



PEDOMAN *LAB SKILLS* FISILOGI VETERINER

A. Sistem Respirasi

Sistem respirasi adalah sistem organ yang berperan dalam memenuhi kebutuhan oksigen serta mengeluarkan karbon dioksida yang dihasilkan dari proses metabolisme sel. Mekanisme sistem respirasi melibatkan masuknya udara dari luar yang kemudian terjadi pertukaran gas pada pulmo untuk menghasilkan energi. Terdapat dua mekanisme utama dalam sistem respirasi, yaitu inspirasi dan ekspirasi. Inspirasi yaitu ketika tekanan udara dalam rongga dada lebih kecil dari luar, sehingga udara masuk. Sedangkan, ekspirasi merupakan kondisi ketika tekanan udara dalam rongga dada lebih besar dari luar, sehingga udara keluar.

Proses inspirasi dan ekspirasi berlangsung secara berulang dan membentuk siklus respirasi. Frekuensi terjadinya siklus tersebut dapat digunakan sebagai salah satu indikator untuk menilai kondisi sistem respirasi pada hewan. Salah satu parameter yang digunakan untuk mengukur frekuensi tersebut adalah *respiratory rate* (RR) atau laju respirasi. RR adalah jumlah siklus respirasi yang dilakukan dalam waktu satu menit. Pengukuran ini berfungsi sebagai salah satu tanda vital utama untuk mengevaluasi fungsi sistem respirasi, metabolisme tubuh, serta mendeteksi adanya gangguan atau respons kompensasi tubuh terhadap suatu gejala penyakit. Perhitungan RR dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Respiration rate: } \frac{\text{Selisih NaOH yang digunakan pada gelas Perlakuan (ml) dan Kontrol} \times k}{\text{berat badan (gram)} \times \text{waktu (jam)}}$$

dengan k = konstanta (10 $\mu\text{mol CO}_2$)

1. Komparasi Sistem Respirasi

a) Hewan Domestik

Secara umum, sistem respirasi terdiri atas saluran respirasi dan pulmo. Saluran respirasi meliputi rongga hidung, faring, laring, trakea, bronkus, dan bronkiolus yang berfungsi mengalirkan, menyaring, menghangatkan, serta melembapkan udara sebelum mencapai bagian



respirasi pulmo. Pada bagian distal saluran respirasi terdapat alveolus yang menjadi lokasi utama pertukaran gas antara udara dan darah. Alveolus memiliki permukaan luas, dinding tipis, dan berdekatan dengan jaringan kapiler, sehingga memungkinkan terjadinya difusi secara efisien antara oksigen dan karbon dioksida melalui membran alveolus-kapiler.

Ventilasi paru pada hewan domestik berlangsung melalui inspirasi dan ekspirasi yang menghasilkan pergerakan udara antara lingkungan dan pulmo. Pada inspirasi, diafragma dan otot inspirasi berkontraksi dan menyebabkan volume rongga toraks meningkat sehingga tekanan intrapulmoner menurun dibandingkan tekanan atmosfer dan udara masuk ke dalam pulmo. Sebaliknya, pada ekspirasi, otot inspirasi berelaksasi dan terjadi *recoil* elastis pada jaringan paru berelaksasi yang menyebabkan volume rongga toraks berkurang sehingga tekanan intrapulmoner meningkat dan udara terdorong keluar. Setelah udara mencapai alveolus, oksigen berpindah dari alveolar ke darah berdasarkan gradien tekanan parsial, sedangkan karbon dioksida bergerak dari darah menuju alveolus untuk kemudian dikeluarkan melalui ekspirasi. Oksigen yang masuk ke dalam darah selanjutnya diangkut dengan berikatan pada hemoglobin dan didistribusikan ke jaringan tubuh, sedangkan karbon dioksida dari jaringan diangkut kembali menuju pulmo untuk dikeluarkan.

Meskipun mekanisme dasar tersebut terdapat pada berbagai mamalia domestik, struktur dan karakteristik sistem respirasi dapat menunjukkan variasi antarspesies. Perbedaan tersebut dapat ditemukan pada bentuk dan percabangan saluran respirasi, struktur paru, tingkat lobulasi, serta karakteristik mekanik paru. Variasi anatomi tersebut berkaitan dengan kebutuhan fisiologis dan karakteristik spesies masing-masing. Dengan demikian, sistem respirasi hewan domestik dapat dipahami sebagai suatu kesatuan antara struktur saluran respirasi, mekanisme ventilasi, dan proses pertukaran gas yang secara terintegrasi



mempertahankan suplai oksigen dan eliminasi karbon dioksida untuk menunjang homeostasis tubuh.

b) Pisces

Mekanisme respirasi pada pisces terdiri atas fase inspirasi dan ekspirasi. Ikan melakukan fase inspirasi dengan membuka mulut yang menyebabkan tekanan pada rongga mulut dan insang menjadi rendah sehingga air akan masuk ke dalam rongga mulut. Sedangkan, fase ekspirasi pada pisces merupakan fase pengeluaran air. Saat inspirasi, celah mulut menutup dan operkulum membuka sehingga tekanan rongga mulut akan meningkat. Ketika tekanan meningkat, air yang semula di rongga mulut akan keluar melewati celah operkulum dan menyentuh filamen insang. Permukaan filamen insang memiliki kapiler darah di dalam lamela yang memungkinkan darah mengambil oksigen dari air sekaligus melepaskan karbon dioksida. Aliran air melewati filamen insang membentuk *counter current flow*, yaitu arah aliran yang berlawanan dengan aliran darah. Sistem ini memungkinkan terjadinya difusi oksigen dan karbon dioksida secara optimal. Sistem *counter current flow* ini terjadi pada insang ikan.

Respirasi pisces melibatkan air yang masuk melalui mulut menuju rongga mulut, lalu keluar melalui operkulum (*lid*) dan filamen insang (*gill filament*). Air mengalir melewati filamen insang yang tersusun atas lamela berisi kapiler darah. *Counter current flow* menstabilkan tekanan oksigen sehingga mengoptimalkan difusi oksigen dari air ke dalam kapiler darah. Air berperan sebagai medium respirasi yang menyediakan oksigen terlarut untuk berdifusi ke dalam filamen insang. Sementara itu, karbon dioksida yang terlarut dalam darah akan berdifusi keluar ke dalam air. Perpindahan oksigen dan karbon dioksida antara air dan filamen insang berlangsung melalui mekanisme difusi yang secara prinsip serupa dengan pertukaran gas antara alveolus dan kapiler darah di pulmo.



2. Reaksi-Reaksi dalam Proses Respirasi

a) Respirasi Eksternal

Respirasi eksternal merupakan proses pertukaran gas oksigen (O_2) dengan karbon dioksida (CO_2) yang terjadi antara alveoli pulmo dengan darah. Proses pertukaran O_2 dan CO_2 terjadi di alveolus melalui proses difusi. Saat inspirasi, konsentrasi O_2 di alveoli lebih tinggi daripada konsentrasi darah, sehingga terjadi difusi O_2 menuju pembuluh darah kapiler. Sementara saat ekspirasi, konsentrasi CO_2 dalam kapiler darah lebih tinggi sehingga CO_2 akan berdifusi menuju ke alveoli untuk keluar dari tubuh.

Setelah terjadinya proses difusi, sekitar 97% O_2 yang masuk ke pembuluh darah akan diangkut oleh hemoglobin (Hb) membentuk oksihemoglobin dan sisanya larut dalam plasma darah untuk diedarkan ke seluruh tubuh. Setelah O_2 digunakan oleh jaringan tubuh, kandungan O_2 dalam darah akan lebih rendah dan CO_2 lebih tinggi. Darah kaya akan karbon dioksida yang kembali ke pulmo disebut *Deoxygenated blood*. Pengangkutan CO_2 dalam darah dapat melalui 3 cara, diantaranya CO_2 berikatan dengan hemoglobin, terlarut dalam plasma, dan diangkut dalam bentuk ion bikarbonat (HCO_3^-).

b) Respirasi Internal

Respirasi internal adalah proses pertukaran oksigen (O_2) dengan karbon dioksida (CO_2) yang terjadi antara alveolus dengan jaringan atau sel tubuh. Pada dasarnya, darah yang datang dari pulmo mengandung banyak O_2 sehingga disebut *oxygenated blood*. Ketika darah sampai di kapiler jaringan, O_2 dalam darah akan berdifusi masuk ke jaringan atau sel tubuh. Proses tersebut terjadi karena terdapat perbedaan tekanan parsial O_2 antara kapiler darah dengan kapiler jaringan tubuh. O_2 yang telah berdifusi dan masuk ke jaringan tubuh akan digunakan untuk menghasilkan energi melalui respirasi aerob. Proses respirasi aerob menghasilkan CO_2 sebagai hasil sisa dari



metabolisme tersebut. Karena CO_2 terus dihasilkan oleh sel, tekanan parsial CO_2 menjadi lebih tinggi di jaringan tubuh dibanding darah. Hal tersebut menyebabkan CO_2 berdifusi menuju ke kapiler darah.

3. Hubungan Reaksi Respirasi dengan Komposisi Udara Ekspirasi

Saat inspirasi, udara akan mengalir dari tekanan tinggi (atmosfer) menuju ke tekanan rendah (alveoli paru). Proses tersebut terjadi melalui traktus respiratorius. Saat proses inspirasi, konsentrasi O_2 lebih besar dibanding dengan CO_2 . Perbedaan konsentrasi tersebut menyebabkan terjadinya proses pertukaran gas antara darah dengan jaringan tubuh. Singkatnya, O_2 di dalam darah akan mengalami difusi menuju ke jaringan tubuh. Begitupun sebaliknya, CO_2 yang terdapat pada jaringan akan mengalami difusi menuju ke kapiler darah. Di dalam tubuh, O_2 akan digunakan untuk metabolisme yang nantinya menghasilkan CO_2 . Berkebalikan dengan inspirasi, pada saat ekspirasi, udara pada tekanan tinggi akan menuju ke udara dengan tekanan rendah. Oleh karena itu, pada saat ekspirasi, konsentrasi O_2 akan berkurang, sedangkan CO_2 akan meningkat.

4. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Frekuensi Napas Hewan Domestik

a) Spesies

Frekuensi napas antarspesies dapat dipengaruhi oleh variasi anatomi dan fisiologi tiap spesies.

b) Suhu Lingkungan

Suhu lingkungan yang tinggi dapat meningkatkan frekuensi respirasi karena hewan mengalami cekaman panas. Kondisi tersebut menyebabkan tubuh meningkatkan pelepasan panas melalui saluran respirasi sehingga frekuensi respirasi meningkat. Mekanisme tersebut juga merupakan bagian dari termoregulasi, yaitu kemampuan tubuh untuk mempertahankan suhu internal agar tetap stabil melalui berbagai respons fisiologis.



c) Ukuran Tubuh

Makin kecil ukuran hewan, maka makin besar laju metabolismenya dan kebutuhan oksigen yang diperlukan. Hal tersebut karena hewan dengan tubuh kecil memiliki permukaan tubuh lebih lebar jika dibandingkan dengan rasio berat badan sehingga memicu pelepasan panas yang lebih tinggi.

d) Jenis Kelamin

Frekuensi napas pada hewan betina lebih tinggi dibandingkan dengan hewan jantan. Hal tersebut disebabkan oleh mekanisme hormon reproduksi primer, yakni estrogen dan progesteron. Umumnya, mekanisme hormon pada hewan betina lebih kompleks dibandingkan hewan jantan.

e) Aktivitas

Peningkatan aktivitas fisik dapat menyebabkan peningkatan frekuensi respirasi karena otot membutuhkan lebih banyak oksigen untuk menghasilkan energi. Sebagai contoh, ketika hewan melakukan aktivitas secara aktif, kebutuhan oksigen pada otot meningkat sehingga jantung dan pulmo bekerja lebih cepat. Hal tersebut bertujuan agar kebutuhan oksigen dapat terpenuhi. Akibatnya, frekuensi respirasi pada hewan meningkat.

f) Usia

Makin bertambahnya usia hewan, fungsi organ respirasi dapat mengalami penurunan. Pada hewan yang berusia lebih tua, elastisitas pulmo dan efisiensi respirasi dapat menurun. Hal tersebut menyebabkan proses pertukaran oksigen dengan karbon dioksida menjadi kurang optimal sehingga berpengaruh pada frekuensi respirasi hewan.



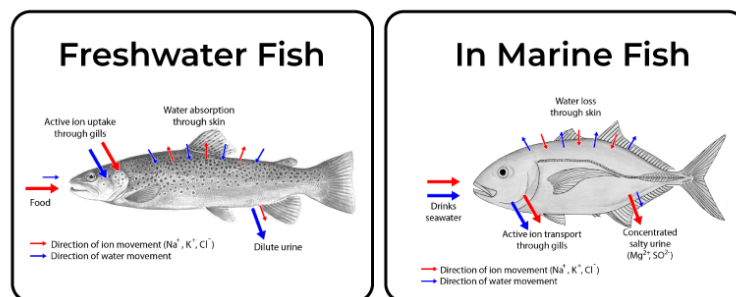
g) Posisi Tubuh

Perubahan posisi tubuh dapat berpengaruh pada struktur pulmo karena adanya gaya gravitasi yang secara otomatis berdampak pada volume pulmo.

B. Osmoregulasi

Osmoregulasi merupakan proses tubuh yang mengatur jumlah air dan garam (ion) di dalam tubuh agar tetap seimbang. Proses tersebut penting karena tubuh ikan mengandung air dan kadar garam (ion) dalam jumlah tertentu. Ikan hidup di lingkungan yang kandungan air dan salinitasnya dapat berbeda dengan cairan pada tubuhnya. Oleh karena itu, osmoregulasi merupakan proses pada tubuh yang penting dilakukan untuk menjaga keseimbangan air dan garam dalam tubuh agar kondisi internal tubuh tetap stabil (homeostasis).

Umumnya, mekanisme osmoregulasi pada ikan air tawar dengan ikan air laut berbeda. Hal tersebut disebabkan oleh kondisi air yang berbeda, terutama dalam hal kadar garamnya. Akibatnya, arah perpindahan air dan garam antara tubuh ikan dengan lingkungannya juga berbeda.



CC BY-SA 3.0

https://en.wikipedia.org/wiki/File:Osmoregulation_Carangoides_bartholomaei_low_en2.png

Gambar 1. Proses osmoregulasi pada ikan

(GeeksforGeeks, 2025)

1. Komparasi Osmoregulasi

a) Pisces air tawar

Umumnya, pisces air tawar menyerap air dari lingkungan sekitarnya melalui proses osmosis. Proses tersebut dibantu oleh salah satu organ respirasi, yaitu insang. Insang pada pisces air tawar akan secara aktif



memasukkan ion, mineral, dan elektrolit dari lingkungan ke dalam tubuh. Untuk mencegah penumpukan air di dalam tubuhnya, ikan akan mengeluarkan kelebihan air tersebut melalui urin. Proses ini menyebabkan urin yang dihasilkan menjadi sangat encer dan berjumlah banyak. Pengeluaran urin yang banyak dapat menimbulkan risiko kekurangan garam pada tubuh pisces. Untuk mengatasinya, insang pisces akan secara aktif mengambil ion seperti Na^+ , K^+ , dan Cl^- dari air.

b) Pisces air laut

Pada dasarnya, air laut lebih banyak mengandung ion, mineral, dan elektrolit dibanding dengan cairan tubuh pisces. Hal tersebut menyebabkan air dari tubuh pisces cenderung keluar melalui proses osmosis. Untuk menyeimbangkan cairan dan ion pada tubuhnya, pisces akan meminum banyak air agar mengganti air yang keluar dari tubuh. Selain itu, pisces juga akan mengeluarkan kelebihan ion dan mineral melalui insang. Ion-ion yang berlebihan akan dikeluarkan secara aktif oleh sel klorida yang terletak di insang.

Tabel 1. Komparasi Osmoregulasi pada Pisces

Kategori	Pisces Air Tawar	Pisces Air Laut
Konsumsi Air	Sedikit	Banyak
Regulasi Ion dalam Tubuh	Mempertahankan ion, mineral, dan elektrolit	Aktif mengeluarkan ion, mineral, dan elektrolit
Ren	Ren dilengkapi glomerulus yang jumlahnya banyak sehingga penyaringan hasil sisa metabolisme berjalan cepat	Ren memiliki sedikit glomerulus sehingga penyaringan hasil sisa metabolisme cenderung lambat



Pengeluaran urin	Banyak dan encer	Sedikit dan pekat
------------------	------------------	-------------------

2. Difusi

Difusi adalah perpindahan partikel atau zat dari daerah dengan konsentrasi tinggi menuju daerah dengan konsentrasi yang lebih rendah hingga tercapai keadaan kesetimbangan (*equilibrium*). Difusi merupakan bentuk transpor pasif, yaitu proses perpindahan zat yang tidak memerlukan energi seluler karena berlangsung mengikuti gradien konsentrasi secara alami. Beberapa faktor yang memengaruhi laju difusi antara lain:

a) Besarnya gradien konsentrasi

Semakin besar perbedaan konsentrasi antara dua titik, semakin cepat laju difusi yang terjadi.

b) Ukuran/massa molekul

Molekul yang berukuran lebih kecil umumnya berdifusi lebih cepat dibandingkan dengan molekul yang berukuran lebih besar.

c) Luas permukaan

Semakin luas permukaan tempat berlangsungnya difusi, semakin cepat pula laju difusinya.

d) Ketebalan membran atau jarak difusi

Semakin tipis membran atau semakin pendek jarak yang harus ditempuh partikel, semakin cepat laju difusinya.

e) Suhu

Semakin tinggi suhu, semakin besar energi kinetik partikel sehingga laju difusi turut meningkat.

3. Osmosis

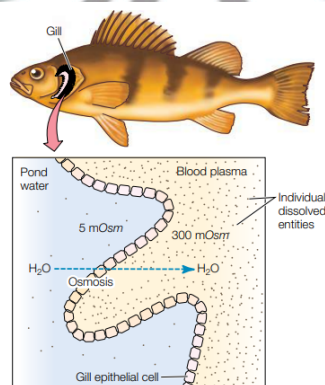
Osmosis adalah perpindahan molekul air melalui membran semipermeabel dari daerah dengan konsentrasi air bebas lebih tinggi menuju konsentrasi air bebas lebih rendah. Sehingga, air cenderung bergerak menuju larutan dengan konsentrasi zat terlarut. Osmosis terjadi ketika terdapat:



- a) Membran semipermeabel, yaitu membran yang bersifat lebih mudah dilalui oleh molekul air dibandingkan oleh zat terlarut tertentu.
- b) Perbedaan konsentrasi zat terlarut pada kedua sisi membran, sehingga tercipta gradien konsentrasi.
- c) Kemampuan membran untuk lebih mudah dilalui air dibandingkan zat terlarut tertentu, sehingga air dapat berpindah secara bebas sementara zat terlarut relatif tertahan, dan perbedaan konsentrasi zat terlarut tersebut tetap terjaga sepanjang proses osmosis berlangsung.

4. Tekanan osmotik

Tekanan osmotik adalah tekanan yang diperlukan untuk mencegah perpindahan pelarut (air) secara osmosis melalui membran semipermeabel dari larutan berkonsentrasi rendah ke larutan berkonsentrasi tinggi. Semakin tinggi konsentrasi partikel zat terlarut yang efektif secara osmotik, semakin besar tekanan osmotiknya.



Gambar 2. Penyerapan air secara osmotik oleh hewan air tawar
(Hill dkk., 2016)

Hewan air tawar memiliki tekanan osmotik darah yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan osmotik air tawar di lingkungannya. Oleh karena itu, air masuk ke dalam tubuh melalui proses osmosis, terutama melalui insang atau permukaan tubuh lainnya yang sangat permeabel. Setiap titik mewakili satu entitas terlarut yang efektif secara osmotik.



Menurut Hill dkk. (2016) dalam *Animal Physiology*, hubungan osmotik antara cairan tubuh organisme akuatik dengan lingkungan eksternalnya terbagi menjadi tiga, yakni:

- a) Isoosmotik, yaitu kondisi dimana konsentrasi osmotik cairan tubuh sama dengan lingkungan.
- b) Hiperosmotik, yaitu kondisi dimana konsentrasi osmotik cairan tubuh lebih tinggi daripada lingkungan.
- c) Hipoosmotik, yaitu kondisi dimana konsentrasi osmotik cairan tubuh lebih rendah daripada lingkungan.

5. Pengaruh Perubahan Salinitas Lingkungan terhadap Osmoregulasi pada Pisces

Salinitas merupakan salah satu faktor lingkungan yang sangat menentukan keseimbangan osmotik dan ionik pada pisces. Perbedaan konsentrasi zat terlarut antara cairan tubuh dan lingkungan menghasilkan gradien osmotik yang menyebabkan perpindahan air dan ion melalui permukaan tubuh, terutama insang. Cairan tubuh pisces umumnya tidak memiliki konsentrasi osmotik yang sama dengan lingkungannya, sehingga ikan harus melakukan osmoregulasi untuk mempertahankan volume air serta konsentrasi ion internal.

Perubahan salinitas akan mengubah besar dan arah gradien osmotik sehingga memengaruhi beberapa aspek berikut:

a. Arah perpindahan air

Pada ikan air tawar, cairan tubuh umumnya lebih pekat daripada lingkungan sehingga air cenderung masuk secara osmosis. Sebaliknya, ikan laut umumnya mengalami kehilangan air ke lingkungan yang lebih pekat. Perbedaan tersebut menyebabkan ikan air tawar menghasilkan urin dalam jumlah besar dan relatif encer, sedangkan ikan laut mempertahankan air dengan cara meminum air laut dan mengeluarkan kelebihan garam.



b. Perpindahan ion

Perubahan salinitas juga mengubah gradien ion, terutama Na^+ dan Cl^- , antara lingkungan dan cairan tubuh. Ikan air tawar cenderung mengalami kehilangan ion secara difusi sehingga perlu melakukan pengambilan ion secara aktif melalui epitel insang. Sebaliknya, ikan laut memperoleh beban garam yang lebih tinggi sehingga harus meningkatkan pengeluaran NaCl , terutama melalui sel ionosit pada insang.

c. Beban energi osmoregulasi

Pemeliharaan keseimbangan air dan ion memerlukan transpor aktif yang menggunakan energi metabolik. Ketika salinitas berubah jauh dari kondisi yang sesuai bagi suatu spesies, ikan perlu meningkatkan aktivitas mekanisme kompensasi untuk mempertahankan homeostasis. Energi yang dialihkan untuk osmoregulasi dapat mengurangi energi yang tersedia untuk proses fisiologis lain, dan paparan perubahan salinitas yang berat dapat menimbulkan stres fisiologis.

d. Aktivitas organ dan jaringan osmoregulasi

Perubahan salinitas memengaruhi kerja insang, ginjal, dan saluran pencernaan. Insang merupakan lokasi penting pertukaran ion dan air, khususnya melalui sel ionosit yang mengatur transport Na^+ dan Cl^- . Ginjal berperan dalam pengaturan volume dan komposisi urin, sedangkan saluran pencernaan berperan dalam penyerapan air dan ion, terutama pada ikan laut yang meminum air laut. Pada ikan yang mampu hidup pada rentang salinitas luas (*euryhaline*), perubahan lingkungan dapat diikuti dengan perubahan strategi transport ion dan pengaturan permeabilitas epitel.



C. Percobaan Praktikum

1. Alat dan Bahan

Alat:

- Erlenmeyer
- Buret
- Statif
- Gelas beker
- Timbangan
- Thermometer
- Label

Bahan:

- Ikan
- Indikator PP (fenolftalein)
- NaOH
- Akuades

2. Prosedur kerja

- 1) Gelas beker diberi label sesuai dengan perlakuan (Panas, Dingin, Normal)
- 2) Masing-masing gelas beker diisi dengan 100 ml akuades bersuhu normal
- 3) Satu ekor ikan ditempatkan pada setiap gelas beker
- 4) Gelas Dingin ditempatkan dalam wadah berisi air bersuhu 16°C, sedangkan gelas Panas ditempatkan dalam *water bath* bersuhu 38°C selama 15 menit
- 5) Aktivitas ikan dan gerakan insang diamati pada setiap perlakuan
- 6) Air dari masing-masing gelas dipindahkan ke erlenmeyer yang berbeda kemudian berat badan ikan dicatat
- 7) Dua tetes indikator fenolftalein ditambahkan ke setiap erlenmeyer
- 8) Kadar CO₂ diukur dengan menambahkan NaOH 0,4% secara perlahan hingga terbentuk warna jingga/*pink* yang bertahan selama 1 menit. Volume NaOH yang digunakan dicatat dan dikalikan 10 untuk memperoleh jumlah CO₂ yang dihasilkan



- 9) Percobaan diulangi dengan ikan yang sama pada suhu normal dan panas (38°C)
- 10) *Respiratory rate* dihitung menggunakan rumus *respiratory rate* yang telah ditentukan

Contoh kasus:

Ikan diletakkan pada wadah berisi air panas bersuhu 38°C selama 30 menit. Setelah itu, ikan dikeluarkan dan ditimbang. Hasil berat badan ikan tersebut adalah 0,42 gram. Kemudian, air dalam wadah tadi dipindahkan ke tabung erlenmeyer, dan diberi dua tetes indikator PP. Uji titrasi kemudian dilakukan dengan meneteskan larutan NaOH 0,4% ke dalam tabung tersebut menggunakan buret secara perlahan-lahan hingga air menunjukkan perubahan warna (titik akhir titrasi). Volume NaOH 0,4% yang digunakan diamati melalui garis buret. Sebelum digunakan, volume NaOH 0,4% berada pada garis angka 3,5 dan setelah digunakan berada pada garis angka 7,5. pada tabung kontrol dibutuhkan NaOH 0,4% sebanyak 0,9 ml untuk mencapai titik akhir titrasi. Berapa *respiration rate* yang dihasilkan ikan tersebut?

Diketahui:

- Waktu percobaan = 30 menit = 1½ jam atau 0,5 jam
- Berat badan ikan = 0,42 gram
- NaOH yang dibutuhkan pada tabung percobaan (P): 7,5 - 3,5 = 4 ml
- NaOH yang dibutuhkan pada tabung kontrol (K) = 0,9 ml

Ditanya : *Respiration rate*?

Jawab:

$$RR = \frac{(4 \text{ ml} - 0,9 \text{ ml}) \times 10}{0,42 \text{ gram} \times 0,5 \text{ jam}} = \frac{31}{0,21} = 147,61 \text{ } \mu\text{mol CO}_2/\text{gram/jam}$$



DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, J., & Senen, B. (2026). *Fisiologi Organisme Perairan (Konsep, Mekanisme, dan Aplikasi dalam Perikanan)*. Padang: CV. Nusantara Press Indonesia.
- Aspinall, V., & Cappello, M. (2019). *Introduction to Animal and Veterinary Anatomy and Physiology (4th ed.)*. London: CABI Publishing.
- Hill, R. W., Wyse, G. A., Anderson, M. (2016). *Animal Physiology (4th ed.)*. Sunderland: Sinauer Associates.
- Hina, C. Y. R., Simarmata, Y. T. R.M. R., & Laut, M. M. (2019). Gambaran Fisiologis Domba di Desa Oesao Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang. *Jurnal Veteriner Nusantara*, 2(2), 153–160.
- Singh, B. (2017). *Dyce, Sack, and Wensing's Textbook of Veterinary Anatomy (5th ed.)*. Missouri: Saunders.

