitu otot leher yang mengalami peradangan akibat gerakan atau hentakan yang salah sehingga leher terasa kaku.

2.2. Sub Uraian Materi 2:

Teknologi yang Berkaitan dengan Sistem Gerak

Beberapa pemanfaatan teknologi untuk mengatasi kelainan sistem gerak :

Perbaikan melalui ortopedi (peninggian badan), penyambungan tulang.

Paku, sekrup, dan kawat dapat dipasang pada tulang yang mengalami kecelakaan/kerusakan.

Tibial nail adalah pin (paku) yang dipasang pada tulang tibia

Femoral nail dipasang pada tulang femur (paha).

3. RANGKUMAN

Tulang dapat mengalami gangguan antara lain gangguan fisik, gangguan fisiologis, gangguan tulang belakang, dan gangguan persendian.

Otot juga dapat mengalami gangguan seperti kram, polio, dan keseleo.

“ Jika kamu tidak mengejar apa yang kamu inginkan, maka kamu tidak akan mendapatkannya. Jika kamu tidak bertanya maka jawabannya adalah tidak. Jika kamu tidak melangkah maju, kamu akan tetap berada di tempat yang sama ”



Daftar Isi

Latihan Essay III

Kerjakan semua soal di bawah ini di kertas, kemudian cocokan dengan alternatif penyelesaiannya!

01. Jelaskan pemanfaatan teknologi untuk mengatasi kelainan sistem gerak!

Alternatif penyelesaian

Beberapa pemanfaatan teknologi untuk mengatasi kelainan sistem gerak :
Perbaikan melalui ortopedi (peninggian badan), penyambungan tulang.
Paku, sekrup, dan kawat dapat dipasang pada tulang yang mengalami kecelakaan/kerusakan.
Tibial nail adalah pin (paku) yang dipasang pada tulang tibia
Femoral nail dipasang pada tulang femur (paha).

02. Kurangnya konsumsi makanan yang mengandung kalsium menjadi salah satu penyebab utama meningkatnya jumlah pengidap osteoporosis di Indonesia, di samping usia yang makin tua. Apakah osteoporosis dan apa penyebabnya selain dua faktor tersebut!

Alternatif penyelesaian

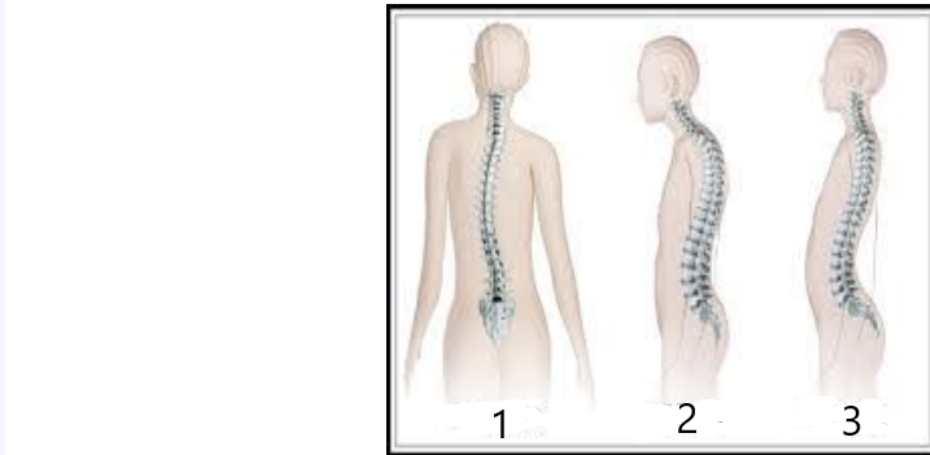
Osteoporosis merupakan gangguan tulang dengan gejala penurunan massa tulang sehingga tulang menjadi rapuh. Hal ini terjadi karena lambatnya osifikasi dan penghambatan reabsorpsi (penyerapan kembali) bahan-bahan tulang. Osteoporosis terjadi karena ketidakseimbangan hormon kelamin pada pria dan wanita, kurangnya asupan kalsium, serta vitamin, adanya riwayat penyakit anggota keluarga yang mengidap osteoporosis, sering mengonsumsi minuman keras dan merokok, penyakit yang menyerang kelenjar penghasil hormon, seperti kelenjar tiroid yang terlalu aktif (*hipertiroidisme*), malabsorpsi (ketidakmampuan usus untuk menyerap nutrisi dari makanan), pemakaian obat-obatan dalam jangka panjang yang memengaruhi kekuatan tulang atau kadar hormon, seperti konsumsi prednisolon berkepanjangan, kondisi-kondisi yang diakibatkan oleh peradangan pada organ tubuh, seperti rheumatoid arthritis, penyakit paru obstruktif kronis/COPD (*chronic obstructive pulmonary disease*), dan penyakit Crohn.



Daftar Isi

Latihan Pilihan Ganda III

1. Perhatikan gambar di bawah ini !



Kelainan tulang belakang kifosis dan skoliosis ditunjukkan secara berturut-turut gambar bernomor....

- ☐ A 1 dan 2
- ☐ B 2 dan 1
- ☐ C 2 dan 3
- ☐ D 3 dan 1
- ☐ E 3 dan 2

2. Seseorang mengalami kecelakaan lalu lintas. Setelah diperiksa menggunakan sinar X, tampak apabila tulang mengalami retak sebagian dan tidak sampai memisah. Kelainan tulang tersebut dinamakan ,....

- ☐ A Greenstick
- ☐ B Fraktura
- ☐ C Komminudet
- ☐ D Skoliosis
- ☐ E Kifosis

3. Gangguan tulang dengan gejala penurunan massa tulang sehingga tulang menjadi rapuh. Hal ini terjadi karena lambatnya osifikasi dan penghambatan reabsorpsi (penyerapan kembali) bahan-bahan tulang. Kelainan yang dimaksud adalah

- ☐ A rakitis
 - ☐ B kifosis
 - ☐ C skoliosis
 - ☐ D mikrosefalus
 - ☐ E osteoporosis
-

4. Merupakan penyakit menurun yang dapat timbul di segala umur. Penyakit ini ditandai oleh jaringan penghubung yang tumbuh di dalam sendi dan kemudian mengeras. Akibatnya, kedua tulang pada sendi menyatu sehingga tidak dapat digerakkan. Penyakit yang dimaksud adalah....

- ☐ A dislokasi
 - ☐ B ankilosis
 - ☐ C rematoid
 - ☐ D osteoarthritis
 - ☐ E goutarthritis
-

5. Penyakit ini disebabkan infeksi virus pada saraf yang mengendalikan gerakan otot rangka. Orang yang terserang penyakit ini dapat menjadi lumpuh. Penyakit ini dapat dicegah dengan imunisasi per oral pada bayi. Penyakit yang dimaksud yaitu

- ☐ A sawan
 - ☐ B atrofi
 - ☐ C tetanus
 - ☐ D polio
 - ☐ E hipertrofi
-



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Penilaian Diri III

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No.	Pertanyaan	Jawaban	
01.	Apakah Anda telah mampu mengidentifikasi gangguan sistem gerak pada rangka?	☐ Ya	☐ Tidak
02.	Apakah Anda telah mampu mengidentifikasi gangguan sistem gerak pada otot?	☐ Ya	☐ Tidak
03.	Apakah Anda telah mampu menganalisis kelainan struktur penyusun alat gerak yang menyebabkan gangguan pada sistem gerak?	☐ Ya	☐ Tidak
04.	Apakah Anda mampu mengaitkan proses-proses gerak dengan kelainan yang mungkin terjadi?	☐ Ya	☐ Tidak
05.	Apakah Anda telah mampu menjelaskan teknologi untuk mengatasi gangguan pada sistem gerak?	☐ Ya	☐ Tidak

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak".

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Evaluasi

Soal 1.

Berikut ini yang bukan merupakan fungsi rangka adalah

- ☐ A. memberi bentuk tubuh
- ☐ B. sebagai alat gerak pasif
- ☐ C. tempat melekatnya otot
- ☐ D. tempat pembentukan sel-sel darah
- ☐ E. menerima dan meneruskan rangsang

Soal 2.

Suatu jaringan memiliki ciri-ciri berikut

1. gelap dan keruh
2. sumber kolagen tersusun sejajar membentuk satu berkas
3. terdapat pada persendian tulang pinggang

Jaringan yang dimaksud adalah

- ☐ A. rawan hialin
- ☐ B. rawan fibrosa
- ☐ C. rawan elastis
- ☐ D. tulang kompak
- ☐ E. tulang spon

Soal 3.

Otot berkontraksi karena adanya mekanisme kerja yang terjadi di dalamnya. Di bawah ini mekanisme kerja yang terjadi di dalamnya. Yang merupakan mekanisme yang terjadi dalam kontraksi otot yaitu

- ☐ A. memanjangnya ukuran otot akibat geseran molekul aktin dan miosin yang memerlukan energi dari pemecahan ATP
- ☐ B. memanjangnya ukuran otot akibat geseran miofibril yang memerlukan energi dari metabolisme aerobik glukosa
- ☐ C. mengendurnya ukuran otot akibat geseran miofibril yang memerlukan ion kalsium dan fosfat anorganik
- ☐ D. menggesernya filamen-filemen yang lebih tebal ke filamen yang lebih tipis dan diperlukan energi dari pemecahan asam piruvat
- ☐ E. memendeknya ukuran otot akibat zona Z menjadi lebih panjang dan zona H menjadi lebih pendek yang prosesnya memerlukan energi dari pemecahan ATP

Soal 4.

Seorang binaragawan ototnya membesar karena dilatih terus menerus. Membesarnya otot disebut

- ☐ A. atropi
- ☐ B. hipertropi
- ☐ C. tetanus
- ☐ D. ekstensi
- ☐ E. nekrosis

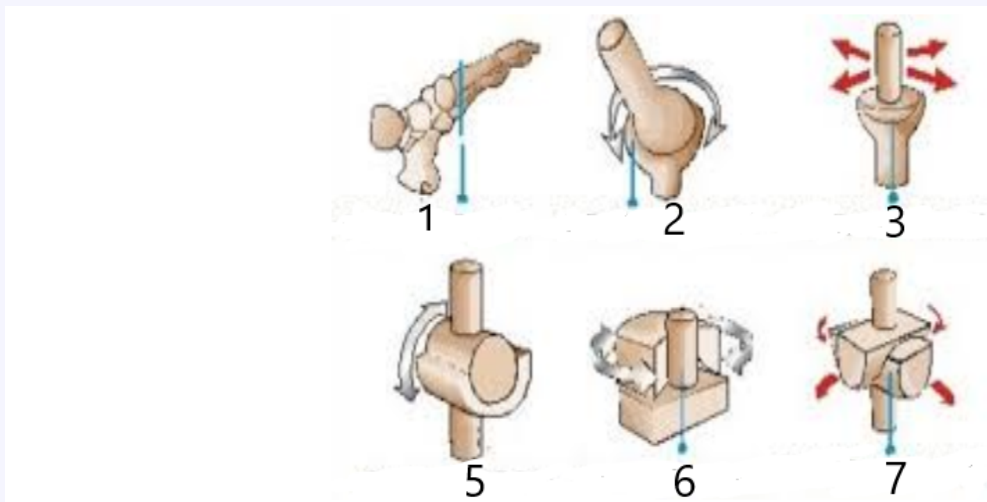
Soal 5.

Osifikasi adalah pembentukan tulang rawan menjadi tulang. Proses osifikasi sesuai urutan yang benar adalah

- ☐ A. osteoblas-osteosit-mineralisasi P dan Ca-pengisian matriks
- ☐ B. osteoblas-osteosit-pengisian matriks-mineralisasi P dan Ca
- ☐ C. osteosit-osteoblas-pengisian matriks-mineralisasi P dan Ca
- ☐ D. osteosit-osteoblas-mineralisasi P dan Ca-pengisian matriks
- ☐ E. osteoblas-pengisian matriks-osteosit-mineralisasi P dan Ca

Soal 6.

Perhatikan gambar bermacam-macam sendi berikut ini!



Hubungan antara ibu jari dengan telapak tangan dan tulang panggul dengan tulang paha berturut-turut merupakan sendi yang ditunjukkan oleh gambar bernomor

- ☐ A. 1 dan 6

- ☐ B. 2 dan 6
- ☐ C. 3 dan 5
- ☐ D. 6 dan 2
- ☐ E. 7 dan 3

Soal 7.

Seseorang mengalami kecelakaan lalu lintas. Setelah diperiksa menggunakan sinar X, tampak apabila tulang mengalami retak sebagian dan tidak sampai memisah. Kelainan tulang tersebut dinamakan

- ☐ A. Greenstick
- ☐ B. Fraktura
- ☐ C. Komminudet
- ☐ D. Skoliosis
- ☐ E. Kifosis

Soal 8.

Penyakit ini disebabkan infeksi virus pada saraf yang mengendalikan gerakan otot rangka. Orang yang terserang penyakit ini dapat menjadi lumpuh. Penyakit ini dapat dicegah dengan imunisasi per oral pada bayi. Penyakit yang dimaksud yaitu

- ☐ A. atrofi
- ☐ B. kifosis

- ☐ C. lordosis
- ☐ D. polio
- ☐ E. sawan

Soal 9.

Gerakan lengan bawah sehingga telapak tangan menengadah dan menelungkup disebabkan oleh aktivitas otot

- ☐ A. fleksor dan depresor
- ☐ B. fleksor dan ekstensor
- ☐ C. adduktor dan abduktor
- ☐ D. depresor dan elevator
- ☐ E. supinator dan pronator

Soal 10.

Seorang siswa menemukan sepotong tulang paha (femur) di suatu pantai. Setelah diamati beberapa saat maka ia menentukan bahwa tulang tersebut milik seseorang yang masih tumbuh. Penentuan tersebut didasarkan atas pengamatan pada

- ☐ A. struktur epifisis
- ☐ B. struktur diafisis
- ☐ C. matriks tulang
- ☐ D. keadaan cakram epifisis
- ☐ E. keadaan tulang secara umum



Hasil Evaluasi

Nilai	Deskripsi



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan