

ANALISIS HUBUNGAN KEBAIKAN DROSOPHILA SP. DARI DAERAH BATU, TULUNGAGUNG DAN JOMBANG MENGGUNAKAN INDEKS KESAMAAN DAN METODE DENDOGRAM

Atika Anggraini¹, Lidiya Fatmaningsih²
Universitas Islam Negeri Syekh Wasil Kediri^{1, 2}
atikaanggraini@iainkediri.ac.id¹

Abstrak: *Drosophila sp.* is a genus of organisms with a wide distribution pattern. This research aims to determine the relationship between *Drosophila* species in three areas, namely Batu, Tulungagung and Jombang. The research was carried out from April to June 2020 at three locations in these three regions. The samples in this study were *Drosophila* caught from 3 areas in the following areas: Batu, Jombang, and Tulungagung. Data was obtained from observing the morphological characteristics of captured *Drosophila* species originating from these three regions. The similarity analysis obtained is then carried out using a similarity index and displayed in the form of a dendrogram. The final analysis displays the taxonomic dendrogram findings. The results of the research show that the closest relationship between catches from the Batu area and the Tulungagung area is 0.966, which has an association coefficient value close to 1.00. This shows that there is a close relationship between species originating from the Batu and Jombang areas.

Keywords: Kindness relations, Similarity Index, Dendogram Method

Abstrak : *Drosophila sp.* adalah genus organisme dengan pola distribusi yang luas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara spesies *Drosophila* di tiga daerah, yaitu Batu, Tulungagung dan Jombang. Penelitian dilakukan pada bulan April hingga Juni 2020 di tiga lokasi di ketiga wilayah tersebut. Sampel dalam penelitian ini adalah *Drosophila* yang ditangkap dari 3 daerah di daerah berikut: Batu, Jombang, dan Tulungagung. Data diperoleh dari pengamatan karakteristik morfologi spesies *Drosophila* yang ditangkap yang berasal dari ketiga wilayah tersebut. Analisis kesamaan yang diperoleh kemudian dilakukan dengan menggunakan indeks kesamaan dan ditampilkan dalam bentuk dendrogram. Analisis akhir menampilkan temuan dendrogram taksonomi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hubungan terdekat antara tangkapan dari wilayah Batu dengan wilayah Tulungagung adalah 0,966, yang memiliki nilai koefisien asosiasi mendekati 1,00. Hal ini menunjukkan bahwa ada hubungan erat antar spesies yang berasal dari wilayah Batu dan Jombang.

Kata Kunci: Hubungan kebaikan, Indeks Kesamaan, Metode Dendogram

PENDAHULUAN

Drosophila memiliki distribusi global yang sangat luas. *Drosophila sp.* dapat ditemukan di berbagai habitat, dari hutan tropis ke lingkungan perkotaan (Koshikawa, 2020; Topal, P. et al., 2021). Lebih dari 3800 spesies *Drosophilidae* telah dilaporkan dari seluruh dunia (Mahato & Gupta, 2018). *Drosophila* adalah spesies kosmopolitan di Indonesia dan termasuk *Drosophila ananassae*, *Drosophila hypocausta*, *Drosophila hipokasita* dan Imigran *Drosophila* dan lainnya (Kundariati et al., 2021a; Siburian, 2008). (Carson, L. H. et al., 1983) mencatat sekitar 120 spesies filum *Drosophila* dalam buku "Genetika

dan Biologi *Drosophila*". Saat ini ada sekitar 600 *Drosophila* spesies di Indonesia (Siburian, 2008). Distribusi *Drosophila* di Indonesia tidak merata (Rizal, 2007). Penyebarannya dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, intensitas cahaya, cuaca, musim, dan induk *Drosophila* (fase berbuah) (Larasati et al., 2013).

Mengklasifikasikan pola distribusi lalat buah di alam menjadi dua jenis distribusi dalam ruang (distribusi di wilayah geografis tertentu) dan distribusi dalam waktu (distribusi yang dipengaruhi oleh faktor musiman) (Shorrock, 1972; Wahyuni et al., 2017). 1) Membedakan pola

distribusi *Drosophila* berdasarkan lokasi atau wilayah yang disebabkan oleh kondisi tertentu yang ada di suatu wilayah, seperti distribusi di luar angkasa, keberadaan spesies tertentu. 2) Distribusi Waktu membedakan pola distribusi *Drosophila* spesies berdasarkan waktu, baik harian maupun musiman, karena ada perbedaan suhu, kelembaban dan intensitas cahaya pada interval waktu tertentu dalam sehari atau musim.

Studi kekerabatan adalah bagian dari studi sistematis. Sistematis ini meliputi kajian mengenai identifikasi, taksonomi, nomenklatur, keanekaragaman organisme, dan kajian mengenai berbagai hubungan kekerabatan antar organisme. Kesamaan struktural suatu individu dapat digunakan untuk menentukan berbagai hubungan kekerabatan antar organisme. Jenis atau karakteristik yang serupa dan berbeda dibahas untuk menentukan apakah ada hubungan kekerabatan dalam filum atau tidak. Sejumlah besar karakteristik dapat digunakan sebagai indikator kekerabatan yang signifikan (Kastawi, 2003). Ini dilakukan dengan melihat hubungan fenetik.

Kekerabatan fenetik adalah kekerabatan yang didasarkan pada kesamaan keseluruhan kelompok yang ada. Semakin banyak karakteristik yang dimiliki sekelompok organisme, semakin dekat kelompok tersebut, dan sebaliknya (Davis & Heywood, 1973; Yatim, 1991). Kekerabatan fenetik digunakan untuk menunjukkan hubungan kekerabatan menggunakan semua karakteristik yang sama (Rahmawati et al., 2016).

(Endah, 2009) mengatakan bahwa jumlah sifat yang digunakan harus sebesar mungkin dan harus minimal 40 sifat. (Borror, 1992) percaya bahwa karakteristik utama yang digunakan untuk mengidentifikasi Diptera adalah antena, kaki, sayap dan ketotaxy (susunan bulu bulu, terutama dari kepala dan dada). Karakteristik lain yang diamati termasuk kepala, ukuran, bentuk dan warna serangga.

Morfologi fitur penggunaan adalah metode yang sederhana, cepat dan paling banyak digunakan (Baldi et al., 2017; Fatimah, 2013), sehingga dapat langsung diterapkan pada *Drosophila*. Penelitian tentang hubungan kekerabatan fenetik telah banyak dilakukan, antara lain (Christian et al., 2022; Danong et al., 2023; Diatrinari & Purnomo, 2019; Palupi et al., 2023; Polihito et al., 2022; Qatrunnada & Susandarini, 2022; Wahlberg, 2019; Wahyuni et al., 2017).

Untuk menentukan seberapa dekat hubungan fenetik antara taksa organisme, ini dapat dilakukan dengan menentukan kesamaan (kemiripan atau kesamaan) antara taksa berpasangan (Davis & Heywood, 1973). Untuk alasan ini, karakteristik morfologi diperlukan. Karakteristik morfologi dapat digunakan untuk mengenali dan menggambarkan hubungan tingkat spesies.

Ada tiga cara untuk menentukan kesamaan, yaitu dengan mencari 1) koefisien asosiasi, 2) koefisien korelasi, dan 3) jarak taksonomi (Davis & Heywood, 1973; Sokal & Sneath, 1963). Koefisien asosiasi digunakan sebagai dasar untuk menyiapkan dendrogram. Analisis dendrogram disebut juga dengan analisis menggunakan teknik multivariat yang memiliki tujuan utama untuk mengelompokkan objek berdasarkan karakteristiknya. Analisis kluster mengklasifikasikan objek sehingga setiap objek yang paling mirip dengan objek lain berada dalam kluster yang sama (Fatimah, 2013).

Pilihan penggunaan *Drosophila* sebagai objek penelitian ini sesuai dengan apa yang telah dilakukan Thomas Hunt Morgan sebagai pelopor dalam menggunakan *Drosophila* sebagai objek dalam penelitian genetika, karena ukurannya yang relatif kecil sehingga populasi yang besar dapat dipertahankan di laboratorium. Selain itu, ia memiliki siklus hidup yang relatif pendek dan cepat dan masing-masing betina mampu

menghasilkan ratusan telur (Kimball, 1983).

Drosophila spesies ditangkap dari tiga daerah berbeda, yaitu Batu, Tuluangung, dan Jombang. Dimungkinkan untuk *Drosophila* di tiga daerah berbeda memiliki karakteristik morfologi yang berbeda, tetapi tidak mungkin memiliki karakteristik yang sama karena kemampuan organisme ini untuk terbang dan bermigrasi.

Penelitian ini mengkaji hubungan antara *Drosophila* dari wilayah Batu, Tulungagung dan Jombang dengan mengamati galur murni. Garis murni adalah populasi yang merupakan keturunan murni tanpa variasi genetik yang signifikan. Garis murni diperoleh jika semua pasangan alel adalah homozigot (Corebima, 2013). Tujuan penggunaan strain murni adalah bahwa karakteristik yang diungkapkan adalah karakteristik yang sebenarnya dan tidak akan berubah.

LANDASAN TEORI

Distribusi dan Karakteristik *Drosophila* sp.

Drosophila sp. merupakan salah satu genus serangga yang memiliki distribusi global yang sangat luas dan mampu beradaptasi pada berbagai kondisi lingkungan, mulai dari hutan tropis hingga wilayah perkotaan (Koshikawa, 2020; Topal, P. et al., 2021). Keanekaragaman spesies *Drosophila* sangat tinggi, dengan ribuan spesies yang telah dilaporkan di seluruh dunia, termasuk di Indonesia yang memiliki ratusan spesies dengan pola distribusi yang tidak merata. Distribusi tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, intensitas cahaya, serta ketersediaan sumber makanan (Larasati et al., 2013).

Pola distribusi *Drosophila* dapat dikaji berdasarkan distribusi ruang dan waktu. Distribusi ruang berkaitan dengan penyebaran organisme pada wilayah geografis tertentu, sedangkan distribusi waktu dipengaruhi oleh perubahan kondisi

lingkungan seperti musim dan waktu harian (Shorrocks, 1972; Wahyuni et al., 2017). Perbedaan kondisi lingkungan ini menyebabkan variasi karakteristik pada setiap populasi *Drosophila* di berbagai wilayah.

Kekerabatan Fenetik pada Organisme

Kajian kekerabatan merupakan bagian dari sistematika yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antar organisme berdasarkan kesamaan karakteristik. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah kekerabatan fenetik, yaitu hubungan yang didasarkan pada tingkat kesamaan keseluruhan karakter yang dimiliki oleh organisme. Semakin banyak kesamaan karakteristik, maka semakin dekat hubungan kekerabatan antar organisme tersebut (Davis & Heywood, 1973; Yatim, 1991).

Karakteristik morfologi merupakan indikator utama dalam menentukan kekerabatan fenetik. Karakter yang diamati dapat meliputi bagian tubuh seperti kepala, dada, sayap, kaki, serta ciri-ciri lainnya. Semakin banyak karakter yang dibandingkan, maka hasil analisis kekerabatan akan semakin akurat (Borror, 1992).

Analisis Kesamaan dan Koefisien Asosiasi

Penentuan hubungan kekerabatan antar organisme dapat dilakukan melalui analisis kesamaan karakteristik dengan menggunakan beberapa metode, salah satunya adalah koefisien asosiasi. Koefisien asosiasi digunakan untuk mengukur tingkat kesamaan antara dua objek berdasarkan jumlah karakter yang sama dan berbeda.

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

S = koefisien asosiasi satu organisme (tumbuhan/hewan) sehubungan dengan organisme kedua atau lainnya.

N_s = jumlah properti yang sama

N_d = jumlah sifat yang berbeda (Endah, 2009).

Analisis Dendrogram dalam Klasifikasi

Hasil analisis kesamaan selanjutnya dapat divisualisasikan dalam bentuk dendrogram. Dendrogram merupakan diagram berbentuk pohon yang menunjukkan hubungan kekerabatan antar objek berdasarkan tingkat kesamaan karakteristik. Melalui dendrogram, objek yang memiliki kesamaan tinggi akan dikelompokkan dalam satu cabang yang sama (Wangiyana, 2019).

Analisis dendrogram termasuk dalam teknik analisis kluster yang bertujuan untuk mengelompokkan objek berdasarkan kemiripan karakteristiknya. Teknik ini banyak digunakan dalam kajian biologi, khususnya dalam menentukan hubungan kekerabatan antar spesies (Kundariati et al., 2021).

Faktor yang Mempengaruhi Kekerabatan

Hubungan kekerabatan antar organisme dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi gen (Corebima, 2013), rekombinasi genetik (Djuita, 2012), dan aliran gen yang berperan dalam menentukan kesamaan karakteristik antar individu (Henuhili, 2008). Sementara itu, faktor eksternal yang mempengaruhi adalah jarak antar wilayah (Smith, 1999) dan perbedaan ketinggian (Sartiami et al., 2011). Perbedaan kondisi lingkungan antar wilayah dapat menyebabkan terjadinya variasi morfologi pada organisme. Selain itu, hambatan geografis seperti pegunungan atau perairan juga dapat membatasi perpindahan organisme sehingga mempengaruhi pola distribusi dan kekerabatan (Amrullah, 2010).

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksposit fakta. Penelitian eksposit facto ini bertujuan untuk mencari penyebab yang memungkinkan perubahan perilaku, gejala atau fenomena yang

disebabkan oleh suatu peristiwa, tindakan atau benda, serta menyebabkan perubahan pada semua variabel independen setelah peristiwa tersebut terjadi (Widarto, 2013).

Dengan memilih subjek dan mengamati karakteristik morfologi masing-masing daerah (Batu, Tulungagung, dan Jombang), peneliti cukup mengukur pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen, yaitu perbedaan regional yang mempengaruhi hubungan *Drosophila*. Analisis kesamaan yang diperoleh kemudian dilakukan dengan menggunakan indeks kesamaan dan ditampilkan dalam bentuk dendrogram untuk mengetahui hubungan antara spesies *Drosophila* di ketiga wilayah tersebut.

Penelitian dilaksanakan pada bulan April hingga Juni 2020 di Kabupaten Batu, Tulungagung dan Jombang sebagai lokasi pengambilan sampel dan Laboratorium Sains pendidikan ilmu pengetahuan alam Institut Islam Negeri Kediri sebagai lokasi pendataan. Populasi dalam penelitian ini adalah *Drosophila* di Indonesia. Teknik pengambilan sampel menggunakan pengambilan sampel acak berstrata. Sampel dalam penelitian ini ditangkap *Drosophila* yang diambil dari 3 titik di 3 daerah, yaitu: Batu, Tulungagung, dan Jombang.

Sebelum mengamati karakteristik morfologis, *Drosophila* dimurnikan terlebih dahulu, dengan mengawinkan *Drosophila* dari area yang sama dan dengan karakteristik yang sama untuk menghasilkan F3.

Data diperoleh dari pengamatan karakteristik morfologi, Spesies *Drosophila* tangkapan yang berasal dari tiga daerah, yaitu Batu, Tulungagung dan Jombang. Kemudian *Drosophila* dari wilayah Batu, Tulungagung dan Jombang dibandingkan berdasarkan persamaan dan perbedaan karakteristik. Karakteristik morfologi dibandingkan dengan 58 karakteristik yang terdiri dari kepala, dada, sayap, perut dan kaki. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah untuk menghitung indeks kesamaan karakteristik morfologi dengan rumus:

$$S = \frac{Ns}{Ns + Nd}$$

Mana:
 S = koefisien asosiasi
 sepasang STO yang dibandingkan
 N_s = Jumlah sifat yang sama
 untuk sepasang STO yang dibandingkan
 N_d = Jumlah sifat berbeda
 untuk sepasang STO yang dibandingkan

Memprioritaskan kesamaan adalah dasar untuk mengelompokkan spesies ke dalam kategori yang lebih tinggi, kemudian kategori yang lebih rendah. Indeks kesamaan dalam bentuk koefisien

asosiasi menafsirkan seberapa dekat hubungan antar organisme, semakin besar koefisien korelasi, semakin dekat hubungannya. Menurut Shorrocks (1972). Dengan indeks koefisien kesamaan dan rumus berikut, temuan koefisien asosiasi untuk pasangan STO dianalisis:

$$r(A+B).C = \frac{r_{AC} + r_{BC}}{\sqrt{(2 + 2r_{AB})}}$$

Keterangan:

r_{AB} = kelompok dengan kesamaan terbesar

r_{AC} dan r_{BC} = kelompok selain kelompok AB

Analisis akhir menampilkan temuan perhitungan kekerabatan *Drosophila* sp. dalam bentuk dendrogram taksonomi hierarkis.

HASIL PENELITIAN

Matriks Unit Taksonomi Operasional (STO)

Data hasil pengamatan respon *Drosophila* dari wilayah Batu, Tulungagung, dan Jombang dibandingkan untuk mengetahui tingkat kesamaan dan perbedaan karakteristik morfologi. Hasil perbandingan tersebut kemudian disajikan dalam bentuk matriks pasangan Unit Taksonomi Operasional (STO) seperti pada Tabel 1.

Tabel 1.
 Matriks Jumlah Pasangan
 Unit Taksonomi Operasional

Jenis	Batu (A)	Tulungagung (B)	Jombang (C)
Batu (A)	-	5	5
Tulungagung (B)	6	*	5
Jombang (C)	3	3	-

Jombang (C)	2	*	*	-
-------------	---	---	---	---

Keterangan:

* adalah karakter yang tidak sama

Tanpa * adalah karakter yang sama

Tanda (-) berarti tidak ada perbedaan dan persamaan pada spesies yang sama (AA, BB, CC)

Perhitungan Koefisien Asosiasi

Berdasarkan jumlah persamaan dan perbedaan karakteristik morfologi di atas, nilai koefisien asosiasi dihitung dengan menggunakan persamaan matematika

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

Keterangan:

S = koefisien asosiasi satu organisme (tumbuhan/hewan) sehubungan dengan organisme kedua atau lainnya.

N_s = jumlah properti yang sama

N_d = jumlah sifat yang berbeda (Endah, 2009).

Berikut ini adalah hasil perhitungan nilai koefisien asosiasi *Drosophila*:

- a. koefisien asosiasi *Drosophila* dari wilayah Batu dan Tulungagung

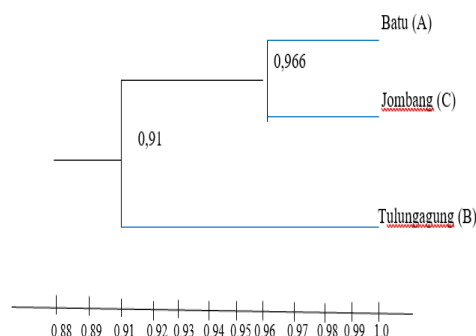
$$S_{AB} = \frac{52}{52+6} = 0,897$$

- b. Koefisien asosiasi *Drosophila* dari wilayah Batu dan Jombang

$$S_{AC} = \frac{56}{56+2} = 0,966$$

- c. Koefisien asosiasi *Drosophila* dari wilayah Tulungagung dan Jombang

$$S_{BC} = \frac{53}{53+5} = 0,914$$



Matriks Koefisien Asosiasi

Hasil perhitungan koefisien asosiasi kemudian disajikan dalam bentuk matriks seperti pada Tabel 2.

Tabel 2.
Matriks Koefisien Asosiasi I

Jenis	Batu (A)	Tulungagung (B)	Jombang (C)
Batu (A)		0,897	0,966
Tulungagung (B)		1	0,914
Jombang (C)			1

Pasangan dengan nilai koefisien asosiasi tertinggi adalah pasangan dengan hubungan terdekat. Berdasarkan matriks di atas, pasangan dengan hubungan terdekat adalah pasangan A dan C, dengan nilai koefisien asosiasi 0,966.

Analisis Pengelompokan dan Dendrogram

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

$$r_{AC-B} = \frac{S_{A-B} + S_{B-C}}{\sqrt{(2 + 2S_{A-C})}} = 0.91329629$$

Tabel 3.
Matriks Koefisien Asosiasi II

Jenis	AC	B
AC	1	0.91329
B		1

Tabel 4.
Pasangan yang memiliki nilai asosiasi terbesar setelah pengelompokan

Partner	Nilai Asosiasi
AC	0.966
AC-B	0.91329

Pengelompokan dendrogram 3 jenis organisme berdasarkan koefisien asosiasi

PEMBAHASAN

Berdasarkan dendrogram di atas, hubungan *Drosophila* terdekat dari ketiga

daerah tersebut adalah *Drosophila* dari wilayah Batu dan Jombang, yang memiliki nilai koefisien asosiasi mendekati 1,00, yaitu 0,966. Hal ini dikarenakan jarak antara kedua area tersebut relatif dekat. Sementara itu, hubungan antara *Drosophila* dari tiga wilayah (Batu-Tulungagung-Jombang) ditunjukkan dengan nilai koefisien asosiasi 0,91329.

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis nilai koefisien asosiasi, karena organisme yang dibandingkan terbatas pada genus *Drosophila* dan jenis dan jumlah organisme yang dibandingkan kecil. Nilai koefisien asosiasi diperoleh dengan membandingkan jumlah kesamaan karakteristik morfologi *Drosophila* sp. dengan jumlah total karakteristik yang digunakan sebagai referensi. Pasangan dengan nilai koefisien kesamaan tertinggi adalah pasangan dengan hubungan terdekat.

Berdasarkan hasil analisis data, diketahui bahwa koefisien asosiasi pasangan *Drosophila* sp. dari Batu-Jombang (A-C) 0,966; Tulungagung-Jombang (B-C) 0,914; dan Batu-Tulungagung (A-B) 0,897. Menurut (Endah, 2009; Yatim, 1991), menghitung nilai indeks kesamaan yang mendekati 1,00 menunjukkan bahwa hubungan kekerabatan semakin dekat, sedangkan nilai indeks kesamaan menjauh dari 1,00, menunjukkan bahwa hubungan kekerabatan semakin jauh. Partner *Drosophila* sp.

Batu-Jombang memiliki nilai koefisien asosiasi tertinggi yaitu paling dekat dengan 1,00. Ini menunjukkan bahwa *Drosophila* sp. dari Batu-Jombang memiliki kekerabatan yang paling dekat dibandingkan dengan *Drosophila* sp. tangkapan dari Tulungagung-Jombang dan Batu-Tulungagung. Nilai koefisien asosiasi antara *Drosophila* sp. dari Batu-Jombang ke Tulungagung adalah 0,91329. Nilai ini mendekati 1,00. Ini menunjukkan bahwa ada hubungan kekerabatan antara *Drosophila* Sp. Hasil tangkapan dari

Tulungagung, Jombang dan Batu sangat dekat.

Hubungan dekat antara *Drosophila* di wilayah Batu dan Jombang disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi adalah gen (Corebima, 2013), Rekombinasi (Djuita, 2012), dan aliran gen (Henuhili, 2008), sedangkan faktor eksternal yang mempengaruhi adalah jarak antar wilayah (Smith, 1999) dan perbedaan ketinggian (Sartiami et al., 2011). Hal ini sesuai dengan pernyataan dari (Shorrock, 1972) bahwa faktor yang mendorong perbedaan distribusi habitat adalah adanya hambatan alam yang dapat bertindak sebagai isolasi bagi distribusi spesies. *Drosophila* sp. dari satu area ke area lain.

Contohnya adalah adanya hambatan alam berupa lautan luas atau pegunungan tinggi, yang akan mengurangi migrasi *Drosophila* spesies ke daerah lain. Kondisi ini menyebabkan jenis-jenis *Drosophila* yang ada di pulau atau daerah tertentu yang sangat mungkin berbeda dari jenis-jenis *Drosophila* yang ada di daerah lain. Tetapi itu tidak mengesampingkan kemungkinan transfer *Drosophila* sp. ke daerah lain yang jauh atau kondisi di daerah tersebut berbeda. Misalnya, dibawa dengan pengangkutan hasil pertanian dari daerah pegunungan ke daerah perkotaan atau sebaliknya.

Menurut (Amrullah, 2010), kondisi lingkungan dapat mempengaruhi perubahan materi genetik. Perubahan komposisi genetik suatu populasi hanya dapat terjadi jika kondisi memungkinkan. Peristiwa di alam memungkinkan komposisi gen setiap populasi selalu berubah berdasarkan probabilitas pasangan gen dapat bersatu. Dalam populasi alami, yang menentukan frekuensi gen adalah seberapa baik organisme cocok dengan tempat tinggalnya (lingkungannya). Atau dengan kata lain, organisme yang dapat bertahan hidup adalah organisme yang

sesuai dengan lingkungannya atau dapat beradaptasi dengan lingkungannya.

Lingkungan juga mempengaruhi fenotipe seseorang atau fenotipe individu adalah hasil dari faktor genotipe dan pengaruh lingkungan. Yang perlu diperhatikan adalah bahwa variasi fenotipik yang terjadi karena pengaruh lingkungan tidak diwariskan, tetapi yang diwariskan adalah kemampuan untuk membentuk jenis atau karakteristik tertentu sebagai akibat dari respons gen terhadap lingkungan yang berubah. Kondisi lingkungan meliputi suhu, kelembaban, intensitas cahaya, ketersediaan makanan, dan faktor abiotik secara keseluruhan di tiga area yang kami amati tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Seperti yang akan kita bahas di bawah ini, yaitu perbedaan jarak antar daerah.

Berdasarkan peta pada lembar lampiran terlihat bahwa antara 3 wilayah (Batu, Tulungagung dan Jombang) terdapat rasio jarak yang berbeda. Jarak antara Batu dan Jombang sekitar 67,8 km, sedangkan antara Batu dan Tulungagung sekitar 111 km dan antara Tulungagung dan Jombang sekitar 99,7 km.

Sehingga dapat dilihat bahwa *Drosophila* Batu memiliki hubungan yang lebih erat dengan *Drosophila* Jombang dari *Drosophila* Batu dengan Tulungagung dan *Drosophila* Tulungagung bersama Jombang. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari (Kusrini, 2010) yang menyatakan bahwa pengelompokan yang terlihat pada dendrogram disebabkan oleh kedekatan lokasi geografis.

Terlepas dari faktor eksternal yang dapat mempengaruhi komposisi genetik suatu populasi yang mengakibatkan munculnya variasi genetik. Ini juga dapat disebabkan oleh mutasi dan rekombinasi. Mutasi yang terjadi pada suatu spesies merupakan langkah awal bagi spesies tersebut untuk terus bertahan hidup dan memenuhi tuntutan kondisi lingkungannya (habitat).

Mutasi adalah perubahan tiba-tiba dan acak dalam genotipe individu, atau merupakan perubahan materi genetik itu sendiri yang, dalam kondisi tertentu, dapat menyebabkan perubahan fenotipe (Basuki, 1997). Hal ini tidak jauh berbeda dengan rekombinasi yang juga dapat menyebabkan perubahan materi genetik yang menghasilkan variasi fenotipik.

SIMPULAN

Ada hubungan kekerabatan antara *Drosophila* dari daerah Batu, Tulungagung dan Jombang berdasarkan kesamaan morfologinya. Berdasarkan data yang diperoleh dari hubungan kekerabatan *Drosophila* Yang paling dekat dari ketiga daerah tersebut adalah *Drosophila* dari wilayah Batu dan Jombang yang memiliki nilai koefisien asosiasi mendekati 1,00, yaitu 0,966. Hal ini disebabkan oleh jarak yang relatif dekat antara kedua area tersebut. Sementara itu, hubungan antara *Drosophila* dari tiga wilayah (Batu-Tulungagung-Jombang) ditunjukkan dengan nilai koefisien asosiasi 0,91. Hubungan erat antara *Drosophila* di wilayah Batu dan Jombang disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi adalah gen, rekombinasi dan aliran gen. Sementara itu, faktor eksternal yang mempengaruhi adalah jarak antar daerah dan perbedaan tinggi badan.

DAFTAR PUSTAKA

Amrullah, G. (2010). *Bahan Ajar Evolusi*. Universitas Negeri Gorontalo.

Baldi, R., Sauthier, D. E. U., 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>

Basuki, S. (1997). *Indeks Isolasi Drosophila Ananassae Lokal Pare Dan Drosophila Ananassae Lokal*

Pulau Madura. Universitas Negeri Malang.

Borror, D. J. (1992). *Pengenalan Pembelajaran Serangga*. Ugm.

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. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19840513298>

Christian, H., Seno, D., Pratama, B., & Putri, A. G. (2022). Analisis Hubungan Kekerabatan Fenetik Varietas *Portulaca Oleracea* Dan *Portulaca Grandiflora* Di Desa Grogol Kelurahan Dukuh Kota Salatiga. *Jurnal Mipa*, 11(1), 6–11. <https://www.academia.edu/download/97539251/33632.pdf>

Corebima. (2013). *Genetika Mendel*. Universitas Airlangga.

Danong, M. T., Ruma, M. T. L., Nono, K. M., Mauboy, R. S., Boro, T. L., Etu, E., & Euphorbia, K. (2023). Hubungan Kekerabatan Fenetik Jenis-Jenis Tumbuhan Genus *Euphorbia* (Euphorbiaceae) Berdasarkan Ciri Morfologi. *Jurnal Sistemika Tumbuhan*, 7(2), 37–50. <https://doi.org/doi%20:%2010.32556/floribunda.v7i2.2023.387>

Davis, P., & Heywood, V. (1973). *Principles Of Angiosperm Taxonomy*. Oliver & Boyd.

Diatrinari, F., & Purnomo. (2019). Hubungan Kekerabatan Fenetik Kultivar Krisan (*Chrysanthemum Morifolium* Ramat.) Di Pakem, Daerah Istimewa Yogyakarta Berdasarkan Karakter Anatomis Daun Dan Batang. *Bioma*, 15(1), 21–26. [https://doi.org/10.21009/bioma15\(1\).3](https://doi.org/10.21009/bioma15(1).3)

Djuita, N. R. (2012). Evolusi, Spesiasi, Dan Hibridisasi Pada Beberapa Anggota

- Sapindaceae. *Bioedukasi*, 5(2), 13–24.
<https://jurnal.uns.ac.id/bioedukasi/article/view/3926>
- Endah, S. (2009). *Suplemen Vertebrata*. Universitas Negeri Malang.
- Fatimah, S. (2013). Analisis Morfologi Dan Hubungan Kekerabatan Sebelas Jenis Tanaman Salak (*Salacca Zalacca* (Gertner) Voss Bangkalan. *Agrovigor*, 6(1), 1–15.
<https://doi.org/10.21107/agrovigor.v6i1.1460>
- Henuhili, V. (2008). *Genetika Dan Evolusi*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Kastawi, Y. (2003). *Zoologi Avertebrata*. Universitas Negeri Malang.
- Kimball, J. W. (1983). *Penerj. Siti Soetarmi. Biologi Jilid 1 Edisi Kelima*. Jakarta : Erlangga.
- Koshikawa, S. (2020). Evolution Of Wing Pigmentation In *Drosophila*: Diversity, Physiological Regulation, And Cis-Regulatory Evolution. *Development, Growth & Differentiation*, 62(5), 269–278.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/dgd.12661>
- Kundariati, M., Gani, A. R. F., & Pratiwi, J. S. (2021a). Analisis Hubungan Kekerabatan *Drosophila* Sp. (Lalat Buah) Dari Tuban, Kediri, Dan Tulungagung Berdasarkan Indeks Similaritas Dan Dendogram. *Jurnal Biosains*, 7(1), 10.
<https://doi.org/10.24114/jbio.v7i1.20448>
- Kundariati, M., Gani, A. R. F., & Pratiwi, J. S. (2021b). Analisis Hubungan Kekerabatan *Drosophila* Sp. (Lalat Buah) Dari Tuban, Kediri, Dan Tulungagung Berdasarkan Indeks Similaritas Dan Dendogram. *Jurnal Biosains*, 7(1), 10–17.
<https://doi.org/10.24114/jbio.v7i1.20448>
- Kusrini. (2010). *Peningkatan Mutu Ikan Hias Upside-Down Catfish Melalui Rekayasa Genetika Dan Pengelolaan Lingkungan Untuk Mendukung Populasi*. Balai Riset Budidaya Ikan Hias.
- Larasati, 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>
- Mahato, S. P., & Gupta, K. K. (2018). *Species Diversity Status Of Family Drosophilidae At Hazaribag*. Jharkhand.
- Palupi, D., Aryani, Riska, D., Sukarsa, & Lestari, S. (2023). Hubungan Kekerabatan Fenetik 6 Spesies Anggota Genus. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(1), 98–109.
<https://doi.org/https://doi.org/10.33394/Bioscientist.V11i1.6542>
- Polihito, R. A., Latjompoh, M., Kandowanko, N. Y., & Gorontalo, U. N. (2022). Hubungan Kekerabatan Fenetik Lima Anggota Familia Araceae. *Biosfer: Jurnal Biologi & Pendidikan Biologi*, 7(2).
<https://doi.org/10.23969/biosfer.v7i2.6120>
- Qatrunnada, Q., & Susandarini, R. (2022). Keanekaragaman Dan Hubungan Kekerabatan Fenetik Spesies Anggota Famili Asteraceae Di Jalur Pendakian Gunung Lawu Berdasarkan Karakter Morfologis Species Diversity And Phenetic Relationship Of Asteraceae Family In Mount Lawu Hiking Track Based On Morpholog. *Bioma*, 24(1), 43–53.
<https://doi.org/10.14710/bioma.24.1.43-53>
- Rahmawati, Hasanuddin, & Nurmaliah, C. (2016). Hubungan Kekerabatan Fenetik Tujuh Anggota Familia Apocynaceae. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi*, 1(1), 1–9.

- <https://Www.Neliti.Com/Publications/187656/Hubungan-Kekerabatan-Fenetik-Tujuh-Anggota-Familia-Apocynaceae>
- Rizal. (2007). *Dasar-Dasar Genetika Ilmu Untuk Masyarakat* (Lima). Erlangga.
- Sartiami, D., Nurmansyah, D. A. N. A. L. I., Tanaman, D. P., Pertanian, F., Bogor, I. P., & Micronesia, K. (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>
- Shorrock, B. (1972). *Drosophila Sp.* Gin And Company Limited.
- Siburian, J. (2008). Studi Keanekaragaman *Drosophila Sp.* Di Kota Jambi. *Biospecies*, 1(2), 47–54. <https://doi.org/10.22437/Biospecies.V1i2.269>
- Smith, J. (1999). *Evolutionary Genetics*. Oxford University Press.
- Sokal, R. R., & Sneath, P. H. (1963). *Principle Of Numerical Taxonomy*.
- Topal, P., Garg, D., & S. Fartyal, R. (2021). Fruit Flies (*Drosophila Spp.*) Collection, Handling, And Maintenance: Field To Laboratory. *Intechopen*. <https://doi.org/doi:10.5772/intechopen.97014>
- Wahlberg, E. (2019). Revision And Morphological Analysis Of The Ragadidae. *European Journal Of Taxonomy*, 521, 1–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.5852/ejt.2019.521>
- Wahyuni, S., Manwan, & Nurjanani. (2017). Identifikasi Dan Karakteristik Morfologi Lalat Buah Di Kabupaten Soppeng Identification And Characteristics Of Fruit Flies Morphology In Soppeng Regency. *J. Agrotan*, 3(1), 1–17. <https://ejournals.umma.ac.id/index.php/agrotan/article/view/11>
- Wangiyana, I. G. A. S. (2019). Comparison of Dendrogram And Cladogram Topology of *Gyrinops Versteegii* and Others *Gyrinops* Member for Polyphasic Taxonomy. *Jurnal Silva Samalas*, 2(1), 13. <https://doi.org/10.33394/jss.v2i1.3673>
- Yatim, Wi. (1991). *Embriologi Hewan*. Barata raya akselera.