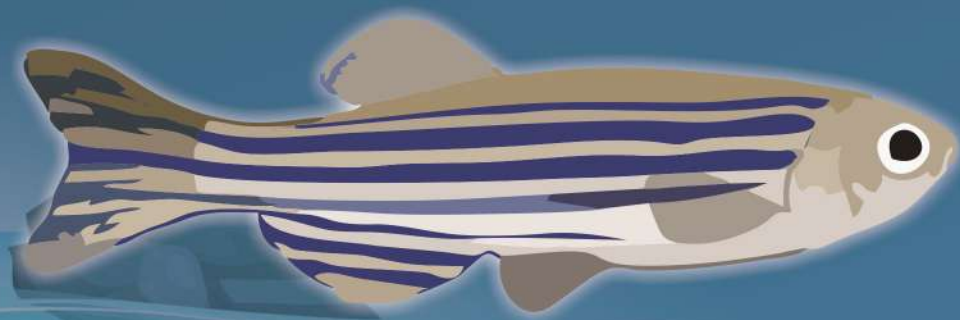




Pemeliharaan

# IKAN ZEBRA

*(Danio rerio)* di Laboratorium  
Sebagai Persiapan Hewan Model Penelitian



Umul Karimah, M.Si.



**Pemeliharaan**

# **IKAN ZEBRA**

**(*Danio rerio*) di Laboratorium**

**Sebagai Persiapan Hewan Model Penelitian**

**Umul Karimah, M.Si.**

**Pemeliharaan Ikan Zebra (*Danio rerio*) di Laboratorium sebagai  
Persiapan Hewan Model Penelitian**

Penulis:  
**Umul Karimah, M.Si.**

Desain Cover:  
**Ridwan**

Tata Letak:  
**Aji Abdullatif R**

Proofreader:  
**Via Silvira F**

ISBN:  
**978-623-6092-06-4**

Cetakan Pertama:  
**Februari, 2021**

Hak Cipta 2021, Pada Penulis

---

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-undang

---

**Copyright © 2021**  
**by Penerbit Widina Bhakti Persada Bandung**  
All Right Reserved

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau  
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini  
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

**PENERBIT:**  
**WIDINA BHAKTI PERSADA BANDUNG**  
**(CV. Widina Media Utama)**  
Komplek Puri Melia Asri Blok C3 No. 17 Desa Bojong Emas  
Kec. Solokan Jeruk Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

**Anggota IKAPI Cabang Jawa Barat**  
**No. 360/JBA/2021**

Website: [www.penerbitwidina.com](http://www.penerbitwidina.com)  
Instagram: [@penerbitwidina](https://www.instagram.com/penerbitwidina)  
Email: [admin@penerbitwidina.com](mailto:admin@penerbitwidina.com)

# PRAKATA

Tujuan penulisan buku monograf ini adalah untuk memberikan pengetahuan dan wawasan kepada pembaca terkait berbagai aspek praktis dan ilmiah yang kami temukan dan perlu diantisipasi oleh laboratorium yang mempersiapkan fasilitas pemeliharaan Ikan Zebra (*Danio rerio*). Buku ini juga merangkum hasil penelitian lain yang relevan dengan pemeliharaan ikan zebra di laboratorium.

Semoga buku monograf ini bermanfaat untuk dosen, mahasiswa, dan peneliti yang berencana menggunakan ikan zebra sebagai hewan laboratorium. Kami berterima kasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi yang telah membiayai penelitian ini melalui Hibah Kompetitif Nasional Penelitian Dosen Pemula Tahun Pelaksanaan 2020 Kontrak Nomor. 08/AMD/SP2H/LT/DRPM/2020; 374/LL11/KM/2020; 01.7/017 /KP/LPPM/UNU-KT/IV/2020.

Samarinda, Februari 2021

**Umul Karimah, M.Si.**

# DAFTAR ISI

<b>PRAKATA</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
A. Hewan Model untuk Penelitian .....	4
B. Ikan Zebra ( <i>Danio rerio</i> ) .....	6
C. Ikan Zebra sebagai Hewan Model Penelitian .....	8
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>11</b>
A. Jenis, Waktu, dan Tempat Penelitian .....	11
B. Alat dan Bahan Penelitian .....	11
1. Penyediaan Ikan Zebra dan Karantina .....	11
2. Determinasi Sampel Ikan Zebra .....	12
3. Pemeliharaan Ikan Zebra .....	12
4. Pembiakan Ikan Zebra .....	12
5. Pemeliharaan Embrio dan Larva .....	12
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>15</b>
A. Penyediaan Hewan Coba dan Karantina .....	15
B. Peningkatan Kapasitas Fasilitas Pemeliharaan .....	19
C. Pembiakan .....	24
D. Pemeliharaan Embrio dan Larva .....	26
E. Penyakit Ikan .....	32
F. Rencana Pengembangan .....	34
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>35</b>
A. Simpulan .....	35
B. Saran .....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>36</b>
<b>PROFIL PENULIS</b> .....	<b>42</b>

# DAFTAR TABEL

Tabel 1 Skor untuk menentukan kondisi tubuh ikan zebra dewasa (Clark et al., 2018).....	21
Tabel 2 Parameter kualitas air yang direkomendasikan (Lawrence dan Mason 2012) .....	22
Tabel 3 Karakteristik fisikokimia habitat ikan zebra liar diterjemahkan dari Lawrence (2007). .....	23
Tabel 4 Performa larva ikan zebra dengan berbagai pakan buatan di terjemahkan dari Lawrence (2007), beberapa istilah dipertahankan dalam bahasa asli.....	29
Tabel 5 Gejala klinis ikan zebra dan kemungkinan penyebabnya berdasarkan Astrofsky et al., (2002).....	33

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Anggota famili Cyprinidae yakni Ikan Mas ( <i>Carassius carassius</i> ) (Viridaflavus 2009) (a), <i>Fancy Goldfish</i> (Souragg8 2019) (b), <i>Fathead Minnow (Pimephales Promelas)</i> (Wikimedia Commons),(c), dan Ikan Zebra ( <i>Danio rerio</i> ) (Azul 2005) (d). . . . .	7
Gambar 2	Sebaran geografis ikan zebra (A), ikan zebra jantan (2 atas), dan betina (2 bawah) yang ditemukan di beberapa populasi di timur laut India (B), sekelompok ikan zebra dari daerah Meghalaya, Bangladesh dengan tanda panah menunjukkan individu ikan zebra (C). Sumber gambar Parichy (2015) dengan penyederhanaan keterangan. . . . .	7
Gambar 3	Peningkatan yang pesat terhadap publikasi yang menyebutkan pemakaian ikan zebra dalam penelitian dalam 30 tahun terakhir (Meyers 2018). . . . .	8
Gambar 4	Jumlah gen penyebab penyakit pada berbagai spesies dan homologinya. Terdapat 12897 gen homolog antara ikan zebra dan manusia yang juga terkait dengan penyakit (Howe et al., 2013). . . . .	9
Gambar 5	Perkembangan awal ikan zebra meliputi beberapa tahapan embrionik penting (Meyers 2018). . . . .	9
Gambar 6	Fasilitas modern untuk pemeliharaan ikan zebra di <i>National Institute of Health</i> Amerika Serikat. . . . .	10
Gambar 7	Ikan zebra yang digunakan dalam penelitian ini berwarna jambon-emas (a), jambon-biru (b), dan kuning-biru (c). Ikan tampak kurus pada awal pengadaan. . . . .	16
Gambar 8	Struktur <i>Eumelanin</i> (kiri) (Braasch dan Liedtke 2011), <i>Pteridina</i> (tengah) (Izegler 2003), dan <i>Guanina</i> (kanan). . . . .	17
Gambar 9	Distribusi sel pigmen terkait pola garis gelap ( <i>stripe</i> ), dan terang ( <i>interstripe</i> ). Terjemahan, dermis: dermis; scale: sisik; melanophores: melanofor; iridophores (Type L): iridofor (tipe L), Iridophores (Type S): iridofor (tipe S); Xanthophores: xanthofor; Muscle: Otot (Hirata et al., 2003). . . . .	17
Gambar 10	Morfologi ikan zebra jantan dewasa adalah bentuk tubuh yang langsing dan panjang, sementara ikan zebra betina dewasa memiliki perut membulat berisi telur. . . . .	19

Gambar 11	Fasilitas pemeliharaan saat ini telah ditingkatkan dan dilengkapi secara berkala sesuai kebutuhan. Rak fasilitas pemeliharaan dari atas ke bawah terdiri dari rak untuk suplai (1), pemeliharaan telur, embrio, dan larva (2), tangki pemeliharaan dan pembiakan (3), tangki pemeliharaan, dan tangki adaptasi untuk larva>21 ( <i>juvenile</i> ), dan tangki penetasan <i>artemia</i> . Rak dilengkapi dengan lampu dan pengaturan gelap terang menggunakan kain hitam. Tangki dilengkapi filter, dan heater	20
Gambar 12	Pengawinan ikan zebra jambon-biru jantan dan betina untuk memperoleh turunan ikan zebra kuning-biru lebih banyak.	25
Gambar 13	Embrio yang gagal berkembang karena kesalahan pH media E3.	26
Gambar 14	Perkembangan telur, embrio dan larva diamati setiap 6 jam selama 48 jam pasca fertilisasi ( <i>Hours Postfertilization, Hpf</i> ). Gambar diambil dengan perbesaran 6 kali lipat.	27
Gambar 15	Rak pemeliharaan telur, embrio, dan larva hingga usia 21 dpf.	28
Gambar 16	Ikan remaja usia 2 bulan hasil pengawinan memiliki 4 pola yakni jambon-biru (a), kuning-biru (b), kuning-emas (c), dan jambon-emas (d). Gambar tidak menunjukkan perbandingan ukuran.	31
Gambar 17	Perubahan warna kuning pada tubuh ikan diduga karena kandungan klorin yang cukup tinggi pada air.	33



# BAB 1

## PENDAHULUAN

---

### A. LATAR BELAKANG

Organisme model adalah spesies non-manusia yang dipelajari secara mendalam untuk memahami fenomena biologis, dengan harapan, model dan teori yang dihasilkan dapat diterapkan pada organisme lain, khususnya yang lebih rumit dari organisme modelnya (Leonelli dan Ankeny 2013). Bidang ilmu biokimia, farmasi, dan kedokteran semakin berkembang karena adanya berbagai penelitian yang menggunakan hewan model penelitian. Rine (2014) menyebutkan organisme model awal adalah mencit, jagung, marmot, *Neurospora*, dan *Drosophila*. Bakteriofage T4, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Saccharomyces*, *Schizosaccharomyces*, *Caenorhabditis elegans*, *Arabidopsis*, dan ikan zebra termasuk generasi kedua. Hewan model umumnya dipilih berdasarkan hasil penelitian yang representatif, kemampuan berkembang biak yang tinggi, dan kemudahan dalam memelihara (Rine 2014).

Ikan zebra *danio rerio* (dulu disebut *Brachydanio Rerio*) merupakan salah satu dari 45 jenis *Danio* di seluruh dunia (Fang 2003). Ikan Zebra termasuk famili *Cyprinidae*, yang di dalamnya terdapat *carp* dan *minnows*. Penelitian modern dengan ikan zebra dirintis George Streisinger dari Universitas Oregon yang memilih hewan ini karena mudah diperoleh, mudah dikembangbiakkan, menarik, dan embrionya yang transparan cepat berkembang (Parichy 2015). Berdasarkan lini waktu yang dibuat oleh Davis (2004), publikasi tentang metode propagasi klonal ikan zebra terbit pada 1981. Ikan zebra telah digunakan sebagai hewan model primer untuk penelitian biomedis (Parichy 2015). Ikan zebra adalah hewan model penelitian yang multiguna karena telah dimanfaatkan dalam bidang ekspresi gen, toksikologi, farmakologi, kanker, neurosains, neurologi, penyuntingan genom, dan blood brain barrier (Roxo-Rosa et.al. 2020). Teame et al. (2019) menyebutkan ikan zebra memiliki semua organ utama yang

## TINJAUAN PUSTAKA

---

### A. HEWAN MODEL UNTUK PENELITIAN

Ilmuwan dan genetikawan tidak menggunakan manusia sebagai subjek penelitian kecuali pada uji klinis dengan kendali dan peraturan yang ketat. Ilmuwan menggunakan hewan, jamur, bakteri, atau tanaman sebagai organisme model (Simmons 2008). Organisme model adalah spesies non-manusia yang dipelajari secara mendalam untuk memahami fenomena biologis, dengan harapan, model dan teori yang dihasilkan dapat diterapkan pada organisme lain, khususnya yang lebih rumit dari organisme modelnya (Leonelli dan Ankeny 2013). Organisme model berbeda dengan organisme eksperimental (percobaan). Organisme percobaan tidak harus bersifat representatif untuk spesies yang lain. Umumnya organisme percobaan dipelajari untuk suatu fenomena yang spesifik atau sebagai suatu organisme yang menarik. Contoh organisme percobaan misalnya katak untuk studi tentang otot dan marmot untuk studi tentang penyakit *scurvy* (Leonelli dan Ankeny 2013).

Sementara itu organisme model memiliki ciri mewakili kelompok spesies yang lebih besar, dipelajari sebagai organisme utuh yang memberikan gambaran sistem yang lengkap, dan mudah dipelajari dan dimodifikasi material genetiknya (Leonelli dan Ankeny 2013). Beberapa organisme model misalnya ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) untuk proses pembelahan sel dan penyakit kanker, tanaman Pea (*Pisum sativum*) untuk studi pewarisan sifat, lalat buah (*Drosophila melanogaster*) untuk pemetaan genetik dan rekombinasi, ikan zebra (*Danio rerio*) untuk pemetaan dan identifikasi gen terkait perkembangan, nematoda (*Caenorhabditis elegans*) untuk proses penuaan, mencit (*Mus musculus*) dan tikus (*Rattus norvegicus*) untuk genetika dan penyakit manusia (Simmons 2008). Hewan model dikelompokkan menjadi model eksperimental (terinduksi), model spontan (genetik, mutan), model modifikasi genetik, model negatif dan model

A square box with a grey background and a white border. Inside the box, the word "BAB" is written in white capital letters at the top, and a large white number "3" is centered below it.

BAB  
3

## METODE PENELITIAN

---

### A. JENIS, WAKTU, DAN TEMPAT PENELITIAN

Penelitian ini bersifat deskriptif dan memaparkan berbagai temuan ilmiah dan praktis terkait persiapan awal fasilitas pemeliharaan ikan zebra selama upaya mendapatkan F1. Penelitian dilaksanakan pada Juli hingga Nopember 2020 untuk kebutuhan pengembangan hewan model pada Laboratorium Farmasi Universitas Nahdlatul Ulama Kalimantan Timur.

### B. ALAT DAN BAHAN PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan ikan zebra dari toko ikan hias setempat sebagai subjek penelitian, air, pakan ikan tropis komersil, telur *artemia*, bahan media E3 (Avdesh et al. 2012), natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) teknis, natrium hipoklorit, garam laut, telur *artemia* tanpa cangkang, kuning telur rebus, biru metilen, larutan buffer standar pH 4.01; 6.86; dan 9.18, cawan petri steril. Alat yang digunakan adalah tangki ukuran 12 L, tangki ukuran 1 L, penyaring air (filter), pengatur suhu air otomatis (*Heater*), alat ukur pH dan suhu air, tangkok, rak besi, terminal, peralatan gelas standar, dan kain hitam.

#### 1. Penyediaan ikan zebra dan karantina

Hewan coba diperoleh dari toko ikan hias setempat. Seluruh ikan yang diperoleh dari sumber eksternal dikarantina selama 3-4 minggu (Reed dan Jennings, 2011) dalam tangki berukuran 12 L. Setelah karantina ikan jantan dan betina dipisahkan.



## HASIL DAN PEMBAHASAN

---

### A. PENYEDIAAN HEWAN COBA DAN KARANTINA

Ikan zebra dapat diperoleh dari penyedia hewan penelitian atau dari toko hobi ikan hias. Penyedia hewan penelitian memiliki informasi terkait latar belakang ikan namun tidak dapat ditemukan di setiap kota. Toko hobi ikan hias lebih mudah untuk ditemui namun informasi terkait latar belakang ikan, misalnya usia, umumnya tidak diketahui. Banyak penelitian perilaku dengan ikan zebra menggunakan toko ikan hias sebagai sumber ikannya (Kent et al., 2020). Toko ikan hias dapat menyediakan ikan zebra yang warnanya berbeda dengan yang umumnya dipakai di laboratorium.

Seluruh ikan yang diperoleh dari sumber eksternal harus dikarantina untuk memastikan ikan yang masuk ke fasilitas utama bebas dari patogen (ZRIC 2021). Infeksi utama dari ikan zebra yang berasal dari toko hewan peliharaan adalah *Pseudoloma neurophilia*, *Pseudocapillaria tomentosa*, dan *Mycobacteriosis* (Kent et al., 2020). Setelah karantina, ikan baru dikawinkan dan embrio yang diperoleh disanitasi permukaan dan bisa dimasukkan ke fasilitas pemeliharaan utama. Bila sumber eksternal berupa embrio atau larva ada perbedaan tentang persyaratan karantinyanya. Reed dan Jennings (2011) menyebutkan larva yang berusia kurang dari 7 dpf dapat masuk ke fasilitas utama sementara ZRIC (2021) memberikan persyaratan lebih ketat yakni yang bisa masuk ke fasilitas utama adalah embrio yang saat sampai di fasilitas berumur kurang dari 48 hpf dan telah disanitasi. Bila berusia lebih tua maka diberi perlakuan seperti ikan zebra dewasa yakni dibesarkan di fasilitas karantina hingga berumur tiga bulan lalu dikawinkan dan embrio disanitasi untuk masuk fasilitas utama. Dalam beberapa fasilitas karantina, saringan, tempat air, tangki dan alat pembersih harus dibedakan dari fasilitas utama, bahkan personel yang bertugas (Smith 2014).

A square box with a double border. Inside, the word 'BAB' is at the top, and a large number '5' is in the center, both in white text on a dark gray background.

BAB  
5

## PENUTUP

---

### A. SIMPULAN

Pemeliharaan ikan zebra sebagai persiapan awal hewan model penelitian membantu peneliti mempelajari aspek praktis dan ilmiah selain memperoleh F1 sebagai luaran utama. Aspek praktis dan ilmiah tersebut meliputi variasi ikan zebra *wild type* dan cara memperolehnya dari pembiakan, pemilihan kelompok ikan untuk pembiakan, penyiapan dan pemeriksaan media larva, pemilihan pakan dan pemeliharaan larva, variasi pola tubuh ikan yang dihasilkan, dan penyakit ikan.

### B. SARAN

Laboratorium yang melakukan persiapan awal pemeliharaan ikan zebra dapat mempersiapkan pakan larva dan kondisi pemeliharaan larva dengan optimal, lembar ceklis yang perlu diisi, juga pemeriksaan rutin gangguan kesehatan pada ikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alestrom P, D'angelo L, Midtlyng PJ, Schorderet DF, Schulter-Merker S, Sohm F, Warner S. 2020. *Zebrafish: housing and husbandry recommendations. Laboratory Animals*. 54: 213-214.
- Astrofsky KM, Harper CM, Rogers AB, Fox G. 2002. *Diagnostic techniques for clinical investigation of laboratory zebrafish. Lab animal*. 31(3):415-45. doi: 10.1038/5000141 dalam Reed B dan Jennings M. 2011. Guidance of House and Care of Zebrafish. [terhubung berkala] <https://www.scilifelab.se/wp-content/uploads/2013/10/Guidance-ikan-zebra.pdf>. (18 Agustus 2019).
- Avdesh A, Chen M, Martin-Iverson MT, Mondal A, Ong D, Rainey-Smith S, Taddel K, Lardelli M, Groth DM, Verdile G *et al.*, 2012. Regular care and maintenance of zebrafish (*Danio rerio*) laboratory: an introduction. *Journal of Visualized Experiments*. 69: 1-8.
- Azul. 2005. Zebrafisch [Foto]. Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Zebrafish#/media/File:Zebrafisch.jpg>
- Barre-Sinoussi F, Montagutelli X. 2015. *Animals models are essential to biological research: issues and perspectives. Future Science OA*. 1:1-3.
- Berry JP, Gantar M, Gibbs PDL, Schmale MC. 2007. *The Zebrafish (Danio rerio) embryo as a model system for identification and characterization of developmental toxins from marine and freshwater microalgae. Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol*. 145: 61-72.
- Bilotta J, Saszik S, DeLorenzo AS, Hardesty HR. 1999. Establishing and maintaining a low-cost zebrafish breeding and behavioral research facility. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*. 31: 178-184.
- Braasch I, Liedtke D. 2011. *Cellular, molecular, genomics, and biomedical approaches, pigment genes and cancer genes. Encyclopedia of Fish Physiology*. 1971-1979. doi:10.1016/b978-0-12-374553-8.00028-9
- Clark TS, Pandolfo LM, Marshall CM, Mitra AK, Schech JM. 2018. *Body condition scoring for adult zebrafish (Danio rerio). Journal of the American Association for Laboratory Animal Sciences*, 57 (6): 698-702. doi: 10.30802/AALAS-JAALAS-18-000045
- Davis RH. 2004. The age of model organisms. *Nature Reviews Genetics*. 5: 69-76.
- De Tolla LJ, Srinivas S, Whitaker BR, Andrews C, Hecker B, Kane AS, Reimschuessel R. 1995. *Guidelines for the care and use of fish in*

- research. *ILAR Journal*. 37(4):159–173. <https://doi.org/10.1093/ilar.37.4.159>
- Fang F. 2003. *Phylogenetic analysis of the Asian Cyprinid Genus Danio (Teleostei, Cyprinidae)*. *Copeia*. 2003(4): 714–728. doi:10.1643/ia03-131.1
- Frohnhöfer HG, Krauss J, Maischein HM, Nüsslein-Volhard C. 2014. *Iridophores and their interactions with other chromatophores are required for stripe formation in zebrafish*. *Development*. 140(14):2997-3007. doi: 10.1242/dev.096719.
- Gerhard GS, Kauffman EJ, Wang X, Stewart R, Moore JL, Kasales CJ, Demidenko E, Cheng KC. 2002. *Life spans and senescent phenotypes in two strains of zebrafish (Danio rerio)*. *Experimental Gerontology*. 37(8-9): 1055–1068. [https://doi.org/10.1016/s0531-5565\(02\)00088-8](https://doi.org/10.1016/s0531-5565(02)00088-8)
- Hau J. 2008. *Animal Models for Human Diseases. Sourcebook of Models for Biomedical Research*, 3–8. doi:10.1007/978-1-59745-285-4\_1
- Hirata M, Nakamura KI, Kanemaru T, Shibata Y, Kondo S. 2003. *Pigment cell organization in the hypodermis of zebrafish*. *Developmental Dynamics*. 227: 497-503. <https://doi.org/10.1002/dvdy.10334>
- Hirata M, Nakamura KI, Kondo S. 2005. *Pigment cell distributions in different tissues of the zebrafish, with special reference to the striped pigment pattern*. *Developmental Dynamics*. 234(2): 293–300. doi:10.1002/dvdy.20513
- Howe K, Clark MD, Torroja CF, Torrance J, Berthelot C, Muffato M, Matthews L, McLaren S, Sealy I, Caccamo M et al., 2013. *The zebrafish reference genome sequence and its relationship to the human genome*. *Nature*. 496(7446): 498–503. doi:10.1038/nature12111
- Hubrecht RC, Carter E. 2019. *The 3Rs and humane experimental technique: implementing change*. *Animals*. 9(10): 754-763. doi: 10.3390/ani9100754
- Kalueff AV, Gebhardt M, Stewart AM, Cachat, JM, Brimmer M, Chawla JS, Craddock C, Kyzar EJ, Roth A, Landsman S et al., 2013. *Zebrafish neuroscience research consortium, towards a comprehensive catalog of zebrafish behavior 1.0 and beyond*. *Zebrafish*. 10(1): 70–86. <https://doi.org/10.1089/zeb.2012.0861>
- Kent ML, Varga Z. 2012. *Use of zebrafish in research and importance of health and husbandry*. *ILAR journal*. 53(2): 89–94. <https://doi.org/10.1093/ilar.53.2.89>
- Kent ML, Sanders JL, Spagnoli S, Al-Samarrrie CE, Murray KN. 2020. *Review of diseases and health management in zebrafish Danio rerio (Hamilton 1822) in research facilities*. *Journal of Fis Diseases*. 3(6): 637-650. <https://doi.org/10.1111/jfd.13165>
- Khan FR, Alhewairini SS. 2018. *Zebrafish (Danio rerio) as a model Organism*

- [Internet], IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.81517. [13 Nopember 2020]. Tersedia di: <https://www.intechopen.com/online-first/zebrafish-danio-rerio-as-a-model-organism>.
- Kim SH, Sharma C, Khan I, Kang SC. 2017. *Breeding of zebrafish in the laboratory environment for research development. Bangladesh Journal of Pharmacology.* 12: 434-438.
- Kimura T, Nagao Y, Hashimoto H, Yamamoto-Shiraishi Y, Yamamoto S, Yabe T, Takada S, Kinoshita M, Kuroiwa A, Naruse K. 2014. *Leucophores are similar to xanthophores in their specification and differentiation processes in medaka. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.* 111(20): 7343–7348. <https://doi.org/10.1073/pnas.1311254111>
- Lamason RL, Mohideen MA, Mest JR, Wong AC, Norton HL, Aros MC, Jurynek MJ, Mao X, Humphreville VR, Humbert JE, Sinha S *et al.*, 2005. *SLC24A5, a putative cation exchanger, affects pigmentation in zebrafish and humans. Science.* 310(5755): 1782–1786. <https://doi.org/10.1126/science.1116238>
- Lawrence C. 2007. *The husbandry of zebrafish (Danio rerio): a review. Aquaculture.* 269:1-20.
- Lawrence C, Mason T. 2012. *Zebrafish Housing systems: a review of basic operating principles and considerations for design and functionality, ILAR Journal.* 53(2):179-191. <https://doi.org/10.1093/ilar.53.2.179>
- Leonelli S, Ankeny RA. 2013. *What makes a model organism? Endeavour.* 37(4): 209–212. doi: 10.1016/j.endeavour.2013.06.001
- Lidster K, Readman GD, Prescott MJ, Owen SF. 2017. *International survey on the use and welfare of zebrafish Danio rerio in research. Journal of Fish Biology.* 1-15. doi:10.1111/jfb.13278
- Lin S. 2000. Transgenic Zebrafish. Di dalam: Tuan RS, Lo CW, editor. *Developmental Biology Protocols. Volume II. Methods in Molecular Biology™.* Vol 136. New Jersey (US): Humana Press.
- Mayer J, Donnelly TM. 2013. *Swim Bladder Disease/Buoyancy Disorders*, Clinical Veterinary Advisor, W.B. Saunders, 2013, Pages 36-37, ISBN 9781416039693, <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-3969-3.00025-1>.
- Meyers JR. 2018. Zebrafish: *Development of a vertebrate model organism. Current Protocols Essential Laboratory Technique.* 16(1):e19. doi:10.1002/cpet.19.
- Norton A, Franse KF, Daw T, Gordon L, Vitiello PF, Kinkel MD. 2019. *Larval rearing methods for small-scale production of healthy zebrafish. Eastern Biologist.* 33–46.



- [NCB] Nuffield Councils on Bioethics (UK). 2005. *The ethics of research involving animals. London (UK): Nuffield Council on Bioethics.*
- Nugroho H, Pasaribu M, Ismail S. 2018. Toksisitas akut ekstrak *Alburtisia papuana* Becc. pada *Daphnia magna* dan *Danio rerio*. *Biota*. 3: 96-103.
- Parichy DM. 2015. *Advancing biology through a deeper understanding of zebrafish ecology and evolution. eLife*. 4. doi:10.7554/elife.05635
- Pitchai A, Rajaretinam RK, Freeman JL. 2019. *Zebrafish as an emerging model for bioassay-guided natural product drug discovery for neurological disorders. Medicines*. 6(2): 61
- Orger MB, de Polavieja GG. 2017. *Zebrafish behavior: opportunities and challenges. Annual Review of Neuroscience*. 40(2017): 125-147. doi:10.1146/annurev-neuro-071714-033857
- Reed B, Jennings M. 2011. *Guidance of House and Care of Zebrafish*. [internet][diunduh pada 18 Agustus 2019] Tersedia di: <https://www.scilifelab.se/wp-content/uploads/2013/10/Guidance-ikan-zebra.pdf>.
- Richards JG. 2011. Bony fishes zebrafish. Di dalam:Farrell AP, editor. *Encyclopedia of Fish Physiology from Genome to Environment* [Internet]. [diakses pada 20 Januari 2021]. Tersedia pada: <https://www.sciencedirect.com/topics/immunology-and-microbiology/cypriniformes>.
- Rine J. 2014. *A future of the model organism model. Mol Biol Cell*. 25: 549-553.
- Roxo-Rosa M, Lopes SS, Carvalho JCT, Murgas LDS, Kakhmola-Mani R, Katari DP, Mittal K, Bozkurt Y. 2020. *Zebrafish in Biomedical Research*, Bozkurt A, editor. *London (UK): IntechOpen*.
- Ruhl N, McRobert SP, Currie WJ. 2009. *Shoaling preferences and the effects of sex ratio on spawning and aggression in small laboratory populations of zebrafish (Danio rerio). Lab Animal*. 38(8): 264–269. <https://doi.org/10.1038/labon0809-264>
- Schilling TF. 2002. *The morphology of larval and adult ikan zebra in Nusslein-Voldhard & Dahm*. 2002. *Ikan zebra-A Practical Approach; Oxford University Press, Oxford, UK dalam Reed B dan Jennings M*. 2011. *Guidance of House and Care of Zebrafish*. [internet][diunduh pada 18 Agustus 2019] Tersedia di: <https://www.scilifelab.se/wp-content/uploads/2013/10/Guidance-ikan-zebra.pdf>.
- Simmons D. 2008. *The use of animal models in studying genetic disease: transgenesis and induced mutation* [Internet]. [diunduh pada 18 Agustus 2019] Tersedia pada: <https://www.nature.com/scitable/topicpage/the-use-of-animal-models-in-studying-855/>.

- Simonetti RB, Marques LS, Streit DPJ, Oberst ER. 2015. *Zebrafish (Danio rerio): the future of animal model in biomedical research*. *Journal of FisheriesSciences.com*. 9(3): 039-045.
- Smith SA. 2014. *Welfare of laboratory fishes*. Dalam *Laboratory Animal Welfare*. 301-311. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-385103-1.00017-8>.
- Souravgg8. 2019. *Fancy fantail goldfis bred and raise in India* [Foto]. Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Goldfish#/media/File:Katri.jpg>
- Spence R. 2007. *The natural ecology and behaviour of zebrafish*. LASA Alternatives Section Meeting on Environmental Enrichment for Fish; 2007 Maret 8; Loughborough, UK dalam Reed B dan Jennings M. 2011. *Guidance of House and Care of Zebrafish* [Internet][diunduh pada 18 Agustus 2019] Tersedia di: <https://www.scilifelab.se/wp-content/uploads/2013/10/Guidance-ikan-zebra.pdf>.
- Stackhouse H. 1966. Some aspects of pteridine biosynthesis in amphibians. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 17(1): 219–235. doi:10.1016/0010-406x(66)90022-3
- Streisinger G, Singer F, Walker C, Knauber D, Dower N. 1986. *Segregation analyses and gene-centromere distances in zebrafish*. *Genetics*. 112: 311-319.
- Teame T, Zhang Z, Ran C, Zhang H, Yang Y, Ding Q, Xie M, Gao C, Ye Y, Duang M *et al*. 2019. The use of zebrafish (*Danio rerio*) as biomedical models. *Anim Front*. 9(3):68-77. doi: 10.1093/af/vfz020
- Trevarrow B, Robison B. 2004. *Genetic backgrounds, standard lines, and husbandry of zebrafish*. Di dalam: *Methods in Cell Biology*. Volume 77. Elsevier Inc. DOI:10.1016/S0091-679X(04)77032-6.
- Viridaflavus. 2009. *CarassiusCarassius8* [Foto]. Wikipedia. [https://en.wikipedia.org/wiki/Crucian\\_carp#/media/File:CarassiusCarassius8.JPG](https://en.wikipedia.org/wiki/Crucian_carp#/media/File:CarassiusCarassius8.JPG)
- Westerfield M. 2007. *The Zebrafish Book: a guide for the laboratory use of zerafish (Danio rerio)*. Ed ke-5. Eugene (US). University of Oregon Press.
- Wilk R, Ali N, England SJ, Lewis KE. 2018. Using Zebrafish to Bring Hands-On Laboratory Experiences to Urban Classrooms. *Zebrafish*. 15(2): 156–178. <https://doi.org/10.1089/zeb.2017.1503>
- Yuniarto A, Sukandar EY, Fidrianny I, Adnyana IK. 2017. Aplikasi zebrafish (*Danio rerio*) pada beberapa model penyakit eksperimental. *Media Pharmaceutica Indonesiana*. 1: 116-126.
- [ZIRC] *Zebrafish International Resource Center*. 2021. Frequently asked questions [Internet]. [diakses pada tanggal 21 Januari 2021]. Tersedia pada: <https://zebrafish.org/documents/faq.php>

- Zhdanova I. 2005. Zebrafish: *High throughput approach to sleep research. International Conference on Methods and Techniques in Behavioural Research (Measuring Behaviour 2005)*; 2005 Agt 30-Sep 2; Wageningen, Belanda. Zebcare. 2020. Zebrafish facilities [Internet] [diunduh pada 7 Juli 2020] Tersedia pada <https://www.zebcare.nl/zebrafish-facilities/>
- Ziegler I. 2003. *The pteridine pathway in zebrafish: regulation and specification during the determination of neural crest cell-fate. Pigment Cell Research.* 16(3): 172-182. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0749.2003.00044.x>

## PROFIL PENULIS



**Umul Karimah, M.Si.** Penulis menyelesaikan pendidikan S1 Biokimia, FMIPA (Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam) Institut Pertanian Bogor). Dan Melanjutkan pendidikan S2 Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati di Institut Teknologi Bandung (ITB). Penulis mempunyai minat di bidang Biokimiawi Penglihatan (*Biochemistry of Visual Cycle*) dengan ikan zebra sebagai hewan model. Pekerjaan penulis adalah seorang dosen Biokimia dan Bioteknologi di Program Studi Farmasi Universitas Nadhlatul Ulama Kalimantan Timur. E-mail [umulkarimah1988@gmail.com](mailto:umulkarimah1988@gmail.com)

Pemeliharaan

# IKAN ZEBRA

(*Danio rerio*) di Laboratorium  
Sebagai Persiapan Hewan Model Penelitian

Ikan zebra (*Danio rerio*) adalah hewan model penelitian yang multiguna. Ikan zebra dapat menjadi pilihan untuk berbagai kebutuhan penelitian di laboratorium, namun ikan zebra dari sumber eksternal tidak bisa langsung dipakai dan harus dikembangbiakkan dulu untuk mendapatkan minimal turunan pertama. Periode untuk mendapatkan turunan F1 tersebut dapat memakan waktu hingga 6 bulan bahkan lebih. Selain luaran akhir berupa ikan zebra F1, masa 6 bulan tersebut dapat menjadi sarana berlatih bagi peneliti dan staf laboratorium untuk mendapatkan kondisi optimal pemeliharaan ikan zebra dan mendapatkan berbagai temuan ilmiah yang menarik. Periode ini juga dapat dimanfaatkan bagi laboratorium untuk melengkapi fasilitas pemeliharaan secara bertahap. Tujuan penulisan buku monograf ini adalah untuk memberikan pengetahuan dan wawasan kepada pembaca terkait berbagai aspek praktis dan ilmiah yang kami temukan dan perlu diantisipasi oleh laboratorium yang mempersiapkan fasilitas pemeliharaan ikan zebra (*Danio rerio*). Buku ini juga merangkum hasil penelitian lain yang relevan dengan pemeliharaan ikan zebra di laboratorium. Aspek praktis dan ilmiah tersebut meliputi variasi ikan zebra *wild type* dan cara memperolehnya dari pembiakan, pemilihan kelompok ikan untuk pembiakan, penyiapan dan pemeriksaan media larva, pemilihan pakan dan pemeliharaan larva, variasi pola tubuh ikan yang dihasilkan, dan penyakit ikan.