

Populasi, Serangan dan Pola Distribusi *Hypothenemus hampei* Ferr. pada Kopi Arabika Gayo Berdasarkan Zona Elevasi

Hendrival*, Usnawiyah, Muhammad Yusuf Nurdin, Hafizh Mulia Ahmadika, dan Margono
Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh, Jalan Banda
Aceh-Medan, Kampus Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara, 24355
*Alamat korespondensi: hendrival@unimal.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRACT/ABSTRAK
Diterima: 05-03-2023 Direvisi: 06-03-2024 Dipublikasi: 30-04-2024	Population, attack and distribution patterns of <i>Hypothenemus hampei</i> Ferr. on Gayo arabica coffee based on elevation zone
Keywords: Coffee berry borer, Distribution pattern, Population monitoring, Smallholder coffee plantation	Province of Aceh is the central producer of Arabica coffee located in the Gayo Highlands, namely Regency Bener Meriah. The factor that causes the decrease in arabica coffee production is the attack of the coffee berry borer, <i>Hypothenemus hampei</i> Ferr. <i>Hypothenemus hampei</i> is the most detrimental major pest that cause quantitative and qualitative losses in arabica and robusta coffee. The distribution pattern of <i>H. hampei</i> is influenced by elevation. The aim of the research was to study the distribution pattern of <i>H. hampei</i> in Gayo arabica coffee based on elevation zones. The research location covered arabica coffee plantation area owned by farmers in the Districts of Bukit, Timang Gajah, and Pintu Rime Gayo in the Regency of Bener Meriah, Aceh Province that conducted in July to December 2021. The location chosen as a place of observation and sampling was a smallholder coffee plantation with variations in elevation. The results showed that the population and attack of <i>H. hampei</i> in the low altitude range (700–1000 m.a.s.l) were higher compared to the medium (1000–1250 m.a.s.l) and high (1250–1500 m.a.s.l) altitudes. The distribution pattern of <i>H. hampei</i> in Gayo arabica coffee on population and attack parameters followed a clustering pattern based on differences in elevation zones. Monitoring of population and <i>H. hampei</i> attack are needed to reduce the decline in Gayo arabica coffee production, especially in areas with elevation zones between 700–1000 m.a.s.l.
Kata Kunci: Monitoring populasi, Penggerek buah kopi, Perkebunan kopi rakyat, Pola sebaran	Provinsi Aceh sebagai sentral penghasil kopi arabika berada di Dataran Tinggi Gayo yaitu Kabupaten Bener Meriah. Faktor yang menyebabkan produksi kopi arabika tergolong rendah yaitu serangan hama penggerek buah kopi, <i>Hypothenemus hampei</i> Ferr. Hama ini termasuk hama utama yang paling merugikan yang menyebabkan kerugian kuantitatif dan kualitatif pada kopi arabika dan robusta. Pola sebaran <i>H. hampei</i> dipengaruhi oleh zona elevasi. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pola sebaran hama <i>H. hampei</i> pada kopi arabika Gayo berdasarkan elevasi. Lokasi penelitian mencakup wilayah perkebunan kopi arabika milik petani di Kecamatan Bukit, Timang Gajah, dan Pintu Rime Gayo di Kabupaten Bener Meriah Provinsi Aceh dengan waktu penelitian dari bulan Juli sampai dengan Desember 2021. Lokasi yang dipilih sebagai tempat pengamatan dan pengambilan sampel yaitu perkebunan kopi rakyat dengan variasi zona elevasi. Setiap wilayah ditentukan dua titik lokasi pengamatan dan pengambilan sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi dan serangan hama <i>H. hampei</i> pada kelompok zona elevasi rendah (700 mdpl–1000 mdpl) tergolong tinggi dibandingkan kelompok ketinggian medium

(1000–1250 mdpl) dan tinggi (1250–1500 mdpl). Pola sebaran hama *H. hampei* pada kopi arabika Gayo pada parameter populasi dan serangan mengikuti pola mengelompok berdasarkan perbedaan zona elevasi. Tindakan monitoring populasi dan serangan hama *H. hampei* diperlukan untuk mengurangi penurunan produksi kopi arabika Gayo terutama di daerah dengan zona elevasi antara 700–1000 mdpl.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara produsen kopi dunia setelah Brasil, Vietnam, dan Kolombia (Kemendag RI, 2019). Kopi sebagai komoditas perkebunan memiliki peranan penting dalam perekonomian Indonesia. Kontribusi penting bagi perekonomian nasional dapat dilihat dari kinerja perdagangan dan pertumbuhan nilai tambah sebagai sumber penerimaan devisa dan pendapatan negara serta sumber pendapatan bagi petani. Provinsi Aceh sebagai sentral penghasil kopi arabika di Indonesia berada di Dataran Tinggi Gayo yaitu Kabupaten Bener Meriah, Aceh Tengah, dan Gayo Lues (Hendriwal dkk., 2022). Lahan perkebunan kopi arabika rakyat terletak pada dataran tinggi berkisar antara 950–1450 mdpl (Hulupi dkk., 2013). Beberapa faktor yang menyebabkan produksi kopi arabika Gayo di Dataran Tinggi Gayo tergolong rendah yaitu pemeliharaan belum optimal, kesuburan tanah menurun, sumberdaya manusia kurang, kelembagaan petani lemah, kopi sudah tua, varietas bercampur, pengolahan buah kopi belum seragam dan rantai pemasaran terlalu panjang, serta serangan hama penggerek buah kopi (Karim, 2014; Husni dkk., 2019; Hendriwal dkk., 2023).

Hama penggerek buah kopi, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) merupakan hama utama yang paling merugikan pada perkebunan kopi di seluruh dunia (Pulakkatu-thodi *et al.*, 2018; Johnson *et al.*, 2020; Ruiz-Diaz & Rodrigues, 2021). Di Indonesia, hama *H. hampei* pertama kali dilaporkan menyerang kopi di perkebunan Lampegan Jawa Barat yang kemudian menyebar ke berbagai daerah produksi kopi lainnya (Susilo, 2008). Hama *H. hampei* menyebabkan kerugian kuantitatif dan kualitatif pada kopi arabika (*Coffea arabica*) dan robusta (*Coffea canephora*) (de Souza *et al.*, 2020). Keberadaan hama ini dapat menurunkan produksi dan kualitas hasil secara nyata karena menyebabkan banyak biji kopi berlubang dan menyerang semua fase pertumbuhan buah seperti buah muda, mengkal dan masak (Wiryadiputra, 2014; Fintasari dkk., 2018). Dilaporkan bahwa tingkat

serangan yang ditimbulkan dapat mencapai lebih dari 80% serta kehilangan hasil yang dapat mencapai lebih dari 50% (Silva *et al.*, 2012; Purba dkk., 2015).

Distribusi hama *H. hampei* dan kerusakan buah kopi dipengaruhi oleh lokasi budidaya tanaman kopi berdasarkan zona elevasi. Kerusakan buah kopi paling banyak terjadi pada daerah dengan ketinggian 1110 mdpl, sedangkan kerusakan paling rendah terjadi pada ketinggian 1720 mdpl di Ethiopia (Asfaw *et al.*, 2019). Dampak perubahan iklim global yang menyebabkan kenaikan suhu di permukaan dapat memengaruhi distribusi *H. hampei* dan kerusakan buah kopi. Serangan hama *H. hampei* di Afrika Timur saat ini sudah mulai ditemukan pada daerah-daerah dengan ketinggian 300 mdpl, dan tingkat serangannya lebih tinggi (Jaramillo *et al.*, 2011). Penerapan pengendalian hama terpadu (PHT) pada hama *H. hampei* memerlukan metode penarik contoh yang tepat pada kegiatan pemantauan populasi dan kerusakan buah kopi, serta hubungan populasi dan serangan dengan penurunan produksi untuk menentukan pengambilan keputusan pengendalian hama *H. hampei*. Penyusunan metode penarikan contoh dan pengambilan keputusan pengendalian memerlukan informasi populasi dan serangan hama *H. hampei* serta pola distribusinya pada kopi arabika Gayo di berbagai zona elevasi. Hasil penelitian memberikan manfaat sebagai komponen menyusun strategi pengendalian terpadu hama *H. hampei* pada perkebunan kopi arabika di Dataran Tinggi Gayo, khususnya kegiatan pemantauan, pengambilan keputusan, dan langkah-langkah pengendaliannya. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung populasi dan serangan serta mengukur pola sebaran hama *H. hampei* pada kopi arabika Gayo di Kabupaten Bener Meriah, Propinsi Aceh berdasarkan zona elevasi.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian mencakup wilayah perkebunan kopi arabika (Gambar 1) milik petani di Kecamatan Pintu Rime Gayo, Timang Gajah, dan Bukit di Kabupaten Bener Meriah, Provinsi Aceh.

Lokasi yang dipilih sebagai tempat pengamatan dan pengambilan sampel yaitu kebun kopi dengan berdasarkan pengelompokkan zona elevasi yaitu kelompok zona elevasi rendah terletak di kisaran 750–1000 mdpl, medium antara 1000–1250 mdpl, dan tinggi antara 1250–1500 mdpl (Tabel 1). Penelitian dilakukan sejak bulan Juli sampai Desember 2021.



Gambar 1. Kebun kopi arabika Gayo yang merupakan salah satu lokasi penelitian.

Tabel 1. Analisis lokasi penelitian berdasarkan zona elevasi di wilayah perkebunan kopi arabika Gayo Kabupaten Bener Meriah, Provinsi Aceh

Kelompok zona elevasi (mdpl)	Kecamatan	Desa	Zona elevasi (mdpl)	Letak geografis
Rendah (750–1000)	Pintu Rime Gayo	Taman Firdaus	786	N 04° 53' 36" E 96° 44' 28"
	Pintu Rime Gayo	Bener Meriah	838	N 04° 52' 40" E 96° 44' 28"
	Pintu Rime Gayo	Taman Firdaus	882	N 04° 52' 47" E 96° 45' 11"
	Pintu Rime Gayo	Bener Meriah	937	N 04° 52' 15" E 96° 45' 21"
Medium (1000–1250)	Timang Gajah	Lampahan	1027	N 04° 45' 36" E 96° 45' 37"
	Timang Gajah	Lampahan	1049	N 04° 45' 29" E 96° 45' 54"
	Timang Gajah	Kanine	1175	N 04° 44' 45" E 96° 47' 2"
	Timang Gajah	Kanine	1215	N 04° 44' 34" E 96° 47' 34"
Tinggi (1250–1500)	Bukit	Delung Asli	1332	N 04° 43' 0" E 96° 53' 48"
	Bukit	Tingkem Beyer	1361	N 04° 42' 34" E 96° 41' 35"
	Bukit	Bale Atu	1423	N 04° 43' 33" E 96° 51' 26"
	Bukit	Uning Bersah	1522	N 04° 40' 46" E 96° 52' 6"

Survei dan Pengambilan Sampel

Penelitian menggunakan metode survei eksploratif tentang sebaran hama *H. hampei* dengan parameter populasi dan serangan hama *H. hampei* berdasarkan perbedaan zona elevasi. Survei populasi hama *H. hampei* dan kerusakan buah kopi arabika Gayo di perkebunan kopi arabika milik petani. Kriteria kebun kopi yang dipilih sebagai lokasi penelitian yaitu habitus seragam, pola budidaya yang teratur, pohon kopi produktif dengan kisaran umur antara 10–15 tahun, serta tidak banyak ditemukan pohon kopi yang mati. Pada kebun kopi arabika

tersebut selanjutnya dilakukan pengamatan populasi dan serangan hama *H. hampei*.

Pengambilan pohon kopi contoh untuk menentukan pola distribusi dan serangan hama *H. hampei* dilakukan pada lima titik transek dengan panjang transek mencapai 100 m dan jarak antar transek sepanjang 10 m. Tanaman sampel ditentukan sebanyak 10 pohon pada titik setiap transek. Pengambilan data populasi dan serangan hama *H. hampei* pada pohon sampel dilakukan secara horizontal pada bagian tengah pohon dengan mengamati empat cabang kopi. Keempat cabang

tersebut ditentukan mengarah ke timur, barat, utara, dan selatan. Pendataan populasi hama *H. hampei* dengan cara mengambil buah yang terserang dari pohon contoh, kemudian buah tersebut dibelah untuk mengetahui larva dan imago (Gambar 2). Populasi yang dihitung dari hama *H. hampei* yaitu bentuk pradewasa dan dewasa yang mengakibatkan kerusakan pada buah kopi seperti larva dan imago. Satuan populasi berupa individu per cabang dari setiap pohon. Pengambilan data dilakukan dengan interval satu minggu sekali. Pada setiap lokasi

pengambilan sampel diambil sebanyak 80 buah masak atau buah sudah berwarna merah, 80 buah kopi mengkal atau buah sudah berwarna kuning dan 80 buah kopi muda atau buah masih berwarna hijau (24 buah per empat cabang per pohon). Jumlah buah kopi yang terserang hama *H. hampei* dihitung pada setiap wilayah pengamatan berdasarkan zona elevasi. Serangan hama *H. hampei* pada buah kopi dihitung dengan rumus yaitu Persentase serangan = (jumlah buah terserang hama *H. hampei* per cabang/jumlah buah total per cabang) x 100%.



Gambar 2. Kerusakan pada buah kopi yang masih muda (A), kerusakan pada buah kopi yang sudah masak (B), gejala serangan hama *Hypothenemus hampei* (C, D).

Pemetaan Pola Distribusi *Hypothenemus hampei*

Pemetaan pola distribusi hama *H. hampei* dilakukan berdasarkan populasi dan tingkat serangan pada kopi arabika. Analisis dan tipe pola distribusi hama *H. hampei* ditetapkan berdasarkan indeks nisbah ragam, indeks Morisita, koefisien Green, indeks Lloyd's, dan indeks Binomial Negatif. Setiap indeks tersebut dihitung dengan rumus berikut (Costa *et al.*, 2010):

$$\text{Indeks nisbah ragam } (I) = \frac{s^2}{\bar{x}}$$

$$\text{Indeks Morisita } (I_d) = n \left[\frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x} \right]$$

$$\text{Koefisien Green's } (C_x) = \frac{\left(\frac{s^2}{\bar{x}}\right) - 1}{(\sum x - 1)}$$

$$\text{Indeks Lloyd's } (\bar{m}) = \bar{x} + \left[\left(\frac{s^2}{\bar{x}}\right) - 1 \right]$$

$$\text{Indeks Binomial Negatif } (k) = \frac{\bar{x}}{(s^2 - \bar{x})}$$

Klasifikasi pola distribusi berdasarkan indeks nisbah ragam (*I*) yaitu jika nilai *I* = 1 maka sebarannya acak, jika nilai *I* < 1 maka sebarannya seragam, dan jika nilai *I* > 1 maka sebarannya mengelompok. Berdasarkan indeks Morisita (*I_d*) yaitu apabila nilai *I_d* = 1 maka sebarannya acak, *I_d* < 1 maka sebarannya seragam, dan *I_d* > 1 maka sebarannya mengelompok. Berdasarkan Koefisien Green (*C_x*) yaitu jika nilai *C_x*

= 0 maka sebaran tergolong acak, jika nilai Cx negatif maka sebaran tergolong seragam, dan Cx positif maka sebaran tergolong mengelompok. Berdasarkan indeks Lloyd's ($\bar{m}$) yaitu jika nilai $\bar{m}/\bar{x} = 1$ sebarannya acak, dan bila nilai $\bar{m}/\bar{x} < 1$ sebarannya seragam, dan nilai $\bar{m}/\bar{x} > 1$ sebarannya mengelompok. Berdasarkan indeks Binomial Negatif (k) yaitu jika nilainya rendah dan positif ($k < 2$) maka pola sebarannya mengelompok yang tinggi, jika $2 < k < 8$ berarti pola sebarannya mengelompok sedang, dan jika $k > 8$ pola sebarannya acak. Nilai indeks tersebut dihitung menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi Hama *Hypothenemus hampei*

Larva dan imago hama *H. hampei* ditemukan menyerang buah kopi pada semua zona elevasi mulai dari 786–1522 mdpl. Populasi larva dan imago dipengaruhi oleh perbedaan tingkat elevasi. Populasi larva dan imago paling banyak ditemukan pada zona elevasi rendah mulai dari 786–937 mdpl, sedangkan untuk populasi paling rendah ditemukan pada lokasi dengan elevasi mulai dari 1332–1522 mdpl (Tabel 2). Hasil penelitian memperlihatkan bahwa hama *H. hampei* lebih banyak ditemukan pada perkebunan kopi arabika di zona elevasi rendah dibandingkan dengan kelompok zona elevasi medium dan tinggi. Hasil penelitian yang sama juga dikemukakan oleh Mendesil *et al.* (2005) yaitu hama *H. hampei* banyak ditemukan pada daerah dengan elevasi < 1000 mdpl, tergolong sedikit ditemukan pada zona elevasi > 1200

mdpl di Barat Daya Ethiopia. Waller *et al.* (2007) mengemukakan bahwa populasi hama *H. hampei* lebih banyak pada dataran rendah dan populasi lebih sedikit pada zona elevasi > 1370 mdpl dan belum ditemukan > 1680 mdpl. Asfaw *et al.* (2019) menyatakan bahwa populasi hama *H. hampei* lebih banyak pada perkebunan kopi di zona elevasi <1000 mdpl.

Serangan Hama *Hypothenemus hampei*

Serangan hama *H. hampei* pada kopi arabika di wilayah Kabupaten Bener Meriah juga ditemukan pada semua zona elevasi mulai dari 786–1522 mdpl. Persentase serangan hama *H. hampei* juga dipengaruhi oleh perbedaan zona elevasi. Persentase serangan paling tinggi ditemukan pada elevasi rendah mulai dari 786–937 mdpl, sedangkan paling rendah ditemukan pada lokasi dengan zona elevasi mulai dari 1332–1522 mdpl (Tabel 3). Persentase serangan hama *H. hampei* juga masih tergolong rendah pada elevasi 1332–1522 mdpl. Syahnen dkk. (2010) menyebutkan bahwa serangan hama *H. hampei* tergolong tinggi pada daerah dengan ketinggian < 1500 mdpl sedangkan pada daerah dengan elevasi > 1500 mdpl serangan *H. hampei* rendah. Hasil penelitian yang sama juga dilaporkan oleh Asfaw *et al.* (2019) bahwa kerusakan buah kopi lebih tinggi pada perkebunan kopi di daerah zona elevasi < 1000 mdpl. Erfandari dkk. (2019) mengemukakan bahwa ketinggian tempat memengaruhi intensitas serangan hama *H. hampei*. Menurut Susilo (2008) serangan hama *H. hampei* lebih tinggi pada kisaran ketinggian tempat 500–1000 mdpl daripada ketinggian > 1000 mdpl.

Tabel 2. Populasi dan serangan hama *Hypothenemus hampei* pada perkebunan kopi arabika berdasarkan zona elevasi di Kabupaten Bener Meriah, Propinsi Aceh (individu per tanaman, n = 10 tanaman)

Kelompok zona elevasi (mdpl)	Zona elevasi (mdpl)	Populasi (individu)		Persentase serangan
		Larva	Imago	
Rendah (750–1000)	786	110,10	42,50	30,53
	838	99,50	34,60	25,84
	882	85,70	33,40	23,67
	937	81,60	31,16	22,80
Medium (1000–1250)	1027	44,00	34,30	18,22
	1049	43,30	28,50	17,43
	1175	32,50	19,90	14,54
	1215	31,10	18,30	10,52
Tinggi (1250–1500)	1332	26,00	17,50	7,10
	1361	22,40	14,80	5,21
	1423	20,90	11,30	5,35
	1522	13,80	5,60	3,99

Serangan dan populasi hama *H. hampei* di perkebunan kopi arabika Gayo di Kabupaten Bener Meriah Propinsi Aceh dipengaruhi oleh zona elevasi. Daerah zona elevasi sebagai tempat tumbuh tanaman kopi merupakan faktor penyebaran populasi dan kerusakan hama *H. hampei*. Hasil penelitian Asfaw *et al.* (2019) menunjukkan bahwa ketinggian tempat menjadi faktor pembatas distribusi hama *H. hampei* di perkebunan kopi wilayah Barat Daya Ethiopia dan menunjukkan korelasi negatif yang signifikan antara ketinggian tempat dan populasi hama *H. hampei*. Ketinggian tempat mempunyai hubungan dengan perubahan suhu udara di ekosistem pertanian. Perubahan suhu udara menjadi faktor pembatas dan memegang peranan penting karena berdampak terhadap aktivitas metabolisme dan kehidupan serangga seperti aktivitas makan, pertumbuhan dan perkembangannya. Ketinggian suatu tempat atau daerah menentukan perubahan suhu udara karena semakin tinggi suatu daerah maka semakin cepat proses pengembunan dan semakin rendah suhunya. Penurunan suhu udara di Indonesia rata-rata mencapai 0,5–0,6°C setiap kenaikan 100 m. Ketinggian tempat tidak hanya memengaruhi suhu, tetapi juga kelembapan dan angin yang memengaruhi penyebaran serangga (Prakoswo *et al.*, 2018). Perubahan iklim yang terjadi di daerah penghasil kopi arabika sangat berdampak pada penyebaran hama *H. hampei* (Jaramillo *et al.*, 2009; Jaramillo *et al.*, 2011). Skendži 'c *et al.* (2021) mengungkapkan bahwa perubahan iklim dapat memengaruhi serangga hama seperti perluasan sebaran secara geografis, peningkatan jumlah generasi, perubahan sinkronisasi antara tanaman dan hama, serta peningkatan risiko invasi oleh hama yang bermigrasi.

Perbedaan populasi dan serangan hama *H. hampei* terjadi karena perbedaan faktor lingkungan terutama suhu dan kelembapan. Perbedaan faktor lingkungan memengaruhi perkembangan hama *H. hampei*, sehingga berdampak terhadap populasi larva dan imago. Populasi dan serangan hama *H. hampei* sangat tergantung pada perubahan suhu lingkungan yang memengaruhi perkembangan populasi serangga yaitu kelimpahan, distribusi, fisiologi, dan ukuran serangga (Shi *et al.*, 2011). Pada prinsipnya kondisi lingkungan seperti suhu sangat berpengaruh terhadap metabolisme yang berkaitan dengan kelangsungan hidup serangga, sehingga memiliki dampak terhadap kelimpahan populasi serangga. Serangga mempunyai kisaran suhu tertentu untuk pertumbuhan dan perkembangan serta proses fisiologisnya. Pada suhu optimal aktivitas serangga

menjadi tinggi dan pada suhu yang lebih rendah aktivitasnya menurun (Thomson *et al.*, 2010). Serangga sangat peka terhadap fluktuasi perubahan lingkungan, terutama serangga bermigrasi untuk menghindari kondisi yang merugikan karena perubahan kelembapan dan suhu yang ekstrim, serta faktor abiotik lainnya.

Pola Distribusi Hama *Hypothenemus hampei*

Berdasarkan nilai Indeks nisbah ragam (I), Indeks Lioyd's), dan Indeks Morisita (I_d) > 1, sedangkan nilai Koefisien *Green's* (C_x) berada diantara 0 sampai 1 dan nilai Indeks distribusi Binomial negatif (k) tergolong rendah dan positif ($k < 2,0$) dinyatakan bahwa pola sebaran hama *H. hampei* tersebar secara mengelompok (Tabel 3 dan 4). Pola distribusi hama *H. hampei* di perkebunan kopi arabika Gayo di Kabupaten Bener Meriah, baik berdasarkan populasi dan serangannya terlihat tidak berbeda pada semua zona elevasi yaitu distribusi mengelompok. Penilaian menggunakan tolok ukur indeks sebaran yang tercantum, nilainya sesuai dengan distribusi mengelompok. Pola distribusi yang sama juga dilaporkan oleh Wiryadiputra (2014) pada kopi robusta dan arabika berdasarkan data populasi hama *H. hampei* dan intensitas kerusakan buah kopi. Distribusi hama *H. hampei* pada kopi semua varietas kopi arabika Gayo diketahui tersebar secara mengelompok berdasarkan populasi dan serangan di wilayah Kabupaten Bener Meriah seperti dilaporkan oleh Hendrival dkk. (2022). Penyebab pola sebaran mengelompok yaitu kemungkinan heterogenitas habitat atau bagian intrinsik dari perilaku suatu spesies.

Sebaran hama *H. hampei* berdasarkan populasi dan kerusakan buah berkaitan dengan faktor lingkungan seperti ketinggian tempat, temperatur, dan varietas kopi (Mariño *et al.*, 2017). Penyebab pola sebaran mengelompok yaitu heterogenitas habitat atau bagian intrinsik dari perilaku suatu spesies. Faktor intrinsik inang yang mempengaruhi adalah kesesuaian inang seperti inang yang rentan, kandungan senyawa sekunder, dan faktor morfologi inang seperti kekerasan jaringan dan struktur permukaan jaringan (Wool *et al.*, 1995). Populasi larva dan imago serta serangan hama *H. hampei* yang tersebar secara mengelompok berkaitan dengan kepadatan populasi yang banyak dari larva dan imago, serta serangan hama *H. hampei* yang tinggi pada semua zona elevasi. Siswanto *et al.* (2008) mengemukakan bahwa ketika populasi *Helopeltis antonii* tinggi, maka pola sebarannya cenderung

mengelompok, sedangkan saat populasi rendah faktor seperti pengaruh kepadatan, makanan, cenderung tersebar secara acak atau seragam. Pola ketertarikan perkawinan, dan suhu lingkungan sebaran serangga juga dipengaruhi oleh beragam (Price *et al.*, 2011).

Tabel 3. Hasil analisis parameter untuk menentukan pola sebaran populasi larva dan imago *Hypothenemus hampei* berdasarkan zona elevasi di Kabupaten Bener Meriah, Propinsi Aceh

Populasi	Kelompok zona elevasi (mdpl)	Zona elevasi (mdpl)	Parameter				
			Indeks nisbah ragam	Indeks Lioyd's	Indeks Morisita	Koefisien Green's	Indeks distribusi binomial
Larva	Rendah (700–1000)	786	4,37	12,86	1,35	3,37	0,30
		838	2,18	8,70	1,16	1,18	0,85
		882	2,63	10,93	1,17	1,63	0,61
		937	2,46	9,62	1,18	1,45	0,69
	Medium (1000–1250)	1027	3,18	6,27	1,53	2,18	0,46
		1049	4,14	7,07	1,79	3,14	0,32
		1175	1,40	3,32	1,13	0,39	2,53
		1215	1,57	3,51	1,19	0,57	1,75
	Tinggi (1250–1500)	1332	1,66	3,02	1,28	0,66	1,52
		1361	1,52	2,39	1,28	0,52	1,92
		1423	1,52	2,26	1,30	0,52	1,92
		1522	1,65	3,72	1,21	0,64	1,54
Imago	Rendah (700–1000)	786	2,26	4,92	1,34	1,26	0,79
		838	1,33	3,52	1,10	0,33	2,99
		882	1,54	3,29	1,19	0,53	1,87
		937	1,33	3,27	1,11	0,33	3,00
	Medium (1000–1250)	1027	2,18	4,25	1,38	1,18	0,84
		1049	1,67	3,17	1,26	0,66	1,50
		1175	1,53	2,41	1,28	0,52	1,89
		1215	1,66	2,19	1,43	0,66	1,51
	Tinggi (1250–1500)	1332	1,32	1,78	1,22	0,32	3,09
		1361	1,33	1,57	1,27	0,33	3,01
		1423	1,59	1,54	1,63	0,58	1,68
		1522	2,23	1,70	3,66	1,21	0,81

Tabel 4. Hasil analisis parameter untuk menentukan pola sebaran persentase serangan hama *Hypothenemus hampei* berdasarkan zona elevasi di Kabupaten Bener Meriah, Propinsi Aceh

Kelompok zona elevasi (mdpl)	Zona elevasi (mdpl)	Parameter				
		Indeks nisbah ragam	Indeks Lioyd's	Indeks Morisita	Koefisien Green's	Indeks distribusi binomial
Rendah (700–1000)	786	1,34	30,87	1,01	0,34	2,96
	838	1,56	26,40	1,02	0,56	1,79
	882	1,33	24,00	1,01	0,33	3,02
	937	2,43	24,23	1,06	1,43	0,70
Medium (1000–1250)	1027	1,32	18,53	1,02	0,31	3,17
	1049	2,14	18,57	1,06	1,14	0,88
	1175	1,97	15,51	1,07	0,97	1,03
	1215	2,18	11,71	1,11	1,18	0,84
Tinggi (1250–1500)	1332	1,80	7,90	1,11	0,79	1,26
	1361	1,69	5,90	1,13	0,69	1,44
	1423	1,95	6,30	1,17	0,95	1,05
	1522	2,92	5,91	1,47	1,92	0,52

Beragam hasil penelitian tentang pola sebaran hama utama yang tergolong menyebar secara mengelompok berdasarkan nilai Indeks nisbah ragam (I), Indeks Morisita (I_d), Koefisien *Green's* (C_x), Indeks Liloyd's ($\bar{m}$), dan Indeks distribusi Binomial (k) seperti yang dilaporkan oleh Soemargono *et al.* (2008) dan Costa *et al.* (2010) pada hama *Diaphorina citri* di tanaman jeruk, Cho *et al.* (2001) pada hama trips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) pada tanaman timun. Hasil penelitian Siswanto *et al.* (2008) yaitu distribusi *Helopeltis antonii* pada jambu mete cenderung mengelompok. Hasil penelitian Seal *et al.* (2006) menemukan bahwa pola sebaran hama trips cabai, *Scirtothrips dorsalis* cenderung mengelompok. Sebaran hama wereng kapas, *Amrasca biguttula* yang menunjukkan pola sebaran dengan mengelompok (Khaing *et al.*, 2002). Spesies hama *Hypera postica* di Iran tersebar secara mengelompok (Moradi-vajargah *et al.*, 2011). Pola sebaran hama kutu *Rhopalosiphum padi* tersebar secara mengelompok pada semua varietas gandum sepanjang musim tanam (Bakry *et al.*, 2020).

Pengetahuan tentang pola distribusi spesies hama di agroekosistem menjadi informasi penting karena memberikan petunjuk untuk memprediksi kemungkinan hama menyebabkan kerusakan. Liebhold *et al.* (1991) dan Nestel dan Klein (1995) menyatakan bahwa pengetahuan tentang pola distribusi spasial hama diperlukan untuk penyusunan rencana pengelolaan hama tersebut. Perubahan pola distribusi hama berkaitan dengan perubahan kepadatan populasi yang dapat memberikan informasi yang berguna dalam memperkirakan kepadatan hama dan tingkat kerugian secara ekonomi. Pola sebaran hama *H. hampei* pada kopi arabika Gayo secara mengelompok, sehingga metode penarikan contoh untuk kegiatan pemantauan yaitu pola teratur atau secara sistematis. Informasi pola sebaran dari hama *H. hampei* pada kopi arabika Gayo berdasarkan zona elevasi diperlukan untuk menentukan penarikan contoh pada pemantauan populasi atau kerusakan buah. Tindakan pemantauan bagian dari strategi penyusunan program PHT maupun peramalan ekspansi hama *H. hampei* di wilayah Kabupaten Bener Meriah, Propinsi Aceh.

SIMPULAN

Populasi dan serangan hama *H. hampei* pada zona elevasi kelompok rendah (700–1000 mdpl) tergolong tinggi dibandingkan zona elevasi kelompok medium (1000–1250 mdpl) dan tinggi

(1250–1500 mdpl). Pola distribusi hama *H. hampei* pada semua zona elevasi berdasarkan populasi dan serangan mengikuti pola mengelompok. Persentase serangan pada buah kopi arabika lebih tinggi terjadi daerah sentra penanaman kopi pada zona elevasi kelompok rendah (700–1000 mdpl).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Manager dan Tim AKSI-ADB Universitas Malikussaleh yang memberikan bantuan biaya penelitian dari Dana Proyek *Advanced Knowledge and Skills for Sustainable Growth Project in Indonesia-Asian Development Bank* (AKSI-ADB) Universitas Malikussaleh Tahun Anggaran 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Asfaw, E, E Mendesila, and A Mohammed. 2019. Altitude and coffee production systems influence extent of infestation and bean damage by the coffee berry borer. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 52(1–2): 170–183.
- Bakry, MMS, MM Mohiy, and NF Abdel-Baky. 2020. Spatial distribution pattern and population density of *Rhopalosiphum padi* L. (Homoptera: Aphididae) and its effect on the yield of some wheat cultivars and lines under upper Egypt conditions. *International Journal of Research in Agricultural Sciences*. 7(6): 269–286.
- Cho, K, JH Lee, JJ Park, JK Kim, and KB Uhm. 2001. Analysis of spatial pattern of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse cucumbers using dispersion index and spatial autocorrelation. *Applied Entomology and Zoology*. 36(1): 25–32.
- Costa, MG, JC Barbosa, PT Yamamoto, and RM Leal. 2010. Spatial distribution of *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae) in citrus orchards. *Scientia Agricola* (Piracicaba, Braz.). 67(5): 546–554.
- de Souza, RA, D Pratissoli, IM de Araujo Junior, JA Pinheiro, JFV Souza, FZ Madalon, FD Deolindo, and AP Damascena. 2020. *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) answer to visual and olfactive stimuli in field. *Coffee Science*. 15: e151656. DOI: 10.25186/v15i.1656.
- Erfandari, O, Hamdani, dan D Supriyatdi. 2019. Keragaman intensitas serangan hama

- penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei* Ferrari) pada beberapa sentra produksi kopi robusta di Provinsi Lampung. Jurnal Penelitian Pertanian Terapan. 19(3): 244–249.
- Fintasari, F, S Rasnovi, Yunita, dan Suwarno. 2018. Fase pertumbuhan dan karakter morfologi kumbang penggerek buah kopi, *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) pada umur buah berbeda. Jurnal Bioleuser. 2(2): 41–45.
- Hendrival, MY Nurdin, Usnawiyah, Margono, dan HM Ahmadi. 2022. Populasi, serangan, dan sebaran hama *Hypothenemus hampei* pada kopi arabika Gayo. Agrotechnology Research Journal. 6(2): 87–94.
- Hendrival, MY Nurdin, Usnawiyah, D Hasimi, dan R Amelia. 2023. Komposisi dan keanekaragaman Hymenoptera parasitoid di agroekosistem kopi arabika Gayo. Jurnal Agrium. 20(1): 60–68.
- Hulupi, R, D Nugroho, dan Yusianto. 2013. Keragaan beberapa varietas lokal kopi arabika di Dataran Tinggi Gayo. Pelita Perkebunan. 29(2): 69–81.
- Husni, Sapdi, Jauharlina, A Rusdy, and E Mulyadi. 2019. Coffee berry borer (*Hypothenemus hampei* Ferr.) attacks in organic and conventional arabica coffee plantations. Proceeding of the 1st International Graduate Conference (IGC) on Innovation, Creativity, Digital, & Technopreneurship for Sustainable Development. Banda Aceh, Indonesia. DOI: 10.4108/eai.3-10-2018.2284373.
- Jaramillo, J, A Chabi-Olaye, C Kamonjo, A Jaramillo, FE Vega, HM Poehling, and C Borgemeister. 2009. Thermal tolerance of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*): predictions of climate change impact on a tropical insect pest. PLoS One. 4(8): p.e6487. DOI: 10.1371/journal.pone.0006487.
- Jaramillo, J, E Muchugu, FE Vega, A Davis, A Borgemeister, and A Chabi-Olaye. 2011. Some like it hot: the influence and implications of climate change on coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) and coffee production in East Africa. PloS One. 6(9):p.e24528. DOI: 10.1371/journal.pone.0024528.
- Johnson, MA, CP Ruiz-Diaz, NC Manoukis, and JCV Rodrigues. 2020. Coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*), a global pest of coffee: perspectives from historical and recent invasions, and future priorities. Insects. 11(12):882. DOI: 10.3390/insects11120882.
- Karim, A. 2014. Pengembangan ekonomi lokal melalui revitalisasi kebun kopi rakyat di Dataran Tinggi Gayo. Jurnal Ekonomi dan Pembangunan. 3(1): 1–9.
- [Kemendag RI] Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. 2019. Forum Koordinasi Peningkatan Ekspor Kopi dan Produk Turunannya. Tersedia online pada <https://www.kemendag.go.id/index.php/berita/foto/forum-koordinasi-peningkatan-ekspor-kopi-dan-produk-turunannya>. diakses 10 Oktober 2023.
- Khaing, O, P Hormchan, S Jamornmarn, N Ratanadilok, and A Wongpiyasatid. 2002. Spatial distribution pattern of cotton leafhopper, *Amrasca biguttula* (Ishida) (Homoptera: Cicadellidae). Kastsart Journal (Nat Sci). 36: 11–17.
- Liebholt, AM, X Zhang, ME Hohn, JS Elkinton, M Tiechurst, GL Benzon, and RW Campbell. 1991. Geostatistical analysis of gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) egg mass populations. Environmental Entomology. 20: 1407–1417.
- Mariño, YA, VJ Vega, JM García, JCV Rodrigues, NM García, and P Bayman. 2017. The coffee berry borer (Coleoptera: Curculionidae) in Puerto Rico: distribution, infestation, and population per fruit. Journal of Insect Science. 17(2): 1–8.
- Mendesil, E, B Jembere, E Seyoum, and M Abebe. 2005. The biology and feeding behavior of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) and its economic importance in southwestern Ethiopia. Proceedings of the 20th International Conference on Coffee Science. Bangalore, India. Pp.1209–1215.
- Moradi-vajargah, M, A Golizadeh, H Rafiee-dastjerdi, MP Zalucki, M Hassanpour, and B Naseri. 2011. Population density and spatial distribution pattern of *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae) in Ardabil, Iran. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 39(2): 42–48.
- Nestel, D, and M Klein. 1995. Geostatistical analysis of Leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) colonization and spread in deciduous orchards. Environmental Entomology. 24: 1032–1039.
- Prakoswo, D, Ariffin, and SY Tyasmoro. 2018. The analyze of agroclimate in ub forest area

- Malang District, East Java, Indonesia. Bioscience Research. 15(2): 918–923.
- Price, PW, RF Denno, MD Eubanks, DL Finke, and I Kaplan. 2011. Insect Ecology: Behavior, Populations and Communities. Cambridge University Press. Cambridge.
- Pulakkatu-Thodi, I, R Gutierrez-Coarite, and MG Wright. 2018. Dispersion and optimization of sequential sampling plans for coffee berry borer (Coleoptera: Curculionidae) infestations in Hawaii. Environmental Entomology. 47(5): 1306–1313.
- Purba, RP, D Bakti, dan SF Sitepu. 2015. Hubungan persentase serangan dengan estimasi kehilangan hasil akibat serangan hama penggerek buah kopi *Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera: Scolytidae) di Kabupaten Simalungun. Jurnal Online Agroekoteknologi. 3(2): 790–799.
- Ruiz-Diaz, CP, and JCV Rodrigues. 2021. Vertical trapping of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytinae), in coffee. Insects. 12(7):607. DOI: 10.3390/insects12070607.
- Seal, DR, MA Ciomperlik, ML Richards, and W Klassen. 2006. Distribution of chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae), in pepper fields and pepper plants on St. Vincent. Florida Entomologist. 89(3): 311–320.
- Shi, P, L Zhong, HS Sandhu, F Ge, X Xu, and C Wei. 2011. Population decreases of *Scirpophaga incertulas* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) under climate warming. Ecology and Evolution. 2(1): 58–64.
- Skendži 'c, S, M Zovko, IP Živkovi 'c, V Leši 'c, and D Lemi 'c. 2021. The impact of climate change on agricultural insect pests. Insects. 12(5):440. DOI: 10.3390/insects12050440.
- Silva, WD, GM Mascarin, EM Romagnoli, and JMS Bento. 2012. Mating behavior of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). Journal of Insect Behavior. 25(4): 408–417.
- Siswanto, R Muhamad, O Dzolkhifli, and E Karmawatic. 2008. Dispersion pattern of *Helopeltis antonii* Signoret (Hemiptera: Miridae) on cashew plantation. Journal of Agriculture. 1(2): 103–108.
- Soemargono, A, Y Ibrahim, R. Ibrahim, and MS Osman. 2008. Spatial distribution of the Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae) on citrus and orange jasmine. Journal Bioscience. 19(2): 9–19.
- Susilo, AW. 2008. Ketahanan tanaman kopi (*Coffea* spp.) terhadap hama penggerek buah kopi *Hypothenemus hampei* Ferr. Review Penelitian Kopi dan Kakao. 24(1): 1–14.
- Syahnén, A Yenni, dan RT Ida. 2008. Rintisan Metode Pengamatan Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei* Ferr.) di Kabupaten Dairi Sumatera Utara. Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan. Medan.
- Thomson, LJ, S Macfadyen, and A Hoffmann. 2010. Predicting the effects of climate change on natural enemies of agricultural pests. Biological Control. 52(3): 296–306.
- Waller, JM, M Bigger, and RA Hillock. 2007. Coffee Pests Disease and Their Management. CABI. Oxfordshire.
- Wiryadiputra, S. 2014. Pola distribusi hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*) pada kopi arabika dan robusta. Pelita Perkebunan. 29(2): 123–136.
- Wool, D, DF Hales, and P Sunnucks. 1995. Host plant relationships of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) in Australia. Journal of the Australian Entomological Society. 34(3): 265–271.