



ANALISIS HUBUNGAN KEKERABATAN *Drosophila* sp. (LALAT BUAH) DARI TUBAN, KEDIRI, DAN TULUNGAGUNG BERDASARKAN INDEKS SIMILARITAS DAN DENDOGRAM

Maisuna Kundariati, Abdul Rasyid Fakhru Gani, Jefti Salma Pratiwi

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang

email korespondensi: maisunakundariati@gmail.com

Diterima: Oktober 2020; Direvisi: Februari 2021; Disetujui: Maret 2021

ABSTRAK

Keanekaragaman jenis *Drosophila* sp. terdistribusi luas di dunia. Hal penting yang mendasari keanekaragaman tersebut adalah bentuk dan ukuran tubuhnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kekerabatan *Drosophila* sp. (lalat buah) dari Tuban, Kediri, dan Tulungagung. Penelitian ini merupakan penelitian ekspos fakto (*expost facto research*) yang dilakukan dengan cara mengamati ciri morfologi *Drosophila* sp. masing-masing daerah yaitu Tuban, Kediri, dan Tulungagung. *Drosophila* sp. dimurnikan terlebih dahulu hingga menghasilkan F3 untuk memperoleh galur murni. Selanjutnya dilakukan analisis kesamaan ciri morfologi yang diperoleh dengan indeks similaritas dan disajikan dalam bentuk dendogram untuk mengetahui kekerabatan antar jenis *Drosophila* sp. dari ketiga daerah tersebut. Ideks similaritas digunakan untuk menentukan hubungan kekerabatan suatu organisme karena menggambarkan seberapa besar kesamaan antar organisme. Semakin banyak kesamaan morfologi yang dimiliki semakin dekat pula hubungan kekerabatannya. Hasil pada penelitian ini adalah indeks similaritas antara daerah Kediri dan Tulungagung adalah 0,961 sedangkan indeks similaritas antara daerah Tuban dengan kedua daerah tersebut adalah 0,872. *Drosophila* sp. dari daerah Kediri dan Tulungagung memiliki hubungan kekerabatan lebih dekat dibandingkan dengan *Drosophila* sp. dari daerah Tuban. Keragaman *Drosophila* dari ketiga daerah dipengaruhi oleh jarak antar daerah dan suhu wilayah yang mempengaruhi *gen*, *gene flow*, dan rekombinasi.

Kata Kunci : dendogram, *Drosophila* sp., similaritas indeks.

ANALYSIS of KINSHIP RELATIONSHIP of *Drosophila* sp. (FRUIT FLIES) FROM TUBAN, KEDIRI, AND TULUNGAGUNG BASED ON SIMILARITY INDEX AND DENDOGRAM

ABSTRACT

Drosophila sp. widely distributed in the world. The important thing that underlies the diversity of these species is their shape and size. This study aims to see the kinship relationship of *Drosophila* sp. (fruit flies) from Tuban, Kediri, and Tulungagung. This research is a fact exposure study (*ex post facto research*) which was conducted by keeping the morphological characteristics of *Drosophila* sp. each region, namely Tuban, Kediri, and Tulungagung. *Drosophila* sp. purified beforehand to produce F3 to obtain pure strains. Furthermore, an analysis of the morphological characteristics obtained with the similarity index was carried out and presented in the form of a dendogram to see the relationships between *Drosophila* sp. of the three regions. The same index is used to determine the kinship relationship of an organism because it is related to the large time between organisms. The more morphology one has, the closer the kinship is. The results of this study were the similarity index between Kediri and Tulungagung areas was 0.961 while the similarity index between Tuban and the two regions was 0.872. *Drosophila* sp. from Kediri and Tulungagung areas have a closer

kinship than *Drosophila* sp. from the Tuban area. *Drosophila* diversity of the three regions based on the distance between regions and the temperature of the region which affects genes, gene flow, and recombination.

Keywords: dendogram, *Drosophila* sp., similarity index.

Pendahuluan

Keanekaragaman spesies di bumi dari tingkat sederhana hingga kompleks merupakan fenomena yang umum terjadi. Keanekaragaman hayati dapat diukur pada berbagai tingkat biologis, dari keanekaragaman genetik dalam suatu spesies hingga ke berbagai ekosistem di bumi (Br & Padmaja, 2016). Sekitar 95% hewan di bumi merupakan jenis invertebrata (Fernandez, 2019; Kundariati et al., 2020; Lutfi et al., 2017; Shiffert, 2020; S. A. Smith, 2011). Arthropoda terrestrial seperti insekta dan arachnida paling banyak dijumpai dan sangat berlimbah keberadaannya di bumi (Ayal, 2007; Huis, 2014). Jumlah insekta diperkirakan antara 1.5 sampai 3.7 juta spesies (Hamilton et al., 2013).

Keanekaragaman jenis *Drosophila* spesies dari famili *Drosophilidae* terdistribusi luas di dunia. Lebih dari 3800 spesies dari famili *Drosophilidae* dilaporkan dari seluruh dunia (Mahato & Gupta, 2018). *Drosophila* di Indonesia adalah termasuk jenis kosmopolitan, diantaranya adalah *Drosophila ananassae*, *Drosophila hypocausta*, *Drosophila immigrans* dan lainnya (Carson et al., 1983). Carson, et al., (1983) dalam buku "The genetics and biology of *Drosophila*" telah mencatat sekitar 120 jenis dari suku *Drosophilidae*. Sementara itu, di Indonesia tercatat sekitar 600 jenis *Drosophila* (Siburian, 2008). Persebaran *Drosophila* di Indonesia tidak merata. Persebarannya dipengaruhi oleh inang (musim buah) *Drosophila* (Larasati et al., 2013), selain itu faktor lingkungan, seperti suhu, kelembaban, intensitas cahaya, cuaca, dan musim.

Shorrock (1972), menggolongkan pola persebaran *Drosophila* di alam menjadi dua jenis: 1) persebaran *in space* (persebaran dalam ruang), membedakan pola persebaran *Drosophila* yang didasarkan pada lokasi atau daerah yang diakibatkan oleh adanya kondisi khusus yang ada di suatu daerah, seperti keberadaan jenis makhluk hidup tertentu yang tidak ditemukan di daerah lain, 2) persebaran *in time* (persebaran dalam waktu) membedakan pola persebaran jenis-jenis *Drosophila* yang didasarkan pada waktu, baik harian maupun musiman, sehingga ada perbedaan suhu, kelembaban, serta intensitas cahaya dalam selang waktu tertentu, baik satu dari maupun satu musim.

Hubungan kekerabatan memiliki dua pengertian, kekerabatan fenetik dan kekerabatan filogenetik (Rahmawati et al., 2018). Kekerabatan

fenetik adalah kekerabatan yang didasarkan pada kesamaan sifat menyeluruh (*overall similarity*) dari kelompok yang ada. Hubungan kekerabatan yang dikaji melalui pendekatan fenetik berdasarkan jumlah derajat kesamaan yang ada (Rahmawati et al., 2018), semakin banyak kesamaan ciri yang dimiliki oleh kelompok organisme maka dianggap semakin dekat kekerabatan kelompok tersebut, demikian pula sebaliknya (Davis & Heywood, 1973). Kekerabatan fenetik digunakan untuk menunjukkan hubungan kekerabatan dengan menggunakan semua ciri yang sama. Penggunaan karakter morfologi merupakan metode yang mudah, cepat, dan paling banyak digunakan (Baldi et al., 2017; Fatimah, 2013), sehingga dapat digunakan secara langsung pada *Drosophila*. Penelitian tentang hubungan kekerabatan fenetik telah banyak dilakukan, diantaranya (Ahamad et al., 2015; Arrijani, 2003; Hasanudin & Fitriana, 2014; Hidayati et al., 2014; Pramudi et al., 2013; Rahmawati et al., 2018; Sugiyatno et al., 2009; Wahlberg, 2019).

Untuk menentukan jauh dekatnya hubungan kekerabatan fenetik antar takson organisme dapat dilakukan dengan menentukan kesamaan (*resemblance* atau *similarity*) antara takson tersebut secara berpasangan (Davis & Heywood, 1973). Untuk itu perlu adanya ciri morfologi. Sifat morfologi dapat digunakan untuk pengenalan dan menggambarkan kekerabatan tingkat jenis. Terdapat tiga cara menentukan kesamaan atau similaritas, yaitu dengan mencari 1) koefisien asosiasi, 2) koefisien korelasi, dan 3) jarak taksonomi (Davis & Heywood, 1973; Sokal & Sneath, 1963). Koefisien asosiasi dijadikan dasar penyusunan dendogram. Analisis dendogram disebut juga analisis dengan teknik multivariat yang mempunyai tujuan utama untuk mengelompokkan objek-objek berdasarkan karakteristik yang dimilikinya. Analisis cluster mengklasifikasikan objek sehingga setiap objek yang paling dekat kesamaannya dengan objek lain berada pada cluster yang sama (Fatimah, 2013).

Thomas Hunt Morgan sebagai perintis dalam penggunaan *Drosophila* sebagai obyek dalam penelitian genetika, karena ukurannya yang relatif kecil sehingga populasi yang besar dapat diperlihara dalam laboratorium (Cothron, 1993). Selain itu, memiliki daur hidup yang relatif singkat dan cepat serta individu betina mampu menghasilkan telur dalam jumlah ratusan (Kimball, 1992). Spesies

Drosophila ditangkap dari tiga daerah yang berbeda, yaitu Tuban, Kediri, dan Tulungagung. *Drosophila* pada tiga daerah berbeda dimungkinkan memiliki ciri morfologi yang berbeda pula, akan tetapi tidak dimungkinkan memiliki ciri yang sama karena kemampuan organisme ini untuk terbang dan migrasi.

Penelitian ini mengkaji hubungan kekerabatan antara *Drosophila* dari daerah Tuban, Kediri, dan Tulungagung dengan mengamati galur murni. Galur murni adalah populasi yang merupakan turunan murni tanpa adanya variasi genetik yang berarti. Galur murni didapatkan apabila seluruh pasangan alela dalam keadaan homozigot (Corebima, 2013). Tujuan menggunakan galur murni yaitu sifat yang terekspresikan merupakan sifat yang sebenarnya dan tidak akan berubah. Galur murni total merupakan akibat dari *inbreeding*. *Inbreeding* adalah proses fertilisasi sendiri yang terjadi berulang-ulang mengakibatkan pada perkawinan yang tidak acak (Corebima, 2013). Pembuahan sendiri atau perkawinan antara individu berkerabat dekat dengan banyak generasi (*inbreeding*) biasanya menghasilkan satu populasi yang homozigot pada hampir semua lokus.

Menurut Gardner et al., (1991), parental heterozigot (Aa) yang mengalami fertilisasi sendiri akan menghasilkan 3 jenis keturunan, yaitu AA, Aa, dan aa dengan rasio 1:2:1. Frekuensi keturunan yang heterozigot adalah 0,5. Jika fertilisasi sendiri terus berlangsung terus menerus hingga generasi berikutnya, maka homozigot diturunkan, sedangkan frekuensi keadaan heterozigot akan berkurang menjadi 0,25. Fertilisasi sendiri yang terus menerus berlangsung sampai beberapa generasi, akan memunculkan frekuensi heterozigot yang menurun dari 50% menjadi 0,008 pada generasi ke-7 dan 0,001 pada generasi ke-10. Pada tahap inilah populasi keturunan homozigot mencapai 99,9%.

Bahan dan Metode

Penelitian ini merupakan penelitian ekspos fakto (*expost facto research*). Penelitian ekspos fakto ini bertujuan untuk menemukan penyebab yang memungkinkan perubahan perilaku, gejala atau fenomena yang disebabkan oleh suatu peristiwa, perilaku atau hal yang menyebabkan perubahan pada variabel bebas secara keseluruhan sesudah terjadi (Widarto, 2013). Peneliti hanya memilih subjek dan mengukur efek variabel bebas terhadap variabel terikat yaitu perbedaan daerah yang mempengaruhi kekerabatan *Drosophila*, dengan cara mengamati ciri morfologi masing-masing daerah yaitu Tuban, Kediri, dan Tulungagung. Selanjutnya dilakukan analisis

terhadap persamaan yang diperoleh dengan indeks similaritas dan menyajikannya dalam bentuk dendrogram untuk mengetahui kekerabatan antar jenis *Drosophila* dari ketiga daerah tersebut.

Penelitian dilaksanakan pada bulan September hingga November 2018 di Kabupaten Tuban, Kediri, dan Tulungagung sebagai lokasi pengambilan sampel dan Laboratorium Genetika (ruang 310) Gedung O5 jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang sebagai tempat pengambilan data. Populasi dalam penelitian ini *Drosophila* di Indonesia. Teknik sampling menggunakan *stratified random sampling*. Sampel dalam penelitian ini yaitu *Drosophila* tangkapan yang diambil dari 3 titik pada 3 daerah, yaitu: 1) Desa Panyuran, Kecamatan Palangan Kabupaten Tuban; 2) Desa Pelem, Kecamatan Pare, Kabupaten Kediri; 3) Desa Sumberingin Kidul, Kecamatan Ngunut, Kabupaten Tulungagung.

Sebelum diamati ciri morfologi, *Drosophila* dimurnikan terlebih dahulu, dengan cara mengawinkan *Drosophila* dari daerah yang sama dan ciri yang sama sampai menghasilkan F3. Data diperoleh dari pengamatan ciri morfologi spesies *Drosophila* tangkapan yang berasal dari tiga daerah, yaitu Tuban, Kediri, dan Tulungagung. Kemudian dibandingkan *Drosophila* dari daerah Tuban, Kediri, dan Tulungagung berdasarkan persamaan dan perbedaan ciri. Ciri morfologi yang dibandingkan sebanyak 51 ciri yang terdiri dari bagian kepala, toraks, dan abdomen.

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menghitung indeks similaritas ciri morfologi dengan rumus:

$$S = \frac{N_s}{N_s + N_d}$$

S = koefisien asosiasi organisme (tumbuhan/hewan) yang satu terhadap yang kedua atau yang lain.

Ns = jumlah sifat yang sama

Nd = jumlah sifat yang beda (Indriwati, 2011)

Hasil perhitungan kekerabatan yang digambarkan oleh similaritas sebagai koefisien asosiasi dan koefisien korelasi digunakan sebagai dasar pengelompokan (*clustering*) takson organisme. Hasilnya merupakan sebuah sistem klasifikasi. Indeks similaritas berupa koefisien asosiasi menginterpretasikan seberapa dekat kekerabatan antar organisme, semakin besar koefisien korelasi maka semakin dekat

kekerabatannya. Menurut Shorrocks (1972), mengusulkan rumus sebagai berikut.

$$r_{pq} = \frac{r_{pq}}{\sqrt{(2 + 2r_p) \times (2 + 2r_q)}}$$

- r_{pq} = koefisien asosiasi/korelasi/jarak taksonomi setelah pengelompokan
- P = pasangan tumbuhan/hewan pertama (P_1+P_2)
- Q = pasangan tumbuhan/hewan ke dua ($Q_1 + Q_2$)
- r_{PQ} = jumlah koefisien asosiasi/korelasi/jarak taksonomi, yaitu ($r_{p1} Q_1 + r_{p2} Q_1 + r_{p2} Q_2 + r_{p2} Q_2$)
- r_p = koefisien asosiasi/korelasi/jarak taksonomi pasangan tumbuhan/hewan pertama
- r_q = koefisien asosiasi/korelasi/jarak taksonomi pasangan tumbuhan/hewan kedua

Penelitian ini digunakan rumus koefisien asosiasi dikarenakan menurut Indriwati (2011), rumus koefisien asosiasi sebagai dasar kajian hubungan kekerabatan hanya meliputi aspek morfologis, organisme yang dibandingkan memiliki jarak taksonomi yang dekat (dalam satu genus *Drosophila*) serta jumlah spesies yang dibandingkan hanya sedikit.

Hasil dan Pembahasan

Data pengamatan *Drosophila* tanggapan dari daerah Tuban, Kediri, dan Tulungagung yang telah dibuat perbandingan kemudian dibuat matriks jumlah pasangan Satuan Taksonomi Operasional (STO).

Tabel 1. Matriks Jumlah Pasangan Satuan Taksonomi Operasional (STO)

Spesies	Tuban (A)	Kediri (B)	Tulungagung (C)
Tuban (A)	-	44	44
Kediri (B)	*7	-	49
Tulungagung (C)	*7	*2	-

Keterangan

- Tanda* : Jumlah ciri morfologi yang tidak sama
- Tanda* : Jumlah ciri morfologi yang berbeda

Selanjutnya, persamaan ciri *Drosophila* tiap daerah dicari koefisien asosiasi sebagai dasar pembuatan dendrogram.

Tabel 2. Koefisien Asosiasi Antar Spesies

Spesies	Tuban (A)	Kediri (B)	Tulungagung (C)
Tuban (A)	1		
Kediri (B)	0,863	1	
Tulungagung (C)	0,863	0,961	1



Gambar 1. Grafik dendrogram *Drosophila* pada tiga daerah berbeda

Penyebaran dan distribusi *Drosophila* setiap daerah di Indonesia berbeda (Siburian, 2008), begitu pula dengan penyebaran *Drosophila* di daerah Tuban, Kediri, dan Tulungagung. Setiap makhluk hidup memiliki hubungan kekerabatan dengan yang lain, hal ini dapat dilihat dari kesamaan ciri morfologi yang dimiliki. Sifat yang digunakan untuk menentukan hubungan kekerabatan ini yaitu sifat morfologi. Sifat morfologi dapat digunakan untuk mengenalkan dan menggambarkan kekerabatan tingkat jenis.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan dendrogram memperlihatkan bahwa hubungan kekerabatan berdasarkan metode fenetik antara *Drosophila* dari daerah Kediri dan Lumajang lebih dekat dibandingkan dengan *Drosophila* dari daerah Tuban. Hasil analisis menunjukkan bahwa indeks similaritas antara daerah Kediri dan Tulungagung adalah 0,961 sedangkan indeks similaritas antara

daerah Tuban dengan kedua daerah tersebut adalah 0,872.

Jika dilihat dari indeks similaritas, nilai yang semakin mendekati 1 menunjukkan bahwa kekerabatannya semakin dekat sedangkan nilai yang mendekati 0 maka hubungan kekerabatannya semakin jauh (Yatim, 1991). Kedekatan kekerabatan telah menyebabkan berbaurnya organisme tersebut (Pramudi et al., 2013). *Drosophila* dari daerah Kediri dan Tulungagung merupakan organisme dengan perbedaan morfologi sangat kecil. *Drosophila* dari daerah tersebut memiliki perbedaan yaitu carina *Drosophila* pada daerah Kediri datar sedangkan carina *Drosophila* pada daerah Tulungagung menonjol. Adapun perbedaan yang lainnya yaitu tulang L1 pada *Drosophila* daerah Kediri tidak menyatu dengan CO (*cubital vein*) sedang kan tulang L1 pada *Drosophila* daerah Tulungagung menyatu dengan CO (*cubital vein*), sehingga hanya terdapat dua perbedaan ciri morfologi pada kedua daerah tersebut. Menurut Yatim (1991), semakin banyak kesamaan ciri maka semakin dekat pula tingkat kekerabatan pada spesies tersebut, sedangkan semakin sedikit persamaan ciri maka semakin jauh tingkat kekerabatan pada spesies tersebut.

Kedekatan hubungan kekerabatan *Drosophila* daerah Kediri dan Tulungagung disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang berpengaruh yaitu gen (Corebima, 2013), rekombinasi (Djuita, 2012), dan aliran gen (Henuhili, 2008), sedangkan faktor eksternal yang berpengaruh yaitu jarak antar daerah (J. Smith, 1999) dan perbedaan ketinggian (Kundariati et al., 2018; Sartiami et al., 2011).

Setiap organisme memiliki susunan gen yang berbeda satu dengan yang lainnya, ciri morfologi pada *Drosophila* merupakan ekspresi dari gen. Genotip diartikan sebagai keseluruhan jumlah informasi genetik yang terkandung pada suatu makhluk hidup (Corebima, 2013). Perbedaan *Drosophila* pada kedua daerah dapat pula disebabkan oleh rekombinasi, yaitu proses terbentuknya kombinasi gen yang baru pada kromosom. Efek terjadinya rekombinasi menyebabkan perbedaan ciri morfologi pada *Drosophila*. Rekombinasi terjadi melalui reproduksi seksual (Djuita, 2012). Reproduksi yang terjadi secara seksual akan menghasilkan variabilitas genetik karena terjadi rekombinasi dari kedua gamet induknya. Peristiwa rekombinasi menimbulkan perubahan fenotip yang biasanya disebabkan pula oleh mutasi (Gardner et al., 1991)

Akan tetapi, nilai similaritas *Drosophila* Kabupaten Kediri dan Tulungagung hampir

mencapai 1 yaitu 0,961. Ini berarti keduanya tidak berbeda secara signifikan, karena Kabupaten Kediri dan Tulungagung hanya berjarak 38,3 km, sehingga *Drosophila* yang daerah satu dapat mengawini *Drosophila* daerah lain. Jarak daerah yang relatif dekat mengakibatkan terjadinya aliran gen, *gene flow* seringkali mengeliminasi perbedaan yang ada antar populasi yang berdekatan, yang seringkali dapat menjadi satu populasi yang mempunyai kesamaan struktur genetik (Henuhili, 2008). Aktivitas manusia dapat meningkatkan aliran gen, seperti peristiwa hibridasi, sehingga menciptakan "lingkungan *hybrid*" di mana secara genetik berbeda populasi atau spesies yang terkait erat dapat bertemu dan bertukar gen.

Nilai indeks similaritas yang hampir mencapai 1 ini dapat pula disebabkan oleh ketinggian tempat antara Kediri dan Tulungagung relatif sama. Kedua daerah ini terletak pada ketinggian 200 mdpl (BAPPEDA Jawa Timur, 2015). Ketinggian tempat berpengaruh terhadap suhu daerah. Menurut formula Braak, semakin tinggi permukaan bumi maka temperatur udara semakin rendah. Setiap kenaikan 100 mdpl, terjadi penurunan suhu sebesar 0,6°C (Purwantara, 2018). Variasi fenotip pada suatu spesies serangga dapat terjadi akibat adanya interaksi gen dengan lingkungannya (Sartiami et al., 2011).

Drosophila daerah Kediri-Tulungagung dibandingkan dengan *Drosophila* daerah Tuban, memiliki nilai indeks similaritas 0,871. Jarak antara Kediri-Tuban yaitu 218 km dan Tulungagung-Tuban mencapai 158 km. Jika dibuhungkan dengan kemampuan mobilitas suatu hewan, pada jarak tersebut sangat tidak dimungkinkan *Drosophila* Kediri-Tuban dapat mengawini *Drosophila* daerah Tuban. Perbedaan ini dapat pula diakibatkan oleh terhalangnya aliran gen pada kedua populasi *Drosophila*. J. Smith (1999), menjelaskan bahwa isolasi geografi mempengaruhi struktur genetik suatu populasi secara signifikan. Populasi secara fisik dapat terpisahkan ketika habitat alaminya menjadi terpisah secara alami (sungai, pegunungan, atau gletser) atau buatan (kanal, jalan besar). Penghalang ini dapat menghalangi atau mencegah terjadinya *gene flow* dan menghasilkan sifat genetik yang berbeda pada isolasi subpopulasi (Nesbø et al., 1998; Su et al., 2003).

Selain itu, perbedaan ciri morfologi *Drosophila* Kabupaten Tuban disebabkan oleh perbedaan ketinggian tempat sehingga menyebabkan daerah ini cenderung panas. Menurut data geospasial.bnpb.go.id, Kabupaten Tuban berada pada ketinggian 0-50 mdpl, sehingga menimbulkan variasi genetik yang berbeda. Ketinggian tempat

berpengaruh terhadap suhu daerah tersebut. Suhu pada setiap daerah tidak sama, ketidaksamaan ini sangat dipengaruhi oleh tinggi tempat (Purwantara, 2018). Menurut formula Braak, semakin tinggi permukaan bumi maka temperatur udara semakin rendah. Setiap kenaikan 100 mdpl, terjadi penurunan suhu sebesar 0,6°C (Purwantara, 2018). Variasi fenotip pada suatu spesies serangga dapat terjadi akibat adanya interaksi gen dengan lingkungannya (Sartiami et al., 2011). Sulistiyono et al., (2015), menyatakan bahwa variabilitas dalam suatu sifat atau karakter tertentu menggambarkan bagaimana sifat itu mampu berubah untuk menanggapi pengaruh lingkungan dan genetik. Perbedaan suhu lingkungan juga mempengaruhi ketahanan dan kecenderungan kawin *Drosophila*. Suhu dapat mempengaruhi variasi makhluk hidup (Kundariati et al., 2018; Sartiami et al., 2011), termasuk *Drosophila* (Sukmawati et al., 2016).

Suhu lingkungan yang ekstrim berperan sebagai salah satu *potential stressor* bagi *Drosophila* (Fox & Reed, 2011). Setiap serangga termasuk *Drosophila* memiliki preferensi suhu tersendiri untuk dapat bertahap hidup (Sukmawati et al., 2016). Serangga melakukan perilaku termoregulasi yang bersifat adaptif selama hidupnya yang berguna untuk menghindari kerusakan dan keletalan (Dillon et al., 2007). Salah satu dari hasil penelitian tersebut dikemukakan oleh Demerec & Kaufman (1996), bahwa suhu lebih tinggi dari 30°C, sementara penelitian lain menunjukkan suhu 29°C sudah bersifat *stressfull* bagi *Drosophila* (Chen et al., 2015; D'Ávila et al., 2008; Dillon et al., 2007; Gilchrist & Huey, 2001; Pedersen et al., 2011; Sambucetti et al., 2013; Sukmawati et al., 2016). Sehingga, meskipun *Drosophila* daerah Kediri-Tulungagung apabila berpindah ke Tuban, kurang mampu beradaptasi dengan suhu lingkungan. Tuban memiliki suhu harian mencapai 32°C. Fenomena ini menjadi faktor penghambat terjadinya pertukaran materi genetik *Drosophila* antar daerah. Secara tidak langsung, suhu mempengaruhi ciri morfologi *Drosophila*.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Drosophila* sp. dari Tuban, Kediri, dan Tulungagung memiliki hubungan kekerabatan yang tinggi. Kekerabatan tersebut dilihat dari indeks similaritas antara daerah Kediri dan Tulungagung adalah 0.961 sedangkan indeks similaritas antara daerah Tuban dengan kedua daerah tersebut adalah 0,872. Hal ini menunjukkan bahwa similaritas *Drosophila* sp. daerah Kediri dan Lumajang lebih dekat dibandingkan dengan *Drosophila* sp. dari

daerah Tuban. Keragaman *Drosophila* dari ketiga daerah dipengaruhi oleh jarak antar daerah dan ketinggian daerah sehingga secara tidak langsung mempengaruhi gen, dan terjadinya *gene flow* dan rekombinasi.

Daftar putaka

- Ahamad, S., Tripathi, R., & Singh, I. 2015. Identification and morphological characterization of some species of beneficial insects from the region. *International Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 2(11), 693–696. www.allsubjectjournal.com
- Arrijani. 2003. Phenetic relationship of Genus *Knema*, *Horsfieldia*, and *Myristica* in Java based on pollen morphological evidence. *Biodiversitas, Journal of Biological Diversity*, 4(2), 83–88. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d040203>
- Ayal, Y. 2007. Trophic structure and the role of predation in shaping hot desert communities. *Journal of Arid Environment*, 68(2), 171–187. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2006.05.013>
- Baldi, R., Cheli, G., Udrizar Sauthier, D. E., Gatto, A., Pazos, G. E., & Avila, L. J. 2017. *Animal Diversity, Distribution and Conservation*. Springer International Publishing AG. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48508-9_11
- BAPPEDA Jawa Timur. 2015. *Dokumentasi Hasil Pelaksanaan Pembangunan Kabupaten dan Kota Se-Jawa Timur Tahun 2015*. BAPPEDA Provinsi Jawa Timur.
- Br, G., & Padmaja, C. 2016. *Drosophila – A Model Organism for Assessment of Biodiversity*. 4(3), 88–90.
- Carson, L. H., Val, C. F., & Wheeler, R. M. 1983. *Drosophilidae of the Gala . P Agos Islands , With Descriptions of Two New Species*. *International Journal of Entomology*, 25(4), 239–248.
- Chen, J., Nolte, V., & Schlotterer, C. 2015. Temperature-related reaction norms of gene expression: Regulatory architecture and functional implications. *Molecular Biology and Evolution*, 32(9), 2393–2402. <https://doi.org/10.1093/molbev/msv120>
- Corebima, A. . 2013. *Genetika Mendel*. Universitas Airlangga.
- Cothron. 1993. *Student and Research*. Hunt Publishing.
- D'Ávila, M. F., Garcia, R. N., Loreto, E. L. S., & Valente, V. L. D. S. 2008. Analysis of phenotypes altered by temperature stress and hipermutability in *Drosophila willistoni*. *Iheringia - Serie Zoologia*,

- 98(3), 345–354.
<https://doi.org/10.1590/S0073-47212008000300009>
- Davis, P. ., & Heywood, V. 1973. *Principles of Angiosperm Taxonomy*. Robert E Krieger Publishing Company.
- Demerec, M., & Kaufman, B. P. 1996. *Drosophila Guide: Introduction to The Genetics and Cytology of Drosophila melanogaster* (10th Editi). Carnegie Institution of Washington.
- Dillon, M. E., Cahn, L. R. Y., & Huey, R. B. 2007. Life history consequences of temperature transients in *Drosophila melanogaster*. *Journal of Experimental Biology*, 210(16), 2897–2904. <https://doi.org/10.1242/jeb.007591>
- Djuita, N. R. 2012. Evolusi, Spesiasi, dan Hibridisasi pada Beberapa Anggota Sapindaceae. *Bioedukasi*, 5(2), 13–24.
- Fatimah, S. 2013. Analisis Morfologi dan Hubungan Kekerabatan Sebelas Jenis Tanaman Salak (*Salacca zalacca* (Gertner)) Voss Bangkalan. *Agrovigor*, 6(1), 1–15.
- Fernandez, M. A. 2019. Populations Collapses in Marine Invertebrates Due to Endocrine Disruption: A Cause for Concern? *Frontiers in Endocrinology*, 10(October), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00721>
- Fox, C. W., & Reed, D. H. 2011. Inbreeding depression increases with environmental stress: an experimental study and meta-analysis. *Evolution; International Journal of Organic Evolution*, 65(1), 246–258. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2010.01108.x>
- Gardner, Simmons, M. ., & Snustad, D. . 1991. *Principle of Genetic Eight Edition*. John Wiley & Sons, Inc.
- Gilchrist, G. W., & Huey, R. B. 2001. Parental and Developmental Temperature Effects on the Thermal Dependence of Fitness in *Drosophila Melanogaster*. *Evolution*, 55(1), 209–214.
- Hamilton, A. J., Novotný, V., Waters, E. K., Basset, Y., Benke, K. K., Grimbacher, P. S., Miller, S. E., Samuelson, G. A., Weiblen, G. D., Yen, J. D. L., & Stork, N. E. 2013. Estimating global arthropod species richness: Refining probabilistic models using probability bounds analysis. *Oecologia*, 171(2), 357–365. <https://doi.org/10.1007/s00442-012-2434-5>
- Hasanudin, & Fitriana. 2014. Hubungan Kekerabatan Fenetik 12 Spesies Anggota Familia Asteraceae. *Jurnal EduBio Tropika*, 2(2), 202–209.
- Henuhili, V. 2008. *Genetika dan Evolusi*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Hidayati, N. Z., Saptadi, D., Pertanian, J. B., Pertanian, F., Brawijaya, U., Taxonomy, N., & Morfologi, K. 2014. Analisis Hubungan Kekerabatan 20 Spesies Anggrek *Dendrobium* Berdasarkan Karakter Morfologi. *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(4), 291–297.
- Huis, A. Van. 2014. The Global Impact of Insects. In *Health Policy* (Vol. 8, Issue 1). Wageningen University. [https://doi.org/10.1016/0168-8510\(87\)90137-0](https://doi.org/10.1016/0168-8510(87)90137-0)
- Indriwati, S. E. 2011. *Suplemen Petunjuk Pengamatan Vertebrata*. Universitas Negeri Malang.
- Kimball, J. . 1992. *Biologi Umum*. Erlangga.
- Kundariati, M., Maghfiroh, L., Indriwati, S. E., Fatchur, R., Priyambodo, B., Setyawan, D., & Azean, N. 2020. Analysis of Invertebrate and Vertebrate Animals in Malang Regency as an Animal Diversity Learning Resource for Biology Student at the Universitas Negeri Malang. *AIP Conference Proceeding*, 2215, 30007. <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/50003781>
- Kundariati, M., Wulan, R. C., & Sudrajat, A. K. 2018. Kajian Poliploidi Ikan Sepat (*Trichogaster trichopterus*) pada Tiga Ketinggian Tempat Berbeda di Daerah Banyuwangi, Malang, dan Batu dengan Metode Penghitungan Nukleolus. *Applied Technology and Computing Science Journal*, 1(2), 76–85. <https://doi.org/10.33086/atcsj.v1i2.855>
- Larasati, A., Hidayat, P., & Buchori, D. 2013. Keanekaragaman dan persebaran lalat buah Tribe Dacini (Diptera: Tephritidae) di Kabupaten Bogor dan sekitarnya. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 10(2), 51–59. <https://doi.org/10.5994/jei.10.2.51>
- Lutfi, O. M., Saputra, A., Mutiara, Arisyaputra, A., Sinaga, J. K., Bisel, M., Ika, N., Ria, M., Murti, H., Girindra, A., Rizal, R., Bagus, M., Naufal, A., & Raditya, M. 2017. Pemantauan Kondisi Invertebrata Menggunakan Metode Reef Check, di Perairan Selat Sempu Kabupaten Malang. *Jurnal Kelautan*, 10(2), 129–135. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21107/jk.v10i2.2711>
- Mahato, S. P., & Gupta, K. K. 2018. *Species diversity status of family Drosophilidae at Hazaribag , Jharkhand , India*.
- Nesbø, C. L., Magnhagen, C., & Jakobsen, K. S. 1998. Genetic differentiation among stationary and anadromous perch (*Perca fluviatilis*) in the Baltic Sea. *Hereditas*, 129(3), 241–249. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.1998.00241.x>
- Pedersen, L. D., Pedersen, A. R., Bijlsma, R., &

- Bundgaard, J. 2011. The effects of inbreeding and heat stress on male sterility in *Drosophila melanogaster*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 104(2), 432–442. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2011.01725.x>
- Pramudi, M. I., Puspitarini, R. D., & Rahardjo, B. T. 2013. (Diptera:Tephritidae) di Kalimantan Selatan Berdasarkan Karakter Morfologi dan Molekular (Rapid-PCR dan Sekuensing DNA). *Jurnal HPT Tropika*, 13(2), 191–202.
- Purwantara, S. 2018. Studi Temperatur Udara Terkini di Wilayah di Jawa Tengah Dan DIY. *Geomedia: Majalah Ilmiah Dan Informasi Kegeografian*, 13(1), 41–52. <https://doi.org/10.21831/gm.v13i1.4476>
- Rahmawati, Hasanuddin, & Nurmalisah, C. 2018. Hubungan Kekerabatan Fenetik Tujuh Anggota Familia Apocynaceae. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi*, 51(1), 51.
- Sambucetti, P., Scannapieco, A. C., Loeschcke, V., & Norry, F. M. 2013. Heat-stress survival in the pre-adult stage of the life cycle in an intercontinental set of recombinant inbred lines of *Drosophila melanogaster*. *Journal of Experimental Biology*, 216(15), 2953–2959. <https://doi.org/10.1242/jeb.079830>
- Sartiami, D., Magdalena, M., & Nurmansyah, A. 2011. Thrips parvispinus Karny (Thysanoptera: Thripidae) pada Tanaman Cabai: Perbedaan Karakter Morfologi pada Tiga Ketinggian Tempat. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 8(2), 85–95. <https://doi.org/10.5994/jei.8.2.85-95>
- Shiffert, M. 2020. Marine invertebrate. In *Marine Extension and Georgia* (Vol. 28, Issue 3). Marine Extension and Georgia. [https://doi.org/10.1016/0041-0101\(90\)90050-h](https://doi.org/10.1016/0041-0101(90)90050-h)
- Shorrock, B. 1972. *Drosophila sp.* Ginn Genetick Company Limited.
- Siburian, J. 2008. tuda Keanekaragaman *Drosophila Sp.* di Kota Jambi. *Biospecies*, 1(2), 47–54.
- Smith, J. 1999. *Evolutionary Genetics*. Oxford University Press.
- Smith, S. A. 2011. Invertebrate resources on the internet. *ILAR Journal*, 52(2), 165–174. <https://doi.org/10.1093/ilar.52.2.165>
- Sokal, R. R., & Sneath, P. H. . 1963. *Principle of Numerical Taxonomy*.
- Su, H., Qu, L. J., He, K., Zhang, Z., Wang, J., Chen, Z., & Gu, H. 2003. The Great Wall of China: A physical barrier to gene flow? *Heredity*, 90(3), 212–219. <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800237>
- Sugiyatno, A., Yusuf, H. M., & Rahayu, D. L. 2009. Pendekatan Fenetik Taksonomi dalam Identifikasi Kekerabatan Spesies Anthurium. *Jurnal Hortikultura*, 19(2), 155–163.
- Sukmawati, I., Corebima, A., & Zubaidah, S. 2016. Fekunditas dan Waktu Perkembangan D. *Melanogaster Strain Wildtype, White, dan Ebony Pada Lingkungan Bersuhu Tinggi Dan Pemanfaatannya Sebagai Sumber Belajar Perkuliahan Genetika. Jurnal Pendidikan - Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 1(5), 814–821.
- Sulistiyo, R. H., Soetopo, L., & Darmanhuri. 2015. Eksplorasi dan Identifikasi Karakter Morfologi Porang (*Amorphophallus muelleri* B.) di Jawa Timur. *Jurnal Produksi Tanaman*, 3(5), 353–361.
- Wahlberg, E. 2019. Revision and morphological analysis of the ragadidae (Insecta, Diptera). *European Journal of Taxonomy*, 521, 1–19. <https://doi.org/10.5852/ejt.2019.521>
- Widarto. 2013. *Penelitian Ex Post Facto*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Yatim, W. 1991. *Embriologi Hewan*. Barataryaakselera.