

Pola Horisontal

Kami mengatakan bahwa tanaman membentuk suatu *carpet* pada *lantai hutan*, namun inilah suatu *carpet* dengan pola yang tersendiri. Andaikan, kita membuat *lay out* (penataan) secara acak seratus kuadrat atau plot secara acak, masing-masing 1 meter persegi, pada *lantai hutan* dan mencatat tumbuhan yang pertumbuhannya kurang pada masing-masing plot. Kemudian, kita mengajukan dua jenis pertanyaan tentang pola tersebut.

Pertama, apakah masing-masing tumbuhan yang tersebar pada *lantai hutan* secara acak, ataukah sampai pada tahap tertentu, tumbuhan tersebut berkelompok atau terkluster secara acak? Sebagai dasar untuk menjawab pertanyaan tersebut, pertimbangkan kejadian dalam plots dari suatu spesies hipotetis yang masing-masing individu terdistribusi secara acak dan yang *foliage* menutup suatu bagian kecil *lantai hutan*. Suatu distribusi Poisson sesuai untuk menjelaskan jumlah masing-masing tumbuhan pada plot —61 plot tanpa tumbuhan dari spesies, 30 dengan 1, 8 dengan 2, dan 1 dengan 3, misalnya untuk 50 masing-masing tumbuhan dalam 100 plot. (Distribusi Poisson untuk distribusi acak dari masing-masing individu dapat dipaparkan dengan persamaan pertama pada Tabel 3.3. Dengan adanya suatu *mean* densitas sebesar 0,5 individu per meter persegi, suatu distribusi Poisson untuk tumbuhan dalam plot dapat dihitung sebagaimana tampak pada Tabel 3.3A.

Jumlah individu dalam plots akan sesuai dengan distribusi Poisson hanya apabila distribusi masing-masing tersebut acak ---jika lokasi dari masing-masing individu ditentukan oleh beberapa faktor yang tidak bergantung dari faktor penentu lokasi dari individu lainnya. Kasus ini jarang terjadi. Berbagai faktor dapat mengakibatkan individu tumbuh saling berdekatan satu sama lain, dan terkumpul menjadi beberapa kelompok. Apabila para individu terkumpul, maka pola jumlah individu dalam plot akan bergeser: akan terdapat lebih banyak plot yang memiliki jumlah individu yang lebih besar serta lebih banyak plot yang tidak memiliki, untuk suatu jumlah individu. Distribusi berkelompok *clumped distribution* bersifat *contagious*. Pengukuran *chi-*

square /ki-kuadrat dapat digunakan untuk menguji signifikansi perbedaan antara suatu distribusi aktual jumlah individu dalam plot, dan suatu distribusi Poisson yang dihitung untuk jumlah individu dan plot yang sama. Table 3.3, bagian B mengilustrasikan suatu distribusi aktual masing-masing tumbuhan dalam kuadrat dan suatu tes ki-kuadrat untuk *contagion*. Kita menyatakan bahwa distribusi bersifat *contagious*, karena pengujian menunjukkan bahwa terdapat kurang dari satu peluang dalam seribut sehingga distribusi aktual hanya dapat menunjukkan satu peluang dari suatu distribusi Poisson.

Tabel 3.3 Distribusi Poisson dan Uji *Contagion*

Jika kita sepakat bahwa distribusi itu bersifat *contagious* maka kita juga ingin tahu seberapa sangat *contagious* kah ---yaitu, derajat contagion-nya /*degree of contagion*. Ini agak berbeda dengan probabilitas bahwa distribusi bersifat *contagious*, dimana di sini kita menggunakan ki-kuadrat. Ada sejumlah pendekatan untuk mengukur *degree of contagion*. Misalnya, rasio variansi (*ratio of variance*) terhadap *mean* dapat digunakan. Karena variansi distribusi Poisson setara dengan *mean*-nya, maka rasio untuk suatu distribusi acak /*random distribution* sebesar 1. Suatu rasio yang secara signifikan di atas 1 menunjukkan distribusi *contagious* atau distribusi terkelompok /*clumped distribution*, suatu rasio yang kurang dari 1 menunjukkan bahwa para individu lebih memiliki jarak yang merata dibandingkan yang ditunjukkan oleh suatu distribusi acak. Kondisi dimana individu cenderung terdistribusi (*distributed*) secara acak, daripada tersebar (*scattered*) secara acak, disebut regularitas /*regularity* (Peraga 3.3). Contoh suatu distribusi aktual pada Tabel 3.3, variansi terhadap rasio mean

(bagian C dari tabel) sebesar 2,4, yang menunjukkan *moderate contagion* (contagion sedang).

Regularitas biasanya tidak lazim dan sulit ditunjukkan dalam sejumlah komunitas alami/*natural communities*. Beberapa tumbuhan agaknya memiliki distribusi yang merata – diantaranya adalah beberapa semak di sejumlah gurun yang dapat dikatakan bahwa ada sedikit kemungkinan bahwa sebuah semak dari spesies yang sama akan saling berdekatan satu sama lain (dan di daerah dari efek akar) daripada daerah yang jauh. Sejumlah burung berkicau /*singing birds* membagi suatu komunitas menjadi beberapa kawasan, dan masing-masing pejuantan dari suatu spesies menetapkan dan mempertahankan suatu daerah dimana pasangan burung itu membuat sarang dan memberi makan anak-anaknya. Kawasan-kawasan dari urutan ukuran /*order of size* yang sama untuk semua pasangan dari sebuah spesies tertentu dalam komunitas. Jelaslah bahwa interaksi antar burung telah menimbulkan suatu distribusi yang lebih teratur daripada distribusi yang acak. Kendati demikian, mungkin sulit semak gurun / *desert shrubs* atau burung berkicau sulit untuk secara statistik menunjukkan keteraturan distribusi tersebut.

Gambar 3.3 Empat jenis dispersi populasi dalam sebuah komunitas.

Awal (*departure*) dari keacakan /*randomness* ke arah *contagion* memang sangat lazim dan mudah dibentuk dengan tindakan/*measurement*. Cukup jelas bahwa the tumbuhan dari *lantai hutan* terkonsentrasi di beberapa bidang tanah yang sempit/*patch*, dengan beberapa individu di antara *patch-path* tersebut. Setidaknya, ada tiga alasan untuk patch-patch tersebut:

Tersebar /*dispersal* dari tumbuhan induk. Benih dari suatu tumbuhan dapat jatuh di dekat tumbuhan tersebut, yang menghasilkan rumpun /*clump* tumbuhan muda saat benih tumbuh. Penyebaran tumbuhan dari suatu tumbuhan induk oleh *runner* / sulur atau rimpang/ *rhizome* dapat membentuk sejumlah rumpun individu, atau beberapa cabang di atas tanah yang masing berhubungan.

Perbedaan lingkungan. *Lantai hutan* merupakan sebuah mosaik dari beberapa *patch* yang menerima lebih banyak cahaya, atau lebih sedikit cahaya, melalui kanopi. Perbedaan cahaya di antara patch-patch ini dapat mempengaruhi *patch-patch* dari *herb*. Suatu *microrelief* dari kenaikan dan depresi yang jarang dapat dilihat, atau beberapa patch karakteristik tanah lain yang tidak jelas, dapat juga memberikan kontribusi pada pembentukan patch di bawah tanah *lundergrowth patch*.

Inter-relasi spesies. Sebuah spesies tertentu bisa saja bergantung pada spesies lainnya (misalnya, sebuah *herb* parasit akar suatu spesies pohon), atau suatu populasi *herb* dapat menjadi lebih lebat di bawah pohon-pohon dari sebuah spesies tertentu karena efek-efek pohon terhadap tanah tersebut. Patch-patch spesies *herb* kemudian dapat terjadi di sekitar atau di bawah spesies pohon / *tree species*; spesies *herb* dapat terdistribusi secara *contagious/contagiously distributed*, apakah spesies pohon itu terdistribusi atau tidak. Jika beberapa spesies *mayor/utama* membentuk beberapa rumpun dimana beberapa spesies *minor* dikecualikan, maka sejumlah spesies minor ini akan memiliki distribusi non acak yang terkonsentrasi pada sela –sela (*space*) antar rumpun spesies mayor.

Jelaslah, tiga penyebab contagion dapat digabungkan satu sama lain dengan berbagai cara. Beberapa efek dari penyebab pertama dapat (dengan tiadanya dua efek lainnya) cenderung ke luar ke arah suatu distribusi acak, dengan waktu yang cukup memadai. Kendati demikian, efek ke dua dan ke tiga menunjukkan diferensiasi komunitas pada *horizontal space*. Perbedaan tersebut terjadi sebagai suatu produk *microrelief* di banyak komunitas non hutan. Tanah berbatu menghasilkan pola kedalaman maupun mutu tanah yang berbeda, dan *shelter* batuan dan drainase air dengan permukaan batuan. Sejumlah spesies yang berlainan memberikan respon distribusi di dalam komunitas pada perbedaan mikrohabitat. Banyak *bog* mempunyai *hummock* dan *hollow* dengan beberapa spesies tumbuhan yang terjadi pada sejumlah tingkatan yang berbeda. *Frost-heaving* mengakibatkan pola yang khas di antartika dan sejumlah komunitas dataran tinggi tertentu. Pada beberapa komunitas tundra (*biome-type 16*, Bab 4), *repeated freezing* dan *thawing* tanah memisahkan batuan dari bahan tanah

yang lebih halus dan membentuk batuan pada jaringan dengan sel-sel polygonal. Pola yang menarik pada komunitas tanaman berkembang sebagai respon terhadap beberapa jaringan tersebut (Peraga 3.4). Pada sejumlah komunitas tundra lainnya, terdapat beberapa kelompok paralel /*parallel band* dalam vegetasi, atau *terrace* /undak pada lereng, atau *hummock* /busut (*Plate 21*). Pada pola ini, distribusi tumbuhan bersifat *contagious*, bahkan jika *contagion* terwujud dalam *parallel bands* pada beberapa dari mereka, dibanding dalam sejumlah *patch* yang terpisah.

Populasi hewan juga menunjukkan berbagai derajat *contagion*. Hewan plankton laut dan ikan berkelompok di beberapa wilayah/*school*. Kelompok-kelompok ini tidak mudah dipelajari, karena peneliti menggunakan perangkat yang perlu dimasukkan ke dalam laut untuk melakukan pengukuran populasi yang kemunculannya biasanya tidak terlihat dari permukaan, yang batas-batasnya tidak efektif, dan mengalami perubahan distribusi waktu sebagaimana disampelkan. Persoalannya tampak pada saat memancing karena ada awan. Tetapi penunjukkan populasi dengan menggunakan *echo sounding* serta beberapa teknik lainnya dapat membantu meneliti mereka. *Patchiness* pada komunitas hewan *terrestrial* lebih mudah diteliti.

Gambar 3.4. Tanah-tanah berpola dan vegetasi pada daerah tundra.

Kebanyakan hewan kecil di hutan dapat menunjukkan distribusi yang *contagious*, dengan sejumlah derajat *contagion* yang dapat mencapai *contagion ant* yang sangat kuat dalam beberapa koloni mereka. Masing-masing spesies dapat menunjukkan tingkat rumpun/*clumping* dan *spacing of clumps* (jarak antar rumpun), yang berbeda dengan pola spesies lainnya.

Sehingga, dapat mengajukan pertanyaan ke dua tentang plot-plot hutan kita: bagaimanakah distribusi spesies yang berbeda itu dapat saling berhubungan satu sama lain? Plot-plot yang ada di bawah pertumbuhan dapat diteliti lagi guna menentukan hubungan antar spesies yang terjadi pada mereka. Dapat juga dibuat sebuah tabel yang sederhana mengenai jumlah plot yang berisi satu, atau dua, atau tanpa pasangan species A dan B (Tabel 3.4). Sebuah tes ki-kuadrat dapat menunjukkan probabilitas

bahwa dua spesies terdistribusi secara independen, atau saling berhubungan satu sama lain. Sebagaimana ditunjukkan pada Table 3.4, contoh tersebut menunjukkan suatu ki-kuadrat sebesar 4,6, yang menunjukkan suatu probabilitas kurang dari dalam dua puluh, sehingga spesies A dan B terdistribusi secara independen. Asosiasi distribusional dari dua spesies ternyata signifikan, meskipun mungkin tidak diakui di lapangan (lebih banyak individu A yang terdapat di luar, daripada di dalam plot yang berisi B).

Beberapa ukuran lain, yang berkisar dari 0 (untuk spesies yang terdistribusi secara independen satu sama lain) sampai 1,0 (asosiasi distribusi lengkap atau korespondensi) dan $-1,0$ (disosiasi lengkap atau penghindaran), dapat dipakai untuk mengekspresikan derajat asosiasi distribusional. Salah satu ukuran ini (Tabel 3.4) memberikan nilai 0,194 untuk asosiasi yang secara statistik signifikan, namun asosiasi spesies A dan B yang lemah. Kekuatan distribusional spesies dalam suatu komunitas dalam sejumlah lingkungan tertentu dapat diukur sebagai suatu korelasi spesies. Misalnya, orang dapat membandingkan jumlah beberapa individu dari dua spesies dalam plot-plot oleh korelasi peringkat /*rank correlation*.

Sejumlah asosiasi atau korelasi antar spesies kebanyakan bagian tidak kuat, dan banyak spesies dalam suatu komunitas yang tidak menunjukkan apa-apa. Meski demikian, di antara spesies dari komunitas, biasanya ada beberapa yang secara positif berkaitan dan cenderung terjadi bersama, dan ada beberapa yang secara negatif berhubungan dan cenderung terjadi secara terpisah. Parasit dan serangga yang mendapat pakan pada satu spesies tumbuhan diperkirakan menunjukkan asosiasi dengan inang /*host* atau spesies pakan. Asosiasi positif dapat mengimplikasikan bahwa terjadi hubungan dependensi antar spesies satu dengan spesies lainnya, atau dengan beberapa cara yang sama mereka berhubungan dengan perbedaan lingkungan skala kecil di dalam komunitas. Beberapa asosiasi negatif dapat mengimplikasikan bahwa sebuah spesies cenderung mengeluarkan spesies lain dengan sejumlah akibat pada populasi tersebut atau bahwa dua spesies tersebut merespon dengan sejumlah cara yang berlainan terhadap perbedaan dalam lingkungan.

Oleh sebab itu, kedua perbedaan dalam lingkungan maupun interaksi di antara beberapa spesies dapat mengakibatkan *contagion* dari masing-masing spesies dan hubungan antar spesies. *Contagion* dan hubungan spesies merupakan fenomena yang berkaitan. Setiap spesies dalam komunitas memiliki pola distribusi populasinya sendiri, yang kadang-kadang berhubungan dengan pola sejumlah spesies lainnya dan meskipun biasanya tidak cukup menyerupai pola spesies lainnya. Ketika sebuah memahami hutan dalam distribusi yang berbeda dari puluhan spesies tanaman dan ratusan spesies hewan, kompleksitas dan kerumitan pola komunitas bisa jelas. Memang, yang paling menjadi masalah yakni bahwa diferensiasi horisontal di dalam sebagian besar dalam sebagian besar komunitas, dan bahwa spesies yang berbeda memiliki sejumlah relasi yang berbeda dengan pola horisontal ini.