

Bernapas tidak hanya dengan Insang

M. Fadjar Rahardjo¹⁾

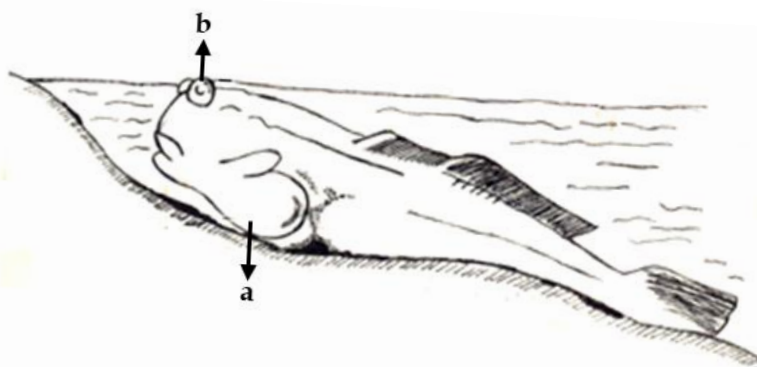
Kalau ada yang bertanya ikan bernapas dengan apa, maka orang dengan tanpa ragu-ragu orang pasti akan menjawab: ikan bernapas dengan insang. Ya, memang ikan bernapas menggunakan insang. Bila ikan mas (*Cyprinus carpio*) dikeluarkan dari air, ia akan menggelepar-lepar karena kesulitan bernapas; dan bila dimasukkan ke dalam air ia akan tenang kembali. Sebaliknya bila kita keluarkan ikan lele (*Clarias gariepinus*), ia tampak tenang tidak meronta-ronta. Lho kok beda kejadiannya? Kenapa bisa demikian? Tentu ada sesuatu yang dimiliki ikan lele yang tidak dipunyai oleh ikan mas. Kejadian serupa juga terjadi pada ikan blodok (*Boleophthalmus boddarti*). Bila kita berjalan di pantai, khususnya yang pasirnya berlumpur pasir dan basah, kita akan melihat ikan ini berjalan di atas pasir berlumpur menggunakan sirip dadanya (Gambar 1). Mereka masih dekat air. Secara alamiah ikan hidup di air dan tidak bisa meninggalkannya. Jadi bagaimana ia mendapatkan oksigen untuk bernapas? Ikan ini mempunyai suatu organ tambahan yang dapat digunakan untuk bernapas. Ternyata bukan ikan lele dan blodok saja yang mempunyainya, beberapa spesies ikan lain juga punya organ pernapasan tambahan sehingga mereka tidak hanya bernapas dengan insang. Mari kita coba telusuri satu persatu.



Gambar 1 Ikan blodok *Boleophthalmus boddarti*

Ikan blodok (*Periophthalmus* dan *Boleophthalmus*) yang hidup di daerah hutan bakau mempunyai kebiasaan hidup di luar air yang cukup lama. Seringkali ikan ini menampakkan sebagian tubuhnya di luar air dan membiarkan bagian ekornya saja yang berada di dalam air (Gambar 2). Hal ini berarti bahwa kapiler darah pada kulitnya membantu dalam pernapasan.

¹⁾ Masyarakat Iktiologi Indonesia
Gedung Widiasatwaloka, Cibinong - BRIN
Jl. Raya Jakarta-Bogor Km. 46 Cibinong 16911
Email: mf.rahardjo@gmail.com

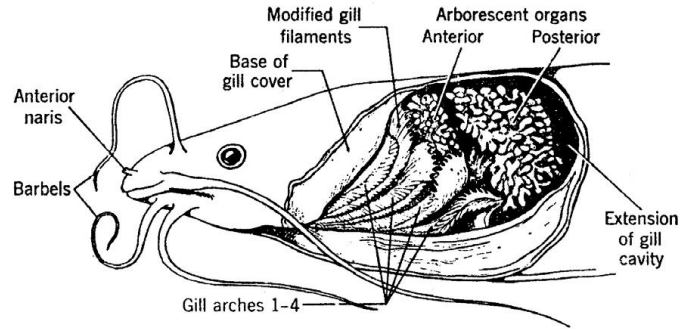


Gambar 2 Posisi istirahat ikan blodok. a. pengembungan rongga insang; b. mata

Park *et al.* (2006) yang meneliti ikan *Periophthalmus magnuspinnatus* menemukan bahwa bagian sekitar dua jari-jari keras pertama sirip dorsal mempunyai epidermis yang lebih tipis yang diduga merupakan bagian yang paling efektif dalam pernapasan melalui kulit. Terlebih lagi bagian ini lebih sering terpapar di udara dan dalam jangka yang lebih lama dibandingkan dengan bagian lainnya. Lebih jauh melihat fenomena ini, You *et al.* (2014) menyatakan bahwa ikan blodok adalah kelompok vertebrata yang menarik yang dapat berkembang biak di air maupun di darat. Mereka berevolusi secara mandiri yang berhasil melakukan transisi dari kehidupan akuatik ke kehidupan darat sekitar 360 juta tahun lalu yang menghasilkan evolusi tetrapoda terrestrial.

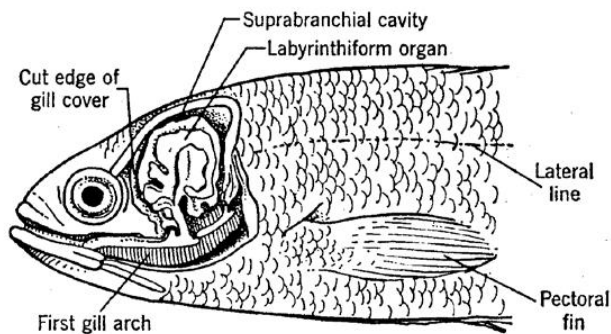
Selain ikan blodok yang mampu bernafas dengan kulit, banyak juga ikan yang bisa menggunakan organ lain untuk bernafas disamping insang; khususnya untuk mengambil oksigen bebas di udara dan tidak mengandalkan semata-mata kepada oksigen terlarut dalam air. Ini terjadi pada banyak spesies ikan hidup di perairan yang berkadar oksigen terlarut rendah, terutama di perairan dataran rendah seperti rawa, muara sungai, dan lain-lain. Perairan tersebut umumnya bersuhu tinggi, air relatif tergenang, dan banyak mengandung bahan organik. Untuk mengatasi keadaan tersebut ikan menggunakan organ pernapasan udara. Beberapa spesies penggunaan organ bersifat fakultatif, hanya sebagai tambahan bilamana diperlukan, sedangkan spesies lain bersifat keharusan, sehingga bila tidak ada akses ke permukaan air akan mengakibatkan ikan merana. Beberapa alat pernapasan tambahan pada ikan yang digunakan untuk mengambil oksigen di luar air antara lain: Pada tulisan ini hanya beberapa organ yang dipaparkan.

Para pembaca tentu tidak asing dengan ikan lele *Clarias batrachus* (Gambar 3 bawah), meskipun ikan ini sekarang sulit ditemukan. Ikan lele mempunyai alat bantu pernapasan udara yang disebut organ arboresen. Organ ini berbentuk seperti bunga karang terletak di bagian atas rongga insang (Gambar 3 atas). Sel permukaannya tipis dan terdapat banyak kapiler darah.



Gambar 3 Organ arboresen (atas) pada ikan lele, *Clarias batrachus* (bawah)

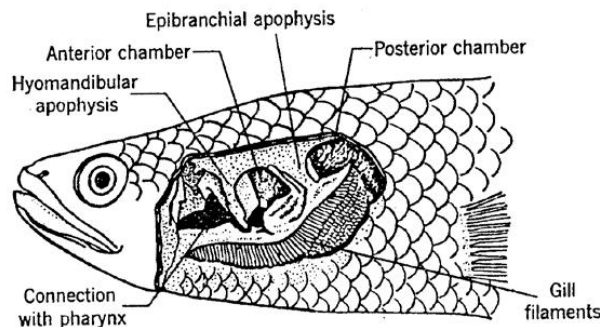
Organ labirin (Gambar 4) terletak di bagian belakang rongga insang. Lubang ke labirin terletak pada celah insang pertama. Udara yang ditelan melalui mulut masuk ke tekak, dan melalui lubang ini sampai ke labirin. Di sini oksigen yang terkandung dalam udara masuk secara difusi, dan selanjutnya udara yang telah diambil oksigennya dikeluarkan secara langsung melalui rongga insang dan lubang operkulum. Klep-klep terbentuk oleh *apophyse lamela* dari seratotbrankial I dan epibrankial II yang mengatur inspirasi dan ekskresi. Dinding labirin dibentuk oleh suatu lapisan epitelium berlapis yang kaya akan sel-sel kelenjar dan kapiler darah. Menurut Schneider (Grasse 1958), organ labirin tidak hanya berfungsi untuk respirasi namun berfungsi pula sebagai resonator. Apabila organ labirin ini dibuang akan mengakibatkan berkurangnya kemampuan dalam pendengaran. Organ labirin terdapat pada ikan betok *Anabas testudineus* (Gambar 4), tambakan *Helostoma temminckii*, gurami *Osphronemus goramy*, dan lain-lain.





Gambar 4 Organ labirin (atas) dan ikan betok, *Anabas testudineus* (bawah)

Divertikula tekak terdapat pada ikan gabus *Channa striata* (Gambar 5). Divertikula terletak di antara daerah otak pada tengkorak dan dinding kepala di atas rongga insang dan tidak masuk ke dalamnya. Pada ikan ini respirasi udara dilakukan pada divertikula yang mempunyai epitelium berlipat yang banyak pasokan darah, biasanya berasal dari sirkulasi insang.



Gambar 5 Divertikula tekak (atas) ikan gabus, *Channa striata* (bawah)

Gelembung gas dapat merupakan organ pernapasan tambahan sebagai bagian penunjang alat pernapasan yang terkait dengan saluran pencernaan khususnya kerongkongan. Pada kelompok ikan tertentu terdapat saluran penghubung antara segmen kerongkongan dengan gelembung gas yang dinamakan duktus pneumatikus. Udara dari luar yang mengandung oksigen dapat masuk melalui mulut terus ke jaringan kerongkongan. Ketika sampai di organ ini udara tersebut akan masuk melalui duktus pneumatikus menuju ke gelembung gas. Gelembung gas berspons dan kaya akan kapiler darah.

Pada keadaan air kekurangan oksigen sehingga tidak memungkinkan ikan bernapas dengan insang, maka gelembung akan berfungsi sebagai alat bantu pernapasan. *Arapaima gigas*, yang nama lokalnya pirarucu (Gambar 6), merupakan ikan yang menggunakan gelembung gas sebagai alat pernapasan tambahan (Brauner *et al.* 2004, Scadeng *et al.* 2020). Ikan yang hidup di Sungai Amazon Brazil ini, panjangnya dapat sampai 3 meter dengan bobot 200 kg (Castello 2008).



Gambar 6 Ikan pirarucu, *Arapaima gigas*

Pada *Ancistrus* dan *Hypostomus* (Famili Loricariidae) lambung dapat diisi dengan udara (Graham & Baird 1982, Graham 1983, Armbruster 1998, Satora 1998, Satora & Winnick 2000). Dinding lambung tipis dan berkapiler sehingga dapat berperan dalam penyerapan oksigen. Kelenjar gastrik tidak ada, dan karena itu inspirasi dan ekspirasi dilakukan melalui kerongkongan. Udara dari lingkungan di luar air diisap oleh mulut kemudian melalui segmen saluran pencernaan sampai ke lambung. Ketika berada di lambung oksigen yang terlarut dalam udara berdifusi melalui dinding lambung dan masuk ke kapiler darah. Udara yang telah diambil oksigennya dibuang melalui segmen usus dan keluar melalui anus.

Ikan *Hypostomus plecostomus* mempunyai lambung yang berdinding tipis dan transparan, sedangkan lapisan mukosanya halus dan tidak berlipat-lipat. Epitel yang melapisi seluruh permukaan internal lambung terdiri atas beberapa jenis sel, yang paling menonjol adalah sel epitel respiratorik yang gepeng. Lambung ikan ini yang berdinding tipis, dengan jaringan kapiler yang kaya, memiliki morfologi yang menunjukkan bahwa itu adalah organ yang efisien untuk pernapasan udara (Podkowa & Goniakowska-Witalinska 2003).

Pada Cobitidae (*Cobitis*, *Misgurnus*) dan Collichthyidae (*Hoplosternum*, *Collichthys*) pernapasan dapat dilakukan dengan rongga usus. Udara masuk melalui mulut dan kemudian keluar melalui anus setelah melewati saluran pencernaan. Pada saat melewati usus sebagian dari oksigen diserap oleh kapiler darah pada bagian mukosa usus.

Weatherloach (*Misgurnus anguillicaudatus*) dapat bertukar gas baik dengan air, melalui insang dan kulit; maupun dengan udara, melalui daerah posterior saluran pencernaan (usus). Pernapasan udara terjadi dengan ventilasi searah dari saluran pencernaan dengan udara yang diambil di mulut dan pembuangan simultan gas usus dari lubang pengeluaran. Meskipun species weatherloach bukan

merupakan airbreather wajib, pertukaran gas udara biasanya terjadi. Saluran pencernaan dibagi menjadi tiga zona, bagian kelenjar anterior dipisahkan oleh bagian spiral dari bagian posterior yaitu zona pernapasan yang memiliki kepadatan kapiler terbesar dan jarak difusi gas terpendek. Ringkasnya, penukar gas usus dari ikan ini terungkap sebagai sistem penyerapan O₂ yang relatif efisien yang berfungsi sebagai sumber O₂ tambahan ketika hewan itu diam di air yang diaerasi. Namun, usus mengambil peran yang semakin penting dalam kondisi peningkatan permintaan O₂ atau penurunan O₂ ambien. Dalam hal ini, saluran pencernaan muncul sebagai organ pertukaran gas yang kinerjanya secara kuantitatif mirip dengan struktur lain yang digunakan oleh ikan untuk pertukaran gas udara (McMahon & Burggren 1987).

Uceng (*Nemacheilus fasciatus*), anggota Famili Cobitidae, hidup di lumpur pada dasar sungai yaitu pada tempat yang seringkali sangat miskin akan oksigen (Gambar 7). Pernapasan insang tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan oksigen terutama pada musim kemarau; ikan naik ke permukaan air dan menelan udara yang kemudian akan masuk ke bagian usus dan keluar melalui anus. Pada ikan uceng yang hidup di danau pernapasan berlangsung pada seluruh permukaan usus depan dan belakang. Oleh karena itu epitelium (dinding) usus ditembus oleh kapiler darah sehingga jaringan kapiler darah nampak pada permukaan usus.



Gambar 7 Ikan uceng, *Nemacheilus fasciatus*

Senarai pustaka yang diacu

- Armbruster JW. 1998. Modifications of the digestive tract for holding air in Loricariid and Scoloplacid Catfishes. *Copeia*, 3: 663-675
- Brauner CJ, Matey V, Wilson JM, Bernier NJ, & Val AL. 2004. Transition in organ function during the evolution of air-breathing; insights from *Arapaima gigas*, an obligate air-breathing teleost from the Amazon. *The Journal of Experimental Biology*, 207: 1433-1438
- Castello L. 2008. Lateral migration of *Arapaima gigas* in floodplains of the Amazon. *Ecology of Freshwater Fish*, 17: 38-46
- Graham JB & Baird TA. 1982. The transition to air breathing in fishes: I. Environmental effects on the facultative air breathing of *Ancistrus chagresi* and *Hypostomus plecostomus* (Loricariidae). *Journal of Experimental Biology*, 96: 53-67
- Graham JB. 1983. The transition to air breathing in fishes. II. Effects of hypoxia acclimation on the bimodal gas exchange of *Ancistrus chagresi* (Loricariidae). *Journal of Experimental Biology*, 102: 157-173



- Grassé PP 1958. *Traité de Zoologie. Anatomie, Systématique, Biologie*. Tome 13. Masson et Cie. Paris. 2758 p.
- Jaafar Z & Murdy EO (editor). 2017. *Fishes Out of Water - Biology and Ecology of Mudskippers*. Taylor & Francis Group. Boca Raton. 390 p.
- McMahon BR & Burggren WW. 1987. Respiratory physiology of intestinal air breathing in the teleost fish *Misgurnus anguillicaudatus*. *Journal of Experimental Biology*, 133: 371-393
- Park JY, Kim IS, & Lee YJ. 2006. A study on the vascularization and structure of the epidermis of the air-breathing mudskipper, *Periophthalmus magnuspinnatus* (Gobiidae, Teleostei), along different parts of the body. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(1): 62-67
- Podkowa D & Goniakowska-Witalinska L. 2003. Morphology of the air-breathing stomach of the catfish *Hypostomus plecostomus*. *Journal of Morphology*, 257:147-163
- Satora L. 1998. Histological and ultrastructural study of the stomach of the air-breathing *Ancistrus multispinnis* (Siluriformes, Teleostei). *Canadian Journal of Zoology*, 76: 83-86
- Satora L & Winnick A. 2000. Stomach as an additional respiratory organ, as exemplified by *Ancistrus multispinnis* (Cuvier & Valenciennes, 1937), Siluriformes, Teleostei. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 30 (1): 73-79
- Scadeng M, McKenzie C, He W, Bartsch H, Dubowitz DJ, Stec D, & Leger JS. 2020. Morphology of the Amazonian Teleost genus *Arapaima* using advanced 3D imaging. *Frontier in Physiology*, 11: 260
- You X, Bian C, Zan Q, Xu X, Liu X, *et al.* 2014. Mudskipper genomes provide insights into the terrestrial adaptation of amphibious fishes. *Nat. Commun.* 5: 5594. doi: 10.1038/ncomms6594.