

Perbandingan antara Frekwensi Denyut Jantung Katak (*Rana sp.*) dengan Frekwensi Denyut Jantung Mencit (*Mus musculus*) Berdasarkan Ruang Jantung

Comparison of Heartbeat Frequencies between Frog (*Rana sp.*) and Mice (*Mus Musculus*) Based on Their Heart Chambers

I Wayan Merta*, Syachruddin AR, Imam Bachtiar, dan Kusmiyati

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram
E-mail: Iwayanmerta.fkip@gmail.com *Penulis untuk korespondensi

Abstract

Heartbeat of poikilothermic and homeothermic animals have different mechanism of regulation. Frog and mice also show different number of heart-chambers, three and four chambers respectively. This study aimed to compare heartbeat frequencies of frog (*Rana Sp*) and mice (*Mus musculus*), based on their heart chambers. Sample of the study was 20 sexually mature common green frogs (*Rana sp.*) weighted 25-50g and 20 mice (*M. musculus strain BALB/C*) weight 25-30g. Both sample sets were anaesthetized to section their thoracic heart protection. Heartbeat was measured in laboratory on this opened thoracic and anaesthetized condition. Results showed average heartbeats of frog and mice were 64.00 ± 8.535 and 107.90 ± 16.026 beat per minute respectively. Comparison of the two averages showed significant difference. There was no significant correlation between heartbeat frequency and weight on both animals. It is discussed that differences in heartbeat frequency between the two animals were most likely due to the difference in thermal regulation and heart chambers. Poikilothermic animal has lower heartbeat frequency than homeothermic animal.

Keywords: heartbeat, frequency, frog, mice

Abstrak

Hewan poikilotherm dan homeotherm memiliki mekanisme regulasi denyut jantung berbeda. Katak (*Rana sp.*) dan mencit (*Mus musculus*) memiliki ruang jantung berbeda, ruang jantung katak sebanyak 3 ruangan dan mencit 4 ruangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan frekwensi denyut jantung katak (*Rana sp.*) dengan frekwensi denyut jantung mencit (*Mus musculus*) berdasarkan ruang jantung. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah mencit (*Mus musculus*) strain BALB/C dengan berat badan 25 – 30 gr. dalam keadaan sehat, sebanyak 20 ekor dan katak (*Rana sp.*) dewasa dengan berat badan 25 – 50 gr. sebanyak 20 ekor. Dilakukan pembiusan dan pembedahan pada setiap sampel untuk mendapatkan frekwensi denyut jantung per menit. Hasil penelitian diperoleh mencit memiliki rata-rata denyut jantung $107,90 \pm 16,026$ per menit, sedangkan denyut jantung rata-rata katak $64,000 \pm 8,535$ per menit. Perbedaan rata-rata denyut jantung kedua sampel tersebut signifikan ($t=11,228$; $db=38$; $P<0,01$). Ada perbedaan secara signifikan frekwensi denyut jantung katak (*Rana sp.*) dengan frekwensi denyut jantung mencit (*Mus musculus*) berdasarkan ruang jantung. Berat badan katak (*Rana sp.*) dan mencit (*Mus musculus*) tidak berhubungan secara signifikan terhadap denyut jantung.

Kata kunci: Katak (*Rana sp.*), Mencit (*Mus musculus*), dan Frekwensi denyut jantung

Diterima: 20 Agustus 2016, disetujui: 09 September 2016

Pendahuluan

Sistem peredaran darah adalah sistem yang mempunyai sangkut paut dengan pergerakan darah di dalam pembuluh darah dan juga perpindahan darah dari satu tempat ke

tempat lain. Salah satu peranan penting peredaran darah adalah mengangkut oksigen (O_2) dari paru-paru ke seluruh jaringan.

Secara struktur/anatomi jantung katak (*Rana* sp.) berbeda dengan jantung mencit (*Mus musculus*). Jantung katak terdiri-dari 3 ruangan yaitu 2 atrium telah terbagi dengan sempurna oleh septum inter-uariculum menjadi atrium kiri dan kanan dan 1 ventrikel (Nawang Sari, 2010, dan Tatang, 2014). Sedangkan jantung pada mencit terdiri dari 4 ruangan yaitu 2 atrium dan 2 ventrikel yang sudah dipisahkan oleh suatu septum sehingga menjadi ruangan-ruangan yang terpisah secara sempurna (Milton 2013; Hadikastowo, 2011).

Ruangan jantung katak yang terdiri dari 1 ventrikel akan berpengaruh terhadap peredaran darahnya. Karena darah yang datang dari seluruh tubuh kaya akan CO₂ akan tercampur kembali dengan darah yang datang dari paru-paru (pulmo) yang kaya akan O₂. Peredaran darah seperti ini tidaklah efektif dan efisien, karena selalu terjadi kombinasi lagi di ventrikel darah yang kaya O₂ dengan CO₂. (Campbell dkk., 2004). Peredaran darah seperti ini mempunyai pengaruh terhadap suplai O₂ pada tingkat jaringan. Tidak menutup kemungkinan akan terjadi hipoksia. Hipoksia adalah defisiensi O₂ pada tingkat jaringan (Ganong, 2010).

Hipoksia tidak boleh terjadi, karena berpengaruh terhadap proses fisiologi terutama oksidasi biologis dalam hal pengadaan ATP. Untuk mengatasi supaya tidak terjadi hipoksia, maka di dalam tubuh katak akan mengalami adaptasi fisiologis yaitu dengan cara meningkatkan frekwensi denyut jantung. (Isnaeni, W. 2006). Peningkatan frekwensi denyut jantung diharapkan suplai darah yang mengandung O₂ pada tingkat jaringan dapat ditingkatkan sehingga kejadian hipoksia dapat dihindarkan.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui perbedaan frekwensi denyut jantung katak (*Rana* sp.) dengan frekwensi denyut jantung mencit (*Mus musculus*) berdasarkan ruang jantung.

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian komparatif yang bersifat membandingkan antara frekwensi denyut jantung katak dengan frekwensi denyut jantung mencit berdasarkan

ruang jantungnya. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah mencit (*Mus musculus*) strain BALB/C dengan berat badan 25 – 30 gr. dalam keadaan sehat, sebanyak 20 ekor dan katak (*Rana* sp.) dewasa dengan berat badan 25 – 50 gr. sebanyak 20 ekor. Hewan coba diperoleh dari Laboratorium FKIP Universitas Mataram. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah hewan coba (mencit dan katak), pakan mencit berupa pellet, aquades, eter, larutan ringer dan kapas. Alat berupa lop, *hand counter*, timbangan digital merk Mittlet PJ 400, seperangkat alat bedah, dan papan bedah.

Prosedur pengumpulan data mencit dan katak yang dijadikan sampel dibedah, dengan cara sampel dibius dengan eter, rongga dada dibedah sehingga kelihatan jantungnya. Kemudian dilakukan perhitungan denyut jantung, frekwensi denyut jantung dihitung per menit. Selama perhitungan frekwensi denyut jantung tetap diberikan larutan ringer. Data dianalisis dengan uji t dibantu dengan perangkat lunak MS Excell yang sudah ditambah menu Data Analysis dengan fasilitas Add-In.

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian frekwensi denyut jantung mencit (*Mus musculus*) dengan frekwensi denyut jantung katak (*Rana* sp.) dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan rerata frekwensi denyut jantung mencit (*Mus musculus*) per menit sebesar 107,90, sedangkan rerata frekwensi denyut jantung katak (*Rana* sp.) sebesar 69,000.

Hasil pengamatan berat badan mencit (*Mus musculus*) dan berat badan katak (*Rana* sp.) dapat dilihat pada Gambar 2.

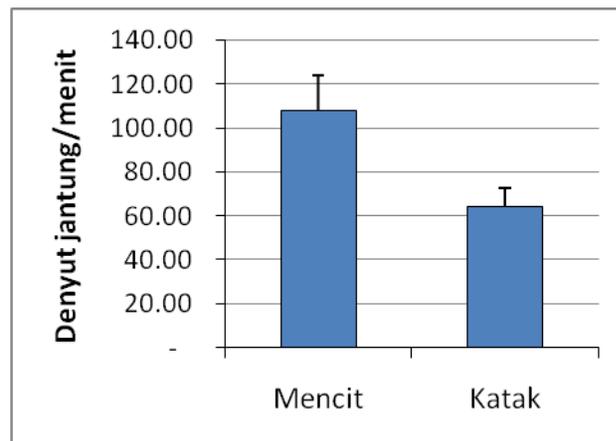
Gambar 2. menunjukkan rerata berat badan mencit (*Mus musculus*) sebesar 21,187±2,282 gram, sedangkan rerata berat badan katak (*Rana* sp.) sebesar 38,759±7,911 gram.

Data berat badan dan denyut jantung mempunyai karakteristik yang berbeda sehingga dianalisis dengan statistik yang berbeda pula. Data berat badan tidak memiliki ragam yang homogen (F=3,253; db=19,19; P<0,05), sedangkan data denyut jantung mempunyai ragam yang homogen (F=1,893; db=19,19;

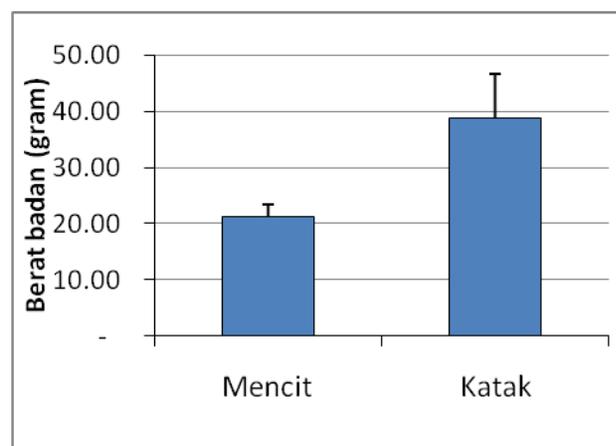
Perbandingan Antara Frekwensi Denyut Jantung Katak (Rana sp.) dengan Frekwensi Denyut Jantung Mencit (Mus musculus)

$P > 0,05$). Transformasi data berat badan tidak dapat membuat ragam yang homogen. Perbandingan berat badan antara mencit dan katak dianalisis dengan menggunakan uji t untuk ragam yang tidak homogen. Perbedaan denyut jantung antara katak dan mencit dianalisis dengan rumus uji t. Kedua analisis statistik tersebut dilakukan menggunakan perangkat lunak MS Excell yang sudah ditambah menu *Data Analysis* dengan fasilitas *Add-In*.

Berat badan sampel penelitian menunjukkan perbedaan. Mencit yang dijadikan sampel penelitian mempunyai berat badan rata-rata (\pm SD) $21,187 \pm 2,282$ gram (Gambar 2). Katak yang menjadi sampel memiliki berat badan rata-rata yang lebih tinggi yaitu $38,759 \pm 7,911$ gram. Perbedaan berat badan kedua sampel tersebut signifikan ($t=9,545$; $db=22$; $P < 0,05$).



Gambar 1. Perbandingan antara frekwensi denyut jantung Mencit (*Mus musculus*) dengan katak (*Rana sp.*). Batang galat menunjukkan 1 standar deviasi (SD).



Gambar 2. Perbandingan berat badan mencit (*Mus musculus*) dan katak (*Rana sp.*) Batang galat menunjukkan 1 standar deviasi (SD).

Berat badan mencit dan katak ternyata tidak mempengaruhi denyut jantung mereka. Analisis regresi menunjukkan bahwa hubungan antara berat badan dengan denyut jantung mencit tidak signifikan ($F=0,805$; $db=1,18$; $P>0,05$) dengan koefisien determinasi yang sangat rendah ($R^2=0,043$). Hubungan regresi yang tidak signifikan juga ditemukan pada berat badan dan denyut jantung katak ($F=0,203$; $db=1,18$; $P>0,05$) dengan koefisien determinasi yang lebih rendah lagi ($R^2=0,011$). Perbandingan denyut jantung mencit dan katak dapat dilanjutkan tanpa menghiraukan variabel berat badan, karena berat badan tidak mempengaruhi denyut jantung (Campbell, 2004)

Mencit memiliki rata-rata denyut jantung $107,90 \pm 16,026$ per menit, sedangkan denyut jantung rata-rata katak $64,000 \pm 8,535$ per menit. Perbedaan rata-rata denyut jantung kedua sampel tersebut signifikan ($t=11,228$; $db=38$; $P<0,001$).

Sistem peredaran darah terdiri dari jantung/cor, pembuluh darah (aorta, arteri kapiler, vena), dan darah. Jantung merupakan organ sebagai pemompa darah, sedangkan darah berfungsi sebagai transportasi nutrient, oksigen, karbon dioksida, ampas metabolisme dan hormon (Ganong, 2010). Jantung katak (*Rana* sp.) terdiri dari tiga ruangan yaitu dua atrium dan satu ventrikel (Campbell, 2004). Peredaran darah katak termasuk peredaran ganda dan tertutup. Peredaran darah pulmoner, darah dipompa dari ventrikel masuk ke pulmo melalui arteri pulmonalis kemudian darah kaya oksigen akan masuk kedalam atrium kiri. Peredaran darah sistemik, darah dipompa dari ventrikel masuk ke aorta, arteri, kapiler, kemudian nutrisi dan oksigen disuplai pada sel. Darah kaya karbon dioksida akan kembali ke jantung melalui vena, dan vena kava, dan bermuara pada atrium kanan (Campbell, 2004). Dikatakan lebih lanjut oleh Radita (2012), peredaran darah semacam ini dianggap tidak efektif dan efisien karena darah yang kaya oksigen tercampur dengan darah yang kaya karbon dioksida di ventrikel.

Sistem pernapasan pada katak dengan paru-paru, dikatakan oleh Radita (2012), belum sebaik paru-paru pada hewan mamalia. Peredaran darah dan sistem pernapasan katak dengan menggunakan paru-paru belum baik, tidak menutup kemungkinan akan terjadi

hipoksia. Sistem pernapasan dan sistem kardiovaskular saling berhubungan. Sistem pernapasan sebagai penyedia oksigen sedangkan darah dengan Hb nya mensuplai oksigen pada tingkat jaringan dan sel. Ketika aktifitas tubuh tinggi terjadi peningkatan frekwensi denyut jantung yang diiringi oleh peningkatan rate respirasi. Sehingga homeostasis oksigen tetap terjaga (Ganong, 2010).

Beda dengan jantung pada mencit terdiri dari empat ruangan yaitu dua atrium kiri dan kanan, dan dua ventrikel kiri dan kanan. Peredaran darah mencit termasuk peredaran darah tertutup dan ganda. Darah yang kaya oksigen dengan darah kaya karbon dioksida sudah terpisah dengan sempurna (Dani dan Irfan, 2014). Suplai Oksigen pada tingkat jaringan tergantung dari kuat lemahnya kontraksi/sistol dan relaksasi/diastol dari jantung dan frekwensi denyut jantung per menit (Ganong, 2010). Semakin kuat jantung melakukan sistol dan frekwensi denyut jantung per menit meningkat semakin banyak darah yang kaya oksigen dapat disuplai pada tingkat jaringan, begitu sebaliknya (Ganong, 2010).

Dari hasil penelitian didapat frekwensi denyut jantung katak per menit lebih rendah daripada mencit. Mencit memiliki rata-rata denyut jantung $107,90 \pm 16,026$ per menit sedangkan denyut jantung rata-rata katak $64,000 \pm 8,535$ per menit. Hasil uji statistik dengan uji t, didapat perbedaan rata-rata denyut jantung kedua sampel tersebut signifikan ($t = 11,228$; $db = 38$; $P<0,001$). Kenyataan ini dapat dijelaskan sistem pernapasan pada katak selain dengan paru-paru, dapat juga menggunakan rongga mulut (Radita, 2012). Selaput rongga mulut dapat berfungsi sebagai alat pernapasan karena tipis dan banyak mengandung kapiler-kapiler darah. Pada saat terjadi gerakan rongga mulut dan faring lubang hidung terbuka dan glottis tertutup, sehingga udara berada di rongga mulut dan masuk melalui selaput rongga mulut yang tipis (Radita, 2012). Katak juga menggunakan kulit untuk pernapasan melalui difusi. Kulit mengandung banyak kapiler-kapiler darah. Pernapasan dengan kulit berlangsung dengan efektif (Radita, 2012).

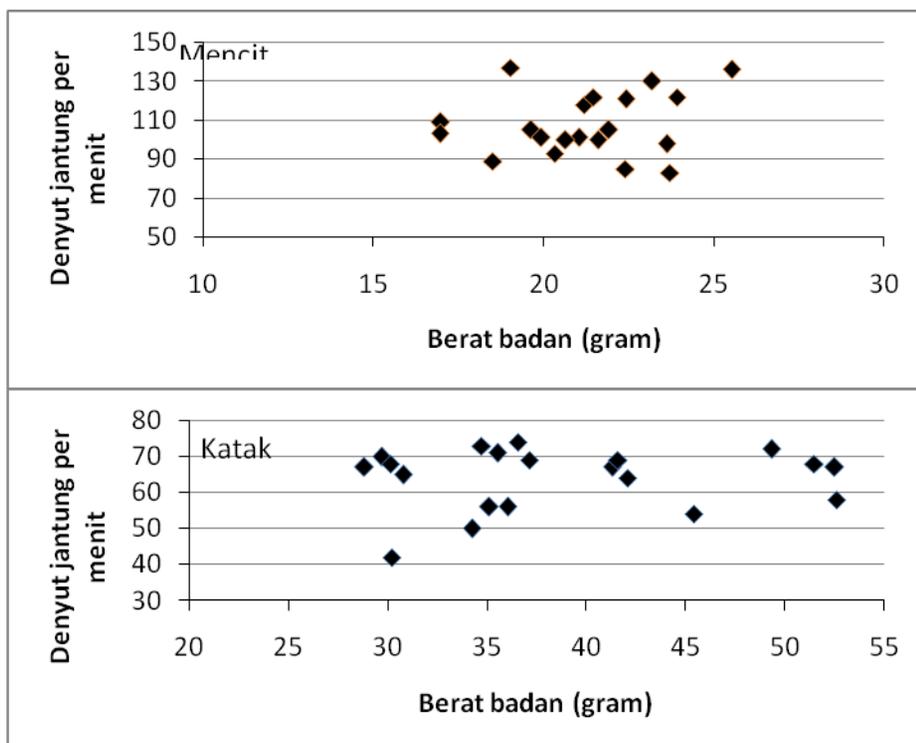
Katak merupakan hewan berdarah dingin (*poikiloterm*), artinya memiliki suhu tubuh yang berubah sesuai dengan lingkungan. Beda dengan mencit termasuk hewan berdarah panas

Perbandingan Antara Frekwensi Denyut Jantung Katak (Rana sp.) dengan Frekwensi Denyut Jantung Mencit (Mus musculus)

(*homoioterm*). Mencit dapat menjaga suhu tubuhnya tetap stabil meskipun terjadi fluktuasi suhu lingkungan. Ketika suhu lingkungan dingin, metabolisme meningkat sehingga suhu tubuh relatif hangat daripada lingkungan (Eckert, 2012). Ketika metabolisme meningkat dibutuhkan oksigen yang banyak. Kebutuhan akan oksigen yang banyak memicu frekwensi denyut jantung meningkat dan diiringi peningkatan rate pernapasan. Beda dengan katak melakukan adaptasi tingkah laku untuk menstabilkan suhu tubuh tidak bergantung pada metabolisme tubuh (Yushinta, 2002). Hal ini yang menyebabkan frekwensi denyut jantung katak per menit lebih rendah dari frekwensi denyut jantung mencit per menit.

Sifat otot jantung, otot jantung terdiri dari yaitu jaringan nodal, jaringan purkinje, dan jaringan biasa. Jaringan nodal pada mamalia dalam jantung terletak pada dua daerah, yaitu: *sinoauricularis* (SA node) merupakan pusat keiramaan denyut jantung/ pusat denyut jantung,

dan nodal *atrioventricularis* (AV node). Pada katak pusat keiramaan denyut jantung terletak pada sinus venosus. Jaringan purkinje merupakan jaringan konduksi yang khusus yang terutama berfungsi menghantarkan impuls dengan relatif cepat di dalam jantung (Goenarso, 2005; Yowono, 2001). Jaringan purkinje hanya terdapat pada hewan mamalia termasuk mencit, sedangkan pada katak tidak mengandung purkinje. Pada katak impuls yang mula-mula ditimbulkan oleh sinus venosus kemudian dirambatkan ke atrium dan akhirnya dirambatkan ke ventrikel. Impuls tersebut merambat melalui serabut otot atrium dan serabut otot ventrikel dan tidak merambat melalui sistem konduksi jaringan purkinje seperti yang terjadi pada mencit. Perambatan impuls tanpa melalui sistem konduksi jaringan purkinje memengaruhi kecepatan perambatan impuls yaitu perambatan impuls relatif lambat sehingga frekwensi denyut jantung lebih rendah dari mamalia misalnya mencit.



Gambar 3. Hubungan antara berat badan dengan denyut jantung pada mencit dan katak. Denyut jantung mencit lebih tinggi daripada katak. Mencit memiliki rata-rata denyut jantung $107,90 \pm 16,026$ per menit, sedangkan denyut jantung rata-rata katak $64,000 \pm 8,535$ per menit.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan ada perbedaan yang signifikan antara frekwensi denyut jantung katak (*Rana* sp.) dengan frekwensi denyut jantung mencit (*Mus musculus*) berdasarkan ruang jantung. Berat badan katak (*Rana* sp.) dan mencit (*Mus musculus*) tidak berhubungan secara signifikan dengan denyut jantung.

Daftar Pustaka

- Campbell. 2004. *Biologi Edisi Kelima Jilid Tiga*. Jakarta: Erlangga
- Dani dan Irfan. 2014. *Sistem Peredaran Darah Pada Katak*. Pustaka Pandani.
- Eckert, R. 2012. *Animal Energetics and Temperature in: Animal Physiology Mechansm and Adaptation*. 2nd Edition. WH Freeman and Company. New York, halaman 23-25
- Ganong, W.F. 2010. *Fisiologi Kedokteran*. Edisi ke 10. Terjemahan Adhi Dharma. ECG. Penerbit Buku Kedokteran Jakarta.
- Ganong, F.G. 2010. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran Edisi14*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran Hewan EGC.
- Goenarso, D. 2012. *Fisiologi Hewan*. UT
- Hadikastowo. 2011. *Anatomi Komparativa* Penerbit Alumni Bandung.
- Isnaeni, W. 2006. *Fisiologi Hewan*. Yogyakarta, Kanisius.
- Milton Hildebrand. 2013. *Analysis of Vertebrate Structure*, Third Edition, United State Of America.
- Nawangsari, S. 2010. *Zoologi*. Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat Institut Pertanian Bogor.
- Radita. 2012. *Respirasi Pada Katak*, Pustaka Pandani
- Sugiyono. 1997. *Statistik Untuk Penelitian*. Bandung . CV Alfabeta.
- Tatang, D. 2014. *Analisa Struktur Vertebrata*, jilid 2 Penerbit Armico Bandung.
- Yuwono, E. 2001. *Fisiologi Hewan 1*, Fakultas Biologi, UNSOED, Purwekerto.
- Yushinta. 2002. *Fisiologi Ikan*. Faskultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanudin, Makassar.