

Populasi, Serangan, dan Sebaran Hama *Hypothenemus hampei* pada Kopi Arabika Gayo

Population, Attack, and Distribution of Hypothenemus hampei on Gayo Arabica Coffee

Hendrival Hendrival¹, Muhammad Yusuf Nurdin, Usnawiyah Usnawiyah, Margono Margono, Hafizh Mulia Ahmadika

Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Aceh 24351, Indonesia

Received 20 June 2022; Accepted 26 September 2022; Published 31 December 2022

ABSTRACT

Hypothenemus hampei (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) or Coffee Berry Borer (CBB) is the most destructive major pest that causes quantitative and qualitative losses in Arabica coffee. The research aimed to calculate population, attack *H. hampei*, coffee yield losses, the measure distribution pattern of *H. hampei* on various Gayo arabica coffee varieties, and the analyze estimated decrease in the production of coffee based on population and attack *H. hampei* in Gayo arabica coffee. The location chosen as a place of observation and sampling is a smallholder coffee plantation with variations in elevation. Each area is determined by two points of observation and sampling locations. At each sampling location, 80 ripe or red coffees were taken, 80 dark or yellow coffees, and 80 young or green coffees (24 pieces per four branches per tree). The results showed that the population and attack of CBB pests on Gayo 3 varieties are relatively high compared to Gayo 1 and Gayo 2 varieties. The distribution pattern of CBB on all varieties of Gayo Arabica coffee showed an aggregated distribution based on population and attack. The decrease in arabica coffee production has the potential to occur on a variety Gayo 3.

Keywords: Coffee berry borer; *Coffea arabica*; Gayo 3; Gayo Highlands

Cite this as (CSE Style): Hendrival H, Nurdin MY, Usnawiyah U, Margono M, Ahmadika HM. 2022. Populasi, serangan, dan sebaran hama *Hypothenemus hampei* pada Kopi Arabika Gayo. Agrotechnology Res J. 6(2):87–94. <https://dx.doi.org/10.20961/agrotechresj.v6i2.62882>.

PENDAHULUAN

Hypothenemus hampei (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) atau hama penggerek buah kopi merupakan hama utama yang menyebabkan kerusakan fisik pada buah kopi di perkebunan kopi di seluruh dunia (Aristizábal et al. 2016; Pulakkatu-thodi et al. 2018; Johnson et al. 2020; Ruiz-Diaz dan Rodrigues 2021). Hama *H. hampei* menyerang buah kopi robusta (*Coffea canephora*) yang dominan tumbuh di dataran rendah dan buah kopi arabika (*Coffea arabica*) yang umumnya tumbuh di dataran tinggi (Assis de Souza et al. 2020; Abate 2021). Kehadiran Hama *H. hampei* dapat mengakibatkan penurunan produksi lebih dari 50% karena banyaknya buah kopi yang berlubang (Purba et al. 2015). Tingkat serangan hama *H. hampei* dapat mencapai lebih dari 80% pada perkebunan kopi yang tidak terawat (Silva et al. 2012). Imago betina melubangi kulit buah dan meletakkan telur di dalam buah kopi. Perkembangan hama *H. hampei* terjadi di dalam buah

kopi (Escobar-Ramírez et al. 2019). Larva memakan bagian endosperm yang menyebabkan kerugian kuantitatif seperti kehilangan berat biji serta kerugian kualitatif yaitu hilangnya nilai komersial produk karena biji berlubang (Carvalho et al. 2021; Mariño et al. 2021). Imago betina keluar dari buah kopi yang sudah kering dan mencari buah kopi yang belum terserang pada pohon kopi atau di tanah untuk bertelur dan untuk digunakan sebagai tempat berlindung sampai buah baru tersedia di pohon kopi (Pereira et al. 2021).

Hama *H. hampei* diketahui pertama kali merusak buah kopi Liberika asal Uganda pada tahun 1909 di perkebunan Lampegan Jawa Barat, kemudian tersebar ke berbagai daerah perkebunan kopi di Indonesia (Susilo 2008). Hama *H. hampei* mengakibatkan penurunan produksi yang besar, terutama pada perkebunan kopi milik rakyat (Wiryadiputra 2014). Hama ini menyebabkan kerusakan pada semua fase pertumbuhan buah seperti buah muda, mengkal, dan masak (Fintasari et al. 2018). Serangan tersebut dapat menyebabkan kerontokan pada buah muda dan penurunan produksi pada buah yang mengkal serta masak (Damon 2000; Jaramillo et al. 2006). Ciri khas buah kopi yang terserang terlihat adanya bubuk di sekitar lubang kecil pada buah kopi. Hama *H. hampei*

*Corresponding Author:
E-Mail: hendrival@unimal.ac.id

juga mengakibatkan kerusakan buah kopi selama penyimpanan (Martínez et al. 2012). Serangan hama *H. hampei* pada kopi arabika Gayo yang dibudidayakan secara organik tidak berbeda dengan konvensional yang rutin menggunakan insektisida sintetik (Husni et al. 2022). Beragam teknologi pengendalian telah dikembangkan seperti pemangkasan, pemanfaatan musuh alami seperti cendawan *Beauveria bassiana*, penggunaan feromon, dan sanitasi di gudang penyimpanan kopi (Aristizábal et al. 2016; Escobar-Ramírez et al. 2019; Baker et al. 2020; Abate 2021).

Kopi arabika tergolong tanaman tropis yang dominan dibudidayakan di daerah dataran tinggi dan banyak digunakan sebagai tanaman sela di sistem agroforestri (Rasiska 2022). Sentral produksi kopi arabika di Indonesia terdapat di Provinsi Aceh yang terletak di Kabupaten Bener Meriah, Aceh Tengah, dan Gayo Lues wilayah Dataran Tinggi Gayo. Luas areal penanaman kopi Arabika Gayo semakin bertambah, sehingga saat ini menjadi kawasan penanaman kopi arabika terbesar di Indonesia. Kopi arabika asal Dataran Tinggi Gayo telah mendapatkan pengakuan secara internasional karena aroma dan rasanya yang khas. Lahan penanaman kopi arabika terletak pada dataran tinggi berkisar antara 950–1450 m dpl (Hulupi et al. 2013). Faktor penyebab penurunan produksi kopi arabika Dataran Tinggi Gayo yaitu kesuburan tanah menurun, kopi sudah tua, varietas bercampur, pengolahan buah kopi belum seragam, pemeliharaan belum optimal, sumber daya manusia kurang, kelembagaan petani lemah, dan rantai pemasaran terlalu panjang. Faktor lain yang menyebabkan penurunan produksi yaitu serangan hama penggerek buah kopi (Husni et al. 2019). Masalah utama dalam budidaya tanaman kopi arabika di Dataran Tinggi Gayo yaitu serangan hama *H. hampei*. Serangan hama tersebut dapat menurunkan produksi dan kualitas biji kopi arabika Gayo (Husni et al. 2022).

Kelimpahan populasi dan serangan hama *H. hampei* dapat menyebabkan produktivitas dan kualitas hasil kopi secara nyata (Susilo 2008). Kelimpahan populasi dan serangan hama *H. hampei* mempunyai hubungan yang kuat dengan persentase kehilangan hasil buah kopi di Kabupaten Simalungun, Provinsi Sumatera Utara (Purba et al. 2015). Distribusi atau sebaran dan kelimpahan populasi merupakan atribut penting bagi populasi serangga (Siswanto et al. 2008). Pengetahuan tentang pola sebaran hama *H. hampei* sangat penting dalam menyusun metode penarikan contoh yang akurat dan efisien untuk kegiatan pemantauan populasi dan kerusakan buah kopi arabika Gayo. Pemahaman tentang pola sebaran hama *H. hampei* dapat membantu menyusun strategi pengendaliannya secara efektif dalam jangka panjang. Penelitian tentang pola distribusi hama *H. hampei* pada kopi arabika dan robusta di Indonesia telah dilaporkan oleh (Wiryadiputra 2014). Informasi tentang kelimpahan populasi dan serangan hama *H. hampei* pada beragam varietas kopi arabika Gayo serta hubungannya dengan penurunan produksi kopi masih terbatas. Kajian tentang pola sebaran hama *H. hampei* pada berbagai varietas kopi arabika di Dataran Tinggi Gayo belum dilakukan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai komponen dalam menyusun sistem pengendalian terpadu hama *H.*

hampei pada kopi arabika di Dataran Tinggi Gayo yang memiliki beragam varietas. Penelitian bertujuan untuk menghitung populasi, serangan hama *H. hampei*, kehilangan hasil kopi, mengukur pola sebaran hama *H. hampei* pada berbagai varietas kopi arabika Gayo, serta menganalisis pendugaan penurunan produksi kopi berdasarkan populasi dan serangan hama *H. hampei* pada kopi arabika Gayo.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian yang dipilih sebagai tempat pengamatan dan pengambilan sampel yaitu kebun kopi dengan variasi varietas kopi arabika. Setiap lokasi penelitian ditetapkan dua titik lokasi pengambilan sampel yaitu wilayah perkebunan kopi arabika milik petani di Kecamatan Bukit dan Bandar di Kabupaten Bener Meriah Provinsi Aceh. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli sampai Desember 2021. Lokasi penelitian terletak pada rentang ketinggian 1250–1500 mdpl. Penanganan dan penghitungan populasi *H. hampei* di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh. Metode survei eksploratif yang digunakan dalam penelitian untuk mengamati populasi dan serangan *H. hampei* berdasarkan perbedaan varietas kopi arabika. Survei sebaran populasi dan serangan hama *H. hampei* di perkebunan kopi rakyat dengan kriteria habitus seragam, kisaran umur pohon kopi antara 10–15 tahun, pohon kopi produktif, dan pola budidaya yang teratur, serta tidak banyak ditemukan pohon kopi yang mati. Lokasi penelitian yang telah memenuhi persyaratan, selanjutnya dilakukan pengamatan populasi dan serangan *H. hampei*.

Pengambilan pohon contoh untuk menentukan pola distribusi dan serangan *H. hampei* dilakukan pada lima titik transek dengan panjang transek mencapai 100 m dan jarak antar transek yaitu 10 m. Pohon sampel ditentukan sebanyak 10 pohon pada titik setiap transek. Setiap pohon sampel ditetapkan empat cabang kopi produktif pada bagian tengah pohon yang mengikuti arah mata angin, yaitu cabang arah barat, timur, utara, dan selatan (Wiryadiputra 2014). Pengamatan populasi hama *H. hampei* dilakukan dengan cara mengambil buah yang terserang dari pohon contoh. Populasi yang dihitung dari hama *H. hampei* yaitu stadia yang mengakibatkan kerusakan pada buah kopi yaitu stadia larva dan imago. Buah yang terserang diambil berdasarkan tingkat kematangan buah yaitu buah muda berwarna hijau, buah mengkal berwarna kuning, dan buah masak berwarna merah. Sampel buah terserang diambil sebanyak 24 buah per empat cabang per pohon dari 10 pohon sampel dengan kriteria enam buah per cabang (dua buah masak atau berwarna merah, dua buah mengkal atau berwarna kuning, dan dua buah muda atau berwarna hijau).

Pengamatan populasi hama *H. hampei* dilakukan pada buah yang terserang, kemudian buah tersebut dibelah untuk menghitung populasi larva dan imago. Pengambilan data dilakukan dengan interval 1 minggu sekali. Pengamatan serangan hama *H. hampei* dengan cara menghitung jumlah buah yang terserang pada setiap lokasi penelitian. Penentuan empat cabang pada pohon contoh mengikuti arah mata angin, yaitu cabang

yang mengarah ke utara, timur, selatan, dan barat. Persentase kehilangan hasil ditentukan dengan cara menimbang berat buah kopi yang terserang, kemudian hama *H. hampei* dikeluarkan dari buah kopi tersebut dan ditimbang kembali untuk mendapatkan data berat kopi setelah hama *H. hampei* dikeluarkan. Buah terserang dan kehilangan hasil dihitung dengan rumus 1 dan 2 yaitu.

$$\text{Buah terserang} = \frac{\text{Jumlah buah terserang}}{\text{Jumlah buah keseluruhan}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Kehilangan hasil} = \frac{\text{Berat buah terserang}}{\text{Berat buah terserang setelah hama dikeluarkan}} \times 100\% \quad (2)$$

Penelitian pengaruh dari berbagai varietas kopi arabika terhadap populasi dan serangan serta persentase kehilangan hasil disusun dalam Rancangan Acak Kelompok. Varietas kopi arabika Gayo terdiri dari varietas Gayo 1, Gayo 2, dan Gayo 3. Setiap perlakuan diulang sebanyak 10 kali (10 pohon contoh). Data populasi dan serangan hama *H. hampei*, serta kehilangan hasil kopi dianalisis dengan analisis ragam dan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) taraf 0,05. Pendugaan penurunan produksi berdasarkan populasi dan serangan hama *H. hampei* pada kopi arabika ditentukan dengan analisis regresi sederhana. Data penurunan produksi diperoleh dari persentase kehilangan hasil. Berikut uraian analisis regresi yaitu (1) hubungan antara populasi sebagai variabel bebas (x) dan persentase kehilangan hasil sebagai variabel tidak bebas (y), (2) hubungan antara persentase serangan sebagai variabel bebas (x) dengan persentase kehilangan hasil sebagai variabel tidak bebas (y). Analisis ragam dan regresi sederhana dihitung menggunakan program statistik SPSS versi 20.

Analisis pola sebaran hama *H. hampei* menggunakan metode yang berbeda yaitu indeks nisbah ragam, indeks Morisita, indeks Lloyd's, koefisien Green, dan indeks distribusi Binomial Negatif (rumus 3–7). Setiap indeks tersebut dihitung dengan rumus berikut (Costa et al. 2010).

$$\text{Indeks nisbah ragam } (I) = \frac{s^2}{\bar{x}} \quad (3)$$

$$\text{Indeks Morisita } (I_d) = n \left[\frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x} \right] \quad (4)$$

$$\text{Indeks Lloyd's } (\bar{m}) = \bar{x} + \left[\left(\frac{s^2}{\bar{x}} \right) - 1 \right] \quad (5)$$

$$\text{Koefisien Green's } (C_x) = \frac{\left(\frac{s^2}{\bar{x}} \right) - 1}{(\sum x - 1)} \quad (6)$$

$$\text{Distribusi Binomial Negatif } (k) = \frac{\bar{x}}{(s^2 - \bar{x})} \quad (7)$$

Klasifikasi pola sebaran berdasarkan indeks nisbah ragam (I) yaitu jika nilai $I = 1$ maka sebaran acak, jika nilai $I < 1$ maka sebaran seragam, dan jika nilai $I > 1$ maka sebaran mengelompok. Berdasarkan indeks Lloyd's (\bar{m}) yaitu jika nilai $\bar{m}/\bar{x} = 1$ sebaran acak, dan bila nilai $\bar{m}/\bar{x} < 1$ sebaran seragam, dan nilai $\bar{m}/\bar{x} > 1$ sebaran 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 C_x negatif maka sebaran tergolong seragam, dan C_x positif maka sebaran tergolong mengelompok. Untuk indeks sebaran Binomial (k) yaitu jika $k < 2$ maka pola sebaran mengelompok tinggi, jika $2 < k < 8$ berarti pola sebaran mengelompok sedang, dan jika $k > 8$ pola sebaran acak. Pemetaan pola sebaran hama *H. hampei* dilakukan berdasarkan populasi dan tingkat serangan pada kopi arabika.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi dan serangan hama *H. hampei*

Hasil analisis ragam memperlihatkan bahwa varietas kopi arabika Gayo memiliki pengaruh sangat nyata terhadap populasi larva ($F = 14,36^{**}$, $db = 2$, $P < 0,0001$) dan imago ($F = 13,98^{**}$, $db = 2$, $P < 0,0001$) hama *H. hampei*. Populasi larva dan imago dipengaruhi oleh perbedaan varietas kopi arabika Gayo. Populasi larva dan imago paling banyak ditemukan pada Varietas Gayo 3 yang mencapai 3,83 larva per buah dan 2,42 imago per buah. Populasi larva pada Varietas Gayo 2 mencapai 2,67 larva per buah, sedangkan populasi imago mencapai 1,56 imago per buah. Populasi paling rendah ditemukan pada Varietas Gayo 1 yaitu 2,02 larva per buah dan 1,21 imago per buah (Tabel 1).

Varietas kopi arabika Gayo juga mempengaruhi tingkat serangan hama *H. hampei* ($F = 22,98^{**}$, $db = 2$, $P < 0,0001$) dan persentase kehilangan hasil kopi ($F = 5,11^*$, $db = 2$, $P < 0,017$). Tingkat serangan *H. hampei* pada kopi arabika bervariasi pada semua varietas kopi arabika yang berkisar antara 14,81 sampai 20,18% dan tergolong rendah. Persentase serangan pada Varietas Gayo 3 mencapai 19,83%, sedangkan pada Varietas Gayo 1 dan Gayo 2 mencapai 12,94 dan 15,28%. Persentase kehilangan hasil buah kopi juga banyak terjadi pada Varietas Gayo 3 dibandingkan Varietas Gayo 1 dan Gayo 2 yang mencapai 9,14%. Perbedaan tingkat serangan hama *H. hampei* bersumber dari perbedaan varietas kopi arabika (Tabel 2). Persentase serangan hama *H. hampei* pada Varietas Gayo 3 lebih tinggi dibandingkan dengan Varietas Gayo 1 dan Gayo 2. Varietas Gayo 3 memiliki pola pembuahannya terus menerus sepanjang tahun yang menyebabkan masa panen yang tidak terputus. Kondisi seperti ini berdampak pada ketersediaan makanan hama *H. hampei* yang tidak terputus, sehingga kerusakan buah kopi menjadi lebih banyak. Varietas Gayo 3 tergolong varietas kopi arabika tipe katai (*dwarf*) yang berbuah lebat (Hulupi et al. 2013).

Tabel 1. Populasi dan serangan hama *H. hampei* serta persentase kehilangan hasil kopi arabika berdasarkan varietas di Kabupaten Bener Meriah, Provinsi Aceh (n = 24 buah per tanaman sampel)

Varietas	Populasi larva (larva.buah ⁻¹)	Populasi imago (Imago/buah)	Persentase serangan	Persentase kehilangan hasil
Gayo 1	2,02 a	1,21 a	12,94 a	6,57 a
Gayo 2	2,67 b	1,56 a	15,28 a	7,68 ab
Gayo 3	3,83 c	2,42 b	19,83 b	9,14 b

Keterangan: Angka pada masing-masing kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 0,05%

Persentase serangan hama *H. hampei* pada Varietas Gayo 1 dan Gayo 2 lebih rendah dibandingkan pada Varietas Gayo 3 dan kehilangan hasil kopi pada semua varietas tersebut masih tergolong rendah. Hama *H. hampei* menyerang buah muda sampai buah masak dengan kerusakan yang sama pada semua varietas kopi arabika. Kerusakan pada buah kopi terjadi ketika imago betina melubangi dan masuk ke dalam buah kopi, memakan bagian daging buah sampai biji, dan berkembang biak di dalam buah. Imago dan larva hama *H. hampei* menyebabkan kerusakan pada buah sehingga mempengaruhi kualitas serta menyebabkan kerontokan buah (Vega et al. 2015; Aristizábal et al. 2017; Infante 2018; Johnson dan Manoukis 2020).

Perbedaan kerusakan buah kopi pada ketiga varietas akibat serangan hama *H. hampei* berkaitan dengan perbedaan fenologi buah pada masing-masing varietas. Warna buah, fenologi buah, dan aroma buah diketahui dapat mempengaruhi variasi serangan *H. hampei* antar varietas kopi (Susilo 2008). Penyebab lain yang mempengaruhi serangan hama *H. hampei* yaitu kandungan senyawa metabolit pada buah sehingga larva dan imago tidak dapat merusak biji, namun hanya merusak bagian kulit biji. Imago *H. hampei* menyukai senyawa metabolit sekunder seperti *kairomon* yang dihasilkan oleh buah kopi dengan konsentrasi yang berbeda tergantung dari kematangan buah (Ortiz et al. 2004). Tingkat kematangan buah, warna buah, dan lebar diskus buah merupakan sumber rangsangan yang dapat menarik hama *H. hampei* untuk menyerang buah (Soesanthy et al. 2016). Kulit buah yang tipis serta diskus buah yang agak lebar pada Varietas Gayo 3 menyebabkan mudah dirusak oleh larva dan imago *H. hampei*. Namun, pada semua varietas kopi arabika memiliki persentase serangan masih tergolong rendah (0–25%), hal ini berkaitan dengan daging buah (*pulp*) pada semua varietas mengandung banyak lendir yang lengket.

Sebaran hama *H. hampei*

Pola sebaran hama *H. hampei* berdasarkan populasi larva dan imago pada varietas kopi arabika Gayo ditentukan dari hasil analisis parameter sebaran yaitu nilai Indeks nisbah ragam (I), Indeks *Lloyd's* (m), dan Indeks Morisita (I_d) > 1, sedangkan nilai Koefisien *Green's* (C_x) berada di antara 0–1 dan nilai Indeks distribusi Binomial (k) tergolong sedang sampai tinggi dan positif ($k < 2,0$ dan $2 < k < 8$) (Tabel 2 dan Tabel 3). Berdasarkan hasil parameter tersebut diketahui bahwa

pola sebaran hama *H. hampei* pada semua varietas kopi arabika di Kabupaten Bener Meriah tersebar secara mengelompok. Penilaian menggunakan tolok ukur Indeks Nisbah Ragam, Indeks Morisita, Indeks *Lloyd's*, koefisien *Green's*, dan indeks distribusi Binomial diketahui nilai hasil analisis parameter sesuai dengan sebaran yang mengelompok. Stadia larva dan imago hama *H. hampei* yang tersebar secara mengelompok berkaitan dengan kepadatan populasi yang banyak dari stadia tersebut pada semua varietas kopi arabika Gayo.

Berdasarkan analisis parameter sebaran dari populasi dan serangan hama *H. hampei* pada kopi arabika Gayo diketahui memiliki kesesuaian dengan semua model parameter yang digunakan yaitu sebaran secara mengelompok. Hasil penelitian (Wiryadiputra 2014) menunjukkan bahwa bentuk sebaran hama *H. hampei* pada kopi robusta dan arabika mengikuti pola mengelompok berdasarkan parameter intensitas serangan maupun populasi. Sebaran hama *H. hampei* berdasarkan populasi dan kerusakan buah berkaitan dengan faktor lingkungan seperti ketinggian tempat, temperatur, dan varietas kopi (Mariño et al. 2017). Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa pola sebaran hama *H. hampei* pada pertanaman kopi arabika Gayo yaitu mengelompok berdasarkan populasi dan serangan hama *H. hampei*. Sebaran hama utama lainnya seperti pada wereng kapas, *Amrasca biguttula* yang menunjukkan pola sebaran dengan mengelompok (Khaing et al. 2002). Pola sebaran hama *Diaphorina citri* pada tanaman jeruk yang menggunakan parameter yang sama juga menunjukkan sebaran dengan mengelompok (Soemargono et al. 2008, Costa et al. 2010). Hasil penelitian yang sama dilaporkan oleh Cho et al. (2001) yaitu pola sebaran dari hama trips, *Frankliniella occidentalis* cenderung mengelompok pada tanaman timun. Hasil penelitian Seal et al. (2006) dan Siswanto et al. (2008) yaitu sebaran hama *Scirtothrips dorsalis* dan *Helopeltis antonii* cenderung mengelompok. 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). Informasi yang diperoleh dari pola sebaran tersebut berguna untuk tindakan pengambilan contoh dan pemantauan populasi atau serangan hama *H. hampei* yang menggunakan metode sistematik atau pola teratur.

Hubungan populasi dan serangan hama *H. hampei* dengan penurunan produksi kopi

Hasil analisis ragam parameter regresi menunjukkan bahwa populasi larva ($F = 47,197^{**}$, $P < 0,000$), imago ($F = 12,939^{**}$, $P < 0,007$), dan serangan hama *H. hampei* ($F = 18,672^{**}$, $P < 0,003$) berpengaruh sangat nyata terhadap kehilangan hasil kopi arabika Varietas Gayo 3.

Hasil pendugaan model regresi linear pada Varietas Gayo 3 menunjukkan bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) pada parameter populasi larva dan imago serta serangan hama *H. hampei* yaitu 0,855, 0,617, dan 0,701 (Tabel 4). Hasil analisis ini menunjukkan variabel persentase kehilangan hasil kopi arabika dapat disebabkan oleh populasi dan serangan hama *H. hampei* sebesar 85,5, 61,7, dan 70,1%, sedangkan sisanya dipengaruhi faktor lain seperti budidaya kopi arabika. Peningkatan populasi dan serangan hama *H. hampei* berdampak terhadap penurunan produksi kopi arabika pada Varietas Gayo 3. Hasil analisis ragam parameter regresi menunjukkan bahwa hanya persentase serangan hama *H. hampei* berpengaruh nyata terhadap kehilangan hasil kopi arabika Varietas Gayo 1 ($F = 7,030^*$, $P < 0,029$) dan Gayo 2 ($F = 8,358^*$, $P < 0,020$). Hasil pendugaan model regresi linear pada Varietas Gayo 1 dan 2 menunjukkan bahwa nilai

koefisien determinasi (R^2) pada parameter populasi larva dan imago serta serangan hama *H. hampei* yaitu 0,267 dan 0,331 (Tabel 4).

Hasil analisis regresi menunjukkan variabel persentase kehilangan hasil kopi arabika dapat disebabkan serangan hama *H. hampei* sebesar 26,7 dan 31,1% pada Varietas Gayo 1 dan 2, sedangkan sisanya dipengaruhi faktor lain seperti budidaya kopi arabika. Hama *H. hampei* lebih menyukai buah dari Varietas Gayo 3 dibandingkan dengan Varietas Gayo 1 dan Gayo 2 (Tabel 4). Ketertarikan tersebut diduga pengaruh dari karakter fisik dari buah kopi pada Varietas Gayo 3. Imago *H. hampei* lebih menyukai buah kopi yang mempunyai diskus lebar daripada yang sempit (Susilo 2008). Karakter morfologi buah kopi arabika Gayo merupakan sumber ketahanan terhadap serangan hama *H. hampei*. Hasil penelitian Samsudin et al. (2022) memperlihatkan bahwa karakter morfologi buah kopi arabika berkaitan dengan ketahanan terhadap *H. hampei* yaitu ukuran buah dan diameter diskus. Karakter morfologi tersebut bervariasi antara varietas kopi arabika Gayo. Diameter diskus buah yang lebih lebar akan memudahkan imago *H. hampei* untuk melubangi dan masuk ke dalam buah dibandingkan dengan yang lebih kecil (Soesanthy et al. 2016).

Tabel 2. Parameter pola sebaran berdasarkan populasi hama *H. hampei* pada berbagai varietas kopi arabika Gayo di Kabupaten Bener Meriah, Provinsi Aceh

Stadia	Varietas	Indeks nisbah ragam ¹	Indeks Liloyd's ²	Indeks Morisita ³	Koefisien Green's ⁴	Indeks distribusi Binomial ⁵
Larva	Gayo 1	1,68	2,90	1,30	0,68	1,48
	Gayo 2	1,66	2,33	1,39	0,65	1,53
	Gayo 3	3,28	5,46	1,71	2,28	0,44
Imago	Gayo 1	1,78	2,08	1,60	0,78	1,27
	Gayo 2	1,17	1,18	1,17	0,17	5,85
	Gayo 3	1,83	2,85	1,41	0,83	1,21

Keterangan: ¹Jika $S^2/m < 1$ —sebaran seragam, $S^2/m = 1$ —sebaran acak, dan $S^2/m > 1$ —sebaran mengelompok; ²Jika $m/\bar{x} < 1$ —sebaran seragam, $m/\bar{x} = 1$ —sebaran acak, dan $m/\bar{x} > 1$ —sebaran mengelompok; ³Jika $I_d < 1$ —sebaran seragam, $I_d = 1$ —sebaran acak, dan $I_d > 1$ —sebaran mengelompok; ⁴Jika $Cx = 0$ —sebaran acak, $Cx =$ nilai negatif—sebaran seragam, dan $Cx =$ nilai positif—sebaran mengelompok; ⁵Jika $k < 2$ —sebaran mengelompok tinggi, $2 < k < 8$ —sebaran mengelompok sedang, dan $k > 8$ —sebaran acak

Tabel 3. Parameter pola sebaran berdasarkan persentase serangan hama *H. hampei* pada berbagai varietas kopi arabika Gayo di Kabupaten Bener Meriah, Provinsi Aceh

Varietas	Indeks nisbah ragam ¹	Indeks Liloyd's ²	Indeks Morisita ³	Koefisien Green's ⁴	Indeks distribusi Binomial ⁵
Gayo 1	2,03	13,97	1,08	1,02	0,97
Gayo 2	2,39	16,68	1,09	1,39	0,72
Gayo 3	2,07	20,90	1,05	1,06	0,94

Keterangan: ¹Jika $S^2/m < 1$ —sebaran seragam, $S^2/m = 1$ —sebaran acak, dan $S^2/m > 1$ —sebaran mengelompok; ²Jika $m/\bar{x} < 1$ —sebaran seragam, $m/\bar{x} = 1$ —sebaran acak, dan $m/\bar{x} > 1$ —sebaran mengelompok; ³Jika $I_d < 1$ —sebaran seragam, $I_d = 1$ —sebaran acak, dan $I_d > 1$ —sebaran mengelompok; ⁴Jika $Cx = 0$ —sebaran acak, $Cx =$ nilai negatif—sebaran seragam, dan $Cx =$ nilai positif—sebaran mengelompok; ⁵Jika $k < 2$ —sebaran mengelompok tinggi, $2 < k < 8$ —sebaran mengelompok sedang, dan $k > 8$ —sebaran acak

Tabel 4. Parameter regresi hubungan antara populasi larva dan imago serta serangan hama *H. hampei* sebagai variabel bebas (*x*) dengan persentase kehilangan hasil sebagai variabel tidak bebas (*y*) berdasarkan varietas kopi Arabika Gayo

Varietas	Parameter	<i>F</i> hitung	<i>P</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>R</i> ²
Gayo 1	Populasi larva	2,421tn	>0,158	9,013±1,591	1,430±0,919	0,232
	Populasi imago	0,423tn	>0,534	7,429±1,353	1,861±1,324	0,050
	Persentase serangan	7,030*	<0,029	4,972±0,638	0,123±1,047	0,267
Gayo 2	Populasi larva	1,144tn	>0,316	4,634±2,880	1,338±1,251	0,125
	Populasi imago	0,393tn	>0,548	6,727±1,585	0,764±1,220	0,046
	Persentase serangan	8,358*	<0,020	4,847±0,186	1,028±0,064	0,311
Gayo 3	Populasi larva	47,197**	<0,000	0,400±1,427	2,976±0,433	0,855
	Populasi imago	12,939**	<0,007	0,649±2,421	4,268±1,185	0,617
	Persentase serangan	18,672**	<0,003	6,195±0,774	3,581±0,179	0,701

KESIMPULAN

Populasi dan serangan hama *H. hampei* pada Varietas Gayo 3 tergolong tinggi dibandingkan dengan Varietas Gayo 1 dan Gayo 2. Penurunan produksi kopi arabika berpotensi terjadi pada Varietas Gayo 3 yang dipengaruhi oleh populasi dan serangan hama *H. hampei*. Pola sebaran hama *H. hampei* pada semua varietas kopi arabika Gayo diketahui tersebar secara mengelompok berdasarkan populasi dan serangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Manajer 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

- Abate B. 2021. Coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae): A challenging coffee productions and future prospects. *Am J Entomol.* 5(3):39–46. <https://doi.org/10.11648/j.aje.20210503.11>.
- Aristizábal L, Bustillo A, Arthurs S. 2016. Integrated pest management of coffee berry borer: Strategies from Latin America that could be Useful for coffee farmers in Hawaii. *Insects.* 7(1):6. <https://doi.org/10.3390/insects7010006>.
- Aristizábal L, Johnson M, Shriner S, Hollingsworth R, Manoukis N, Myers R, Bayman P, Arthurs S. 2017. Integrated pest management of coffee berry borer in Hawaii and Puerto Rico: Current status and prospects. *Insects.* 8(4):123. <https://doi.org/10.3390/insects8040123>.
- Assis de Souza R, Pratisoli D, Moreira de Araujo Junior L, de Assis Pinheiro J, Francisco Vimercati Souza J, Zanotti Madalon F, Destefani Deolindo F, Pacheco Damascena A. 2020. *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) answer to visual and olfactive stimuli in field. *Coffee Sci.* 15:e151656. <https://doi.org/10.25186/v15i.1656>.
- Baker BP, Green TA, Loker AJ. 2020. Biological control and integrated pest management in organic and conventional systems. *Biol Control.* 140:104095. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104095>.
- Bakry MMS, Mohiy MM, Abdel-Baky NF. 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. *Int J Res Agric Sci.* 7(6):269–286.
- Carvalho M, Lopes A, Bento A, Santos L, Narciso C, Guedes R, A. Casquero P. 2021. Can coffee variety affect the population dynamics of coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) on Sao Tome Island. *Int J Adv Res.* 9(02):592–603. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/12487>.
- Cho K, Lee J-H, Park J-J, Kim J-K, Uhm K-B. 2001. Analysis of spatial pattern of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse cucumbers using dispersion index and spatial autocorrelation. *Appl Entomol Zool.* 36(1):25–32. <https://doi.org/10.1303/aez.2001.25>.
- Costa MG, Barbosa JC, Yamamoto PT, Leal RM. 2010. Spatial distribution of *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae) in citrus orchards. *Sci Agric.* 67(5):546–554. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162010000500008>.
- Damon A. 2000. A review of the biology and control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *Bull Entomol Res.* 90(6):453–465. <https://doi.org/10.1017/S0007485300000584>.
- Escobar-Ramírez S, Grass I, Armbrrecht I, Tschardt T. 2019. Biological control of the coffee berry borer: Main natural enemies, control success, and landscape influence. *Biol Control.* 136:103992. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.05.011>.

- Fintasari J, Rasnovi S, Yunita, Suwarno. 2018. Fase pertumbuhan dan karakter morfologi kumbang penggerek buah kopi, *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) pada umur buah berbeda. *J Bioleuser*. 2(2):41–45.
- Hulupi R, Nugroho D, Yusianto. 2013. Keragaan beberapa varietas lokal kopi arabika di dataran tinggi Gayo. *Pelita Perkeb*. 29(2):69–81.
- Husni H, Jauharlina J, Sayuthi M, Mulyadi E, Yulianda P, Maulidia N. 2022. Consistency of attack level of coffee berry borer (*Hypothenemus hampei* Ferr.) on organic and conventional arabica coffee plantation in Aceh Tengah District, Aceh Province, Indonesia. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*. 951(1):012108. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/951/1/012108>.
- Husni H, Sapdi S, Jauharlina J, Rusdy A, Mulyadi E. 2019. Coffee Berry Borer (*Hypothenemus Hampei* Ferr.) Attacks in Organic and Conventional Arabica Coffee Plantations. In: Manunta P, Soesilo NI, Meilina H, Yunardi Y, editor. *Proceeding of the First International Graduate Conference (IGC) On Innovation, Creativity, Digital, & Technopreneurship for Sustainable Development in Conjunction with The 6th Roundtable for Indonesian Entrepreneurship Educators 2018; October 3-5 2018; Banda Aceh (ID): EAI*.
- Infante F. 2018. Pest management strategies against the coffee berry borer (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *J Agric Food Chem*. 66(21):5275–5280. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b04875>.
- Jaramillo J, Borgemeister C, Baker P. 2006. Coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae): searching for sustainable control strategies. *Bull Entomol Res*. 96(3):223–233. <https://doi.org/10.1079/BER2006434>.
- Johnson MA, Manoukis NC. 2020. Abundance of coffee berry borer in feral, abandoned and managed coffee on Hawaii Island. *J Appl Entomol*. 144(10):920–928. <https://doi.org/10.1111/jen.12804>.
- Johnson MA, Ruiz-Diaz CP, Manoukis NC, Verle Rodrigues JC. 2020. Coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*), a global pest of coffee: Perspectives from historical and recent invasions, and future priorities. *Insects*. 11(12):882. <https://doi.org/10.3390/insects11120882>.
- Khaing O, Hormchan P, Jamornmarn S, Ratanadilok N, Wongpiyasatid A. 2002. Spatial distribution pattern of cotton leafhopper, *Amrasca biguttula* (Ishida)(Homoptera: Cicadellidae). *Kastsart J (Nat Sci)*. 36:11–17.
- Mariño YA, Bayman P, Sabat AM. 2021. Demography and perturbation analyses of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae): Implications for management. *Falabella P, editor. PLoS One*. 16(12):e0260499. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260499>.
- Mariño YA, Vega VJ, García JM, Verle Rodrigues JC, García NM, Bayman P. 2017. The Coffee berry borer (Coleoptera: Curculionidae) in Puerto Rico: Distribution, Infestation, and Population per Fruit. *J Insect Sci*. 17(2):1–8. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iew125>.
- Martínez CP, Echeverri C, Florez JC, Gaitan AL, Góngora CE. 2012. In vitro production of two chitinolytic proteins with an inhibiting effect on the insect coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae) and the fungus *Hemileia vastatrix* the most limiting pests of coffee crops. *AMB Express*. 2(1):22. <https://doi.org/10.1186/2191-0855-2-22>.
- Moradi-vajargah M, Golizadeh A, Rafiee-dastjerdi H, Zalucki myron p., Hassanpour M, Naseri B. 2011. Population density and spatial distribution pattern of *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae) in Ardabil, Iran. *Not Bot Horti Agrobot Cluj-Napoca*. 39(2):42–48. <https://doi.org/10.15835/nbha3926381>.
- Ortiz Américo, Ortiz Aristóteles, Vega FE, Posada F. 2004. Volatile composition of coffee berries at different stages of ripeness and their possible attraction to the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae). *J Agric Food Chem*. 52(19):5914–5918. <https://doi.org/10.1021/jf049537c>.
- Pereira AE, Gontijo PC, Fantine AK, Tinoco RS, Ellersieck MR, Carvalho GA, Zanuncio JC, Vilela EF. 2021. Emergence and infestation level of *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae) on coffee berries on the plant or on the ground during the post-harvest Period in Brazil. *Rodriguez-Saona C, editor. J Insect Sci*. 21(2):1–8. <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieab022>.
- Pulakkatu-thodi I, Gutierrez-Coarite R, Wright MG. 2018. Dispersion and optimization of sequential sampling plans infestations in Hawaii. *Environ Entomol*. 47(5):1306–1313. <https://doi.org/10.1093/ee/nvy098>.
- Purba R, Bakti D, Sitepu S. 2015. Hubungan persentase serangan dengan estimasi kehilangan hasil akibat serangan hama penggerek buah kopi *Hypothenemus Hampei* Ferr.(Coleoptera: Scolytidae) di Kabupaten Simalungun. *J Agroekoteknologi*. 3(2):790–799.
- Rasiska S. 2022. Innovation development of coffee berry borer (*Hypothenemus hampei* Ferr.) pest control technology and their effectiveness. *Crop - J Plant Prot*. 4(2):62–72. <https://doi.org/10.24198/cropsaver.v4i2.36257>.
- Ruiz-Diaz CP, Rodrigues JCV. 2021. Vertical trapping of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytinae), in coffee. *Insects*. 12(7):607. <https://doi.org/10.3390/insects12070607>.
- Samsudin, Dani, Syafaruddin. 2022. Evaluation of Gayo coffee germplasm on *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae) resistances. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*. 974(1):012068. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/974/1/012068>.
- Seal DR, Ciomperlik MA, Richards ML, Klassen W. 2006. Distribution of chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis*

- (Thysanoptera: Thripidae), in pepper fields and pepper plants on St. Vincent. Florida Entomol. 89(3):311–320. [https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2006\)89\[311:DOCTSD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2006)89[311:DOCTSD]2.0.CO;2).
- Silva WD, Mascarin GM, Romagnoli EM, Bento JMS. 2012. Mating behavior of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). J Insect Behav. 25(4):408–417. <https://doi.org/10.1007/s10905-011-9314-4>.
- Siswanto S, Muhamad R, Omar D, Karmawati E. 2008. Dispersion pattern of *Helopeltis antonii* Signoret (Hemiptera: Miridae) on cashew plantation. J Penelit Tanam Ind. 14(4):149–154. <https://doi.org/10.21082/jlitri.v14n4.2008.149-154>.
- Soemargono A, Ibrahim Y, Ibrahim R, Osman MS. 2008. Spatial distribution of The Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina Citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae) on Citrus and Orange Jasmine. J Biosci. 19(2):9–19.
- Soesanthy F, Randriani E, Syafaruddin S. 2016. Evaluasi tingkat serangan penggerek buah kopi *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae) pada kultivar kopi Arabika AGK-1. J Tanam Ind dan Penyegar. 3(3):167–174. <https://doi.org/10.21082/jtidp.v3n3.2016.p167-174>.
- Susilo AW. 2008. Ketahanan tanaman kopi (*Coffea* Spp. terhadap hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei* Ferr.). Rev Penelit Kopi dan Kakao. 24(1):1–14.
- Vega FE, Infante F, Johnson AJ. 2015. The Genus *Hypothenemus*, with emphasis on *H. hampei*, the coffee berry borer. In: Vega FE, Hofstetter RW, editor. Bark Beetles. Academic Press-Elsevier. hal. 427–494.
- Wiriyadiputra S. 2014. Distribution pattern of coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) on Arabica and Robusta coffee. Pelita Perkeb (a Coffee Cocoa Res Journal). 30(2):123–136. <https://doi.org/10.22302/iccri.jur.pelitaperkebunan.v30i2.5>.