

KECEPATAN PENGGUNAAN OKSIGEN DALAM RESPIRASI HEWAN PADA JANGKRIK (*Grylloidea*) DAN ULAT HONGKONG (*Tenebrio molitor*)

Angela Dyah Ayu Mustika Putri¹, Sheillanisya Intonia Putri², Ardias Mema Elza Pasalu³, Innayah Wulansari⁴ Joko Widyanto⁵, Cicilia Novi Primiani⁶

^{1,2,3,4,5} Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas PGRI Madiun

⁶ Program Studi Farmasi, Universitas PGRI Madiun

Email: primiani@unipma.ac.id

Abstrak

Tujuan praktikum kecepatan penggunaan oksigen dalam respirasi hewan adalah untuk membuktikan bahwa respirasi membutuhkan oksigen dan untuk menghitung berapa banyak oksigen yang digunakan oleh hewan selama proses respirasi. Dalam praktikum ini, alat yang dibutuhkan adalah respirometer, pipet, beaker glass, stopwatch, timbangan, kapas, dan vaselin. Bahan yang digunakan adalah kristal KOH/NaOH, eosin, dan beberapa hewan seperti ulat hongkong dan jangkrik. Langkah kerja yang dilakukan yaitu menyiapkan alat dan bahan. Setelah itu, menimbang gelas respirometer kosong dan meimbang gelas respirometer yang berisi hewan untuk mengetahui massa hewan. Kemudian menyambungkannya dengan gelas respirometer yang berisi hewan dan mengoleskan vaselin diantara ujung tutup gelas dan mulut respirometer. Selanjutnya, meneteskan eosin ke ujung respirometer dan catat data tiap 3 menit. Pada praktikum ini dapat disimpulkan bahwa respirasi membutuhkan oksigen dan kecepatan penggunaan oksigen pada hewan jangkrik dan ulat hongkong berbeda.

Kata kunci : Respirasi, jangkrik, ulat hongkong, oksigen, kecepatan



Copyright at Authors, this works is licensed under the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

PENDAHULUAN

Pernapasan (respirasi) merupakan proses pengambilan oksigen dari lingkungan luar dan penggunaannya oleh sel-sel tubuh untuk menghasilkan energi serta pengeluaran karbondioksida ke lingkungan luar (Hlastala & Berger, 2001; Jones, 2011; Boron, 2012). Proses pernafasan eksternal, mengacu kepada semua proses yang terlibat pada pertukaran O₂ dan CO₂ antara sel-sel tubuh dengan lingkungan luar. Sistem pernapasan memiliki fungsi utama, yaitu untuk memasok oksigen ke dalam tubuh serta membuang karbondioksida dari dalam tubuh (Boron, 2012).

Respirasi eksternal merupakan proses pertukaran udara antara darah dan atmosfer sedangkan respirasi internal adalah proses pertukaran gas antara darah sirkulasi dan jaringan. Respirasi internal (pernapasan seluler) berlangsung di seluruh sistem tubuh (Jones, 2011; Bozzone & Whittemore, 2021). Pernafasan eksternal meliputi, tahap ventilasi yaitu pertukaran gas antara medium (lingkungan) eksternal dengan organ-organ pernafasan (Bozzone & Whittemore, 2021). Selanjutnya terjadi pertukaran O₂ dan CO₂ antara udara pernafasan dengan darah dalam pipa kapiler organ pernafasan, tahap pengangkutan O₂ dari kapiler organ pernafasan ke sel-sel tubuh dan pengangkutan CO₂ dari sel-sel tubuh ke organ pernafasan. Dilanjutkan tahap pertukaran O₂ dan CO₂ antara darah dalam kapiler sistemik dengan sel-sel tubuh (Hlastala & Berger, 2001; Gilbert, 2014). Respirasi internal melibatkan terjadinya reaksi biokimiawi dalam sel, dengan melibatkan mitokondria.

Pernapasan internal mengacu pada proses metabolisme intraseluler yang terjadi dalam sitoplasma dan mitokondria dengan melibatkan penggunaan O₂ untuk menghasilkan energi dari molekul-molekul zat makanan dengan hasil samping CO₂ (Gilbert, 2014; (Bozzone & Whittemore, 2021). Pernafasan internal dapat dibagi menjadi 4 tahap yang saling berhubungan, yaitu glikolisis, oksidasi asam piruvat menjadi asetil-KoA, daur asam sitrat dan sistem syaraf untuk mencukupi kebutuhan akan oksigen dan membuang karbondioksida secara efektif (Jones, 2011; Maina, 2012; Bozzone & Whittemore, 2021).

Struktur respirasi vertebrata dan invertebrata berbeda. Invertebrata mempunyai organ respirasi berupa trachea atau spirakel berupa lubang-lubang respirasi (Harrison, 2009; Förster, & Woods, 2013). Sebagian besar insekta seperti belalang dan jangkrik bernafas menggunakan trachea, sedangkan ulat bernafas menggunakan spirakel (Hetz, 2007; Harrison, 2009; Förster, & Woods, 2013). Trachea dan spirakel ini berada di setiap segmen tubuh ulat yang berupa pembuluh silindris yang dilapisi zat kitin (Van Griethuijsen & Trimmer, 2014).

Sistem pernafasan serangga terdiri dari tabung internal bercabang, kantung-kantung yang terbentuk dari bagian trachea membesar ditemukan di dekat organ sehingga membutuhkan suplai oksigen besar (Van Griethuijsen & Trimmer, 2014). Pembuluh trachea bermuara pada lubang kecil yang ada di kerangka luar (eksoskeleton) yang disebut spirakel (Hetz, 2007; Harrison, 2009). Spirakel berbentuk silindris yang berlapis zat kitin dan terletak berpasangan pada setiap segmen tubuh dan mempunyai katup yang dikontrol oleh otot sehingga membuka dan menutupnya spirakel terjadi secara teratur (Hetz, 2007).

Frekuensi pernafasan dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti umur, jenis kelamin, posisi tubuh, kondisi tubuh, dan kegiatan tubuh (Silva et al., 2017; Nagai & Moritani, 2004). Kecepatan pernafasan menunjukkan frekuensi bernafas atau waktu antara dua siklus respirasi yang berturut-turut. Perubahan fisiologis sangat berpengaruh terhadap fisiologis respirasi. Tujuan penelitian adalah menganalisis kecepatan penggunaan oksigen pada respirasi jangkrik (*Gryllidae*) dan ulat hongkong (*Tenebrio molitor*) pada masing-masing hewan uji pada perlakuan berat badan berbeda.

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan pendekatan eksperimen rancangan acak lengkap. Hewan uji menggunakan jangkrik (*Gryllidae*) dan ulat hongkong (*Tenebrio molitor*). Hewan uji dikelompokkan dalam dua perlakuan. Masing-masing perlakuan dengan tiga kali ulangan. Alat dan bahan yang digunakan adalah respirometer ekstra buble 55 cm, pipet tetes, beaker glass, stopwatch, neraca analitik 0,01 gram, kapas, dan vaselin album, kristal KOH/NaOH, larutan eosin, dan ulat hongkong dan jangkrik.

Perlakuan hewan uji

Jangkrik (*Gryllidae*) dan ulat hongkong (*Tenebrio molitor*) diambil secara acak, kemudian ditimbang dengan timbangan digital. Hewan uji diletakkan dalam wadah sebelum dimasukkan dalam pipa respirometer.

Pengukuran laju respirasi

Pengukuran laju respirasi dilakukan untuk menganalisis penggunaan oksigen hewan uji. Hewan uji dimasukkan dalam tabung respirometer. Pengamatan laju respirasi hewan uji dilakukan dengan membaca skala respirometer. Kedua perlakuan masing-masing diulang tiga kali.

Prosedur kerja

Menyiapkan alat yang telah dipastikan keakuratannya. Memilih jangkrik dan ulat hongkong dalam kondisi sehat secara acak. Memastikan hewan uji yang akan digunakan dalam kondisi sehat dengan umur sama. Menimbang masing-masing dengan berat yang sama dengan menggunakan timbangan digital. Memasukkan kristal KOH/ NaOH ke dalam tabung respirometer, kemudian ujung tabung dibalut kapas. Memasukkan serangga (belalang dan jangkrik ke dalam tabung respirometer secara bergantian. Bagian ujung tabung respirometer dioles dengan vaselin dan tertutup dengan kapas, hal ini agar udara luar tidak masuk ke dalam tabung respirometer dan udara di dalam tabung respirometer tidak ke luar.

Memasukkan larutan eosin dalam tabung respirometer skala 0-0.9 ml menggunakan pipet tetes, hingga posisi larutan eosin 0 ml. Setelah larutan eosin dimasukkan, segera diukur menggunakan stopwatch untuk mengukur waktu pergerakan larutan eosin. Pencatatan dilakukan setiap 3 menit. Mencatat pergerakan larutan eosin. Setiap selesai perlakuan, eosin dibersihkan. Perlakuan yang sama

diulang sebanyak 3 kali. Perlakuan ini untuk setiap hewan uji jangkrik (*Gryllidae*) dan ulat hongkong (*Tenebrio molitor*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian jumlah konsumsi oksigen jangkrik dan ulat hongkong dengan perbedaan berat badan seperti pada Tabel 1, 2, dan 3. Konsumsi penggunaan oksigen diukur pada masing-masing hewan uji dengan berat badan berbeda dalam setiap perlakuan. Pada Tabel 1,2, dan 3 diperoleh laju kecepatan penggunaan oksigen yang berbeda pada masing-masing spesies hewan uji.

Tabel 1. Konsumsi oksigen jangkrik dan ulat hongkong dengan berat 0,42 gram

Spesies hewan	Durasi menit ke-			Rata-rata
	Menit ke-3	Menit ke-6	Menit ke-9	
Jangkrik	0,37 ml/menit	0,59 ml/menit	0,74 ml/menit	0,57 ml/menit
Ulat hongkong	0,61 ml/menit	0,90 ml/menit	0,11 ml/menit	0,54 ml/menit

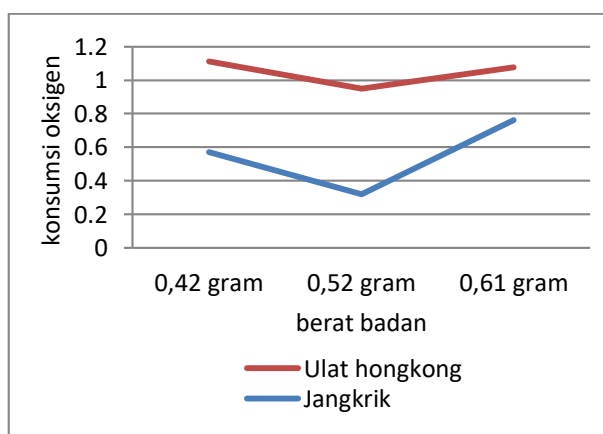
Tabel 2. Konsumsi oksigen jangkrik dan ulat hongkong dengan berat 0,61 gram

Spesies hewan	Durasi menit ke-			Rata-rata
	Menit ke-3	Menit ke-6	Menit ke-9	
Jangkrik	0,19 ml/menit	0,39 ml/menit	0,53 ml/menit	0,76 ml/menit
Ulat hongkong	0,72 ml/menit	0,11 ml/menit	0,12 ml/menit	0,32 ml/menit

Tabel 3. Konsumsi oksigen jangkrik dan ulat hongkong dengan berat 0,56 gram

Spesies hewan	Durasi menit ke-			Rata-rata
	Menit ke-3	Menit ke-6	Menit ke-9	
Jangkrik	0,21 ml/menit	0,29 ml/menit	0,47 ml/menit	0,32 ml/menit
Ulat hongkong	0,33 ml/menit	0,70 ml/menit	0,87 ml/menit	0,63 ml/menit

Konsumsi penggunaan oksigen pada masing-masing spesies jangkrik dan ulat hongkong pada Tabel 1, 2, dan 3 dapat divisualisasikan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Konsumsi penggunaan oksigen pada invertebrata jangkrik dan ulat hongkong

PEMBAHASAN

Proses respirasi pada hewan dilakukan untuk memenuhi kebutuhan oksigen yang digunakan dalam proses metabolisme, dan mengeluarkan karbondioksida agar zat yang bersifat racun jika terakumulasi dalam tubuh ini tidak menumpuk dalam tubuh (Jones, 2011; Boron, 2012). Proses metabolisme terjadi setiap saat pada makhluk hidup, termasuk invertebrata. Proses metabolisme berhubungan dengan proses respirasi, hal ini karena proses respirasi merupakan mekanisme pembentukan energi (Hlastala & Berger, 2001; Broda, 2014; Ricquier, 2005). Mekanisme pembentukan energi dalam proses metabolisme tergantung dengan adanya oksigen (Tanaka et al., 2002; Hong, et al., 2017).

Proses metabolisme dapat diukur dengan keberadaan dan jumlah oksigen yang dikonsumsi (Tanaka et al., 2002; Saltveit, 2019). Hal ini disebabkan adanya proses oksidasi dari asupan bahan makanan memerlukan oksigen. Oksigen inilah diperlukan untuk menghasilkan energi, sehingga laju dan kecepatan metabolisme dapat diukur dengan laju jumlah oksigen yang dibutuhkan (Hlastala & Berger, 2001; Hong, et al., 2017).

Partikel kimia KOH atau NaOH merupakan senyawa kimia yang dapat berfungsi mengikat karbondioksida dalam udara membentuk garam kalium karbonat atau natrium karbonat sehingga berfungsi dalam mengikat karbondioksida. Karbondioksida sebagai hasil dari respirasi jangkrik dan ulat hongkong agar karbondioksida tidak memberi tekanan pada eosin. Pergerakan dari larutan pewarna disebabkan oleh penyusutan oksigen, dapat diamati pada pergerakan larutan eosin dalam respirometer.

Berdasarkan Gambar 1 laju penggunaan oksigen bergantung pada berat badan dan jenis spesies hewan. Ulat hongkong memerlukan jumlah oksigen lebih banyak dibandingkan jangkrik. Kebutuhan oksigen juga bergantung pada berat badan, hal ini menunjukkan spesies hewan dengan berat badan 0,61 gram membutuhkan oksigen lebih tinggi daripada spesies hewan dengan berat badan rendah.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa laju respirasi diukur dengan kebutuhan oksigen yang diperlukan pada masing-masing spesies hewan. Kebutuhan oksigen jangkrik lebih tinggi dibandingkan ulat hongkong. Kebutuhan oksigen dipengaruhi oleh jenis spesies hewan dan berat badan hewan.

Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menganalisis kebutuhan oksigen terhadap berbagai spesies invertebrata di habitat dataran tinggi dan dataran rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Bozzone, D., & Whittemore, S. (2021). *The Respiratory System*. Infobase Holdings, Inc.
- Boron, W. F. (2012). Organization of the respiratory system. *Medical Physiology*, 613-629.
- Broda, E. (2014). *The evolution of the bioenergetic processes*. Elsevier.
- Förster, T. D., & Woods, H. A. (2013). Mechanisms of tracheal filling in insects. *Biological Reviews*, 88(1), 1-14.
- Gilbert, C. (2014). Biochemical aspects of breathing. *Recognizing and treating breathing disorders: A multidisciplinary approach*.
- Harrison, J. F. (2009). Tracheal system. In *Encyclopedia of insects* (pp. 1011-1015). Academic Press.
- Hong, W. T., Stoerzinger, K. A., Lee, Y. L., Giordano, L., Grimaud, A., Johnson, A. M., ... & Shao-Horn, Y. (2017). Charge-transfer-energy-dependent oxygen evolution reaction mechanisms for perovskite oxides. *Energy & Environmental Science*, 10(10), 2190-2200.
- Hetz, S. K. (2007). The role of the spiracles in gas exchange during development of *Samia cynthia* (Lepidoptera, Saturniidae). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 148(4), 743-754.
- Hlastala, M. P., & Berger, A. J. (2001). *Physiology of respiration*. Oxford University Press.
- Jones, N. L. (2011). *The Ins and Outs of Breathing: how we learnt about the body's most vital function*. IUniverse.
- Maina, J. N. (2012). *The gas exchangers: structure, function, and evolution of the respiratory processes* (Vol. 37). Springer Science & Business Media.
- Nagai, N., & Moritani, T. (2004). Effect of physical activity on autonomic nervous system function in lean and obese children. *International journal of obesity*, 28(1), 27-33.

- Reliability of heart rate variability in children: influence of sex and body position during data collection. *Pediatric exercise science*, 29(2), 228-236.
- Ricquier, D. (2005). Respiration uncoupling and metabolism in the control of energy expenditure. *Proceedings of the Nutrition Society*, 64(1), 47-52.
- Saltveit, M. E. (2019). Respiratory metabolism. In *Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables* (pp. 73-91). Woodhead Publishing.
- Silva, C. C., Bertollo, M., Reichert, F. F., Boullosa, D. A., & Nakamura, F. Y. (2017).
- Tanaka, I., Oba, F., Tatsumi, K., Kunisu, M., Nakano, M., & Adachi, H. (2002). Theoretical formation energy of oxygen-vacancies in oxides. *Materials Transactions*, 43(7), 1426-1429.
- Van Griethuijsen, L. I., & Trimmer, B. A. (2014). Locomotion in caterpillars. *Biological Reviews*, 89(3), 656-670.

