

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/20260> holds various files of this Leiden University dissertation.

Author: Becking, Leontine Elisabeth

Title: Marine lakes of Indonesia

Date: 2012-12-04

Tujuan dari tesis ini adalah untuk mendapatkan wawasan tentang peran proses distribusi spesies laut tropis dengan menggunakan danau laut sebagai model. Selama ini banyak pendapat mengatakan, bahwa spesies laut pada umumnya memiliki rentang geografis yang luas dengan ukuran populasi yang besar, karenanya penyebaran organismenya agak lambat dibandingkan penyebaran organisme di darat. Studi terbaru terkait populasi molekuler menunjukkan gambaran yang berbeda pada diferensiasi populasi dalam skala spasial kecil. Hal ini berarti, pada organisme laut tampaknya ditemukan lebih banyak hambatan dan kurangnya kesempatan, sehingga organisme laut lebih memiliki kemungkinan *allo-patric*. Danau-danau laut dengan penggambaran kontur jelas menyediakan kesempatan untuk mempelajari pola kumpulan spesies dan tahap awal evolusi pada laut dan pesisir di lingkungan yang terisolasi.

Penelitian ini mengangkat berbagai aspek dari berbagai habitat yang relatif kurang dikenal. Selama ini diketahui danau laut memiliki sedikit sistem *anchialine*. Istilah *anchialine* merujuk pada badan air yang terkurung daratan dan mempertahankan karakter kelautan melalui koneksi bawah laut yang menyempit. Oleh karena itu kawasan ini selain berair asin juga berair tawar, dan sangat berbeda dengan danau lain yang umumnya berair tawar. Danau laut pada umumnya ditemukan pada kawasan yang tersembunyi, pada cekungan pedalaman alami di antara bukit-bukit dan umumnya tidak terlihat dari pantai.

Berapa jumlah danau laut seperti ini di dunia tidak diketahui persis. Namun diperkirakan terdapat sekitar 200 danau yang tersebar di berbagai tempat, 10 diantaranya terdapat di daerah berkapur seperti Kroasia, Bermuda, Vietnam, Palau, dan Indonesia. Selama ini sangat sedikit dilakukan penelitian tentang keragaman danau laut di Palau dan Vietnam, tempat dimana penelitian saya dimulai. Di danau-danau laut ini, terlihat bahwa isolasi populasi telah mengakibatkan munculnya beragam jenis spesies yang langka dan unik. Kondisi ini disebabkan oleh sebuah sistem lingkungan tertentu, dan menawarkan potensi besar untuk penelitian lebih lanjut dan mendalam tentang keragaman laut dan evolusi. Danau laut merupakan sebuah laboratorium alam dimana banyak pertanyaan tentang evolusi lingkungan dapat dipelajari.

Dalam tesis ini saya meneliti danau laut yang baru-baru ini ditemukan di dua wilayah Indonesia: perairan Berau di Kalimantan Timur dan perairan Raja Ampat di Papua Barat. Tujuan tesis ini adalah untuk mengungkap pola spasial keanekaragaman hayati di danau laut dan mengetahui sejauh mana danau laut dapat mewakili isolasi lingkungan pesisir.

Penelitian ini akan membahas sejumlah pertanyaan, yaitu:

1. Apa saja jenis danau laut di Indonesia?
2. Jenis spesies apa saja yang ada di danau laut yang berbeda dengan jenis spesies yang ada di lingkungan pesisir yang ada di dekatnya?
3. Sejauh mana populasi di danau terisolasi?
4. Dapatkah danau laut di Indonesia dianggap sebagai laboratorium alam evolusi ?

Ketika saya memulai PhD saya pada tahun 2007, hanya sedikit informasi yang saya dapatkan tentang danau laut di Indonesia. Di awal penelitian, saya mengamati kondisi danau laut secara deskriptif - misalnya lokasi danau, penggambaran karakteristik geografis dan fisik, serta taksonomi dari spesies yang berada di danau ini. Landasan deskriptif ini merupakan prasyarat sebelum dilakukannya studi analitis lanjutan. Sebagai titik tolak penelitian, saya memilih *spons* sebagai kelompok sasaran dalam mengukur keanekaragaman hayati. Spons adalah salah satu taksa paling beragam di danau dan memiliki peran penting dalam pertumbuhan karang dan mangrove, baik oleh keragaman, biomassa maupun kegiatan penyaringannya. *Spons* adalah biota ideal untuk membandingkan keanekaragaman hayati di dalam dan di luar danau laut.

Untuk menentukan sampai sejauh mana danau laut di Indonesia termasuk dalam lingkungan yang terisolasi, ada tiga aspek yang dipertimbangkan:

- (a) Tingkat koneksi fisik air antara danau dan laut. Jumlah pertukaran air dapat berfungsi sebagai pendekatan untuk tingkat isolasi fisik.
- (b) Pola kumpulan spesies spons. Variasi dalam kumpulan spesies di berbagai tempat dapat memberikan informasi tentang hubungannya dengan lingkungan laut sekaligus mencerminkan proses penyebarannya.
- (c) Pola genetik dari populasi dua spesies khas danau laut: spons *Suberites diversicolor* (Porifera: Demospongiae: Hadromerida: Suberitidae) dan remis *Brachidontes sp.* (Mollusca: Bivalvia: Mytilidae). Dengan menggunakan metode molekuler dapat diperkirakan kecocokannya baik secara populasi maupun genetisnya, serta ketergantungannya pada populasi alamiah.

Jika sebuah danau laut berada pada sebuah daerah terbuka dengan kerangka ketinggian yang sama dengan laut; dapat diperkirakan akan ditemukan jenis-jenis organisme yang sama dan kurang terjadi perbedaan, baik secara genetis maupun populasi.

1. Apa saja jenis danau laut di Indonesia?

Penelitian ini menunjukkan bahwa ada keragaman besar dalam jenis danau laut dan masih begitu banyak danau laut yang masih harus didokumentasikan di Indonesia (BAB 1). Di dalamnya terdapat berbagai gradiasi hubungan antara danau dan laut. Semakin banyak hubungan antara keduanya, danau yang terbentuk semakin menyerupai sebuah laguna baik secara kimia air dan biota. Sementara danau-danau yang terisolasi, lebih memiliki air payau, dan mempunyai keunikan spesies yang tidak atau jarang ditemukan pada laut yang letaknya paling dekat.

2. Sampai sejauh mana jenis spesies di danau laut berbeda dengan spesies di habitat pesisir yang berdekatan?

Variasi spasial dalam komposisi spesies spons di danau laut, hutan bakau pesisir dan terumbu karang di perairan Berau (Kalimantan Timur, Indonesia) diukur secara sistematis dan kuantitatif. Studi yang komprehensif menunjukkan bahwa danau laut adalah “kebun spons” yang benar-benar mengandung kumpulan

yang sangat berbeda dengan jenis spesies spons dari fauna laut yang berdekatan (BAB 2, 3, 4 & 5). Jenis spons yang ditemukan di danau dapat dibedakan dalam tiga kelompok jenis spons, yakni : (a) jenis endemik terbatas pada sebuah danau tunggal; b) jenis beragam yang ditemukan di beberapa danau, namun tidak ada di luar lingkungannya; dan c) jenis-jenis lain yang ditemukan baik di danau maupun di laut. Keberadaan danau-danau laut di tempat-tempat tertentu menyumbangkan arti besar bagi keragaman endemis. Lebih dari setengah jenis-jenis spons di dalam danau laut belum memiliki nama ilmiah dan perlu dijelaskan dalam kerangka taksonomi (BAB 1, 3, 4 & 5).

3. *Sejauh mana populasi di danau terisolasi?*

Sebuah danau memiliki keragaman yang unik, lebih lagi mempunyai keragaman variasi genetik. (BAB 6 & 7). Dalam sebuah populasi seperti halnya spons *Suberites diversicolor* maupun populasi *Brachidontes* ditemukan dua garis keturunan yang sangat menyimpang dan sangat mungkin merupakan spesies samar. Pola variasi genetik yang ditemukan di danau laut, tampak sangat kuat terlihat sebagai jenis populasi yang berasal dari daerah yang terisolasi (BAB 6 & 7). Hal yang sama juga ditemukan pada jenis spons, juga jenis kerang-nya, dimana kita dapat melihat pola keragaman lokal yang sama baik di danau laut yang terbesar maupun yang paling terpencil di Indonesia (Danau Kakaban di Kalimantan Timur). Pola variasi genetik yang ditemukan dalam populasi danau laut umumnya konsisten dengan populasi dalam lingkungan terisolasi yang lain.

4. *Dapatkah danau laut di Indonesia dianggap laboratorium alam evolusi?*

Usia danau laut kemungkinan besar tidak lebih dari 15 ribu tahun, kendati demikian, terdapat banyak keragaman spesies dan keragaman genetik yang saling berbaur, hingga memunculkan kekhasan tertentu di setiap danau (semua BAB). Mengingat definisi areal yang endemik adalah spesies dengan skala spasial yang dibatasi, pusat endemisme biasanya adalah daerah dimana sebuah spesies bertahan (berkembangbiak), tetapi bisa juga terdiri dari daerah terakhir dimana sebuah spesies tersebar (mengungsi). Kedua skenario ini dapat terjadi dalam danau laut. Dan tampaknya, jenis keragaman spesies yang mampu bertahan membuat keragaman baru pada populasi yang berkembang dalam danau (BAB 6 & 7). Danau laut juga dapat berfungsi sebagai tempat perlindungan untuk garis keturunan kuno, peninggalan dari laut atau lebih lagi spesies danau dan populasi *anchialine* (BAB 3, 6 & 7). Dengan kata lain peran danau laut dalam mendukung endemisme adalah menjaga kelangsungan dan menyempurnakan karakteristik endemis, dan pada saatnya memunculkan kemungkinan diferensiasi populasi dan spesiasi. Tesis ini hanya menunjukkan beberapa konsekuensi isolasi jangka pendek pada penataan kumpulan jenis danau laut dan populasi struktur. Studi lebih lanjut tentang danau laut akan meningkatkan pemahaman kita tentang berbagai proses fisik dan ekologis yang bertanggungjawab dalam diversifikasi lingkungan tropis laut dangkal.

Penemuan dari penelitian PhD ini juga memiliki implikasi penting bagi pelestarian alam. Danau laut seperti halnya sistem kepulauan, secara geografis dapat didefinisikan dengan baik (BAB 1). Danau laut memiliki keunikan dan merupakan populasi terisolasi (BAB 6 & 7). Organisme yang hidup di danau laut sebagian besar adalah jenis endemis dan jenis sangat langka (BAB 2, 3, 4 & 5). Sama halnya dengan daerah kepulauan, danau laut pun sangat rentan terhadap ancaman perilaku manusia, seperti eksploitasi dan invasi. Semua BAB dari tesis ini menunjukkan bahwa masih dibutuhkan banyak penjelasan dan penelitian tentang keanekaragaman spesies. Karena keragaman dan keunikan yang dimilikinya sangat beralasan jika danau laut harus memainkan peran penting dalam perencanaan konservasi laut, baik di perairan Berau maupun perairan Raja Ampat.

