

Perilaku Defensif Lebah *Apis cerana* Terhadap Stimulus Isopentil Asetat (IPA)

Honey bee *Apis cerana* Defensive Behavior based on Isopentyl Acetate (IPA) Stimulus

RUTH MARTHA WINNIE, RIKA RAFFIUDIN*, TRI ATMOWIDI

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB University, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

Diterima 4 April 2023/Diterima dalam Bentuk Revisi 22 Desember 2024/Disetujui 24 Desember 2024

Honey bee workers perform colony defense behavior to maintain colony integrity against predators. The aim of this research was to explore the response of *A. cerana* defensive behavior by using Isopentyl Acetate (IPA) as the stimulus which is the main volatile compound in the venom. Five concentrations of IPA volume i.e. 10, 20, 30, 40, and 50 μ L IPA were used as the stimulus and each volume was pipetted to a cotton ball. The cotton ball was placed 10 cm in front of the hive entrance in oscillatory motion for five minutes. Natural defensive behavior of *A. cerana* (balling behavior), balling temperature and *A. cerana* predator were observed. Observation of defensive behavior was conducted by using colonies *A. cerana* obtained from Parung Panjang, Bogor and Nyalidung, Sukabumi; and using colonies *A. cerana* obtained from Sumedang and Banjarsari, Lebak. Based on the research, five *A. cerana* defensive behavior responses were observed, i.e.: guarding in front of bee hive entrance, recruitment at the hive entrance, fly toward the cotton ball, balling around the hive entrance, and balling on cotton ball. *A. cerana* showed defensive behavior due to IPA stimulus, however, there was no significant difference ($P>0.05$) with the variety IPA stimulus volume. We found the temperature of 44°C inside the natural balling of *A. cerana* defense behavior, as the colony defense mechanism in response to the natural predator *Vespa* sp. wasp.

Key words: *Apis cerana*, balling behavior, bee venom, defensive behavior, guardian honey bee

PENDAHULUAN

Lebah madu *Apis cerana* Fabricius termasuk ke dalam Kelas Insecta; Ordo Hymenoptera; Subordo Apocrita; Famili Apidae; Subfamili Apinae; dan Tribe Apini (Michener 2000). Lebah madu *A. cerana* merupakan lebah asli Asia yang tersebar di selatan dan tenggara Asia (Winston 1987).

Lebah madu *A. cerana* hidup sebagai serangga eusosial yang memiliki ciri perawatan terhadap anak, pertemuan antar generasi, dan pembagian tugas dalam koloni lebah (Wilson 1973). Berdasarkan fungsi perilaku, koloni lebah madu terdiri atas tiga kasta yaitu kasta lebah ratu, lebah jantan, dan lebah pekerja (Smith 1960).

Lebah pekerja memiliki pembagian fungsi perilaku yang spesifik berdasarkan umur individu lebah (age polyethism) (Winston 1987). Berdasarkan data age polyethism *A. cerana*, fungsi perilaku lebah pekerja dilakukan di dalam sarang dan di luar sarang. Perilaku lebah pekerja di dalam sarang meliputi membersihkan sel, merawat larva, menerima nektar, menutup sel

madu dan sel larva, belajar terbang, merawat ratu, membangun sarang, memadatkan serbuk sari, serta membuang kotoran. Perilaku lebah pekerja di luar sarang meliputi mengatur suhu udara, menjaga koloni (perilaku defensif), dan mencari pakan (Darmayanti 2008).

Perilaku defensif *A. mellifera* merupakan suatu mekanisme pertahanan koloni lebah madu yang bertujuan untuk menjaga integritas koloni dari predator (Hunt *et al.* 2003). Ada tiga jenis perilaku defensif pada *A. mellifera* yaitu menjaga, menyerang, dan menyengat (Breed *et al.* 2004). Perilaku menjaga merupakan perilaku lebah pekerja yang bersiaga di sekitar lubang sarang, dan mendatangi lebah yang datang, serta menyentuhnya dengan antena untuk mencegahnya memasuki sarang. Lebah pekerja yang melakukan perilaku menjaga disebut lebah penjaga. Perilaku mengejar dan menyengat yang dilakukan oleh lebah pekerja merupakan puncak perilaku defensif lebah terhadap predator. Selanjutnya, lebah akan mengerumuni predator hingga membentuk struktur seperti bola yang disebut dengan perilaku *balling*. Salah satu jenis predator yang berbahaya bagi kehidupan koloni lebah ialah tawon (*Vespa* sp.) (Ken *et al.* 2005).

*Corresponding author:

E-mail: rika_raffiudin@apps.ipb.ac.id

Pada sengat lebah pekerja *A. mellifera* terdapat venom dengan salah satu kandungan utama adalah isopentil asetat (IPA) (Collins *et al.* 1989). Senyawa IPA adalah senyawa volatil sebagai feromon siaga yang berfungsi sebagai sinyal kimia untuk menstimulus perilaku defensif kepada lebah pekerja lain dalam satu koloni (Free 1987).

Data mengenai perilaku defensif lebah madu telah lengkap pada *A. mellifera*, sedangkan pada *A. cerana* belum ada data lengkap. Perilaku *defensive* *A. cerana* terhadap predator tawon *Vespa velutina* and *V. magnifica* memperlihatkan *A. cerana* memperlihatkan perilaku *defensive* yang sangat terorganisir dalam *balling behaviour* yang dapat mematikan tawon predator (Abrol 2006). Lebah *A. cerana* memperlihatkan perilaku defensif dengan pemberian 20 μ L IPA sintetik yang diteteskan pada bandul di depan lubang sarang (Putra 2008). Akan tetapi, belum diketahui respon perilaku defensif *A. cerana* dengan perlakuan pemberian beberapa volume IPA sintetik.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari respon perilaku defensif *A. cerana* Fabricius dengan pemberian beberapa volume stimulus IPA dan perilaku *balling* alami.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan. Objek penelitian yang digunakan ialah 16 koloni *A. cerana* dari empat lokasi. Setiap lokasi penelitian terdiri atas empat koloni *A. cerana*.

Waktu dan Tempat. Penelitian dilaksanakan dari bulan Januari sampai dengan Juni 2008 di Pusat Perlebahan Nasional di kecamatan Parung Panjang, Bogor dan di kecamatan Nyalindung, Gunung Arca, Sukabumi, serta di Peternakan Lebah Swasta di kecamatan Tanjungsari, Sumedang dan di kecamatan Banjarsari, Lebak. Pengolahan data dilakukan di Bagian Fungsi dan Perilaku Hewan, Departemen Biologi, FMIPA, Institut Pertanian Bogor.

Metode.

Lokasi Pengambilan Data. Koloni *A. cerana* dikoleksi dari hutan di sekitar lokasi penelitian. Secara geografis, kecamatan Tanjungsari, Gunung Geulis, Sumedang berada pada ketinggian 877 m dpl; kecamatan Nyalindung, Gunung Arca, Sukabumi berada pada ketinggian 557 m dpl; serta kecamatan Banjarsari, Lebak, Banten dan kecamatan Parung Panjang, Bogor berada pada ketinggian 105 m dpl.

Pemeliharaan Koloni *A. cerana*. Koloni *A. cerana* dipelihara di dalam kotak berukuran 44,5 cm \times 19,6 cm \times 23,3 cm. Setiap kotak lebah terdiri atas empat sisir sarang. Koloni *A. cerana* dipelihara selama dua

minggu. Hal tersebut bertujuan agar lebah beradaptasi dengan lingkungan di dalam kotak sarang.

Pengamatan Perilaku Aktivitas Terbang *A. cerana*. Pengamatan perilaku lebah yang pertama yaitu pengamatan aktivitas terbang lebah *A. cerana*. Pengamatan tersebut bertujuan untuk mengetahui hubungan antara jumlah aktivitas terbang dengan kondisi koloni *A. cerana*.

Pengamatan perilaku tersebut dilakukan dengan menghitung jumlah lebah yang keluar dan masuk dengan menggunakan *counter* selama lima menit. Selama pengamatan perilaku aktivitas terbang *A. cerana* direkam dengan *handycam* (Sony Digital HDD DCR-SR80).

Pengamatan Perilaku Defensif *A. cerana*. Setelah pengamatan aktivitas terbang, dilakukan pengamatan perilaku defensif *A. cerana*. Pengamatan perilaku tersebut dilakukan dengan menggunakan alat uji defensif, yaitu tongkat sepanjang 1 m, diikat dengan tali sepanjang 10 cm. Di ujung tali dipasang bandul yang berisi gabus yang dilapisi kain hitam. Bandul ditetesi IPA (SIGMA No: 835148296) dengan volume berbeda yaitu 10, 20, 30, 40, dan 50 μ L. Alat uji defensif digerakkan secara horizontal dengan jarak 10 cm dari depan lubang sarang selama lima menit. Selama penelitian diamati lima respon perilaku defensif *A. cerana* berdasarkan perilaku defensif *A. mellifera* (modifikasi Breed *et al.* 2004) (Tabel 1). Seluruh respon perilaku defensif direkam dengan menggunakan *handycam*.

Pembagian Waktu Pengamatan Perilaku *A. cerana*. Pengamatan perilaku aktivitas terbang dan perilaku defensif dilakukan untuk tiap koloni yaitu untuk koloni 1 dan 2 diamati pada minggu pertama, serta koloni 3 dan 4 diamati pada minggu kedua dengan waktu antara pukul 08.00 sampai dengan 10.00 WIB (Tabel 2). Total waktu pengamatan yaitu 1 jam untuk masing-masing koloni. Kedua perilaku diamati tiga kali ulangan dengan interval satu hari.

Pengukuran Data Lingkungan. Faktor lingkungan di sekitar sarang yang diukur yaitu kelembapan udara dengan menggunakan rHmeter, suhu udara dengan menggunakan termometer, dan intensitas cahaya

Tabel 1. Respon perilaku defensif *A. cerana* berdasarkan perilaku defensif *A. mellifera* (modifikasi dari Breed *et al.* 2003)

Respon perilaku defensif <i>A. cerana</i>	Singkatan
Berjaga di sekitar lubang sarang	D1
Penambahan jumlah lebah di sekitar lubang sarang	D2
Terbang mendekati bandul	D3
<i>Balling</i> di sekitar lubang sarang	D4
<i>Balling</i> di bandul	D5

Tabel 2. Cara kerja pengamatan perilaku *A. cerana* pada koloni 1 dan 2 di tiap lokasi penelitian

Koloni	Pukul	Jenis pengamatan perilaku <i>A. cerana</i>
1	8.00-8.05	Aktivitas terbang
	8.05-8.10	Defensif + IPA 10 μ L
2	8.11-8.16	Aktivitas terbang
	8.16-8.21	Defensif + IPA 10 μ L
1	8.22-8.27	Aktivitas terbang
	8.28-8.32	Defensif + IPA 20 μ L
2	8.33-8.38	Aktivitas terbang
	8.39-8.44	Defensif + IPA 20 μ L
1	8.45-8.50	Aktivitas terbang
	8.55-9.00	Defensif + IPA 30 μ L
2	9.06-9.11	Aktivitas terbang
	9.11-9.16	Defensif + IPA 30 μ L
1	9.17-9.22	Aktivitas terbang
	9.22-9.27	Defensif + IPA 40 μ L
2	9.33-9.38	Aktivitas terbang
	9.38-9.43	Defensif + IPA 40 μ L
1	9.44-9.49	Aktivitas terbang
	9.49-9.54	Defensif + IPA 50 μ L
2	9.55-10.00	Aktivitas terbang
	10.00-10.05	Defensif + IPA 50 μ L

Urutan kerja untuk koloni 3 dan 4 sama dengan koloni 1 dan 2

matahari dengan menggunakan luxmeter. Pengukuran data lingkungan dilakukan pada saat pengamatan perilaku aktivitas terbang *A. cerana*.

Pengamatan Perilaku Balling Alami. Pengamatan perilaku *balling* alami dilakukan untuk mengetahui proses perilaku *balling* secara alami dan mengetahui jenis predator alami yang mengancam lebah *A. cerana*. Apabila ada predator yang terbang disekitar lubang masuk sarang atau di sekitar sarang *A. cerana*, maka mulai dilakukan pengamatan perilaku *balling* alami. Apabila selama pengamatan ada predator yang menyerang dan terjadi perilaku *balling* alami, maka dilakukan pencatatan waktu terjadi perilaku *balling* dan mengukur suhu awal sampai dengan akhir *balling* dengan termometer.

Pengamatan perilaku *balling* alami dilakukan pada semua koloni *A. cerana* di empat lokasi penelitian. Pengamatan tersebut dilakukan setelah perilaku defensif selesai diamati yaitu dari pukul 10.30-16.00 WIB.

Analisis Data. Hasil pengamatan perilaku *A. cerana* yang telah direkam dengan handycam dianalisis menggunakan program *Ulead Video-Studio 11* dan *Windows Media Player*. Analisis dilakukan untuk menghitung jumlah lebah *A. cerana* yang memberikan respon perilaku defensif terhadap beberapa stimulus IPA. Analisis perilaku dilakukan tiap interval 15 detik selama lima menit (total 300 detik).

Analisis data perilaku defensif, tahap pertama adalah menghitung jumlah lebah *A. cerana* untuk tiap respon terhadap stimulus IPA. Tahap kedua adalah mengelompokkan jumlah lebah ke dalam

enam kategori (Tabel 3) (modifikasi dari Hunt *et al.* 1998). Tahap ketiga adalah menghitung nilai rata-rata jumlah lebah yang dikategorikan untuk setiap respon perilaku defensif *A. cerana* di empat lokasi penelitian dan menggabungkan nilai rata-rata kategori *A. cerana* dari empat lokasi, lalu dilakukan uji ANOVA dan uji lanjut Tukey dengan menggunakan program Systat 10. Rataan kategori jumlah lebah dinotasikan dengan \bar{x} . Nilai \bar{x} antara 0 dan 0,50 ($0 \leq \bar{x} < 0,50$) menunjukkan respon perilaku defensif *A. cerana* terendah. Sedangkan nilai $\bar{x} \geq 0,50$ menunjukkan respon perilaku defensif *A. cerana* tinggi.

HASIL

Respon Perilaku Defensif *A. cerana*. Lima jenis respon perilaku defensif *A. cerana* yang berhasil diamati di empat lokasi penelitian yaitu respon perilaku berjaga di sekitar lubang sarang (D1), respon perilaku penambahan jumlah *A. cerana* di sekitar lubang sarang (D2), respon perilaku *A. cerana* terbang mendekati bandul (D3), respon perilaku *balling A. cerana* di sekitar lubang sarang (D4), dan respon perilaku *balling A. cerana* di bandul (D5) (Tabel 4, Gambar 1).

Respon perilaku defensif *A. cerana* terjadi mulai detik ke-0 sampai dengan detik ke-300 atau selama lima menit pengamatan perilaku defensif *A. cerana*. Respon perilaku *A. cerana* berjaga (D1) dan perilaku penambahan jumlah *A. cerana* di sekitar lubang sarang (D2) terjadi pada saat alat uji defensif mulai digerakkan, sedangkan mulai terjadi respon perilaku terbang *A. cerana* mendekati bandul (D3), perilaku *balling A. cerana* di sekitar lubang sarang (D4) dan perilaku *balling A. cerana* di bandul (D5) memiliki waktu yang bervariasi (Tabel 5).

Respon Perilaku *A. cerana* Berjaga di Sekitar Lubang Sarang (D1). Koloni *A. cerana* di empat lokasi memiliki lebah penjaga di sekitar lubang sarang (Gambar 1A). Stimulus IPA yang berbeda dari volume 10, 20, 30, 40, sampai 50 μ L mempengaruhi perilaku lebah penjaga untuk memberikan respon siaga terhadap stimulus IPA (Tabel 6). Berdasarkan penggabungan nilai rata-rata kategori respon perilaku defensif *A. cerana* dari empat lokasi menunjukkan bahwa stimulus IPA dengan volume 30 μ L memberikan respon perilaku

Tabel 3. Kategori *A. cerana* berdasarkan jumlah lebah (modifikasi dari Hunt *et al.* 1998)

Kategori	Jumlah lebah
0	0
1	1-25
2	26-50
3	51-75
4	76-100
5	>100

Tabel 4. Lima perilaku defensif pada *A. cerana* hasil percobaan dengan stimulus IPA

Perilaku	Deskripsi
Berjaga di sekitar lubang sarang (D1)	Lebah penjaga yang bertugas menginspeksi lebah yang terbang memasuki sarang, mendeteksi ada gangguan dari luar, dan menunjukkan perilaku siaga
Penambahan jumlah lebah di sekitar lubang sarang(D2)	Lebah penjaga yang bertambah jumlahnya di sekitar lubang sarang
Terbang mendekati bandul (D3)	Lebah pekerja yang terbang mendekati bandul dan melakukan kontak sesaat dengan cara menyentuh bandul lalu terbang disekitar bandul yang dilakukan secara berulang-ulang
<i>Balling</i> di sekitar lubang sarang (D4)	Lebah pekerja berkumpul membentuk struktur seperti bola di sekitar lubang masuk sarang
<i>Balling</i> di bandul (D5)	Lebah pekerja menggantung pada bandul dan mengerumuni bandul sehingga membentuk struktur seperti bola



(A) D1



(B) D2



(C) D3



(D) D4



(E) D5

Gambar 1. Respon perilaku defensif *A. cerana*: (A) berjaga di sekitar lubang sarang (D1), (B) penambahan jumlah di sekitar lubang sarang (D2), (C) lebah terbang mendekati bandul (D3), (D) *balling* di sekitar lubang sarang (D4), dan (E) *balling* di bandul (D5)

Tabel 5. Kisaran waktu terjadi respon perilaku defensif *A. cerana*

Perilaku	Respon perilaku	
	Detik ke-	Detik ke-
D1	0	300
D2	0	300
D3	10	300
D4	34	300
D5	29	300

D1, D2, D3, D4, dan D5: merujuk pada Tabel 4

D1 tertinggi terhadap stimulus IPA ($\bar{x} = 1.56$) (Tabel 7).

Respon Perilaku Penambahan *A. cerana* di Sekitar Lubang Sarang (D2). Stimulus IPA volume

10, 20, 30, 40, dan 50 μL menunjukkan respon perilaku penambahan jumlah *A. cerana* di sekitar lubang sarang (D2) yang berbeda di empat lokasi penelitian. Pada lebah *A. cerana* asal Tanjungsari, stimulus IPA dengan volume 10 μL memberikan respon perilaku D2 tertinggi ($\bar{x} = 1,91$) (Tabel 6). Lebah *A. cerana* asal Banjarsari memberikan respon perilaku D2 tertinggi pada stimulus IPA volume 50 μL ($\bar{x} = 1,94$) (Tabel 6).

Pada respon perilaku penambahan jumlah lebah (D2), *A. cerana* asal Parung Panjang dan Nyalindung memberikan respon tertinggi pada stimulus IPA volume 40 μL (berturut-turut untuk Parung Panjang $\bar{x} = 1,44$, untuk Nyalindung $\bar{x} = 1,77$) (Tabel 6). Penggabungan

nilai rataan kategori respon perilaku defensif *A. cerana* dari empat lokasi menunjukkan bahwa pada respon perilaku D2 tertinggi terjadi pada stimulus IPA 40 μ L (\bar{x} = 1,63) (Tabel 7).

Respon Perilaku *A. cerana* Terbang Mendekati Bandul (D3). Lebah penjaga di sekitar lubang sarang memberikan respon terhadap bandul dengan cara terbang mendekati bandul. Lebah yang terbang mendekati bandul secara berulang-ulang mengelilingi bandul dan menyentuh bandul (Gambar 1C).

Respon perilaku terbang mendekati bandul (D3) yang tinggi terjadi pada lebah *A. cerana* asal Tanjungsari, Banjarsari, dan Parung Panjang dengan nilai rataan kategori menunjukkan penurunan respon perilaku D3 terhadap perbedaan volume stimulus IPA (Tabel 6). Lebah *A. cerana* memberikan respon perilaku D3 tertinggi terhadap stimulus IPA volume 10 μ L berdasarkan penggabungan nilai rataan kategori respon perilaku defensif *A. cerana* dari empat lokasi (\bar{x} = 1,49) (Tabel 7).

Respon Perilaku *Balling A. cerana* di Sekitar Lubang Sarang (D4). Respon perilaku *balling* di sekitar lubang sarang (D4) terjadi karena ada penambahan jumlah lebah yang berjaga hingga membentuk struktur seperti bola. Perilaku *balling* tersebut dilakukan oleh lebah penjaga yang menutupi lubang masuk sarang (Gambar 1D).

Lebah *A. cerana* asal Tanjungsari dan Nyalindung menunjukkan respon perilaku D4 lebih tinggi dibandingkan lebah *A. cerana* di lokasi lainnya. Lebah *A. cerana* asal Tanjungsari memberikan respon perilaku D4 tertinggi pada stimulus IPA volume 40 μ L (\bar{x} = 2,12), sedangkan lebah *A. cerana* asal Nyalindung memberikan respon perilaku D4 tertinggi pada stimulus IPA volume 50 μ L (\bar{x} = 1,34) (Tabel 6). Berdasarkan penggabungan nilai rataan kategori respon perilaku defensif *A. cerana* dari empat lokasi menunjukkan bahwa stimulus IPA dengan volume 20 μ L memberikan respon perilaku D4 tertinggi terhadap stimulus IPA (\bar{x} = 1,31) (Tabel 7).

Respon Perilaku *Balling A. cerana* di Bandul (D5). Perilaku *balling* di bandul (D5) dilakukan oleh lebah penyengat yang merespon ada gangguan berupa IPA yang diteteskan pada bandul. Beberapa lebah *A. cerana* terbang mendekati bandul, menyentuh bandul,

lalu mengerumuni bandul hingga membentuk struktur seperti bola (Gambar 1E).

Lebah *A. cerana* asal Tanjungsari dan Banjarsari menunjukkan respon perilaku *balling* di bandul lebih tinggi dibandingkan lebah *A. cerana* di lokasi lainnya. Stimulus IPA volume 10 μ L memberikan respon perilaku D5 tertinggi pada lebah *A. cerana* asal Tanjungsari (\bar{x} = 1,35), sedangkan lebah *A. cerana* asal Banjarsari memberikan respon perilaku D5 tertinggi pada stimulus IPA volume 50 μ L (\bar{x} = 1,06) (Tabel 6). Penggabungan nilai rataan kategori respon perilaku defensif *A. cerana* dari empat lokasi menunjukkan bahwa lebah *A. cerana* dengan volume stimulus IPA 10 μ L memberikan respon perilaku D5 yang tertinggi (\bar{x} = 0,79) (Tabel 7).

Perilaku *Balling* Alami. Pada koloni *A. cerana* asal Tanjungsari terjadi dua kali perilaku *balling* alami. Jenis predator yang menyerang *A. cerana* adalah tawon (*Vespa* sp.).

Perilaku *A. cerana* yang mengawali proses perilaku *balling* alami yaitu antena lebah penjaga akan tegak lurus dan tungkai menekuk (D1), penambahan jumlah lebah di sekitar lubang sarang, lalu lebah-lebah mulai membentuk barisan di sekitar lubang sarang (D2). Perilaku *A. cerana* selanjutnya yaitu lebah mulai menyerang tawon yang mendekati lubang sarang (D3), lalu mengerumuni tawon yang diikuti semakin bertambah lebah yang menyerang tawon (D4). Pada akhir perilaku *balling*, lebah-lebah mulai kembali ke dalam sarang, serta beberapa lebah *A. cerana* dan *Vespa* sp. ditemukan mati.

Pada saat mulai terbentuk perilaku *balling* yaitu menit pertama didapatkan rataan suhu awal *balling*

Tabel 7. Penggabungan nilai rataan kategori respon perilaku defensif *A. cerana* dari empat lokasi peneliti

Volume IPA (μ L)	Respon perilaku	
	Detik ke-	Detik ke-
10	0	300
20	0	300
30	10	300
40	34	300
50	29	300

D1, D2, D3, D4, dan D5: merujuk pada Tabel 4. Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata (α = 0,05) berdasarkan uji Tukey

Tabel 6. Rataan kategori respon perilaku defensif *A. cerana* asal Tanjungsari, Banjarsari, Parung Panjang, dan Nyalindung

Volume IPA(μ L)	Tanjungsari					Banjarsari					Parung Panjang					Parung Panjang				
	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5
10	1,35 ^a	1,91 ^a	1,34 ^a	1,17 ^a	1,35 ^a	1,18 ^a	1,31 ^a	1,73 ^a	0,66 ^a	0,99 ^a	1,40 ^a	1,26 ^a	1,84 ^a	0,53 ^a	0,63 ^a	1,58 ^a	1,37 ^a	0,54 ^a	1,07 ^a	0,17 ^a
20	1,50 ^a	1,72 ^a	1,03 ^b	1,53 ^a	1,28 ^a	1,00 ^a	1,55 ^a	1,59 ^a	1,41 ^a	0,95 ^b	1,68 ^a	1,28 ^b	1,79 ^a	0,94 ^b	0,61 ^a	1,50 ^a	1,46 ^a	0,54 ^a	1,32 ^a	0,12 ^a
30	1,43 ^a	1,69 ^a	1,19 ^a	1,89 ^b	0,89 ^b	1,60 ^a	1,85 ^b	1,58 ^a	1,14 ^a	0,95 ^b	1,73 ^a	1,34 ^b	1,78 ^a	0,82 ^b	0,71 ^a	1,50 ^a	1,37 ^a	0,56 ^a	1,27 ^a	0,11 ^a
40	1,40 ^a	1,54 ^a	1,11 ^b	2,12 ^b	1,08 ^a	1,43 ^a	1,76 ^b	1,48 ^b	0,61 ^a	0,92 ^b	1,43 ^a	1,44 ^b	1,32 ^b	0,88 ^b	0,51 ^b	1,43 ^a	1,77 ^b	0,55 ^a	1,09 ^a	0,16 ^a
50	1,65 ^a	1,77 ^a	0,85 ^b	1,46 ^a	1,03 ^b	1,43 ^a	1,94 ^b	1,67 ^b	0,48 ^b	1,06 ^a	1,33 ^a	1,26 ^a	1,53 ^a	1,08 ^b	0,52 ^b	1,50 ^a	1,42 ^a	0,54 ^a	1,34 ^a	0,08 ^a

D1, D2, D3, D4, dan D5: respon perilaku defensif *A. cerana* yang merujuk pada Tabel 4

alami 30,4°C. Setiap penambahan waktu lima menit berikutnya, rata-rata suhu *balling* meningkat sebesar 5°C. Proses *balling* terjadi ±30 menit dengan rata-rata suhu akhir *balling* alami yaitu 44,5°C.

Hubungan Antara Aktivitas Terbang *A. cerana*, Populasi Koloni *A. cerana*, dan Faktor Lingkungan. Berdasarkan penghitungan jumlah lebah pekerja di dalam koloni lebah untuk tiap lokasi secara berturut-turut adalah 21 250, 14 700, 9 500, dan 4 880 lebah pekerja, maka rata-rata jumlah lebah asal Tanjungsari, Banjarsari, Parung Panjang, dan Nyalindung yang melakukan aktivitas terbang secara berturut-turut berjumlah adalah 280, 250, 100, dan 50 lebah pekerja.

PEMBAHASAN

Respon Perilaku Defensif *A. cerana*. Lebah *A. cerana* memberikan lima respon perilaku defensif yang berurutan terhadap bandul yang ditetesi stimulus IPA sintetik (Tabel 4, Gambar 1). Urutan perilaku defensif *A. cerana* pada penelitian ini sama seperti urutan perilaku defensif *A. mellifera* terhadap predator *Vespa* sp. yaitu persepsi, orientasi, identifikasi, siaga, sinyal peringatan, perekrutan lebah lain dalam satu lebah, mendekati gangguan, memberi ancaman, serangan, dan melepaskan sengat (Breed *et al.* 2004).

Respon perilaku defensif *A. cerana* pada semua koloni dalam penelitian ini terjadi pada stimulus volume IPA yang berbeda yaitu 10, 20, 30, 40, dan 50 µL. Akan tetapi, respon perilaku defensif *A. cerana* antar volume IPA menunjukkan nilai tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) (Tabel 6). Hal tersebut menunjukkan bahwa volume IPA yang berbeda-beda tidak mempengaruhi respon perilaku defensif *A. cerana*. Lebah *A. cerana* memberikan respon perilaku defensif karena mendeteksi senyawa IPA, tidak dipengaruhi perbedaan jumlah volume IPA yang ditetaskan pada bandul. *A. mellifera* memperlihatkan perilaku *defensive balling* behaviour yang lebih rendah daripada *A. cerana* (Abrol 2006).

Dalam penelitian ini dengan menggunakan senyawa IPA yang disintetik dari ekstrak sengat *A. mellifera* diketahui bahwa *A. cerana* tidak menyengat bandul. Berdasarkan penelitian Hunt *et al.* (2003) lebah *A. mellifera* melepaskan sengat atas respon pada bandul hitam yang ditetesi IPA dari ekstrak sengat *A. mellifera*. Hal tersebut kemungkinan disebabkan perbedaan kuantitas senyawa IPA pada sengat *A. cerana* dan *A. mellifera* sehingga menyebabkan perbedaan respon perilaku defensif. Ekstrak sengat *A. cerana* mengandung 0.2 µg senyawa IPA, sedangkan sengat *A. mellifera* mengandung 1.9 µg senyawa IPA (Koeniger *et al.* 1979). Selain itu, perbedaan komponen venom *A. cerana* dan *A. mellifera* juga mempengaruhi perilaku defensif. Komponen venom *A. cerana* terdiri atas

(Z)-11-eicosan-1-ol, IPA, 1-octyl asetat, *n*-pentane, heptacosane, dan henecosane (Schmidt *et al.* 1997). Sedangkan komponen venom *A. mellifera* terdiri atas IPA, 1-hexanol, butyl asetat, 2-nonanol, 1-butanol, 1-octanol, dan hexyl asetat (Wager & Breed 2000).

Stimulus IPA memberikan respon perilaku berjaga di sekitar lubang sarang (D1) yang tidak bervariasi di empat lokasi penelitian. Hal tersebut disebabkan oleh perilaku menjaga di sekitar lubang sarang merupakan perilaku alami lebah yang terjadi pada proses awal defensif (Wager & Breed 2000). Hal yang berbeda terjadi pada respon perilaku berikutnya, yaitu penambahan jumlah lebah di sekitar lubang sarang (D2) dengan respon perilaku yang bervariasi terhadap stimulus IPA pada volume yang berbeda (Tabel 6). Penambahan jumlah lebah *A. mellifera* terjadi karena lebah yang merespon stimulus feromon siaga dari lebah penjaga di sekitar lubang sarang (Breed *et al.* 2004). Respon perilaku penambahan jumlah lebah di sekitar lubang sarang (D2) yang terjadi pada *A. cerana* disebabkan oleh sistem komunikasi antara lebah penjaga di sekitar lubang sarang dengan lebah penjaga di dalam sarang.

Respon perilaku berjaga *A. cerana* di sekitar lubang sarang (D1), merupakan respon siaga yang terjadi karena sistem sensorik visual dan olfaktori di antena mendeteksi adanya ancaman (Lenoir *et al.* 2006). Secara visual, mata majemuk lebah berfungsi sebagai reseptor stimulus warna dan gerak yang dideteksi sebagai ancaman (stimulus bandul yang hitam) (Chittka & Tautz 2003). Feromon siaga dari bandul dideteksi menggunakan antena lebah yang berfungsi sebagai reseptor stimulus kimia yang bersifat volatil (Peteraitis 1999).

Respon penambahan jumlah lebah di sekitar lubang sarang (D2) menyebabkan respon perilaku defensif selanjutnya. Respon perilaku defensif lanjutan yang terjadi pada lebah *A. cerana* disebabkan oleh stimulus IPA pada bandul. Lebah *A. cerana* mendeteksi stimulus secara berulang-ulang dengan terbang mendekati bandul (D3), lalu lebah-lebah yang terbang tersebut menggantungkan tungkai bagian depan dan belakang pada bandul hingga membentuk struktur seperti bola (D5). Lebah-lebah *A. cerana* di sekitar lubang sarang juga melakukan perilaku defensif dengan menutupi seluruh lubang sarang hingga membentuk struktur seperti bola (D4). Berdasarkan penelitian Wager & Breed (2000), stimulus IPA memberikan orientasi informasi pada lebah penjaga *A. mellifera* untuk perilaku defensif terbang mendekati stimulus.

Stimulus yang dideteksi oleh mata majemuk dan antena lebah penjaga (sistem saraf sensorik) akan dikirim ke sistem saraf pusat lebah. Selanjutnya, sistem saraf pusat lebah akan memberikan sinyal ke sistem saraf motorik lebah untuk merespon stimulus.

Respon lebah terhadap stimulus yaitu perilaku terbang mendekati bandul atau perilaku defensif di sekitar lubang sarang. Pada lebah *A. mellifera* diketahui bahwa molekul biogenic amines seperti gamma amino butyric acid (GABA) yang berfungsi sebagai neurotransmitter dan berperan dalam perilaku defensif lebah (Hunt 2007).

Perilaku *Balling* Alami. Perilaku *balling* alami pada penelitian ini terjadi akibat lebah *A. cerana* yang mendeteksi stimulus berupa warna dan gerakan yang dihasilkan oleh tawon (*Vespa* sp.). Lebah memberikan respon perilaku defensif terhadap tawon sama seperti respon perilaku defensif terhadap bandul yang ditetesi senyawa IPA. Respon perilaku defensif *A. cerana* terhadap tawon yaitu terbang mendekati tawon, lalu menyerang tawon hingga membentuk struktur seperti bola (perilaku *balling*).

Pada akhir perilaku *balling*, tawon ditemukan mati pada suhu 44,5°C. Menurut Ken *et al.* (2005), suhu optimal yang dihasilkan dari kepakan sayap lebah *A. cerana* pada perilaku *balling* alami hingga dapat mematikan tawon yaitu 45,7°C. Hal tersebut disebabkan oleh panas yang dihasilkan dari kepakan sayap lebah selama proses *balling*.

Kesimpulannya, lebah *A. cerana* asal Tanjungsari, Banjarsari, Parung Panjang, dan Nyalindung memberikan lima respon perilaku defensif terhadap stimulus IPA yang berurutan yaitu perilaku berjaga di sekitar lubang sarang, perilaku penambahan jumlah lebah di sekitar lubang sarang, perilaku terbang mendekati bandul, perilaku *balling* di sekitar lubang sarang, dan perilaku *balling* di bandul. Akan tetapi, respon perilaku defensif *A. cerana* tersebut tidak dipengaruhi oleh perbedaan volume stimulus IPA. Perilaku *balling* alami yaitu lebah yang menyerang dan mengerumuni tawon (*Vespa* sp.) hingga membentuk struktur seperti bola dengan suhu maksimum 44°C. Aktivitas terbang *A. cerana* di empat lokasi penelitian dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan jumlah pekerja di dalam koloni lebah.

DAFTAR PUSTAKA

Abrol DP. 2006. *Defensive* behaviour of *Apis cerana* F. against predatory wasps. *J Apic Sci* 50:39-46.

- Breed M, Guzman-Novoa E, Hunt G. 2004. Defensive behavior of honey bees: organization, genetics, and comparisons with other bees. *Entomol* 49:271-298.
- Chittka L, Tautz J. 2003. The spectral input to honeybee visual odometry. *J Exp Biol* 206: 2393-2397. <https://doi.org/10.1242/jeb.00436>
- Collins AM, Rinderer TE, Daly HV, Harbo JR, Pesante D. 1989. Alarm pheromone production by two honeybee (*Apis mellifera*) types. *J Chem Ecol* 15:1747-1756. <https://doi.org/10.1007/BF01012262>
- Darmayanti E. 2008. Observasi Perilaku Berdasarkan Umur Pada Lebah Pekerja *Apis cerana* [tesis]. Bogor, Indonesia: Institut Pertanian Bogor.
- Free JB. 1987. *Pheromones of Social Bees*. London: Chapman and Hall.
- Hunt GJ, Guzman-Novoa E, Fondrk M, Page R. 1998. Quantitative trait loci for honey bee stinging behavior and body size. *Genetics* 148:1203-1213. <https://doi.org/10.1093/genetics/148.3.1203>
- Hunt GJ, Guzman-Novoa E, Uribe-Rubio JL, Prieto-Merlos. 2003. Genotype-environment interactions in honeybee guarding behavior. *Anim Behav* 66:459-467. <https://doi.org/10.1006/anbe.2003.2253>
- Hunt GJ. 2007. Flight and fight: a comparative view of the neurophysiology and genetics of honey bee defensive behavior. *J Insect Physiol* 53:399-410. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2007.01.010>
- Ken T, Hepburn HR, Radloff SE, Yusheng Y, Yiqiu L, Danyin Z, Neumann P. 2005. Heat-balling wasps by honey bees. *Naturwissenschaften*. 92: 492-495 <https://doi.org/10.1007/s00114-005-0026-5>
- Koeniger N, Weiss J, Maschwitz U. 1979. Alarm Pheromones of the sting in the genus *Apis*. *J Insect Physiol* 25:467-476. [https://doi.org/10.1016/S0022-1910\(79\)80004-9](https://doi.org/10.1016/S0022-1910(79)80004-9)
- Lenoir JC, Laloi D, Dechaume-Moncharmont FX, Soligna M, Pham MH. 2006. Intra-colonial variation of the sting extension response in the honey bee *Apis mellifera*. *Insect Soc* 53:80-85. <https://doi.org/10.1007/s00040-005-0838-5>
- Michener CD. 2000. *The Bees of the World*. Baltimore: The John Hopkins University Pr.
- Petraitis R. 1999. Modification of deposition of odor molecules on chemoreceptors of worker honeybee (*Apis mellifera* L.) antenna by antennal movements. *Pheromones* 6:47-50.
- Putra RE. 2008. Mekanisme defensif pada lebah *Apis cerana* Fabricius [skripsi]. Bogor, Indonesia: Institut Pertanian Bogor.
- Schmidt JO, Morgan ED, Oldham NJ, Nascimento RRD, Fani FR. 1997. (Z)-11-Eicosan-1-ol, a major component of *Apis cerana* venom. *J Chem Ecol* 23:1929-1939. <https://doi.org/10.1023/B:JOEC.0000006480.49252.df>
- Smith FG. 1960. *Beekeeping In The Tropics*. New York: Longmans, Green and Co Inc.
- Wager BR, Breed MD. 2000. Does honeybee sting alarm pheromones give orientation information to defensive bees?. *Annals Entomol Soc Americ* 9:1-6. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2000\)093\[1329:DHBSAP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2000)093[1329:DHBSAP]2.0.CO;2)
- Wilson EO. 1973. *The Insect Societies*. Cambridge: The Belknap Pr of Harvard Univ Pr.
- Winston ML. 1987. *The Biology of the Honeybee*. Cambridge: Harvard Univ Pr.