

Penggunaan otolit untuk penentuan umur dan waktu pemijahan ikan *red devil*, *Amphilophus labiatus* [Günther, 1864] di Waduk Sermo, Yogyakarta

[The use of otolith to determine age and spawning time of red devil *Amphilophus labiatus* [Günther, 1864] in Sermo Reservoir, Yogyakarta]

Sitty Ainsyah Habibie, Djumanto✉, Rustadi

Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada
Jalan Flora No 1, Bulaksumur, Yogyakarta 55281

Diterima: 29 Juni 2014; Disetujui: 19 Mei 2015

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan umur dan waktu pemijahan ikan *red devil* berdasarkan jumlah lingkaran harian pada otolit juwana ikan. Penelitian dilakukan dari bulan Oktober 2013 hingga Maret 2014. Pengambilan contoh ikan dilakukan tiap dua minggu dengan menggunakan waring dan seser. Guna menentukan awal pembentukan lingkaran harian pada otolit, maka dilakukan pengamatan terhadap otolit larva ikan nila albino (*Oreochromis* sp.) hasil tetasan. Sebanyak lima ekor larva diambil tiap hari sejak menetas hingga umur 18 hari, selanjutnya larva diambil tiap dua hari. Otolit sagitta diambil dengan cara merendam ikan menggunakan larutan NaOCl 5,25%. Otolit yang tertinggal selanjutnya direkatkan pada objek gelas menggunakan semen bucherer, dan ditutup menggunakan kanada balsam serta kaca penutup. Pengamatan jumlah lingkaran harian menggunakan mikroskop dengan pembesaran 100-400 kali. Umur larva ikan ditentukan berdasarkan jumlah lingkaran pada otolit ditambah waktu terbentuknya lingkaran pertama kali sejak penetasan. Waktu pemijahan larva ikan diduga dengan perhitungan balik dari waktu sampling ditambah umur dan masa pengeraman. Hasil penelitian menunjukkan sebanyak 130 juwana ikan *red devil* dengan kisaran panjang 7,0-14,6 mm berhasil dikumpulkan dan sebanyak 69 otolit berhasil diamati. Pembentukan lingkaran pada otolit nila albino dimulai pada hari ketujuh setelah pemijahan atau hari ketiga setelah penetasan dan terbentuk secara harian. Juwana ikan *red devil* berumur 9-28 hari, yang didominasi oleh larva berumur 17 hari. Ikan *red devil* memijah setiap bulan dari November hingga Februari, bertepatan dengan bulan fase gelap dan curah hujan tinggi.

Kata kunci: Cichlidae, juwana, lingkaran harian, otolit, waduk

Abstract

The purpose of this study was to determine the age and spawning time of red devil (*Amphilophus labiatus*) based on the observation of the daily increment of otolith in juvenile fish. The sampling was conducted from October 2013 to March 2014. The juveniles were collected biweekly using a hapa net and scoop net. To determine the first formation of daily increment, the brood stock of tilapia (*Oreochromis* sp.) was spawned in captivity. A total of five larvae was taken every day from hatching day until the 18 days old, and then the larvae were taken every two days. Sagittal otoliths were collected by putting the larva into a 5.25% NaOCl solution. The left otolith was attached to the object glass using Bucherer cement, and then dropped with Canada balsam and closed by cover glass. The numbers of daily increment were observed by using a microscope with a magnification 100-400 X. The age was determined based on the number of daily increment plus the first time of ring formation. Spawning time was determined by back calculation of the sampling time, plus age and incubation period. The result showed that there were 130 individual juveniles collected ranged from 7.0 to 14.6 mm total length (TL). The formation of daily increment on 69 sagittal otoliths was observed. The first sagittal increment was formed on the third day after hatching and the forming of the increment was daily. The ages of juvenile red devil were between 9-28 days old and majority of the larvae in 17 days. Red devil spawned coincided with the new moon phase and high intensity of rainfalls.

Keywords: Cichlidae, daily increment, juvenile, otolit, reservoir

Pendahuluan

Waduk Sermo merupakan satu-satunya waduk yang dibangun di Daerah Istimewa Yogyakarta dan mempunyai potensi sumber daya ikan yang menjadi sumber mata pencaharian

masyarakat sekitar waduk. Pada kurun waktu tahun 1997-2007, populasi ikan yang dominan di Waduk Sermo adalah nila hitam (*Oreochromis niloticus*). Nila hitam sebagai ikan tebaran pada saat penggenangan sangat sukses beradaptasi di perairan waduk tersebut (Rustadi 2008). Pada tahun 2004 ikan *red devil* mulai tertangkap oleh

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: lely4192@yahoo.com

alat tangkap ikan nelayan dan sejak tahun 2008 populasinya mulai meningkat. Pada tahun 2012 hasil tangkapan ikan menggunakan jaring insang dengan bukaan mata jaring 1-2 inci menunjukkan bahwa proporsi jumlah tangkapan ikan *red devil* sebanyak 72,7% dan proporsi berat tangkapan sebanyak 69,4% (Nilawati 2013).

Dominansi ikan *red devil* (*Amphilophus labiatus*) di perairan Waduk Sermo menjadi masalah utama karena ikan tersebut menjadi kompetitor ikan asli dan introduksi (ikan gabus *Channa striata*, lele *Clarias batrachus*, nila hitam *Oreochromis niloticus*, nila merah *Oreochromis* sp.), serta predator ganas bagi ikan-ikan asli yang berukuran kecil (wader pari *Rasbora argyroteenia*, cakul *Puntius binotatus*, guppy *Poecilia* sp.). Meningkatnya populasi ikan *red devil* menyebabkan struktur populasi ikan bergeser, keragaman ikan menurun dan rantai makanan menjadi panjang, sehingga menurunkan biomassa total. Pada awal tahun 2000-an populasi ikan nila hitam sangat dominan, namun pada awal tahun 2010-an dominansinya bergeser pada *red devil*. Ikan *red devil* di waduk Sermo memiliki panjang relatif saluran pencernaan terhadap tubuhnya sekitar 3,83, sehingga makanannya sangat beragam yang terdiri atas ikan yang berukuran kecil, crustacea, detritus, fitoplankton, zooplankton, tumbuhan, serangga, larva serangga, larva *Chironomus* sp., dan annelida (Ariasari 2014). Komposisi makanan utama *red devil* dewasa adalah ikan kecil dan larva ikan yang mencapai 81%, sehingga sangat rakus terhadap larva ikan, terutama nila hitam, dan ikan ikan keil lainnya. Dampak selanjutnya adalah menurunnya hasil tangkapan dan pendapatan nelayan karena harga jual *red devil* sangat rendah (Rp 3.500,00 kg⁻¹).

Data demografi ikan sangat penting sebagai dasar untuk mengelola stok populasi berdasarkan umur. Informasi demografi ikan seperti

sejarah hidup ikan pada stadia awal, identitas stok, pola migrasi, rekrutmen dan karakter biologi lainnya merupakan data penting untuk mengelola populasi ikan. Karakter biologi suatu spesies ikan, misalnya pemijahan, sangat dipengaruhi oleh musim dan kondisi lingkungannya. Aktivitas pemijahan sebagian besar ikan di daerah tropis, seperti halnya ikan-ikan di Waduk Sermo, sangat dipengaruhi oleh kualitas air yang baik dan kuantitasnya banyak yang umumnya terjadi pada musim hujan. Faktor lingkungan, misalnya kecerahan dan kedalaman perairan berpengaruh terhadap kelimpahan ikan. Ikan yang teradaptasi pada visibilitas rendah ditemukan melimpah pada perairan yang keruh, sebaliknya ikan yang orientasinya bertumpu pada penglihatan akan melimpah pada perairan yang jernih (Tejerina-Garro *et al.* 1998).

Suhu perairan di daerah tropis relatif stabil sepanjang tahun, sehingga perubahan suhu antar musim tidak berpengaruh nyata terhadap kecepatan pertumbuhan ikan. Selain itu, musim pemijahan pada beberapa spesies ikan berlangsung lama, akibatnya perbedaan kelas ukuran panjang pada tiap kohort sering terlihat tidak jelas (Watanabe 2000). Ikan yang menjadi target utama tangkapan di daerah tropis umumnya berumur panjang, jenisnya banyak, mencapai ukuran maksimum pada umur yang relatif muda (Green *et al.* 2009). Kondisi ini menyebabkan analisis struktur umur populasi ikan yang menggunakan frekuensi ukuran panjang seringkali mengalami kesulitan dan hasilnya tidak akurat (Sparre & Venema 1998).

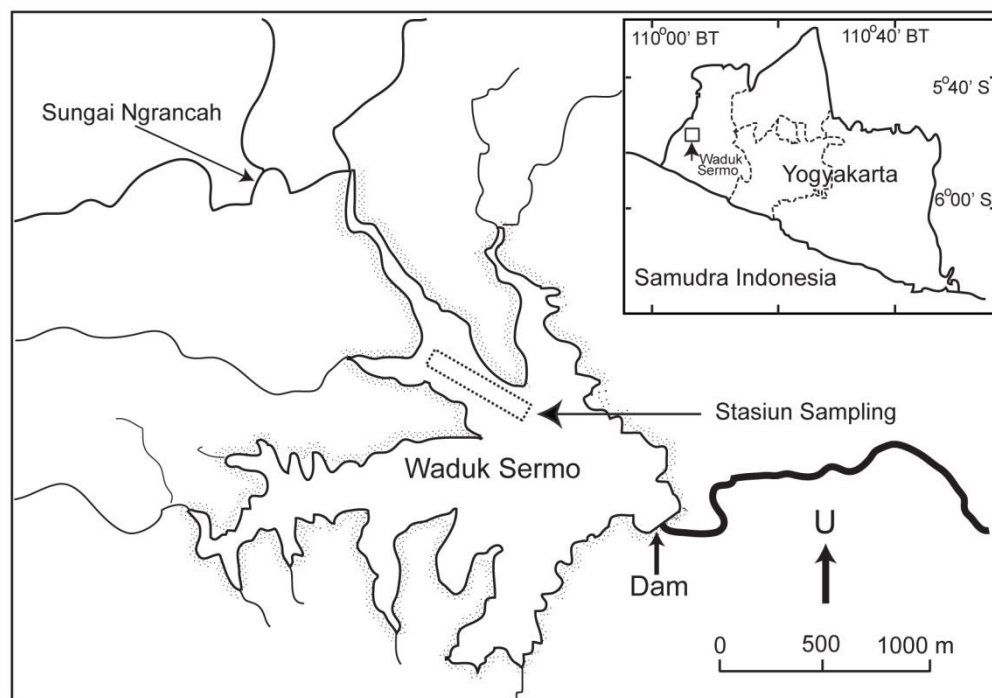
Salah satu cara untuk menentukan umur ikan bertulang sejati melalui analisis bagian terkeras ikan, misalnya otolit, sisik, duri keras, atau tulang vertebra (Brothers *et al.* 1976, Campana & Neilson 1985, dan Campana *et al.* 1987). Analisis otolit untuk menentukan umur ikan dapat di-

terapkan terhadap ikan bertulang sejati pada berbagai umur (Pannella 1971). Larva dan juwana sebagai tahapan awal perkembangan hidup ikan menjadi aspek penting, karena terkait langsung dengan pertumbuhan dan kelangsungan hidup pada tahapan selanjutnya. Umur ikan pada stadia larva dan juwana dapat ditentukan lebih akurat melalui pengamatan jumlah lingkaran harian pada otolit ikan. Dengan diketahuinya umur maka dapat diketahui pula ontogeni fase sebelumnya, misalnya waktu pemijahan, pengeraman dan penetasan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan umur juwana dan waktu pemijahan *red devil* di perairan Waduk Sermo.

Bahan dan metode

Penelitian dilakukan dalam dua tahap yang bersamaan, yaitu: 1) penangkapan juwana ikan *red devil* untuk mengetahui waktu pemijahan, dan 2) pemeliharaan larva ikan nila albino (*Oreochromis* sp.) hasil tetasan di akuarium untuk

mengetahui awal pembentukan lingkaran pada otolit, agar umur juwana ikan *red devil* dapat ditentukan. Penangkapan juwana ikan *red devil* dilakukan dengan memasang kantong hapa berukuran 3 m x 3 m x 1,5 m dengan bukaan mata jaring 2 mm di daerah pemijahan selama bulan Oktober-Desember 2013. Kantong hapa diberi umpan untuk menarik ikan *red devil* berkumpul di dalam kantong. Jaring hapa dipasang di daerah pemijahan dan asuhan ikan *red devil* yaitu di daerah teluk yang mendapat masukan air dari Sungai Ngrancah atau di lokasi pemijahan berdasarkan informasi dari nelayan (Gambar 1). Muka air waduk mencapai elevasi tertinggi pada bulan Januari, sehingga daerah asuhan ikan meluas sampai ke perairan dangkal (pinggir waduk). Penangkapan juwana ikan *red devil* di pinggir waduk dilakukan dengan menggunakan jaring seser berdiameter rangka 30 cm dengan bukaan mata jaring 1 mm pada bulan Januari-Maret 2014.



Gambar 1. Peta stasiun sampling di Waduk Sermo. Anak panah menunjukkan lokasi pemasangan jaring hapa dan seser

Juwana ikan *red devil* disimpan di dalam kotak yang diberi es batu sebagai pendingin dan dibawa ke laboratorium. Selanjutnya juwana ikan *red devil* diukur panjang baku dan diambil otolitnya. Jumlah sampel ikan yang diambil otolitnya pada setiap bulan lebih kurang 30 ekor.

Otolit yang diambil adalah sagitta, dengan cara merendam juwana ikan *red devil* pada larutan NaOCl 5,25% (Secor *et al.* 1991). Perendaman menyebabkan semua jaringan terlarut, kecuali otolit. Otolit yang tertinggal dibersihkan dari sisa-sisa jaringan kemudian direndam dalam alkohol 70% selama 5 menit. Otolit dikering anginkan dan ditempelkan pada objek gelas menggunakan semen bucherer. Keberadaan lingkaran harian pada sebagian besar otolit dapat diamati secara langsung di bawah mikroskop, namun beberapa otolit memerlukan penggosokan menggunakan amplas agar terlihat lebih jelas.

Otolit yang sudah ditempel pada objek gelas ditetesi dengan kanada balsam hingga rata dan ditutup dengan kaca penutup, selanjutnya dilakukan penghitungan jumlah lingkaran. Penghitungan jumlah lingkaran dilakukan di bawah mikroskop dengan perbesaran 100-400 x, dimulai dari inti hingga lingkaran terluar. Penghitungan dilakukan sebanyak lima kali oleh dua peneliti. Apabila terjadi perbedaan rerata hitungan lebih dari dua, maka otolit tersebut tidak dijadikan contoh.

Validasi pembentukan lingkaran pada otolit

Informasi tentang awal pembentukan lingkaran harian pada otolit ikan *red devil* belum ada, oleh karena itu validasi pembentukan lingkaran dilakukan dengan mengamati keberadaan lingkaran harian pada ikan nila albino (*Oreochromis sp.*) hasil tetasan. Induk ikan nila albino dengan komposisi jantan dan betina sebanyak 1:3 ditebar

pada bak pemijahan. Induk betina mulai terlihat mengerami telur di dalam rongga mulut pada hari ke-6 dan 7. Induk yang sedang mengerami telur ditangkap, kemudian telurnya dikeluarkan dan ditetaskan pada bak akuarium. Pengeraman telur membutuhkan waktu tiga hari dan keseluruhan proses penetasan membutuhkan waktu dua hari, sehingga semua telur menetas lima hari setelah masa pengeraman. Kuning telur pada larva ikan terserap habis pada hari ke-4 setelah menetas. Larva dipelihara di dalam hapa di kolam budi daya. Sejak menetas sampai hari ke-18, setiap hari sebanyak lima ekor larva diambil untuk analisis otolit. Selanjutnya mulai hari ke-18 hingga hari ke-30, pengambilan larva contoh dilakukan setiap dua hari, karena jumlah larva ikan semakin sedikit. Metode pengambilan otolit dan penghitungan jumlah lingkaran harian sama seperti pada juwana ikan *red devil*.

Data jumlah lingkaran dan hari setelah larva ikan nila albino menetas, dianalisis menggunakan regresi linear sederhana, untuk melihat korelasi kedua parameter tersebut dan menentukan waktu lingkaran harian pertama terbentuk. Umur dan waktu pemijahan ikan setiap bulannya dianalisis secara deskriptif.

Hasil

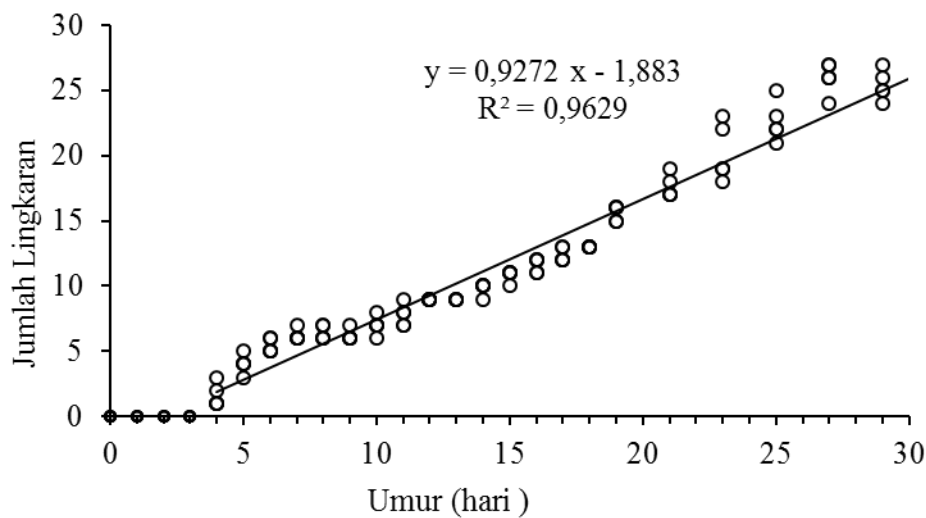
Validasi awal pembentukan lingkaran pada nila albino

Waktu penetasan pertama diasumsikan sebagai hari ke-0. Otolit larva diamati mulai hari ke-2 yang menunjukkan struktur otolit mulai ditemukan pada hari ke-3. Saat struktur otolit ditemukan pertama kali, lingkaran harian pada otolit belum terbentuk dan baru terbentuk pada hari ke-4. Jumlah lingkaran harian yang ditemukan pada hari ke-4 berkisar antara 1-3. Jumlah lingkaran pada otolit tiap sampling pada hari berikutnya

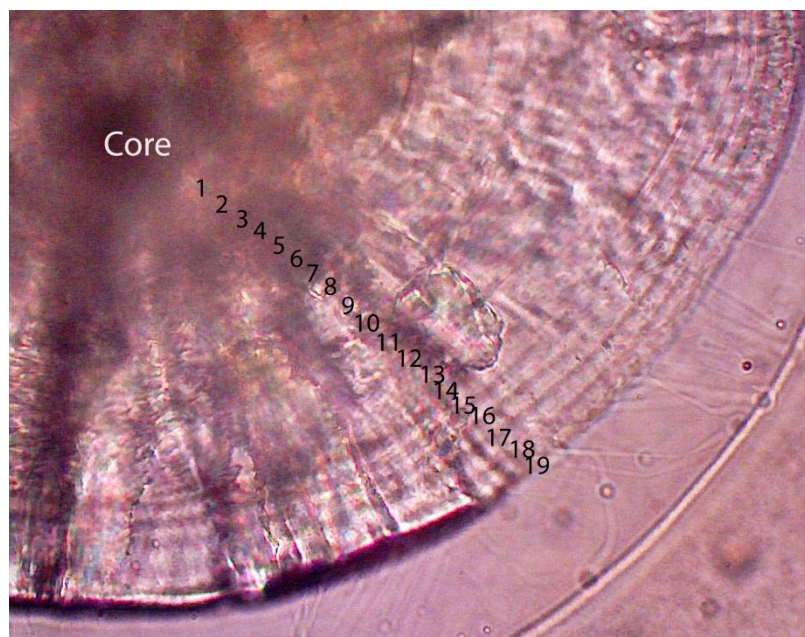
menunjukkan pertambahan jumlah lingkaran seiring bertambahnya umur, meskipun ditemukan perbedaan dalam kisaran 1-3 lingkaran. Hubungan antara jumlah lingkaran harian dengan hari setelah penetasan disajikan pada Gambar 2.

Hubungan antara jumlah lingkaran harian dengan hari setelah penetasan larva ikan nila albino menunjukkan persamaan garis linier $y =$

$0,927x - 1,883$. Pembentukan lingkaran harian pertama pada otolit, yakni saat nilai $y = 1$, terjadi pada hari ke-3 setelah menetas dan bersifat harian. Oleh karena itu, umur juwana ikan *red devil* hasil tangkapan dihitung berdasarkan standar waktu pembentukan lingkaran harian larva ikan nila albino yakni jumlah lingkaran harian pada otolit ikan *red devil* (DI) + 3.



Gambar 2. Hubungan jumlah lingkaran harian dengan umur (hari) setelah larva ikan nila albino menetas



Gambar 3. Contoh otolit juwana ikan *red devil* panjang tubuh 10,6 mm yang diamati dengan mikroskop pembesaran 400x dan cara menghitung jumlah lingkaran harian yang dimulai dari core hingga lingkaran paling luar sebanyak 19 buah.

Pengamatan otolit red devil

Sebagian besar otolit ikan *red devil* yang berhasil diambil dari kantong sacculus dapat diamati keberadaan lingkaran harian menggunakan mikroskop dengan pembesaran 100-400x (Gambar 3). Beberapa otolit membutuhkan penggosokan menggunakan amplas untuk memperjelas penampakan lingkaran hariannya. Keberadaan lingkaran harian pada otolit dapat dilihat makin jelas dengan memberi lapisan kanada balsam.

Penghitungan jumlah lingkaran harian dimulai dari pusat yang paling dekat core dengan mengatur knop pengatur halus dan pencahayaan. Keberadaan lingkaran harian terlihat jelas pada daerah yang menjadi fokus penghitungan. Untuk menghitung jumlah lingkaran pada area berikutnya, maka preparat otolit digeser sesuai dengan area yang diinginkan. Keberadaan lingkaran paling luar dihitung penuh (satu), apabila ketebalannya lebih besar dari separuh lingkaran sebelumnya, sebaliknya dihitung nol (0) apabila ketebalannya kurang dari separoh.

Penetapan umur juwana ikan red devil

Jumlah juwana ikan *red devil* yang tertangkap seluruhnya sebanyak 140 ekor. Jumlah juwana ikan *red devil* yang tertangkap pada bulan Desember sebanyak 19 ekor, bulan Januari sebanyak 72 ekor, Februari sebanyak 47 ekor, dan Maret sebanyak 2 ekor. Juwana yang diambil otolitnya pada masing-masing bulan adalah pada bulan Desember 19 ekor, pada bulan Januari 30 ekor, pada bulan Februari 30 ekor dan pada bulan Maret 2 ekor. Juwana ikan yang tertangkap pada bulan Desember 2013 memiliki panjang baku berkisar 13,0-15,8 mm, bulan Januari berkisar 7,0-17,0 mm, bulan Februari berkisar 9,3-14,0 mm, dan bulan Maret berkisar 11,0-14,0 mm.

Panjang baku juwana ikan *red devil* secara keseluruhan berkisar 7,0-17,0 mm.

Jumlah otolit yang bisa diamati lingkaran hariannya pada masing-masing bulan, yaitu bulan Desember sebanyak 11 pasang, Januari 26 pasang, Februari 30 pasang dan Maret 2 pasang. Total jumlah otolit yang diambil sebanyak 81 pasang dan yang dapat diamati keberadaan lingkaran hariannya sebanyak 69 buah. Hasil pengamatan terhadap 69 otolit juwana ikan *red devil* disajikan pada Tabel 1. Juwana *red devil* yang tertangkap pada bulan Desember berumur 19-28 hari dengan modus 23 hari, sedangkan larva *red devil* yang tertangkap pada bulan Januari berumur 16-25 hari dengan modus 17 hari. Larva *red devil* yang tertangkap pada bulan Februari berumur 11-22 hari dengan modus 15 hari, sedangkan otolit larva yang diamati pada bulan Maret sebanyak 2 buah dengan umur 9 hari. Juwana ikan *red devil* yang tertangkap berumur antara 9-28 hari dengan modus 17 hari atau 2 minggu.

Prediksi waktu pemijahan ikan red devil

Prediksi waktu pemijahan ikan *red devil* yang diperoleh dari pengamatan terhadap 69 sampel otolit juwana ikan hasil tangkapan bulan Desember 2013 hingga Maret 2014 berkisar antara akhir bulan November 2013 hingga akhir Februari 2014. Prediksi waktu pemijahan ikan *red devil* disajikan pada Gambar 4.

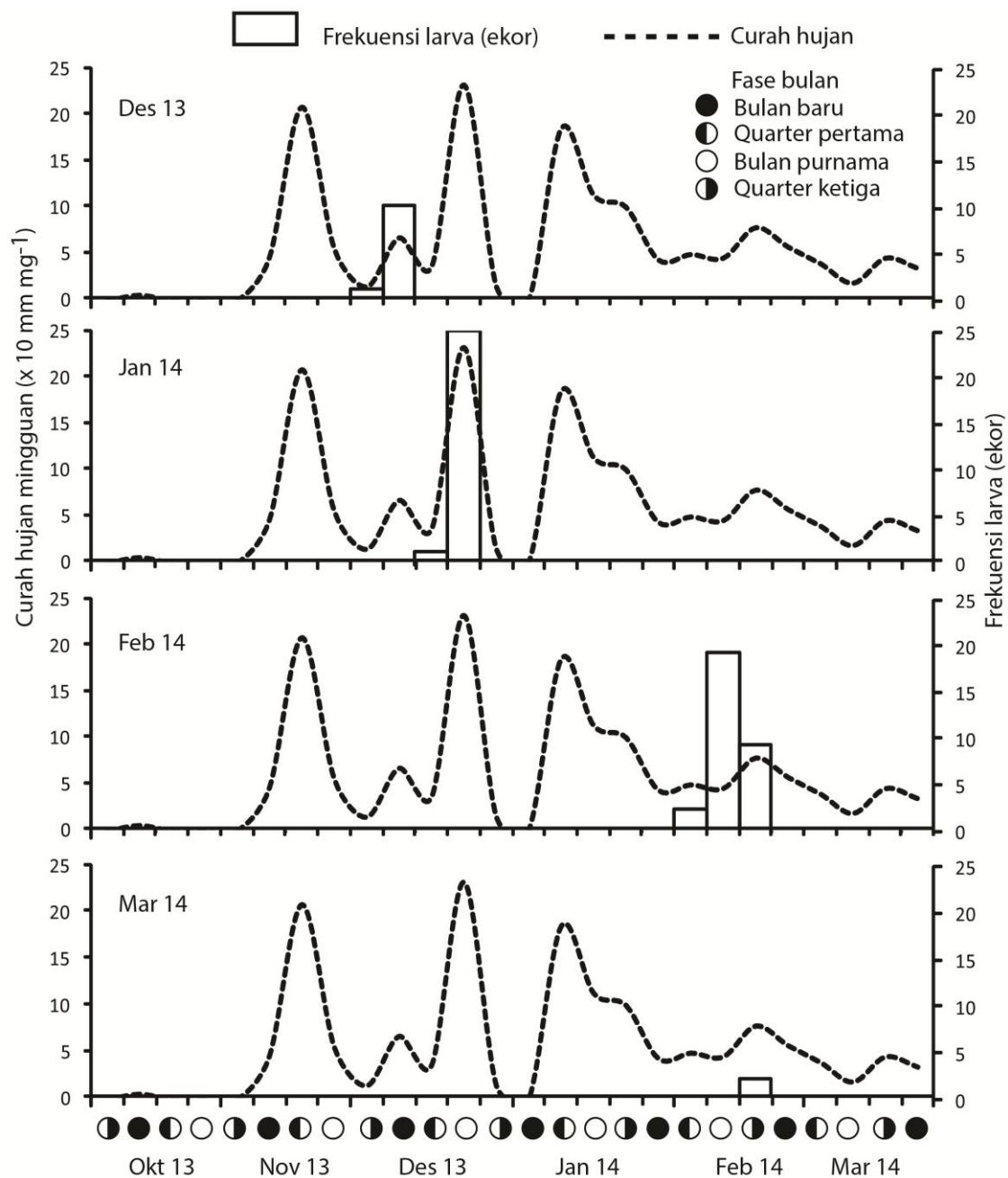
Waktu pemijahan erat kaitannya dengan curah hujan dan fase bulan. Curah hujan pada bulan Oktober sangat kecil (< 20 mm/minggu) dan meningkat drastis mencapai 209 mm/minggu pada minggu kedua bulan November. Curah hujan yang tinggi tidak langsung diiringi oleh proses pemijahan, karena pemijahan ikan *red devil* baru ditemukan pada akhir bulan November. Hal

Tabel 1. Panjang baku (SL), jumlah lingkaran (DI) pada otolit dan umur (DI+3) juwana ikan *red devil* selama sampling Desember 2013 sampai Maret 2014

No	Des 2013			Jan 2014			Feb 2014			Mar 2014		
	SL (cm)	DI (n)	Umur (hari)	SL (cm)	DI (n)	Umur (hari)	SL (cm)	DI (n)	Umur (hari)	SL (cm)	DI (n)	Umur (hari)
1	15,5	16	19	10,0	13	16	10,1	8	11	11,0	6	9
2	14,0	18	21	10,0	13	16	10,2	8	11	14,0	6	9
3	13,5	19	22	10,0	13	16	10,9	8	11			
4	13,5	20	23	10,5	13	16	11,0	8	11			
5	15,0	20	23	11,0	13	16	11,5	8	11			
6	15,0	20	23	9,0	14	17	10,2	9	12			
7	13,0	21	24	9,0	14	17	10,4	9	12			
8	14,5	21	24	9,5	14	17	10,9	9	12			
9	15,0	22	25	10,0	14	17	14,0	9	12			
10	15,6	22	25	10,0	14	17	10,5	10	13			
11	13,2	25	28	11,0	14	17	9,9	11	14			
12				11,0	14	17	9,5	12	15			
13				11,0	14	17	9,8	12	15			
14				12,0	14	17	10,0	12	15			
15				12,0	14	17	10,3	12	15			
16				12,5	14	17	10,3	12	15			
17				9,0	15	18	10,4	12	15			
18				10,0	15	18	10,8	12	15			
19				11,5	15	18	12,9	12	15			
20				12,0	15	18	10,0	13	16			
21				12,0	15	18	10,2	13	16			
22				12,5	15	18	10,2	13	16			
23				10,0	16	19	10,2	13	16			
24				14,0	16	19	11,9	13	16			
25				11,0	17	20	10,5	14	17			
26				7,0	22	25	10,2	15	18			
27							11,8	16	19			
28							14,0	16	19			
29							11,4	17	20			
30							10,6	19	22			

ini memperlihatkan bahwa curah hujan yang tinggi pada minggu kedua bulan November merangsang ikan *red devil* untuk melakukan pemijahan pada akhir bulan November. Juwana ikan *red devil* banyak tertangkap di bulan Januari. Juwana ini merupakan hasil pijahan pada minggu kedua dan ketiga Desember yang bertepatan dengan dengan curah hujan yang tinggi dan fase bulan gelap.

Juwana hasil pemijahan pada bulan Januari tidak ditemukan diduga karena stok induk yang siap memijah sangat terbatas dan sebagian besar sudah selesai memijah pada bulan Desember. Juwana yang tertangkap pada akhir bulan Februari merupakan hasil pijahan minggu pertama hingga ketiga Februari dan bertepatan dengan fase bulan gelap. Juwana hasil pijahan pada bulan Maret ditemukan dalam jumlah yang sedikit.



Gambar 4. Prediksi waktu pemijahan ikan *red devil* dan hubungannya terhadap fase bulan dan curah hujan (Sumber data curah hujan: BMKG 2014)

Secara umum, juwana ikan hasil pijahan saat curah hujan tinggi dan fase bulan gelap tertangkap dalam jumlah yang banyak.

Pembahasan

Pemijahan ikan umumnya dipengaruhi oleh kondisi lingkungannya, sehingga ikan yang habitatnya di daerah bermusim empat akan me-

nyesuaikan dengan kondisi musim terjadi di daerah tersebut (Sparre & Venema 1998). Setiap musim (semi, panas, gugur, dan dingin) berlangsung selama tiga bulan, sehingga pemijahan ikan di daerah bermusim empat berlangsung sekitar tiga-enam bulan (Iida *et al.* 2013). Hal tersebut menyebabkan rerata ukuran panjang atau berat populasi tiap spesies ikan antar pijahan terlihat

sangat nyata. Oleh karena itu analisis struktur umur populasi ikan di daerah bermusim empat menggunakan data frekuensi panjang dapat dilakukan dengan akurasi yang tinggi (Spare & Venema 1998).

Kondisi iklim terutama suhu perairan di daerah tropis relatif stabil, sehingga pertumbuhan ikan lebih dipengaruhi oleh ketersediaan pakan yang sesuai, akibatnya perbedaan kohort antarpemijahan terlihat tidak kentara. Keadaan tersebut menyulitkan analisis struktur umur populasi ikan tropis berbasis frekuensi panjang, khususnya beberapa spesies ikan yang mengalami masa pemijahan sepanjang tahun, sehingga perbedaan kohort pemijahan sangat samar. Salah satu cara untuk menetapkan umur ikan dengan akurasi yang tinggi adalah menggunakan otolit. Penelitian terhadap otolit beberapa jenis ikan bertulang sejati di daerah bermusim empat memperlihatkan adanya struktur lingkaran harian pada otolit ikan yang terbentuk secara harian dan tergambar dari adanya zona gelap dan zona terang (Pannella 1971).

Zona gelap (*dark zone*) dan zona terang (*light zone*) berkaitan erat dengan ritme metabolisme yang dipengaruhi oleh adanya perubahan cahaya. Pada siang hari, saat intensitas cahaya tinggi dan suhu lingkungan meningkat, proses metabolisme dalam tubuh ikan meningkat. Peningkatan proses metabolisme dalam tubuh ikan menyebabkan terjadinya peningkatan pengendapan protein dan penurunan pengendapan kalsium, sehingga dihasilkan area gelap. Sebaliknya, pada malam hari metabolisme tubuh ikan menurun, sehingga terjadi penurunan pengendapan protein dan peningkatan pengendapan kalsium yang menghasilkan area terang (Pannella 1971). Pada saat intensitas cahaya berkurang dan suhu lingkungan menurun, proses metabolisme dalam

tubuh ikan akan menurun (Campana & Neilson 1985).

Pada sebagian besar jenis ikan telah diketahui bahwa proses pengendapan lingkaran harian pertama terjadi saat larva ikan mulai aktif mengambil makanan dari luar (proses eksogenus) atau kuning telur pada larva sudah terserap habis (Tsukamoto *et al.* 2003). Waktu yang dibutuhkan oleh larva masing-masing spesies ikan untuk menyerap habis kuning telur bervariasi. Pengamatan terhadap otolit larva ikan nila albino hasil tetasan, yang mewakili famili Cichlidae, memperlihatkan pembentukan lingkaran bersifat harian dan terbentuk pertama kali pada hari ke-3 setelah penetasan, atau hari ke-6 setelah pemijahan. Kuning telur terserap habis pada hari ke 4 setelah ditetaskan. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Karakiri & Hammer (1989) terhadap otolit ikan nila (*O. aureus*), yang menemukan lingkaran harian terbentuk 2-3 hari sebelum larva memasuki masa transisi berenang bebas. Hasil yang sama diperoleh Zhang & Runham (1992) yang menemukan lingkaran harian pertama pada ikan *O. niloticus* saat primordia otolit mulai terbentuk, yaitu sekitar 3-3,5 hari setelah ditetaskan.

Panjang baku juwana ikan *red devil* hasil tangkapan pada setiap bulan memiliki rerata panjang yang hampir sama. Berdasarkan umur ikan dan waktu penangkapan, maka waktu pemijahan terjadi pada bulan November, Desember, Februari dan Maret. Pada bulan Januari tidak ada pemijahan karena diduga tidak ada stok induk yang siap memijah meskipun kondisi lingkungan mendukung terjadinya pemijahan. Diduga pemijahan ikan *red devil* terjadi setiap bulan, sehingga rekrutmen larva baru terjadi setiap bulan. Hal ini diperkuat oleh sebaran umur juwana ikan *red devil* yang dijadikan contoh pengamatan otolit selama periode pengamatan. Umur juwana ikan yang teramati memiliki kisaran yang hampir sa-

ma, sehingga pemijahan ikan *red devil* diduga terjadi hampir setiap bulan.

Peningkatan kualitas dan kuantitas nutrien dalam perairan merangsang terjadinya peningkatan biomassa fitoplankton di perairan. Fitoplankton juga banyak terbawa oleh aliran sungai menuju waduk dan menjadi makanan utama saat fase awal daur hidup ikan (Duponchelle *et al.* 1999). Oleh karena itu, perubahan lingkungan saat curah hujan tinggi merangsang ikan memijah. Peningkatan jumlah induk ikan *O. niloticus* di Danau Awassa Ethiopia memijah secara nyata disebabkan oleh adanya peningkatan biomassa fitoplankton pada perairan saat curah hujan tinggi (Admassu 1996). Selain itu, musim pemijahan induk ikan *O. niloticus* di Pantai Gading Afrika dipengaruhi oleh perubahan suhu musiman, curah hujan, panjang harian dan konsentrasi klorofil (Duponchelle *et al.* 1999).

Pemijahan induk ikan *red devil* membutuhkan substrat untuk meletakkan telurnya dan pemijahannya membutuhkan sinkronisasi dengan fase bulan (Watanabe 2000 dan Froese & Pauly 2011). Pada proses pemijahannya, induk ikan *red devil* melakukan sinkronisasi terhadap curah hujan dan fase bulan (bulan baru, bulan sabit awal, bulan purnama, bulan sabit akhir). Curah hujan dan fase bulan masing-masing berkorelasi dengan fase pematangan telur (Watanabe 2000). Induk ikan *red devil* di Waduk Sermo melakukan pemijahan pada fase bulan separuh pertama dan bertepatan pada saat curah hujan tinggi yang menyebabkan masuknya nutrien melalui aliran sungai, meningkatnya kandungan oksigen dan meningkatnya elevasi air waduk. Hal ini sesuai dengan pola pemijahan pada beberapa ikan famili Cichlidae di Danau Tangayika, misalnya ikan *Tilapia mariae* (Schwan 1987), *Lepidolamprologus profundicola*, *L. elongatus* dan *L. attenuatus* (Nakai *et al.* 1990), *Telmatochromis tempo-*

ralis (Takahashi 2010), *Neolamprologus pulcher* (Desjardins *et al.* 2011) yang membutuhkan substrat untuk memijah dan saat pemijahan menyesuaikan dengan fase bulan paruh pertama. Pemijahan dengan sinkronisasi fase bulan telah dilaporkan dalam beberapa spesies ikan dari famili Cichlidae yang pemijahannya menggunakan substrat, namun tidak terjadi pada kelompok ikan yang mengerami dalam mulutnya (Nakai *et al.* 1990 dan Watanabe 2000).

Kegiatan reproduksi ikan *red devil* yang sinkron dengan fase bulan dapat dijelaskan sebagai berikut. Pertama, cahaya bulan memberikan isyarat kepada pasangan untuk bertelur pada saat yang sama. Pada bulan baru induk jantan melakukan tindakan menjaga wilayah teritorialnya, menggiring induk betina yang sudah siap memijah, sehingga sering terjadi perebutan wilayah dan pasangan. Kedua, pemijahan yang terjadi sebelum bulan purnama meningkatkan efektivitas pengasuhan malam hari oleh induknya. Penjagaan telur yang sudah dibuahi dilakukan oleh induk jantan, sehingga induk jantan yang kuat memiliki peluang memikat induk betina untuk memijah dan merawat anaknya. Pada bulan purnama visibilitas sangat tinggi, sehingga induk ikan *red devil* bisa menghalau predator dan melindungi anaknya. Pemangsaan oleh ikan predator pada fase bulan purnama umumnya sangat rendah. Ketiga, penyebaran larva selama kuartal keempat dari siklus lunar dan bulan baru pada kondisi kegelapan meningkatkan kelangsungan hidup (Watanabe 2000 dan Takemura *et al.* 2004). Pada fase bulan gelap larva ikan sudah berkembang hingga stadia pascalarva yang mampu menghindari dari serangan predator.

Ikan dan biota lain umumnya melakukan pemijahan beberapa hari menjelang atau sesudah fase bulan purnama yang terjadi secara bersamaan, sehingga persentase pembuahan meningkat

(Rhodes & Sadovy 2002). Pada fase bulan gelap, aktivitas ikan predator sangat berkurang, sehingga predasi terhadap larva sedikit, akibatnya sintasan larva yang dipijahkan akan tinggi. Selain itu, visibilitas sangat rendah sehingga mangsa banyak yang keluar dari persembunyiannya, menyebabkan kemelimpahan dan keanekaragaman ikan saat bulan gelap lebih tinggi daripada saat bulan terang.

Simpulan

Beberapa simpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah umur juwana *red devil* yang tertangkap berkisar antara 9-28 hari dengan modulus 17 hari atau 2 minggu. Struktur lingkaran pada otolit terbentuk mulai umur 4 hari dan setiap hari bertambah satu lingkaran. Pemijahan ikan *red devil* diperkirakan terjadi setiap bulan yang sinkron dengan fase bulan separuh pertama saat intensitas curah hujan tinggi. Induk ikan *red devil* melakukan pemijahan pada substrat dan menjaga anaknya untuk memperkecil tingkat mortalitas.

Persantunan

Tulisan ini merupakan bagian dari kegiatan penelitian mengenai iktiofauna di Waduk Sermo yang dibiayai dari sumber Hibah LPPM UGM. Penghargaan dan terima kasih disampaikan kepada Universitas Gadjah Mada melalui Lembaga Penelitian, yang telah memberikan bantuan biaya untuk pelaksanaan penelitian ini. Terima kasih disampaikan kepada Bapak Wasidi yang telah membantu dalam penangkapan larva *red devil*. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dua anonim mitra bebestari yang telah memberi saran dan masukan yang konstruktif untuk kesempurnaan tulisan ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian hingga penulisan laporan.

Daftar pustaka

- Ariasari A. 2014. Preferensi pakan ikan *red devil* (*Amphilophus labiatus*) di Waduk Sermo Kabupaten Kulon Progo. *Skripsi*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 39 hlm. (tidak dipublikasikan).
- Admassu D. 1996. The breeding season of tilapia, *Oreochromis niloticus* L. in Lake Awassa (Ethiopian rift valley). *Hydrobiologia*, 337(1-3): 77-83.
- BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika). 2014. Data Curah Hujan Harian Pos Hujan Kokap Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo. Stasiun Geofisika Klas I Yogyakarta. D. I. Yogyakarta.
- Brothers EB, Matthews CP, Laskers R. 1976. Daily growth increments in otoliths from larval and adults fishes. *Fishery Bulletin*, 74(1): 1-8.
- Campana SE, Neilson JD. 1985. Microstructure of fish otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 42(5): 1014-1032.
- Campana SE, Gagne JA, Munro J. 1987. Otolith microstructure of larval herring (*Clupea harengus*): Image or reality? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 44 (11): 1922-1929.
- Desjardins JK, Fitzpatrick JL, Stiver KA, Van Der Kraak GJ, Balshine S. 2011. Lunar and diurnal cycles in reproductive physiology and behavior in a natural population of cooperatively breeding fish. *Journal of Zoology*, 285(1): 66-73
- Duponchelle F, Cecchi P, Corbin D, Nuñez J, Legendre M. 1999. Spawning season variations of female Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, from man-made lakes of Cote d'Ivoire. *Environmental Biology of Fishes*, 56 (4): 375-387.
- Froese R, Pauly D. Editors. 2011. FishBase. Red devil *Amphilophus labiatus* (Günther, 1864). World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version. Diakses tanggal 05 Oktober 2014.
- Green BS, Mapstone BD, Carlos G, Begg G. 2009. Introduction to otoliths and fisheries. In Green BS, Mapstone BD, Carlos G, Begg G. *Tropical Fish Otoliths: Information for Assessment, Management and Ecology*. pp. 1-22
- Iida M, Watanabe S, Tsukamoto K. 2013. Riverine life history of the amphidromous goby *Sicyopterus japonicus* (Gobiidae: Sicydi-

- inae) in the Ota River, Wakayama, Japan. *Environmental Biology of Fishes*, 96(4): 645–660
- Karakiri M, Hammer C. 1989. Preliminary notes on the formation on daily increments in otoliths of *Oreochromis aureus*. *Journal Applied Ichthyology*, 5(2): 53-60.
- Nakai K, Yanagisawa Y, Sato T, Niimura Y, Gashagaza MM. 1990. Lunar synchronization of spawning in cichlid fishes of the tribe Lamprologini in Lake Tanganyika. *Journal of Fish Biology*, 37(4): 589-598
- Nilawati R. 2013. Komposisi hasil tangkapan jaring insang pada musim kemarau dan penghujan di waduk sermo Kabupaten Kulon Progo. *Skripsi*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 54 hlm. (tidak dipublikasikan).
- Pannella G. 1971. Fish otolith: daily growth layer and periodical patterns. *Science* 1173: 1124-1127.
- Rhodes KL, Sadovy Y. 2002. Temporal and spatial trends in spawning aggregations of camouflage grouper, *Epinephelus polyphekadion*, in Pohnpei, Micronesia. *Environmental Biology of Fishes*, 63 (1): 27–39
- Rustadi. 2008. Konsentrasi nitrogen dan fosfor untuk menaksir daya dukung lingkungan perairan budi daya ikan di Waduk Sermo Kuloprogo Daerah Istimewa Yogyakarta. *Disertasi*. Universitas Gadjah Mada (tidak dipublikasikan).
- Secor DH, Dean JM, Laban EH. 1991. *Manual for Otolith Removal and Preparation for Microstructural Examination*. Belle W. Baruch Institute for Marine Biology and Coastal Research. University of South Carolina. Columbia.
- Sparre P, Venema SC. 1998. Introduction to tropical fish Stock Assessment. Part 1: Manual. *FAO Fisheries Technical Paper* no. 306/1 Rev.2. 407 p.
- Schwan E. 1987. Lunar periodicity in the spawning of *Tilapia mariae* in the Ethiop River, Nigeria. *Journal of Fish Biology*, 30(5): 533-537
- Takahashi T. 2010. Different degrees of lunar synchronization of ovary development between two morphs of a Tanganyikan cichlid fish. *Hydrobiologia*, 644(1):139–143
- Tejerina-Garro FL, Fortin R, Rodríguez MA. 1998. Fish community structure in relation to environmental variation in floodplain lakes of the Araguaia River, Amazon Basin. *Environmental Biology of Fishes*, 51 (4): 399–410.
- Tsukamoto K, Otake T, Mochioka N, Lee T, Fricke H, Inagaki T, Aoyama J, Ishikawa S, Kimura S, Miller MJ, Hasumoto H, Oya M, Suzuki Y. 2003. Seamounts, new moon and eel spawning: The search for the spawning site of the Japanese eel. *Environmental Biology of Fishes*, 66(3): 221-229.
- Takemura A, Rahman Md S, Nakamura S, Ju Park Y, Takano K. 2004. Lunar cycles and reproductive activity in reef fishes with particular attention to rabbitfishes. *Fish and Fisheries*. 5 (4): 317-328
- Watanabe T. 2000. Lunar cyclic spawning of a mouthbrooding cichlid *Cyprichromis leptosoma*, in Lake Tanganyika. *Ichthyology Research*, 47(3): 307-310
- Zhang Z, Runham NW. 1992. Initial development of *Oreochromis niloticus* (Teleostei: Cichlidae) otolith. *Journal of Zoology*, 227(3): 465-478.