
Strategi Adaptasi Retina Mata Hewan Nokturnal Terhadap Kemampuannya Melihat dalam Gelap

Afitah¹, Alifia Rizka Fitrianti², Eliva Devi Widayati³, Icha Pamira⁴, Muasaroh⁵, Tri Ujilestari⁶

¹²³⁴⁵⁶Pendidikan Biologi, Universitas Tidar

Email: ¹qeisafitah@gmail.com

²Alifiarizkafitrianti@gmail.com

³elivadevi08@gmail.com

⁴pamiraicha@gmail.com

⁵muasarohsaroh@gmail.com

⁶triujilestari93@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui strategi adaptasi retina mata hewan nokturnal terhadap kemampuannya melihat dalam gelap. Hewan nokturnal merupakan sebuah istilah yang digunakan untuk jenis hewan yang aktif pada malam hari daripada pada siang harinya. Penelitian yang dilakukan menggunakan jenis penelitian kualitatif menggunakan teknik analisis deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hewan nokturnal memiliki penglihatan yang baik meskipun dalam kondisi gelap. Adaptasi dari mata hewan nokturnal dipengaruhi oleh adanya sinar matahari, di mana sinar matahari ini dapat menghambat penglihatan dari hewan nokturnal Sehingga pada hewan nokturnal cenderung baik saat melihat di malam hari. Adaptasi penglihatan pada hewan nokturnal khususnya terjadi di retina matanya, karena retina merupakan bagian dari mata yang berperan dalam melihat warna. Dari hasil penelitian yang telah dituliskan dapat ditarik kesimpulan bahwa ada berbagai macam hewan nocturnal diantaranya kelelawar, tikus, burung hantu, kukang, kucing, serangga nocturnal, ikan dll. Pada masing- masing spesies hewan mempunyai kecenderungan adaptasi retina mata yang berbeda-beda. Karena perbedaan dari habitat maupun anatomi dari mata hewan tersebut.

Kata Kunci: adaptasi, hewan nokturnal, retina.

1. PENDAHULUAN

Hewan nokturnal merupakan sebuah istilah yang digunakan untuk jenis hewan yang aktif pada malam hari daripada saat siang harinya. Hewan-hewan tersebut akan tertidur pada siang hari, beberapa di antaranya akan berada di dalam lubang atau sarang (Nugraha, 2019).

Hewan nokturnal memiliki kemampuan beradaptasi secara khusus terhadap lingkungannya. Contohnya seperti pada kelelawar yang dapat mengeluarkan suara bernada tinggi sehingga dapat memantul dari objek, sering disebut ekolokasi. Namun yang paling menonjol dan penting dalam kemampuan beradaptasi hewan nokturnal adalah pada penglihatannya. Hewan ini memiliki penglihatan yang baik meskipun dalam kondisi gelap. Adaptasi dari mata hewan nokturnal dipengaruhi oleh adanya sinar matahari, di mana sinar matahari ini dapat menghambat penglihatan dari hewan nokturnal Sehingga pada hewan nokturnal cenderung baik saat melihat di malam hari. Adaptasi penglihatan pada hewan nokturnal khususnya

terjadi di retina matanya, karena retina merupakan bagian dari mata yang berperan dalam melihat warna (Adisendjaja, 2003).

Berdasarkan fakta tersebut maka artikel ini ditulis dengan tujuan penelitian adalah untuk mengamati strategi adaptasi retina mata hewan nokturnal terhadap kemampuannya melihat dalam gelap.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kualitatif dengan teknik yang digunakan yaitu analisis deskriptif dengan *library research* atau kajian pustaka dimana penulis berusaha menggambarkan strategi adaptasi retina mata pada beberapa jenis hewan nokturnal terhadap kemampuan mereka melihat dalam gelap.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Adaptasi adalah proses penyesuaian secara bertahap yang dilakukan oleh suatu organisme terhadap kondisi lingkungan yang baru. (Syam & Satria, 2009).

Hewan nokturnal adalah istilah untuk jenis dari hewan yang beraktivitas lebih banyak pada malam hari. Hewan ini terkenal dengan aktifnya saat malam dan tidur saat siang hari. Berbagai kegiatan pada hewan nokturnal dilakukan pada malam hari. Kegiatan tersebut seperti mencari makanan, melakukan kegiatan reproduksi sekaligus berperan sebagai mekanisme yang membantu dalam mempertahankan diri terhadap lingkungan bersuhu rendah (Fatmala, 2016).

Memang cukup sulit untuk melakukan penelitian mengenai hewan nokturnal karena aktivitasnya yang dilakukan di malam hari berbanding terbalik dengan manusia yang beraktivitas di siang hari (diurnal). Sehingga informasi mengenai hewan nokturnal masih terbatas (Nugraha, 2019). Di Indonesia spesies hewan nokturnal banyak ditemukan di berbagai daerah. Contoh spesies serangga nokturnal adalah kelelawar, tikus, burung hantu, lemur, trenggiling, kucing, serangga nokturnal, dll.

Tingkah laku hewan yang berhubungan dengan proses fisiologis seringkali berirama (*rhythmic*). Pada saat tertentu, siang atau malam hari atau musim atau tahunan berhubungan dengan siklus eksternal alamiah. Siklus ini dapat dipakai sebagai derajat kontrol yang pengaruhnya secara keseluruhan tergantung adanya stimuli yang sesuai dengan perubahan lingkungan. Reaksi tersebut pada dasarnya merupakan pengontrol secara ke dalam atau internal (Syam & Satria, 2009).

Keberadaan serangga nokturnal dalam alam dipengaruhi oleh keberadaan faktor abiotik atau unsur iklim sebagai komponen suatu ekosistem. Seperti suhu, intensitas cahaya, kelembaban udara dan curah hujan. Karakteristik biologis dari serangga dipengaruhi terutama oleh suhu dan kelembaban relatif. Intensitas cahaya juga mempengaruhi keberadaan serangga dalam alam. Cahaya yang diukur berasal dari penggunaan metode *Light trap* dalam menangkap serangga yang ada dalam areal pertanian organik, berbeda dengan kelompok serangga diurnal yang memanfaatkan cahaya matahari. Organ penglihatan serangga dipengaruhi oleh keberadaan intensitas cahaya disekitar. Cahaya tersebut masuk dalam mata faset yang dimiliki oleh suatu serangga dan diterima oleh reseptor. (Aditama & Kurniawan, 2013).

Hewan nokturnal memiliki kemampuan beradaptasi secara khusus terhadap lingkungannya. Contohnya seperti pada kelelawar yang dapat mengeluarkan suara bernada tinggi sehingga dapat memantul dari objek, sering disebut ekolokasi. Atau pada kelinci yang memiliki pendengaran yang lebih

unggul dari hewan lainnya. Namun yang paling menonjol dan penting dalam kemampuan beradaptasi hewan nokturnal adalah pada penglihatannya. Hewan ini memiliki penglihatan yang baik meskipun dalam kondisi gelap. Adaptasi dari mata hewan nokturnal dipengaruhi oleh adanya sinar matahari, di mana sinar matahari ini dapat menghambat penglihatan dari hewan nokturnal. Sehingga pada hewan nokturnal cenderung baik saat melihat di malam hari. Adaptasi penglihatan pada hewan nokturnal khususnya terjadi di retina matanya, karena retina merupakan bagian dari mata yang berperan dalam melihat warna (Adisendjaja, 2003).

Retina mata merupakan bagian dalam mata yang terdiri dari bagian neural (bagian visual) dan bagian epitel pigmen (bagian non-visual). Epitel pigmen itu sendiri merupakan selapis sel yang mengandung melanin pigmen. Epitel pigmen dan melanin koroid akan menyerap cahaya sehingga cahaya dapat mencegah dari pemantulan dan penyebaran cahaya dalam bola mata. Pada umumnya retina mata terdiri dari 10 lapisan yakni: lapisan batang dan kerucut, epitel pigmen, lapisan inti luar, membran limitans eksterna, lapisan inti dalam, lapisan peksiform dalam, lapisan peksiform luar, lapisan sel ganglion, membran limitans interna, lapisan serat saraf. (Sunny, 2013)

Retina mata juga dapat diartikan sebagai selembar jaringan saraf tipis yang melapisi sebagian dari bola mata. Bagian ini berfungsi mengumpulkan semua informasi visual di dalam otak. Sinyal dari retina ini akan membawa informasi yang terpercaya tentang berbagai objek yang ada di dunia melalui banyak tingkatan iluminasi. (Mahowald, 1994)

Pada retina mata terdapat adanya reseptor sel kerucut (*cones*) dan sel batang (*rods*) yang peka terhadap cahaya. Keberadaan sel-sel batang tersebar di bagian perifer (tepi, samping) dari retina dan dirangsang oleh cahaya redup oleh karena itu penting untuk melihat pada saat cahaya redup dan dalam gelap. Sel batang berisi pigmen ungu yang disebut *rodopsin*, yang merupakan suatu senyawa protein dan vitamin A. Akan terurai bila terkena sinar, maka sel batang berfungsi penting pada situasi yang kurang terang atau sedikit cahaya. *Rodopsin* tersebut akan terurai menjadi protein dan vitamin A (Zainul Imran, 2018). Pada sel batang di hewan vertebrata khususnya, sangat sensitif terhadap intensitas cahaya, oleh karena itu sel batang lebih condong untuk bisa membedakan keadaan terang dan gelap dibanding membedakan warna. Sedangkan sel kerucut hanya dapat dirangsang oleh cahaya terang. Pada sel kerucut

(sel konus) berisi pigmen lembayung yang akan terurai bila terkena sinar. Pigmen lembayung dari sel kerucut adalah senyawa *iodopsin* yang merupakan gabungan dari retinin dan *opsin* (Zainul Imran, 2018).

Sel kerucut berperan penting untuk melihat pada saat terang dan untuk melihat warna. Adanya sel-sel kerucut atau pigmen pada retina tidak berarti bahwa hewan tertentu ada dalam posisi untuk menanggapi warna. Pada sel-sel kerucut rentang cahaya yang dimilikinya lebih tinggi dibanding sel-sel batang. Sel kerucut ini lebih berfungsi hanya dalam cahaya terang dan berfungsi pula sebagai reseptor warna. Pada hewan vertebrata ada tiga tipe sel kerucut, masing-masing sangat sensitif terhadap warna tertentu, seperti merah, hijau dan biru. Sensasi terhadap warna antara tersebut dipersepsi oleh stimulasi oleh ketiga tipe sel kerucut dengan tingkatan yang berbeda. Pada hewan nokturnal seperti burung hantu, kucing, anjing, dan yang lainnya tidak dapat mempersepsi warna karena pada retina matanya didominasi oleh sel-sel batang. (Adisendjaja, 2003). Sehingga pada hewan-hewan nokturnal, periode gelap menjadi sinyal untuk beraktifitas.

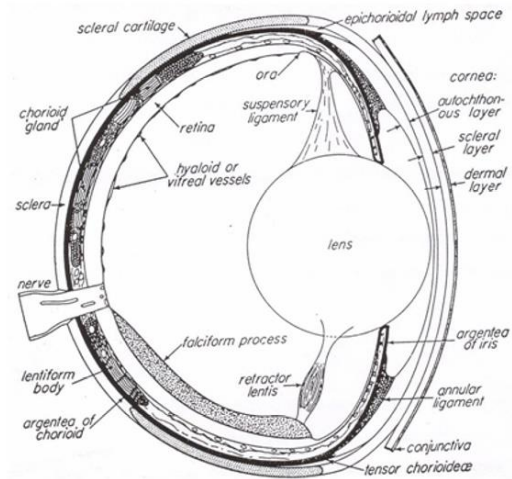
Struktur retina mata pada beberapa vertebrata dan invertebrata:

Ikan

Ikan memiliki kemampuan melihat dengan baik saat siang hari dengan kekuatan penerangan ratusan ribu *lux* dan ketika gelap maka akan berpengaruh terhadap sensitivitas penglihatan ikan atau menurunnya derajat penerangan akan menyebabkan berkurangnya jarak penglihatan ikan. Adaptasi yang banyak diketahui pada ikan untuk meningkatkan sensitivitasnya terhadap cahaya adalah dengan mempunyai mata yang besar utamanya pada ikan yang hidup di laut dalam. Mata tersebut didukung dengan adanya pupil yang besar dan reseptor *rod* yang sangat panjang serta adanya pergerakan fotomekanik dari elemen-elemen retina. Beberapa jenis ikan juga mempunyai *tapetum lucidum* yaitu elemen tertentu yang membantu memperbesar intensitas cahaya yang diterima oleh reseptor (*cone dan rod*) seperti halnya reflektor pada lampu. Untuk mempertahankan jumlah cahaya maksimum yang dapat diterima oleh reseptor, beberapa jenis ikan memiliki retina dengan pigmen yang beragam. Pigmen tersebut mempunyai kemampuan menyerap cahaya yang berlebih sebelum mencapai reseptor.

Sensitivitas mata ikan laut pada umumnya sangat tinggi. Kalau cahaya biru hijau yang mampu diterima mata manusia hanya 30%, mata ikan mampu menerimanya sampai 75%. Pada retina mata beberapa jenis

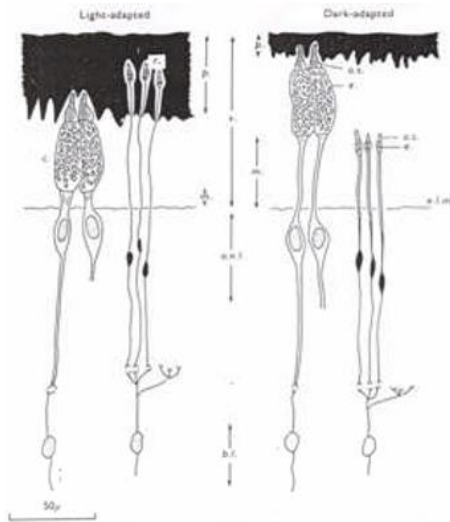
ikan laut (perairan dalam) menerimanya sampai 90%. Beberapa jenis ikan yang hidup di perairan pantai memiliki sensitivitas mata yang tinggi sehingga dapat mengindra mangsanya dari kejauhan 100 m sejak pagi sampai senja hari (Woodhead, 1966 in Gunarso, 1985).



Gambar 1.Diagram penampang vertikal bentuk mata ikan teleostei.

Sumber: Hoar & Randall (1971)

Mayoritas ikan memiliki pergerakan fotomekanik dari elemen-elemen retina mata atau retinomotor yang berfungsi sebagai pengontrol intensitas cahaya yang diterima mata. Apabila dalam keadaan gelap maka lapisan sel-sel pada retina bagian luar atau pigmen epitelium akan menipis. *Rod* pada segmen luar tertarik ke dalam dan bersamaan dengan segmen luar dari *cone* bergerak melewati *rod*. Pada kondisi adaptasi cahaya terang, pigmen epitelium menyebar luas sepanjang sel-sel visual ketika terjadi perubahan panjang tangkai *rod* dan *cone* yang bergerak untuk mengatur melamin dalam pigmen epitelium (Hoar & Randall, 1971). Pergerakan fotomekanik elemen retina pada ikan *juvenil* (ikan muda) dari *Oncorhynchus* dalam adaptasinya dengan kondisi cahaya terang berlangsung selama 20-25 menit dan pada cahaya gelap membutuhkan waktu sekitar satu jam.



Keterangan:

b.l.: lapisan bipolar;

C.: cone;

e.: ellipsoid;

e.l.m.: membran pembatas eksternal;

m.: panjang myoid cone;

o.n.l.: lapisan inti luar;

o.s.: segmen bagian luar;

p.: pigmen epitelium;

r.: rod;

v.: lapisan sel visual

Gambar 2. Penampang semi diagramatik dari retina mata ikan *Clupea* dalam kondisi adaptasi cahaya terang dan gelap.

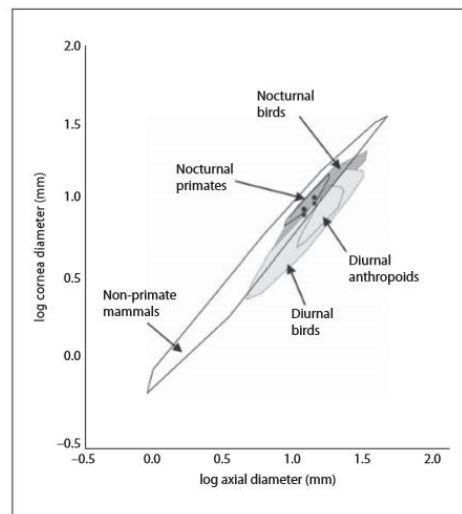
Sumber: (Blaxter & Jones, 1967 in Hoar & Randall, 1971)

Burung

Burung dan kadal nokturnal yang memiliki diameter kornea yang lebih besar dibandingkan dengan panjang sumbu mata, hal ini memungkinkan lebih banyak cahaya yang masuk ke mata akibatnya kepekaan visualnya juga meningkat. Sebaliknya Burung dan kadal diurnal, memiliki panjang aksial mata yang lebih besar dibandingkan dengan diameter korneanya. Panjang aksial mata yang lebih besar memungkinkan cahaya untuk masuk lebih jauh di dalam mata, meningkatkan jumlah fotoreseptor di mana gambar diproyeksikan, sehingga akan meningkatkan ketajaman visual (Lythgoe, 1992) Pola perubahan bentuk mata kuat kaitannya dengan ketersediaan cahaya juga diamati pada primata antropoid, tetapi tidak berlaku untuk mamalia non-primata. Sebaliknya, non-primata semuanya memiliki bentuk mata pada malam hari terlepas dari pola aktivitasnya (Ross, 2000)

Mamalia non-antropoid, tanpa memandang pola aktivitas, menunjukkan ketajaman visual yang mirip dengan burung nokturnal, sedangkan primata antropoid,

termasuk manusia, menunjukkan ketajaman visual yang mirip dengan burung diurnal (Martin, 1990) dengan tegas menyatakan bahwa diameter kornea yang besar tidak menentukan bentuk mata 'nokturnal' secara spesifik. Sebaliknya, diameter kornea yang besar mendefinisikan mata yang 'aritmia' karena terlepas dari bentuk matanya, dalam kondisi fotopik seekor hewan dapat mengurangi ukuran pupil melalui refleks pupil tanpa mempengaruhi bentuk mata secara keseluruhan. Logika yang sama mungkin berlaku untuk pola bentuk mata yang diamati pada mamalia: semua kecuali primata antropoid mempertahankan bentuk mata nokturnal terlepas dari pola aktivitasnya. Menariknya, ketika bentuk mata mamalia dan burung diplot bersama, mamalia non-antropoid menempati ruang yang sama dengan burung nokturnal, dan antropoid diurnal tumpang tindih seluruhnya dengan burung diurnal (Ross et al., 2007) Dengan demikian, antropoid yang sangat visual telah memodifikasi bentuk mata mereka, seiring dengan evolusi penglihatan warna dan ketajaman visual yang lebih tinggi, sehingga mereka berkumpul pada burung dan kadal dan mungkin kondisi leluhur vertebrata secara keseluruhan.



Gambar 3 Plot bivariat dan poligon rentang minimum untuk diameter mata aksial terhadap diameter kornea pada burung, mamalia non-primata, dan antropoid (monyet dan kera).

Tanda bintang hitam dalam poligon primata nokturnal merupakan beberapa primata strepsirhine diurnal. Gambar digambar ulang dari (Ross et al, 2004).

Salah satu contohnya yaitu Burung hantu *Otus angeliane* merupakan salah satu hewan nokturnal. Dimana pada siang hari burung ini tidak banyak beraktivitas, atau dalam kata lain tertidur. Hal ini disebabkan karena penglihatan mereka yang kurang jelas. Burung nokturnal

memiliki bentuk mata menyerupai tabung, sedikit detektor warna, namun memiliki sel batang yang kepadatannya tinggi yang berguna saat malam hari dimana ketersediaan cahaya sangat minim. Retina pada burung hantu memiliki banyak “rod sel” seperti pada hewan nokturnal lainnya. Rod sel ini sangat sensitif atau peka terhadap cahaya dan sangat mengganggu penglihatan dari burung hantu pada siang hari atau saat banyak cahaya. (Saraswati, Tyas Rini dkk, 2018)

Selain burung hantu, *T.alba* atau Burung Serak Jawa saat siang hari juga tidak melakukan aktivitasnya atau menghabiskan waktunya untuk beristirahat. Waktu *Tyto alba* akan keluar dari sarangnya sekitar pukul 18.00 dan masuk kembali pukul 05.00, pada waktu itu bertepatan dengan terbenamnya matahari dan saat matahari masih belum terang, sehingga penglihatan burung ini tidak terganggu. Menurut baskoro (2005) mata dari Burung Serak jawa tidak berupa bola mata namun lebih menyerupai tabung. Retina pada burung ini memiliki banyak “rod sel” seperti pada nokturnal lainnya yang akan sensitif terhadap cahaya. (Hadi, 2008)

Kucing

Adaptasi retina mata juga diketahui berdasarkan hasil pencitraan mata sonogram terhadap kucing liar indonesia sebanyak delapan ekor berumur dewasa. Dari pencitraan diperoleh hasil yang dapat disimpan dalam format jpg. Pada hasil yang diperoleh tersebut diketahui organ mata kucing liar memiliki struktur dan variasi eksogenisitas. Jaringan yang tampak tersusun atas cairan anekhoik, jaringan hipoekokik dll. Pada bagian iris yang merupakan jaringan yang tipis melingkar pada bola mata untuk merespon jumlah cahaya yang dapat masuk ke retina mata. (Ulum & Noviana, 2017)

Serangga Nokturnal

Selain hewan-hewan diatas ada banyak juga serangga yang termasuk dalam hewan nokturnal. Pada umumnya serangga yang nokturnal memiliki mata majemuk superposisi. Desain mata yang dimiliki sangat optimal pada cahaya yang redup karena foton dapat dikumpulkan melalui ratusan lensa pada matanya. Salah satu serangga yang telah bertransisi menjadi serangga nokturnal adalah *Megalopta genalis*. Adaptasi optik yang dimiliki ini berhubungan dengan retina mata. Adaptasi ini membuat peningkatan sensitivitas sebanyak 30 kali lipat dibandingkan tawon durnal. (Greiner, 2004)

Mencit/Tikus

Mencit dan tikus juga merupakan salah satu hewan nocturnal ditandai dengan pola aktifitas pada malam harinya dan pasif pada siang hari. Sebagai hewan nokturnal mencit dan tikus memiliki adaptasi terhadap organ pada matanya. Mata mencit dan tikus umumnya akan membuka pada usia ke 14 hari setelah lahir, tetapi mereka cenderung memiliki penglihatan yang kurang baik karena pada retinanya terdapat banyak *rods* dan sedikit *cones* (Rejeki, 2019)

Kukang

Hewan nokturnal selanjutnya adalah Kukang jawa. Hewan ini sendiri mempunyai sebuah lapisan pada bagian belakang retina yang sangat sensitif terhadap cahaya. Lapisan ini dinamakan *tapetum lucidium* yang akan terlihat bersinar ketika terkena cahaya saat malam hari. Kukang jawa memiliki sorot cahaya mata berwarna jingga terang dengan mata yang bulat tebal (Widiana, 2013)

Kukang merupakan hewan nokturnal yang bergerak sangat lambat dengan tipe habitat yang beragam, baik di habitat alami seperti hutan hujan tropis, hutan primer, hutan sekunder, dan hutan bambu (Supriatna, 2000), juga di habitat binaan. Salah satu cara mengenali Kukang dalam kegelapan malam adalah dengan menyorotkan cahaya ke arah matanya. *Tapetum*, yaitu lapisan sel-sel yang merefleksikan cahaya yang masuk ke dalam mata dan terletak di belakang retina mata, akan memantulkan cahaya berwarna kejinggaan yang masih dapat terlihat hingga jarak 200 m. Namun Kukang berbagi habitat dengan satwa malam lainnya, misalnya dengan Musang Bulan atau biasa disebut Careuh (*Paradoxurus hermaphroditus*) yang matanya berwarna kehijauan, kelelawar buah, atau burung hantu. Oleh karena itu menurut Wiens (2002), untuk menghindari kesalahan dalam menyimpulkan kehadiran satwa ini pada malam hari, perlu memperhatikan karakteristik lain selain mata yang berwarna oranye, yaitu kedipan mata dan bentuk mata (cahaya oranye) itu sendiri. Untuk menemukan kukang lebih mudah pada malam hari dari pada siang hari, karena sebagai hewan nokturnal, kukang mempunyai tapetum lucidum pada mata sehingga sinar mata kukang dapat diketahui dari jarak jauh seperti pada hewan karnivora. *Tapetum lucidum* berupa lapisan di bagian belakang retina yang sensitif terhadap cahaya. Lapisan ini membantu penglihatan mereka saat aktif di malam hari. Dalam kondisi gelap, mata kukang akan nampak bersinar kuning kemerahan (Schulze, 2003).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Hewan nokturnal adalah istilah untuk jenis dari hewan yang beraktivitas lebih banyak pada malam hari. Hewan nocturnal mempunyai strategi adaptasi retina mata terhadap kemampuan melihat dalam gelap. Ada berbagai macam hewan nocturnal diantaranya kelelawar, tikus, burung hantu, kukang, kucing, serangga nocturnal, kukang, ikan dll. Pada masing- masing spesies hewan mempunyai kecenderungan adaptasi retina mata yang berbeda-beda. Karena perbedaan dari habitat maupun anatomi dari mata hewan tersebut.

B. Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan yaitu pada peneliti maupun penulis lain untuk dapat mengeksplor lebih jauh terkait dengan strategi adaptasi retina mata dari hewan nocturnal. Karena penulis menyadari masih ada banyak kekurangan yang disebabkan oleh minimnya informasi terkait.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisendjaja, Y. H. (2003). Warna dan maknanya dalam kehidupan. *In Makalah disajikan pada Seminar Sehari Bersama Alam II oleh BEM FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia*, Bandung (Vol. 24).
- Aditama, R. C., & Kurniawan, N. (2013). Struktur Komunitas Serangga Nokturnal Areal Pertanian Padi Organik pada Musim Penghujan di Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 1(4), 186-190.
- Fatmala, L., Fithri, S., Purnama, V., & Falah, N. (2018). KEANEKARAGAMAN SERANGGA NOKTURNAL DI KAWASAN HUTAN SEKUNDER RINON PULO BREUH ACEH BESAR. *Prosiding Biotik*, 3(1).
- Greiner, B., W. A., & Warrant, E.J. (2004). Retinal and Optical Adaptations for Nocturnal Vision in The Halictid Bee *Megalopta Genalis*. *Cell and Tissue Ressearch*, 316(3), 377-390.
- Gunarso, W. 1985. *Tingkah Laku Ikan dalam Hubungannya dengan Alat, Metode, dan Taktik Penangkapan*. Fakultas Perikanan. Jurusan Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Hadi, M. (2008). Pola aktivitas harian pasangan burung serak jawa (*Tyto alba*) di sarang kampus psikologi Universitas Diponegoro Tembalang Semarang. *Jurnal Bioma*, 6(2), 23-29.
- Hoar, W. S. & D. J.Randall. 1971. *Fish Physiology*. Academic Press. New York. V: p. 1-32.
- Lythgoe, J., and G. Lythgoe. 1992. *Fishes of The Sea; North Atlantic and Medditerranean*. The MIT Press. Combridge Massachusetts
- Mahowald, M. (1994). The Silicon Retina. *In Analog VLSI System for Stereoscopic Vision* (pp. 4-65). Springer, Boston, MA.
- Martin, A., Swarbick,J., and Cammarata,.1990. *Farmasi Fsik Dasar dan Kimia Fisik diterjemahkan oleh Yoshita*, Edisi ketiga, Hal 141-142. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Nugraha, B. A., El Akbar, R. R., & Gunawan, R. (2019). Penerapan Augmented Reality pada Pengenalan Hewan Nokturnal. *Generation Journal*, 3(2), 19-30.
- Rejeki, P. S., Putri, E. A. C., & Prasetya, R. E. (2019). *Ovariektomi pada Tikus dan Mencit*.
- Saraswati, T. R., Yuniwanti, E. Y. W., & Tana, S. *Deskripsi Perilaku dan Status Darah Burung Hantu Celepuk Jawa (Otus angelinae) dengan Pemberian SuplemenSerbuk Kunyit di Penangkaran The Study on Behaviour and Blood Status of Celepuk Jawa (Otus Angelinae) in Effort for Owl Breeding by Turmeric Powder Supplementation*.
- Saraswati, Tyas Rini, Yuniwanti & Tana, Silviana. (2018). Deskripsi perilaku burung hantu celepuk jawa (*Otus angelinae*) dengan pemberian seplemen serbuk kunyit di penangkaran. *Jurnal Metamorfosa*, Vol.2. 137-143
- Supriatna, J. 2000. *Panduan Lapangan Primata Indonesia*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia
- Syam, A. R., & Satria, H. (2009). ADAPTASI FISILOGIS RETINA MATA DAN TINGKAH LAKU IKAN TERHADAP CAHAYA. *BAWAL*, 2(5), 215-224.
- Ulum, M. F., & Noviana, D. (2017). Sonogram Organ Mata Kucing Liar Indonesia. *Bulletin Veternier Udayana*, 9 (2): 150-155
- Wangko, Sunny. Histofisiologi Retina. *Jurnal Biomedik (JBM)*, Vol.5, No.3. 2013. Manado: Bagian Anatomi-Histologi Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi.
- Widiana, A., Sulaiman, S., & Kinasih. (2013). Studi Populasi Dan Distribusi Kukang Jawa (*Nycticebus Javanicus*, E. Geoffroy, 1812) di Talun Desa Sindulang Kecamatan Cimanggung Sumedang Jawa Barat. *Jurnal Istek*, 7(1)

Wiens, F. 2002. Behavior and Ecology of Wild Slow Loris (*Nycticebus coucang*): Social Organization, Infant Care System, and Diet. Doctor of Natural Sciences *Dissertation*. Faculty of Biology, Chemistry and Geosciences, Bayreuth University

Zainul Imran, T., Rosyadi, K. I., & Safita, R. (2018). TINGKAH LAKU IKAN NILA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) BERDASARKAN KUALITAS CAHAYA (*Doctoral dissertation*. UIN SULTHAN THAHA SAIFUDDIN JA