E-ISSN: 2808-4217
P-ISSN: 2808-6880

Strategi Identifikasi Jaringan Otot melalui Sinkronisasi Teori dan Pengamatan Mikroskopis Pada Pembelajaran Biologi SMA

Rizal Surya Imanees
[1]*Prodi Pendidikan Biologi,* [2]*Universitas Negeri Malang*
rizal.surya.2303416@students.um.ac.id

Abstract: *High school biology learning requires visual references connecting muscle tissue theory with microscopic slides. This study describes the microscopic characteristics of skeletal, cardiac, and smooth muscle and formulates practical identification strategies. Using a qualitative descriptive approach, observations of mammalian tissue slides were conducted via a light microscope at 100 x and 400 x magnifications. Results revealed distinct features: skeletal muscle (peripheral nuclei, striations), cardiac muscle (central nuclei, intercalated discs), and smooth muscle (spindle-shaped cells, central nucleus, no striations). The identification strategy comprises three stages: adjusting illumination/focus, progressing from low to high magnification, and verifying multiple morphological features. This study provides visual references for education, with recommendations for classroom implementation.*
Keywords: muscle tissue, histology, microscopic observation, identification strategies, biology education.

Abstrak: Pembelajaran biologi SMA memerlukan rujukan visual yang menghubungkan teori jaringan otot dengan preparat mikroskopis. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan karakteristik mikroskopis otot rangka, jantung, dan polos serta merumuskan strategi identifikasinya. Menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif, pengamatan dilakukan pada preparat awetan mamalia menggunakan mikroskop cahaya pada perbesaran 100 x dan 400 x. Hasil pengamatan menunjukkan ciri khas masing-masing jaringan: otot rangka (nukleus perifer dan lurik), otot jantung (nukleus sentral dan diskus interkalaris), serta otot polos (sel berbentuk gelendong, nukleus sentral, tanpa lurik). Strategi identifikasi dirumuskan dalam tiga tahap: pengaturan pencahayaan/fokus, pengamatan bertahap dari rendah ke tinggi, dan verifikasi morfologi serentak. Penelitian ini menghasilkan acuan visual yang bermanfaat untuk pembelajaran, dengan saran pengujian lebih lanjut di kelas.
Kata Kunci: jaringan otot, histologi, pengamatan mikroskopis, strategi identifikasi, pembelajaran biologi.

A. Pendahuluan

Pembelajaran jaringan otot pada jenjang SMA memerlukan pemahaman mengenai struktur dan fungsi otot rangka, otot polos, serta otot jantung. Pengembangan buku ajar jaringan otot untuk kelas XI SMA telah memasukkan identifikasi struktur melalui gambar dan perbandingan ketiga jenis otot sebagai bagian dari tujuan pembelajaran.[1] Dengan demikian, pengenalan ciri pembeda jaringan merupakan bagian penting dalam pembelajaran materi tersebut. Dalam konteks praktikum, kemampuan ini perlu diarahkan

[1] Tera Silfia Putri, Raharjo, dan Nur Ducha, "Kelayakan Teoritis Buku Ajar Interaktif pada Jaringan Otot Kelas XI SMA," *BioEdu (Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi)* 2, no. 3 (2013): 169, https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu/article/download/4213/6675.

E-ISSN: 2808-4217
P-ISSN: 2808-6880

pada pengenalan struktur dalam preparat nyata, sehingga peserta didik dapat menghubungkan konsep yang dipelajari dengan hasil pengamatan mikroskopis.

Persoalan yang menjadi fokus penelitian ini adalah kebutuhan akan rujukan yang menghubungkan gambar teoretis dengan tampilan jaringan pada preparat untuk mendukung pembelajaran biologi SMA. Penggunaan gambar acuan belum selalu memadai untuk membantu identifikasi. Pada jenjang pendidikan tinggi, penelitian mengenai praktikum histologi jaringan epitel melaporkan bahwa sebagian mahasiswa kedokteran mengalami kesulitan membedakan sel dan jaringan meskipun telah menggunakan gambar dari buku atau situs web serta melakukan pengamatan mikroskopis.[2] Temuan tersebut menjadi pertimbangan untuk menyediakan rujukan yang membantu peserta didik menghubungkan gambar referensi dengan hasil pengamatan dalam pembelajaran jaringan di SMA.

Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan karakteristik mikroskopis otot rangka, otot polos, dan otot jantung serta merumuskan strategi praktis identifikasinya untuk mendukung pembelajaran biologi SMA. Strategi tersebut disusun dengan menghubungkan konsep teoretis, dokumentasi preparat, dan langkah pengamatan yang sistematis. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi rujukan bagi peserta didik dalam mengenali ciri pembeda ketiga jenis jaringan otot pada preparat mikroskopis.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan metode observasi laboratoris. Pendekatan ini dipilih untuk menggambarkan secara mendalam karakteristik histologis dari tiga jenis jaringan otot, yaitu otot rangka, otot polos, dan otot jantung, guna menghasilkan panduan rujukan yang kontekstual bagi peserta didik. Penelitian difokuskan pada sinkronisasi antara data visual hasil dokumentasi asli dengan literatur teoritis yang ada untuk mengatasi hambatan identifikasi pada praktikum.

Kegiatan pengambilan data dilakukan di Laboratorium Biologi, Unit Struktur dan Perkembangan Hewan, pada semester ganjil tahun akademik 2025/2026. Subjek utama dalam penelitian ini adalah preparat awetan jaringan otot mamalia yang terdiri dari potongan melintang dan membujur otot rangka, otot polos pada organ viseral, serta otot jantung. Objek penelitian difokuskan pada komponen seluler spesifik meliputi bentuk sel, distribusi nukleus, keberadaan garis lurik, dan struktur khusus seperti diskus interkalaris.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi mikroskopis menggunakan mikroskop cahaya binokuler yang dilengkapi dengan perangkat kamera digital untuk dokumentasi. Proses pengamatan dilakukan pada berbagai tingkat perbesaran, mulai dari perbesaran lemah (10x10) untuk memetakan orientasi jaringan, hingga perbesaran kuat (10x40) untuk mengidentifikasi detail sitologis. Foto yang diambil merupakan hasil tangkapan asli tanpa melalui proses penyuntingan manipulatif, sehingga mempertahankan aspek "abstrak" yang sering ditemui peserta didik saat praktikum mandiri.[3]

Teknik analisis data dilakukan melalui perbandingan visual antara dokumentasi preparat dan karakteristik jaringan dalam literatur histologi. Perbandingan difokuskan pada bentuk sel, posisi nukleus, keberadaan garis lurik, dan struktur khusus yang dapat dikenali.

[2] Rizqa Inayati, Nurul Hasanah, Andri Azmul Fauzi, dan Gozin Najah Rusyada, "Efektivitas Modul Penuntun Praktikum Histologi Berbasis QR Code dalam Meningkatkan Pemahaman Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Mulawarman," *METIK Jurnal* 8, no. 2 (2024): 94–95, https://doi.org/10.47002/metik.v8i2.954.
[3] M. Rossner dan K. M. Yamada, "What's in a Picture? The Temptation of Image Manipulation," Journal of Cell Biology 166, no. 1 (2004): 11–15, https://doi.org/10.1083/jcb.200406019.

E-ISSN: 2808-4217
P-ISSN: 2808-6880

Dokumentasi kemudian diberi anotasi untuk menandai ciri pembeda ketiga jenis jaringan otot.

C. Hasil dan Pembahasan

1. Strategi Pengamatan

Strategi identifikasi jaringan otot dalam penelitian ini mencakup pengaturan pencahayaan dan fokus, pengamatan bertahap, serta pencocokan ciri morfologi. Pada tahap pertama, fokus dan pencahayaan disesuaikan untuk memperoleh tampilan jaringan yang jelas. Penyesuaian diafragma apertur perlu memperhatikan keseimbangan antara kontras dan resolusi. Penyempitan bukaan dapat meningkatkan kontras, tetapi penutupan yang berlebihan dapat mengurangi kemampuan mikroskop dalam membedakan detail struktur.[4] Oleh karena itu, pengaturan pencahayaan tidak cukup dilakukan dengan meredupkan cahaya, melainkan perlu disesuaikan dengan kondisi preparat.

Tahap kedua dilakukan melalui pengamatan pada perbesaran total 100× untuk mengenali susunan dan orientasi jaringan, kemudian dilanjutkan pada perbesaran 400× untuk memeriksa detail seluler. Penggunaan beberapa tingkat perbesaran juga diterapkan dalam penelitian pembelajaran histologi jaringan otot, yang menggunakan citra pada perbesaran 40×, 100×, dan 400× serta panduan pengenalan struktur.[5] Dalam penelitian ini, pengamatan bertahap digunakan untuk menentukan bagian preparat yang akan diperiksa lebih lanjut sebelum mengidentifikasi ciri pembeda jaringan.

Tahap ketiga dilakukan dengan mencocokkan posisi nukleus, bentuk sel, pola lurik, serta struktur khusus yang terlihat pada preparat. Posisi nukleus digunakan sebagai petunjuk awal dan diperiksa bersama ciri lainnya, sehingga identifikasi tidak bertumpu pada satu karakteristik. Penekanan pada pengenalan struktur tersebut sejalan dengan penelitian pembelajaran histologi yang menilai kemampuan mengidentifikasi jenis jaringan otot sekaligus struktur penyusunnya, termasuk serat otot, inti sel, dan diskus interkalaris. Ketiga tahap ini dirumuskan sebagai strategi praktis untuk menghubungkan konsep teoretis dengan hasil pengamatan mikroskopis.

2. Karakteristik Histologis Otot Rangka

Pada pengamatan preparat otot rangka dengan sayatan membujur, terlihat kumpulan serat otot yang tersusun dalam berkas serta nukleus yang berada di bagian perifer serat. Susunan tersebut sesuai dengan organisasi otot rangka yang terdiri atas serat-serat otot pembentuk fasikulus, dengan setiap serat mengandung sejumlah miofibril.[6] Posisi nukleus perifer berkaitan dengan proses pematangan serat otot. Penelitian mengenai perkembangan serat otot menunjukkan bahwa kontraksi dan pengikatan silang miofibril berperan dalam

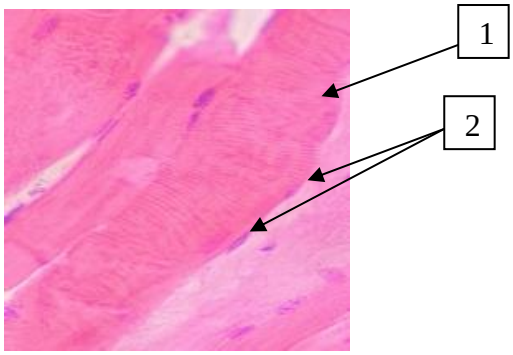
[4] J. B. Sanderson, "Practical Control of Contrast in the Microscope," Quekett Journal of Microscopy 39 (2002): 275–288, https://microscopist.co.uk/files/wp-content/uploads/2017/04/practical-control-of-contrast.pdf
[5] Daniela Becerra et al., "Academic Achievement and Perception of Two Teaching Methods in Histology: Light and Digital Microscopy. Pilot Study," International Journal of Morphology 36, no. 3 (2018): 812, https://doi.org/10.4067/S0717-95022018000300811.

[6] Kavitha Mukund dan Shankar Subramaniam, "Skeletal Muscle: A Review of Molecular Structure and Function, in Health and Disease," Wiley Interdisciplinary Reviews: Systems Biology and Medicine 12, no. 1 (2020): e1462, https://doi.org/10.1002/wsbm.1462

E-ISSN: 2808-4217
P-ISSN: 2808-6880

perpindahan nukleus menuju bagian perifer.[8] Dengan demikian, letak nukleus yang teramati dapat digunakan sebagai salah satu petunjuk identifikasi otot rangka.

Pola lurik perlu diperiksa pada sayatan membujur, sehingga penilaiannya dibedakan dari pengamatan susunan serat pada sayatan melintang. Secara struktural, miofibril tersusun atas unit berulang berupa sarkomer yang mengandung filamen tipis dan filamen tebal. Organisasi tersebut membentuk pita A yang lebih gelap dan pita I yang lebih terang sebagai dasar pola lurik pada otot rangka.[7] Dalam identifikasi praktis, pengamatan diarahkan pada kombinasi posisi nukleus, susunan serat, dan pola lurik sesuai arah sayatan. Untuk mendukung pembelajaran SMA, dokumentasi preparat dapat diberi penanda yang membedakan satu serat otot dengan berkas serat, sehingga hubungan antara struktur seluler dan organisasi jaringan lebih mudah dipelajari.



Gambar 1. Penampang Membujur Otot Rangka Manusia
(Perbesaran 400x;Dokumentasi Pribadi, 2026;
Keterangan: 1.Miofibril lurik;2.Nukleus di tepi)

3. Karakterisitik Histologis Otot Jantung

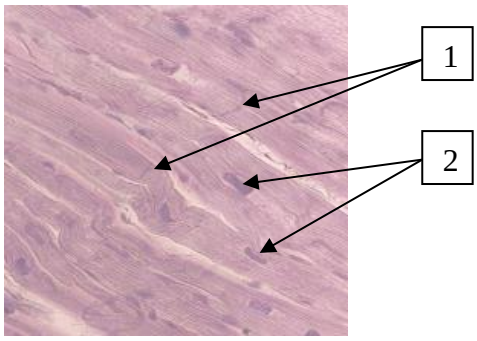
Hasil dokumentasi preparat otot jantung memperlihatkan pola lurik yang tampak samar serta nukleus yang berada di bagian tengah sel. Temuan ini dapat dihubungkan dengan karakteristik kardiomiosit yang memiliki nukleus sentral dan membentuk jaringan sel bercabang. Sebagaimana otot rangka, otot jantung memiliki miofibril dengan susunan sarkomer yang teratur sebagai dasar terbentuknya pola lurik.[8]Oleh karena itu, penampakan lurik yang samar pada preparat tidak dapat langsung diartikan sebagai ketidakteraturan struktur kontraktilnya. Dalam identifikasi, pola lurik perlu diperiksa bersama posisi nukleus dan percabangan sel.

Pada preparat juga terlihat garis gelap melintang yang diidentifikasi sebagai diskus interkalaris. Struktur tersebut merupakan daerah hubungan antarkardiomiosit yang mengandung kompleks perlekatan mekanis dan penghubung listrik. Perlekatan mekanis mempertahankan hubungan antarsel saat kontraksi, sedangkan hubungan listrik mendukung penyebaran eksitasi sehingga aktivitas sel otot jantung dapat berlangsung secara

[7] William Roman et al., "Myofibril Contraction and Crosslinking Drive Nuclear Movement to the Periphery of Skeletal Muscle," Nature Cell Biology 19, no. 10 (2017): 1189–1201, https://doi.org/10.1038/ncb3605.
[8] I. Y. Shadrin, A. Khodabukus, dan N. Bursac, "Striated Muscle Function, Regeneration, and Repair," Cellular and Molecular Life Sciences 73, no. 22 (2016): 4175–4202, https://doi.org/10.1007/s00018-016-2285-z.

E-ISSN: 2808-4217
P-ISSN: 2808-6880

terkoordinasi. [9]Dengan demikian, diskus interkalaris tidak hanya menjadi petunjuk identifikasi, tetapi juga memperlihatkan keterkaitan antara struktur dan fungsi jaringan. Untuk mendukung pembelajaran SMA, dokumentasi dapat dilengkapi dengan penandaan nukleus sentral dan diskus interkalaris, serta percabangan apabila terlihat jelas, agar peserta didik menggunakan beberapa ciri secara bersamaan dalam mengenali otot jantung.



Gambar 2. Penampang Membujur Otot Jantung Manusia (Perbesaran 400x;Dokumentasi Pribadi, 2026; Keterangan: 1.Diskus interkalaris; 2.Nukleus di tengah)

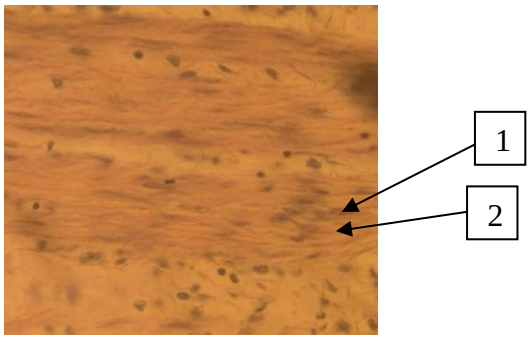
4. Karakteristik Histologis Otot Polos

Hasil pengamatan preparat otot polos menunjukkan sel berbentuk gelendong atau fusiform dengan ujung meruncing, nukleus lonjong di bagian tengah, serta susunan sel yang rapat. Pada preparat tidak tampak pola garis melintang sebagaimana pada otot rangka dan otot jantung. Temuan tersebut sesuai dengan organisasi aparatus kontraktil otot polos yang tetap mengandung miofilamen aktin dan miosin, tetapi tidak tersusun dalam unit sarkomer berulang seperti pada otot lurik. Perbedaan organisasi filamen inilah yang mendasari tidak terbentuknya pola lurik. [10] Dengan demikian, tampilan polos pada preparat tidak menunjukkan ketiadaan protein kontraktil, melainkan perbedaan susunannya.

Dalam identifikasi praktis, bentuk sel, posisi nukleus, dan ketiadaan pola lurik digunakan secara bersamaan. Pada bagian preparat yang tersusun rapat, perhatian dapat diarahkan terlebih dahulu pada nukleus yang lonjong, kemudian dilanjutkan dengan menelusuri bentuk sel apabila batasnya terlihat. Bentuk nukleus tidak digunakan sebagai satu-satunya dasar identifikasi, tetapi dicocokkan dengan karakteristik jaringan di sekitarnya. Untuk mendukung pembelajaran SMA, dokumentasi dapat dilengkapi dengan penandaan nukleus dan bentuk sel yang dapat dikenali, disertai penjelasan bahwa otot polos tetap memiliki perangkat kontraktil meskipun tidak memperlihatkan pola lurik.

[9] Morten S. Nielsen et al., "The Intercalated Disc: A Unique Organelle for Electromechanical Synchrony in Cardiomyocytes," Physiological Reviews 103, no. 3 (2023): 2271–2319, https://doi.org/10.1152/physrev.00021.2022.
[10] H. Lee Sweeney dan David W. Hammers, "Muscle Contraction," Cold Spring Harbor Perspectives in Biology 10, no. 2 (2018): a023200, https://doi.org/10.1101/cshperspect.a023200.

E-ISSN: 2808-4217
P-ISSN: 2808-6880



Gambar 3. Penampang Membujur Otot Polos Manusia
(Perbesaran 400x;Dokumentasi Pribadi, 2026; Keterangan:
1.Sel otot polos *fusiform*;2.Tidak tampak pola lurik)

5. Analisis Perbandingan Identifikasi Jaringan Otot

Berdasarkan pengamatan ketiga jenis preparat awetan, identifikasi jaringan otot dilakukan dengan membandingkan bentuk sel, letak nukleus, keberadaan garis lurik, dan struktur khusus sebagaimana dirangkum dalam Tabel 1. Pada otot rangka, pengenalan susunan jaringan juga perlu membedakan serat individual yang dikelilingi endomisium dan kelompok serat atau fasikulus yang dikelilingi perimisium.[11]

Pada otot polos, tidak tampaknya garis lurik tidak berarti bahwa sel kehilangan perangkat kontraktil, karena jaringan ini tetap memiliki filamen aktin yang berperan dalam kontraksi dan organisasi sitoskeleton.[12] Perbandingan ciri tersebut perlu mempertimbangkan kualitas preparat, sebab proses pembuatan preparat dapat menghasilkan artefak yang mengubah tampilan jaringan dan memengaruhi interpretasi pengamatan.[13] Oleh karena itu, identifikasi perlu didasarkan pada kesesuaian beberapa ciri yang dapat dikenali.

Tabel 1. Perbandingan Identifikasi Jaringan Otot

No	Karakteristik	Otot Rangka	Otot Jantung	Otot Polos
1	Bentuk sel	Silindris panjang	Silindris, bercabang	Gelendong (*Fusiform*)
2	Jumlah Nukleus	Banyak	Satu atau dua	Satu
3	Letak Nukleus	Di tepi	Di tengah	Di tengah

[11] Allison R. Gillies dan Richard L. Lieber, "Structure and Function of the Skeletal Muscle Extracellular Matrix," Muscle & Nerve 44, no. 3 (2011): 318–331, https://doi.org/10.1002/mus.22094.
[12] William Lehman dan Kathleen G. Morgan, "Structure and Dynamics of the Actin-Based Smooth Muscle Contractile and Cytoskeletal Apparatus," Journal of Muscle Research and Cell Motility 33, no. 6 (2012): 461–469, https://doi.org/10.1007/s10974-012-9283-z.
[13] Syed Ahmed Taqi et al., "A Review of Artifacts in Histopathology," Journal of Oral and Maxillofacial Pathology 22, no. 2 (2018): 279, https://doi.org/10.4103/jomfp.JOMFP_125_15.

E-ISSN: 2808-4217
P-ISSN: 2808-6880

4	Garis Lurik	Ada	Ada	Tidak ada
5	Ciri Khas	Pola lurik dominan dan inti banyak di tepi	Sel bercabang dan memiliki diskus interkalaris	Bentuk sel gelendong dan pola lurik tidak nampak

Untuk mendukung pembelajaran, tabel perbandingan dapat digunakan bersama dokumentasi preparat beranotasi sebagai bahan latihan mengenali ciri pembeda jaringan. Penelitian pada mahasiswa menunjukkan bahwa anotasi kolaboratif memberikan hasil pemahaman morfologi mikroskopis yang lebih baik daripada anotasi individual pada kelompok senior, tetapi perbedaan tersebut tidak ditemukan pada kelompok junior.[14] Penelitian lain dalam pembelajaran histologi menggunakan mikroskop virtual melibatkan mahasiswa dalam memilih dan memberikan anotasi pada citra untuk menyusun buku kerja elektronik sebagai bahan belajar. [15]Kedua penelitian tersebut menjadi pertimbangan untuk mengembangkan latihan identifikasi melalui dokumentasi beranotasi, disertai panduan dan umpan balik yang sesuai dengan pengetahuan awal peserta didik. Penggunaan rujukan yang disusun dalam penelitian ini pada pembelajaran SMA masih memerlukan pengujian lebih lanjut.

D. Kesimpulan

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa identifikasi otot rangka, otot jantung, dan otot polos dapat didasarkan pada kombinasi bentuk sel, letak inti, keberadaan garis lurik, dan struktur khusus. Strategi identifikasi yang dirumuskan meliputi pengaturan pencahayaan dan fokus mikroskop, pengamatan bertahap dari perbesaran rendah ke tinggi, serta verifikasi beberapa ciri pembeda jaringan. Dokumentasi preparat yang dihubungkan dengan penjelasan teoretis menyediakan acuan visual untuk mendukung pembelajaran jaringan otot pada jenjang SMA. Penelitian ini terbatas pada preparat awetan yang diamati dan belum menguji penggunaan rujukan secara langsung pada peserta didik. Penelitian selanjutnya disarankan memperluas variasi preparat dan menguji penerapan rujukan dalam pembelajaran SMA untuk menilai pengaruhnya terhadap ketepatan identifikasi serta pemahaman konsep jaringan otot.

[14] Michael Sahota et al., "Learning Pathology Using Collaborative vs. Individual Annotation of Whole Slide Images: A Mixed Methods Trial," BMC Medical Education 16 (2016): artikel 311, https://doi.org/10.1186/s12909-016-0831-x

[15] Sue-Mian Then et al., "An International Collaborative Approach to Learning Histology Using a Virtual Microscope," *Anatomia, Histologia, Embryologia* 52, no. 1 (2023): 21–30, https://doi.org/10.1111/ahe.12888

Bibliography

Becerra, D., Grob, M., Assadi, J. L., Astorga, C., Tricio, J., Melelli, R., … Sabag, N. (2018). Academic achievement and perception of two teaching methods in histology: Light and digital microscopy. Pilot study. *International Journal of Morphology*, *36*(3), 811–816. https://doi.org/10.4067/S0717-95022018000300811

Gillies, A. R., & Lieber, R. L. (2011). Structure and function of the skeletal muscle extracellular matrix. *Muscle & Nerve*, *44*(3), 318–331. https://doi.org/10.1002/mus.22094

Inayati, R., Hasanah, N., Fauzi, A. A., & Rusyada, G. N. (2024). Efektivitas modul penuntun praktikum histologi berbasis QR code dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Mulawarman. *METIK Jurnal*, *8*(2), 90–98. https://doi.org/10.47002/metik.v8i2.954

Lehman, W., & Morgan, K. G. (2012). Structure and dynamics of the actin-based smooth muscle contractile and cytoskeletal apparatus. *Journal of Muscle Research and Cell Motility*, *33*(6), 461–469. https://doi.org/10.1007/s10974-012-9283-z

Mukund, K., & Subramaniam, S. (2020). Skeletal muscle: A review of molecular structure and function, in health and disease. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Systems Biology and Medicine*, *12*(1), e1462. https://doi.org/10.1002/wsbm.1462

Nielsen, M. S., van Opbergen, C. J. M., van Veen, T. A. B., & Delmar, M. (2023). The intercalated disc: A unique organelle for electromechanical synchrony in cardiomyocytes. *Physiological Reviews*, *103*(3), 2271–2319. https://doi.org/10.1152/physrev.00021.2022

Putri, T. S., Raharjo, & Ducha, N. (2013). Kelayakan teoritis buku ajar interaktif pada jaringan otot kelas XI SMA. *BioEdu (Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi)*, *2*(3), 168–171. Retrieved from https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu/article/download/4213/6675

Roman, W., Martins, J. P., Carvalho, F. A., Voituriez, R., Abella, J. V. G., Santos, N. C., … Gomes, E. R. (2017). Myofibril contraction and crosslinking drive nuclear movement to the periphery of skeletal muscle. *Nature Cell Biology*, *19*(10), 1189–1201. https://doi.org/10.1038/ncb3605

Rossner, M., & Yamada, K. M. (2004). What's in a picture? The temptation of image manipulation. *Journal of Cell Biology*, *166*(1), 11–15. https://doi.org/10.1083/jcb.200406019

Sahota, M., Leung, B., Dowdell, S., & Velan, G. M. (2016). Learning pathology using collaborative vs. individual annotation of whole slide images: A mixed methods trial. *BMC Medical Education*, *16*, 311. https://doi.org/10.1186/s12909-016-0831-x

Sanderson, J. B. (2002). Practical control of contrast in the microscope. *Quekett Journal of Microscopy*, *39*, 275–288. Retrieved from https://microscopist.co.uk/files/wp-content/uploads/2017/04/practical-control-of-contrast.pdf

Shadrin, I. Y., Khodabukus, A., & Bursac, N. (2016). Striated muscle function, regeneration, and repair. *Cellular and Molecular Life Sciences*, *73*(22), 4175–4202. https://doi.org/10.1007/s00018-016-2285-z

Sweeney, H. L., & Hammers, D. W. (2018). Muscle contraction. Cold Spring Harbor Perspectives in Biology, 10(2), a023200. https://doi.org/10.1101/cshperspect.a023200

Taqi, S. A., Sami, S. A., Sami, L. B., & Zaki, S. A. (2018). A review of artifacts in histopathology. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*, *22*(2), 279. https://doi.org/10.4103/jomfp.JOMFP_125_15

E-ISSN: 2808-4217
P-ISSN: 2808-6880

Then, S.-M., Kokolski, M., Mbaki, Y., Merrick, D., & Anderson, S. (2023). An international collaborative approach to learning histology using a virtual microscope. *Anatomia, Histologia, Embryologia, 52*(1), 21–30. https://doi.org/10.1111/ahe.12888