

---

***Cheilomenes sexmaculata* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae) kandidat agens pengendali hayati *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) dan kutu daun lain pada tanaman cabai**

***Cheilomenes sexmaculata* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae) candidate biological control agent *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) and other aphididae on chili**

**Siska Efendi<sup>1\*</sup>, Awaluddin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departemen Budidaya Tanaman Perkebunan, Universitas Andalas Kampus III, Dharmasraya, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Proteksi Tanaman, Universitas Halu Oleo Kendari

\*Penulis Korespondensi: [siskaefendi@agr.unand.ac.id](mailto:siskaefendi@agr.unand.ac.id)

Diterima Tanggal 11 November 2023, Disetujui Tanggal 22 Januari 2024

DOI: <https://doi.org/10.51978/japp.v24i1.727>

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelimpahan *C. sexmaculata* pada ekosistem pertanaman cabai, mempelajari biologi *C. sexmaculata*, dan mempelajari preferensi serta kemampuan memangsa *C. sexmaculata*. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah *Purposive Random Sampling*. Ukuran keanekaragaman yang digunakan yakni indeks keanekaragaman spesies Shannon-Wiener dan indeks kemerataan Simpson. Pengujian biologi dan demografi *C. sexmaculata* dengan mangsa *A. gossypii*. Pengamatan tanggap fungsional dan preferensi *C. sexmaculata* disusun dalam rancangan faktorial dengan 2 faktor dan 5 ulangan. Faktor pertama yakni pemaparan mangsa ke *C. sexmaculata* dengan kerapatan yang berbeda yaitu 10, 20, 30, 40 dan 50 individu, faktor kedua jenis mangsa yakni *A. gossypii*, *A. craccivora*, dan *M. persicae*. Data dianalisis dengan uji sidik ragam dan uji lanjut Tukey pada taraf 5%. Pada penelitian ini ditemukan sebanyak 10 spesies *Coccinellidae* predator. Spesies yang paling melimpah yakni *C. sexmaculata*. Lama hidup *C. sexmaculata* sejak stadium telur hingga menjadi imago yakni  $29,43 \pm 4,71$  hari. Perkembangan larva terdiri dari empat instar, masa perkembangan instar I sampai IV berturut-turut yakni  $1,72 \pm 0,21$ ;  $1,74 \pm 0,31$ ;  $2,30 \pm 0,46$ ; dan  $2,46 \pm 0,40$  hari. Keperidian imago betina *C. sexmaculata* yakni  $123,44 \pm 15,03$  butir selama  $13,50 \pm 2,12$  hari. Laju pemangsaan *C. sexmaculata* berbeda tidak nyata pada tiga jenis mangsa yang dipaparkan. Berdasarkan analisis regresi logistik diketahui *C. sexmaculata* memperlihatkan tanggap fungsional tipe I terhadap *A. craccivora* dan tipe III pada mangsa *M. persicae* dan *A. gossypii*. Temuan ini membuktikan secara biologi *C. sexmaculata* sebagai kandidat agens pengendali hayati *A. gossypii* dan kutudaun lain yang potensial.

**Kata Kunci:** *Aphididae* spp, demografi, keanekaragaman, *Menochilus sexmaculatus*, musuh alami

**Abstract**

*This research aims to analyze the abundance of C. sexmaculata in chili pepper crop ecosystems, study the biology of C. sexmaculata, and investigate the preferences and predatory capabilities of C. sexmaculata. The sampling method used was Purposive Random Sampling. The diversity measurements used were the Shannon-Wiener species diversity index and the Simpson evenness index. They were testing the biology and demography of C. sexmaculata using A. gossypii as prey. Observations of functional responses and preferences of C. sexmaculata were arranged in a factorial design with two factors and five replications. The first factor was exposure of prey to C. sexmaculata with different densities, namely 10, 20, 30, 40, and 50 individuals; the second factor was prey, namely A. gossypii, A. craccivora, and M. persicae. The data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and Tukey test at 5% level. In this study, a total of 10 species of predatory Coccinellidae were identified. The most abundant species was C. sexmaculata. The developmental period of C. sexmaculata from the egg stage to adult was  $29,43 \pm 4,71$  days. The larval*

development consists of four instars, with the developmental periods for instars I to IV being  $1,72 \pm 0,21$ ;  $1,74 \pm 0,31$ ;  $2,30 \pm 0,46$ ; and  $2,46 \pm 0,40$  days, respectively. The fecundity of *C. sexmaculata* females was  $123,44 \pm 15,03$  eggs for  $13,50 \pm 2,12$  days. The predation rate of *C. sexmaculata* does not significantly differ among the three types of prey exposed. Based on logistic regression analysis, it is known that *C. sexmaculata* shows a type I functional response to *A. craccivora* and type III to *M. persicae* and *A. gossypii* prey. This discovery biologically proves *C. sexmaculata* was a potential candidate for the biological control agent of *A. gossypii* and other aphids.

**Keywords:** *Aphididae* spp, Demography, Diversity, natural enemies and *Menochilus sexmaculatus*

## PENDAHULUAN

*Coccinellidae* predator memiliki peran penting sebagai musuh alami hama tanaman pangan, hortikultura, dan perkebunan. Predator tersebut tergolong musuh alami yang memiliki keanekaragaman dan kelimpahan yang tinggi. Pertanaman cabai merupakan salah satu agroekosistem yang banyak ditemukan *Coccinellidae* predator. Efendi *et al.* (2017) melaporkan 10 spesies *Coccinellidae* predator pada pertanaman cabai di Sumatera Barat. Putra & Utami (2020) menemukan sebanyak enam spesies *Coccinellidae* predator pada pertanaman cabai di Desa Wiyoro Kabupaten Bantul, Yogyakarta. Keanekaragaman *Coccinellidae* predator pada pertanaman cabai juga dilaporkan Yulia *et al.* (2021) di Kecamatan Indrapuri Kabupaten Aceh Besar. Berikutnya Aprila *et al.* (2019) melaporkan 11 spesies *Coccinellidae* predator pada pertanaman cabai di Riau. Walaupun ditemukan banyak spesies *Coccinellidae* predator pada pertanaman cabai, *Cheilomenes sexmaculata* menjadi spesies dengan kelimpahan tertinggi. *C. sexmaculata* merupakan predator generalis dengan mangsa utama yakni ordo hemiptera, trysanoptera, coleoptera, dan diptera. Selain itu menurut Agarwala & Yasuda (2000) *Coccinellidae* rakus memangsa telur dan larva lepidoptera. Menurut Omkar *et al.* (2006) mangsa utama *C. sexmaculata* yakni serangga dari famili diaspididae, psillodidae, aleyrodidae, coccidae, dan aphididae. Menurut Efendi *et al.* (2017) spesies aphididae yang dilaporkan sebagai mangsa predator tersebut yakni *Aphis gossypii* Glover

(Hemiptera: Aphididae); *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae); *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae). Kutudaun tersebut merupakan hama pada tanaman cabai terutama *A. gossypii*.

Serangan *A. gossypii* pada tanaman cabai sudah dilaporkan sejak dipembibitan sampai fase generatif (Efendi *et al.*, 2018). Jika kondisi menguntungkan *A. gossypii* dapat bertahan pada tanaman cabai selama satu musim tanam. Menurut Efendi *et al.* (2017b) *A. gossypii* dapat menyerang semua bagian tanaman cabai. Pada fase vegetatif *A. gossypii* banyak ditemukan pada pucuk, dibawah permukaan daun, bahkan pada cabang dan tangkai daun. Serangan berat mengakibatkan daun menguning, menggulung, dan layuh, jika serangan berlanjut dapat mengakibatkan daun menjadi rontok. Menurut Liu & Chen (2001) kepadatan kutudaun yang tinggi menyebabkan daun yang tumbuh aktif menggulung sehingga membentuk kantong dan lipatan yang memberikan perlindungan bagi kutudaun ketika aplikasi insektisida. Setelah memasuki fase generatif serangan *A. gossypii* akan meluas ke bagian tangkai, kelopak, dan mahkota bunga. *A. gossypii* dapat membentuk satu koloni pada bunga yang baru terbentuk. Bunga yang diserang *A. gossypii* akan menjadi rontok, jika terus berkembang akan mengakibatkan malformasi pada buah. Menurut Khodijah (2014) *A. gossypii* dapat menimbulkan kerugian berkisar antara 6-25%. Selain itu *A. gossypii* juga dilaporkan menjadi vektor virus. Menurut Satar *et al.* (1999) *A. gossypii* dapat membawa 76 jenis penyakit virus ke berbagai jenis tumbuhan

inang. Hal yang lebih mengkhawatirkan yaitu *A. gossypii* menunjukkan ketahanan terhadap insektisida (McKenzie & Cartwright, 1994). Kondisi ini akan mempersulit pengendalian kutudaun tersebut. Serangan *A. gossypii* pada tanaman cabai akan mengundang kehadiran *C. sexmaculata*. Hal tersebut memberikan peluang untuk memanfaatkan kumbang tersebut sebagai agens pengendali *A. gossypii*.

Keberhasilan pemanfaatan *C. sexmaculata* sebagai agens pengendali hayati ditentukan oleh berbagai faktor ekologi dan biologi. Kelimpahan populasi merupakan salah satu indikator ekologi untuk mengetahui potensi musuh alami sebagai kandidat agens pengendali hayati (Efendi, 2023). Beberapa faktor ekologi yang mempengaruhi kelimpahan *C. sexmaculata* antara lain jenis habitat, mangsa, kegiatan agronomis, penggunaan insektisida, dan pola tanam. Ditambahkan Godfray (1994) bahwa keadaan suhu, kelembaban, luas areal pencarian atau umur tanaman dan kerapatan mangsa sangat mempengaruhi keefektifan predator dalam mengendalikan hama target. Informasi ekologi tersebut mendukung keberhasilan pemanfaatan *C. sexmaculata* terutama metode konservasi.

Penelitian biologi dan demografi *C. sexmaculata* memiliki implikasi penting dalam konteks pengendalian hayati. Pengetahuan tentang biologi dan dinamika populasi berhubungan dengan berbagai aspek yang berkaitan dengan kemampuan musuh alami untuk bertahan hidup dan berkembangbiak. Selain itu demografi *C. sexmaculata* menambah pemahaman tentang dinamika populasi, laju reproduksi, tingkat kelangsungan hidup, dan preferensi mangsa. Kesesuaian mangsa untuk *C. sexmaculata* akan mempermudah proses perbanyakan agens hayati dalam jumlah banyak dan berkelanjutan. Ketersediaan agens hayati menjadi kunci keberhasilan pengendalian hayati khususnya metode augmentasi. Aspek

berikutnya yang perlu dipelajari untuk mengetahui potensi agens pengendali hayati yakni kemampuan pemangsa dan tanggap fungsional. Menurut Murdoch & Oaten (1975) tipe tanggap fungsional menentukan dinamika populasi dan apakah pemangsa dapat mengatur kepadatan mangsa. Oleh karena itu, menurut Yazdani & Keller (2016) eksperimen tanggap fungsional telah lama digunakan untuk mengevaluasi potensi musuh alami sebagai kandidat pengendali hayati. Untuk itu perlu dilakukan penelitian yang komprehensif untuk mengkaji potensi *C. sexmaculata* sebagai kandidat agens pengendali hayati. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelimpahan *C. sexmaculata* pada ekosistem pertanaman cabai, mempelajari biologi, dan preferensi serta kemampuan memangsa *C. sexmaculata*.

## BAHAN DAN METODE

### Pengamatan Keanekaragaman *Coccinellidae* Predator

Eksplorasi *Coccinellidae* predator dan kutudaun dilaksanakan di dua kabupaten dan satu kota sentra produksi cabai di Propinsi Sumatera Barat yakni Kab. 50 Kota, Kab. Agam dan Kota Padang Panjang. Untuk mengidentifikasi sampel *Coccinellidae* predator dan kutudaun dilakukan di Laboratorium Bioekologi Serangga Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Pada masing-masing lokasi penelitian, dipilih lima petak pertanaman cabai. Pada tiap petak pertanaman ditentukan petak sampel yang berukuran 1x1 m<sup>2</sup> secara sistematis pada garis diagonal, sehingga didapatkan 5 petak sampel. Pada satu petak sampel (1 x 1 m<sup>2</sup>) hanya ditentukan empat tanaman cabai sebagai objek pengamatan. Pengambilan sampel *Coccinellidae* predator di lapangan dilakukan sebanyak tiga kali pada lima petak pertanaman yang berbeda. Interval pengambilan sampel seminggu sekali, sehingga total petak pertanaman cabai

sebagai tempat pengambilan sampel pada masing-masing lokasi adalah 15 petak. Pengambilan sampel *Coccinellidae* predator dilakukan dengan dua metode. Pertama koleksi secara langsung (*hand picking*) yaitu menangkap dengan tangan setiap *Coccinellidae* predator yang ditemukan pada petak sampel. Metode yang kedua menggunakan jaring ayun yaitu mengoleksi *Coccinellidae* predator yang berada pada tajuk tanaman. Identifikasi dilakukan dengan mengamati serangga contoh yang diperoleh dari lapangan. Identifikasi mengacu pada Slipinski (2007), Ruchin *et al.* (2019), dan Slipinski *et al.* (2020). Data komposisi spesies dan jumlah individu *Coccinellidae* predator digunakan untuk menganalisis indeks keanekaragaman dan kemerataan. Ukuran keanekaragaman yang dipergunakan ialah indeks keanekaragaman spesies Shannon-Wiener dan indeks kemerataan Simpson (Magurran, 2019).

#### **Pengamatan Biologi *C. sexmaculata***

Penelitian diawali dengan perbanyak serangga mangsa. Koloni awal *A. gossypii* dikoleksi dari lahan pertanaman cabai di Nagari Tungkar, Kab 50 Kota. Perbanyak serangga mangsa dilakukan dengan menginfestasikan imago tidak bersayap *A. gossypii* pada tanaman cabai umur 30 hari setelah tanam (HST). Selanjutnya tanaman cabai yang sudah diinfestasi dipelihara dalam kurungan serangga (ukuran 100 cm x 100 cm x 100 cm) yang disungkup kain organdi. *C. sexmaculata* dikoleksi bersamaan dengan *A. gossypii*. Perbanyak menggunakan 10 pasang imago *C. sexmaculata* kemudian dibiakkan dalam kurungan pemeliharaan yang di dalamnya sudah disiapkan tanaman cabai dengan *A. gossypii* sebagai mangsanya. Telur yang dihasilkan dihitung dan dipindahkan setiap hari ke cawan petri dan dipelihara sampai menetas menjadi larva. Larva yang muncul dipisahkan ke dalam wadah plastik berukuran 15 cm x 15 cm, satu

wadah berisi satu larva. Larva tersebut dipelihara dan diberi pakan *A. gossypii* dan banyaknya *A. gossypii* yang diberikan sebagai mangsa disesuaikan dengan perkembangan stadia larva. Untuk instar I dan II banyaknya mangsa yang diberikan adalah 10 dan 20 individu/hari. Untuk instar III, IV dan imago diberikan masing-masing sebanyak 30, 40 dan 60 individu/hari. Ketersediaan mangsa diperiksa setiap hari untuk menghindari keterbatasan makanan. Selama proses pemeliharaan dilakukan pengamatan dan pencatatan larva yang berhasil hidup dan berganti fase setiap hari. Perubahan stadia ditandai dengan adanya proses ganti kulit yang meninggalkan eksuvia dan perubahan bentuk tubuh (morfologi). Larva yang sudah menjadi pupa dipelihara sampai imago muncul. Imago jantan dan betina yang baru muncul dimasukkan ke dalam satu wadah, dengan tujuan agar terjadi kopulasi dan kembali menghasilkan telur. Pengamatan dan pencatatan dilakukan mulai dari telur hingga imago meletakkan telur kembali.

#### **Pengamatan Tanggapan Fungsional dan Preferensi *C. sexmaculata***

Penelitian disusun dalam rancangan faktorial dengan 2 faktor dan 5 ulangan. Faktor pertama yakni pemaparan mangsa kepada *C. sexmaculata* dengan kerapatan yang berbeda yaitu 10, 20, 30, 40 dan 50 individu. Faktor kedua yakni jenis mangsa (*A. gossypii*, *A. craccivora*, dan *M. persicae*). Sebelum pemaparan *C. sexmaculata* dilaparkan selama 12 jam dengan tujuan saat diperlakukan predator tersebut dapat langsung memangsa kutudaun yang sudah disediakan. Pemaparan dilakukan selama satu jam, setelah itu diamati kemampuan memangsa dan laju pemangsaan *C. sexmaculata*. Kemampuan memangsa *C. sexmaculata* diamati secara langsung dengan menghitung jumlah *A. gossypii*, *A. craccivora* dan *M. persicae* yang di mangsa selama satu jam serta waktu yang dibutuhkan untuk menemukan dan menangani satu ekor

mangsa (*handling time*). Laju pemangsaan ditentukan dengan menghitung waktu yang dibutuhkan *C. sexmaculata* untuk menemukan dan memangsa kutu daun yang dipaparkan. Selanjutnya data hasil pengamatan dihitung dengan rumus Holling (1961). Tipe tanggap fungsional ditentukan dengan analisis regresi yaitu menghitung jumlah kutudaun yang dimangsa ( $N_a$ ) dan dibandingkan dengan yang dipaparkan ( $N$ ). Setiap persamaan regresi yang digunakan dicari nilai  $r$ . Nilai  $r$  yang mendekati 1 dinyatakan sebagai tipe tanggap fungsional dari predator tersebut.

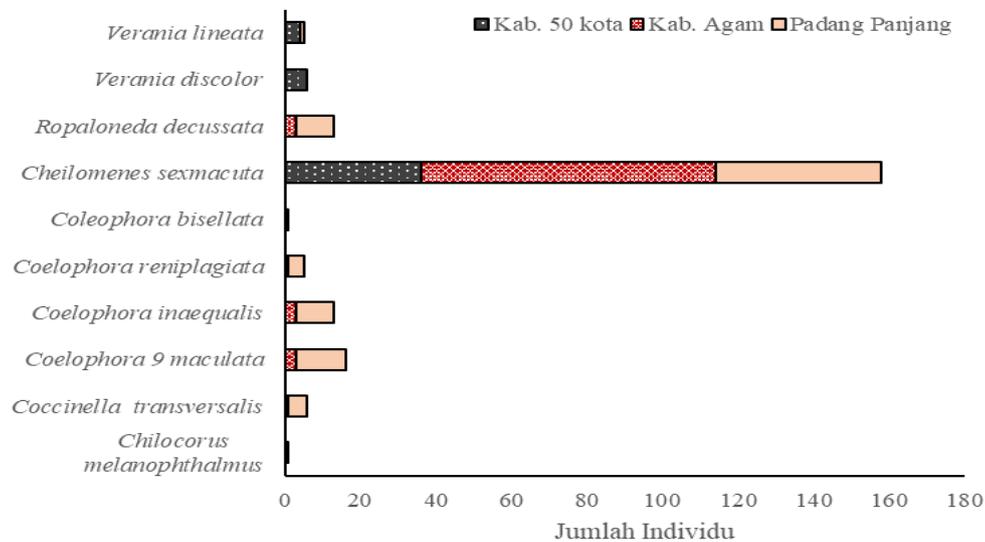
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Populasi *C. Sexmaculata* pada Pertanaman Cabai

*Coccinellidae* predator yang dikoleksi pada penelitian ini yaitu 223 individu yang terdiri dari 10 spesies (Gambar 1). Sebelumnya Aprila *et al.* (2019) dan Riyanto *et al.* (2011) melaporkan 11 spesies, Khodijah (2014) melaporkan 10 spesies, Arsi *et al.* (2021) dan Lisdayani & Wahyuni (2022) menemukan dua spesies, Feruskandinavita (2009) melaporkan lima spesies, sedangkan Wiradarma *et al.* (2018) hanya menemukan satu spesies *Coccinellidae* predator pada pertanaman cabai di berbagai daerah di Indonesia. Faktor utama yang mempengaruhi perbedaan jumlah spesies *Coccinellidae* predator pada tanaman cabai yakni praktek

budidaya. Sebagian besar budidaya cabai dilakukan dengan pola monokultur. Biasanya pada pola tanam monokultur jumlah *Coccinellidae* predator lebih rendah. Pada beberapa daerah budidaya cabai dilakukan dengan pola tumpang sari dan penanaman tanaman pinggir, pada pola tanam tersebut jumlah spesies *Coccinellidae* predator lebih banyak. Penggunaan pestisida menjadi praktek budidaya cabai yang paling mempengaruhi jumlah spesies *Coccinellidae* bahkan musuh alami lain. Hal ini menandakan pentingnya memperhatikan pola budidaya cabai yang dapat mengkonservasi musuh alami bukan hanya *Coccinellidae* predator.

Walaupun terdapat perbedaan pada jumlah spesies akan tetapi *C. sexmaculata* merupakan *Coccinellidae* predator dengan kelimpahan tertinggi. *C. sexmaculata* memiliki kemampuan berkembang biak yang tinggi. Hal tersebut ditandai tingkat keperidian dan fertilitas yang tinggi. Kelimpahan yang tinggi membuat *C. sexmaculata* mendominasi pada pertanaman cabai. Dominasi tersebut akan memberikan peluang lebih besar pada *C. sexmaculata* untuk memenangkan kompetisi dengan musuh alami yang lain. Kompetisi antar sesama *Coccinellidae* sudah lama dan banyak dilaporkan. Untuk memenangkan kompetisi tersebut beberapa spesies *Coccinellidae* predator menghasilkan feromon jejak dan anti oviposisi yang dapat menolak kehadiran spesies lain.

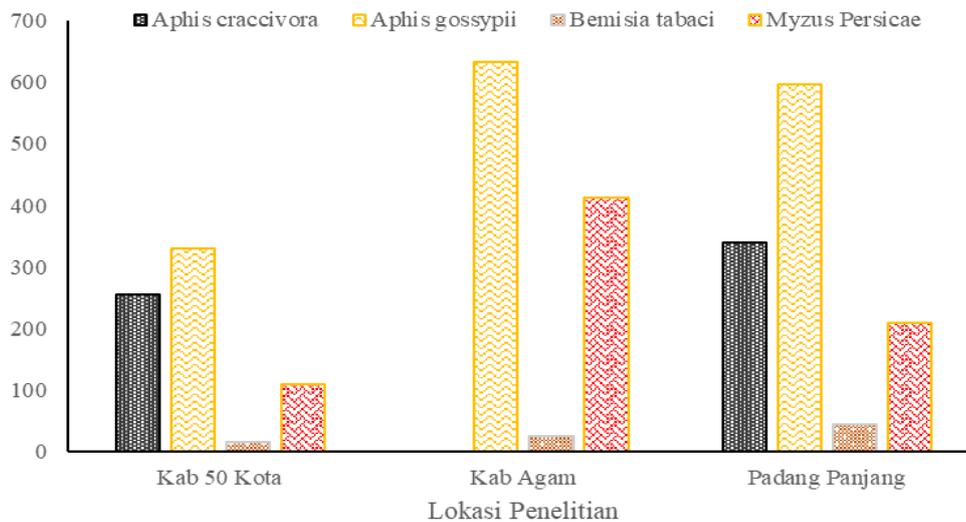


Gambar 1. Spesies dan jumlah individu *Coccinellidae* predator pada pertanaman cabai

### Mangsa *C. sexmaculata* Pada Tanaman Cabai

Pada penelitian ini ditemukan dua mangsa *C. sexmaculata* yakni kutudaun dan kutukebul. Kutudaun yang ditemukan sebanyak 3 spesies yakni *A. craccivora*, *A. gossypii*, *M. persicae* sedangkan kutukebul hanya satu spesies yakni *B. tabaci* (Gambar 2). Surya *et al.* (2020) juga melaporkan spesies kutudaun dan kutukebul tersebut pada pertanaman cabai di Kecamatan Darussalam Kabupaten Aceh Besar. Kutudaun dan kutukebul merupakan mangsa *C. sexmaculata* pada tanaman cabai. Hanya saja *C. sexmaculata* memiliki preferensi yang berbeda pada dua mangsa tersebut. Berdasarkan pengamatan di lapangan diketahui kutukebul lebih awal ditemukan pada tanaman cabai. Hanya saja populasi kutukebul mulai berkurang pada saat koloni kutudaun mulai terbentuk. *A. gossypii* merupakan spesies kutudaun yang paling banyak dikoleksi pada penelitian ini yakni 1558 individu. Menurut

Irsan (2008) kutudaun yang banyak ditemukan pada tanaman cabai yakni *A. gossypii*. Kelimpahan populasi *A. gossypii* yang tinggi berhubungan dengan waktu kehadiran pada tanaman cabai. Kutudaun tersebut sudah ditemukan pada cabai berumur 1 minggu setelah tanam (Efendi, 2023). Pada awal pembentukan koloni kutudaun ditemukan pada daun ke 2 dan 3 serta tunas air. Kolonisasi *A. gossypii* akan berlanjut ke bagian lain tanaman cabai seperti pucuk, bunga, dan buah muda. Proses kolonisasi yang cepat didukung laju reproduksi dan faktor lingkungan yang sesuai terutama suhu. Menurut Yi *et al.*, (2023) *A. gossypii* memiliki siklus hidup yang pendek dan reproduksinya yang cepat. Selain itu menurut Vorburger *et al.*, (2012) *A. gossypii* merupakan hama polifag dan penting secara ekonomi dengan distribusi di seluruh dunia. Di Jepang dilaporkan Kuroda & Miura (2003) bahwa *A. gossypii* merupakan hama serius pada mentimun.



Gambar 2. Kelimpahan populasi beberapa kutudaun pada pertanaman cabai

### Biologi *C. sexmaculata* pada Mangsa *A. gossypii*

Telur berbentuk oval, berwarna oranye sampai cokelat kehitaman pada saat menetas. Menurut Priyadarshani *et al.* (2016) telur *C. sexmaculata* yang baru diletakkan berbentuk cerutu dan berwarna kuning cerah dengan korion halus. Betina *C. sexmaculata* meletakkan telur secara berkelompok dengan posisi tegak, terdiri dari 1-2 baris. Menurut Hemptinne *et al.* (2000) kebanyakan coccinellids aphidophagous bertelur dalam kelompok. Pada habitat alami imago betina *C. sexmaculata* meletakkan telur dipermukaan daun cabai, sebagian besar diletakkan dekat mangsa. Menurut Obata (1997) *Coccinellidae* meletakkan telur di habitat yang terdapat kutudaun. Hal yang sama juga dilaporkan Hemptinne *et al.* (2000) bahwa coccinellids aphidophagous cenderung bertelur di koloni kutudaun muda dengan kepadatan tinggi, dimana terdapat banyak kutu kecil dan lebih mudah ditangkap. Masa inkubasi telur berlangsung sekitar  $1,9 \pm 0,30$  hari (Tabel 1). Masa inkubasi lebih cepat dibandingkan yang dilaporkan Ashwini & Shukla (2022) yakni  $3,0 \pm 0,4$  hari. Menurut Toha (1984) menjelang akhir masa inkubasi, telur yang akan menetas warnanya berubah menjadi coklat keputih-putihan. Pada tahap tersebut embryo tampak

samar-samar karena terbungkus oleh kulit telur yang berwarna putih transparan. Setelah masa inkubasi telur bagian atas atau ujung telur pecah, kemudian muncul kepala larva yang berwarna kuning. Menurut Tobing & Nasution (2007) proses penetasan telur menjadi larva, terlihat bagian kepala larva keluar terlebih dahulu, kemudian secara perlahan-lahan diikuti oleh tungkai. Kepala, toraks dan tungkai larva yang baru muncul berwarna kuning cerah, lebar abdomen yang baru keluar makin ke ujung ukurannya makin kecil.

Stadia larva *C. sexmaculata* terdiri dari empat instar. Larva instar I yang baru menetas berwarna abu-abu kehitaman, pada bagian dorsal terdapat seta yang masih halus. Lama perkembangan larva instar I yakni  $1,72 \pm 0,21$  hari (Tabel 1). Ashwini & Shukla (2022) melaporkan stadium larva instar I yakni  $2,1 \pm 0,3$  hari pada mangsa *A. craccivora*. Sebelumnya Singh *et al.* (2008) melaporkan lama fase stadium instar I yakni  $2,50 \pm 0,11$  hari pada mangsa *L. erysimi*. Berikutnya perkembangan larva instar II, III, dan IV berturut-turut yakni  $1,74 \pm 0,3$ ;  $2,30 \pm 0,46$ ;  $2,46 \pm 0,40$  hari (Tabel 1). Secara umum menurut Ali Khan *et al.* (2017) larva *Coccinellidae* mengalami perkembangan

empat instar sebelum menjadi pupa dan membentuk imago. Menurut Priyadarshani *et al.* (2016) larva instar terakhir berhenti makan dan mencari tempat yang cocok untuk berpupa dan menjadi stasioner dan lamban. Periode prapupa berlangsung selama  $1,93 \pm 0,46$  hari dan pupa yakni  $2,05 \pm 0,57$  hari. Rataan waktu yang diperlukan sejak telur

diletakkan hingga imago muncul adalah  $14,11 \pm 0,28$  (Tabel 1). Lama fase larva tersebut lebih lama dibandingkan penelitian sebelumnya. Menurut Abbas *et al.* (2020) perkembangan larva *C. sexmaculata* dengan pakan *M. persicae* yakni 12,18 hari dan jika diberi pakan *Diuraphis noxia* yakni 10,64 hari.

Tabel 1. Periode perkembangan *C. sexmaculata* pada mangsa *A. gossypii* asal tanaman cabai

Fase	Perkembangan	
	n	lama (hari)
Telur	141	$1,91 \pm 0,30$
Larva		
Larva instar 1	78	$1,72 \pm 0,21$
Larva instar 2	78	$1,74 \pm 0,31$
Larva instar 3	77	$2,30 \pm 0,46$
Larva instar 4	66	$2,46 \pm 0,40$
Pra-pupa	64	$1,93 \pm 0,46$
Pupa	61	$2,05 \pm 0,57$
Imago		
Jantan	24	$13,79 \pm 2,14$
Betina	37	$15,32 \pm 2,39$
Pra-oviposisi	37	$2,91 \pm 0,83$
Oviposisi	37	$13,50 \pm 2,12$
Pasca-oviposisi	37	$3,49 \pm 1,15$
Keperidian (butir)	37	$123,44 \pm 15,03$
Siklus hidup	37	$29,43 \pm 4,71$

Siklus hidup *C. sexmaculata* pada mangsa *A. gossypii* yakni  $29,43 \pm 4,71$  (Tabel 1). Lama hidup imago betina lebih panjang dibandingkan jantan. Abbas *et al.* (2020) melaporkan hal tersebut pada mangsa *Lipaphis erysimi* (Hemiptera: Aphididae). Ashwini & Shukla (2022) juga melaporkan lama hidup jantan yakni  $32,67 \pm 10,92$  hari dan betina  $35,54 \pm 11,66$  hari pada mangsa *A. craccivora*. Selama hidupnya imago betina meletakkan telur sebanyak  $123,44 \pm 15,03$  butir. Jenis mangsa menjadi faktor utama yang mempengaruhi tingkat keperidian. Solangi *et al.* (2007) melaporkan keperidian *C. sexmaculata* pada *Rhopalosiphum maidis* (Hemiptera: Aphididae) dan *Therioaphis trifolii* (Hemiptera: Aphididae) berturut-turut yakni 642 dan 600 butir. Keperidian pada mangsa

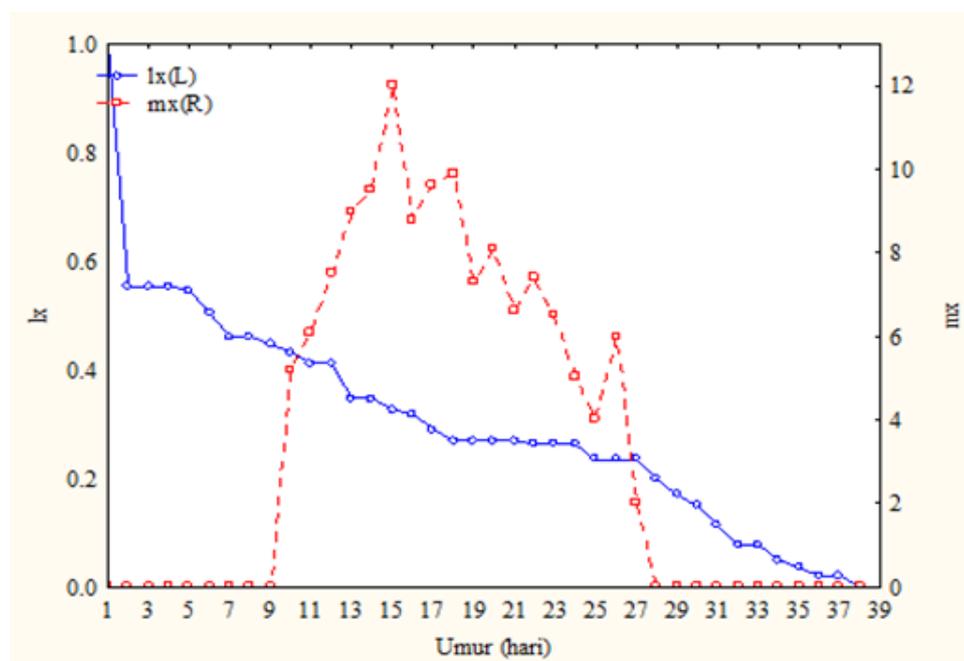
*L. erysimi* yakni  $294,80 \pm 18,79$  butir (Singh *et al.*, 2008) dan *Macrosiphoniella sanborni* (Hemiptera: Aphididae) yakni  $136,20 \pm 10,37$  butir (Tobing & Nasution, 2007), serta pada *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) yakni  $114,8 \pm 33,6$  butir (Ramadhan *et al.*, 2008). Sejumlah penelitian telah melaporkan pengaruh jenis dan kuantitas mangsa reproduksi predator aphidophagus (Yasuda & Ishikawa, 1999). Menurut Muharam & Setiawati (2007) jumlah telur yang dihasilkan oleh *C. sexmaculata* sangat dipengaruhi oleh mangsa dan tanaman inang. Menurut Hodek & Honěk (2009), serangga mempunyai strategi yang berbeda dalam menghadapi kondisi ketidaksesuaian pakan yaitu mengurangi ukuran telur dengan jumlah tetap atau memperbesar ukuran telur dengan jumlah yang dikurangi. Khusus pada *Coccinellidae* yang umum terjadi adalah dengan

strategi kedua yaitu mengurangi jumlah telur yang diproduksi. Secara umum menurut van Lenteren & Bueno (2003) waktu perkembangan dan banyaknya jumlah telur yang diproduksi oleh serangga merupakan refleksi dari kesesuaian inang oleh serangga tersebut.

#### **Kurva kesintasan (*Survivorship*) *C. sexmaculata***

Berdasarkan perkembangan *C. sexmaculata* dari telur sampai imago betina meletakkan telur diketahui tingkat kematian tertinggi terjadi pada fase pradewasa. Kematian sebagian besar terjadi pada larva instar I dan II (Gambar 3). Berdasarkan hal tersebut kurva kesintasan *C. sexmaculata* termasuk tipe III yang memperlihatkan kematian tinggi pada populasi berumur muda atau stadia awal. Hal yang sama juga dilaporkan pada spesies *Coccinellidae* yang lain, seperti *Propylea quatuordecimpunctata* (Coleoptera: *Coccinellidae*) (Papanikolaou *et*

*al.*, 2014). Ketersediaan mangsa merupakan faktor utama yang mempengaruhi kemampuan bertahan hidup *Coccinellidae*. Penelitian ini dilakukan pada kondisi mangsa yang sudah ditentukan sesuai dengan fase perkembangan, artinya secara kuantitas serangga uji tidak kekurangan. Diduga nutrisi yang tersedia pada mangsa mempengaruhi hal tersebut. Nutrisi yang diperoleh dari mangsa mencakup berbagai zat penting seperti protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral. Menurut McCluney (2017) air dan nutrisi, termasuk karbohidrat, protein, dan lipid, memainkan peran penting dalam pengambilan keputusan predator mencari makan. Kualitas nutrisi mangsa akan tergantung pada komposisi zat-zat tersebut. Selain kandungan nutrisi individual, rasio nutrisi antar komponen juga penting. Beberapa spesies *Coccinellidae* mungkin memerlukan rasio khusus antara protein dan karbohidrat untuk memenuhi kebutuhan fisiologisnya.



Gambar 3. Kurva kesintasan (*survivorship*) *C. sexmaculata*

Faktor lingkungan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kesintasan *Coccinellidae*. Menurut Pervez & Omark (2006) panjang siklus hidup *Coccinellidae*

bervariasi tergantung pada suhu, curah hujan, kelembaban relatif dan pasokan makanan. *Coccinellidae* bersifat poikilotermik, artinya mengandalkan suhu lingkungan untuk

mengatur suhu tubuh. Suhu yang ekstrem atau fluktuasi suhu yang tajam dapat memengaruhi aktivitas, perkembangan, dan kesintasan. Kelembaban juga memainkan peran penting dalam kehidupan *Coccinellidae*. Kelembaban yang tinggi dapat mendukung kelangsungan hidup telur dan larva. Pemahaman mendalam tentang faktor-faktor tersebut dapat membantu dalam konservasi *Coccinellidae* sebagai agen pengendalian hayati yang efektif.

### Demografi *C. sexmaculata*

Laju reproduksi kotor (GRR) *C. sexmaculata* sebesar 130,50 individu per generasi. Berikutnya laju reproduksi bersih (Ro) 40,15 individu per induk per generasi. Hal ini mengindikasikan populasi *C. sexmaculata* akan meningkat sebesar nilai tersebut pada setiap generasi. Jika nilai  $Ro > 1$  populasi akan bertambah dan bila  $Ro < 1$  populasi akan berkurang, suatu populasi dikatakan stabil bila  $Ro = 0$ . Hanya saja nilai tersebut lebih rendah dibandingkan laporan Abbas *et al.* (2020) pada mangsa *Diuraphis noxia* (Hemiptera: Aphididae) dengan nilai 158,4 individu per induk per generasi dan 99,5 individu per induk per generasi pada mangsa *L. erysimi*. Lamanya suatu generasi (T) *C. sexmaculata* yakni 16,87 hari. Pertumbuhan intrinsik (rm) sebesar 0,44 individu per induk per hari. Pertumbuhan intrinsik berbeda pada masing-

masing spesies *Coccinellidae*. Seperti yang dilaporkan Papanikolaou *et al.* (2014) bahwa pertumbuhan intrinsik *P. quatuordecimpunctata* yakni 0,19 per betina per hari. Laju pertumbuhan intrinsik *H. axyridis* pada mangsa *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae) yakni 0.168 per betina per hari dengan masa ganda yakni 4.13 hari. Pada penelitian ini masa ganda (DT) *C. sexmaculata* yakni 1,57 hari (Tabel 2).

Tabel 2. Parameter demografi *C. sexmaculata*

Parameter populasi	Nilai	Satuan
GRR	130,50	Individu/generasi
Ro	40,15	Individu/induk/generasi
rm	0,44	Individu/induk/hari
DT	1,57	Hari
T	16,87	Hari

### Pemangsaan *C. sexmaculata* pada jenis dan kerapatan mangsa yang berbeda

Jenis mangsa dan kerapatan berpengaruh terhadap pemangsaan *C. sexmaculata* (Tabel 3). Hanya saja pada kerapatan 10 individu pada semua jenis mangsa tidak berpengaruh terhadap pemangsaan *C. sexmaculata*. Sebaliknya pada perlakuan kerapatan 20 individu berpengaruh terhadap pemangsaan *C. sexmaculata* akan tetapi jenis mangsa tidak berpengaruh.

Tabel 3. Kemampuan memangsa *C. sexmaculata* pada beberapa kerapatan dan jenis mangsa yang berbeda

Mangsa	Kerapatan mangsa (individu/jam)				
	10	20	30	40	50
<i>Aphis gossypii</i>	9,80 ± 0,45 Aa	20,00 ± 0,00 Aa	28,40 ± 3,05 Ba	36,80 ± 7,16 Ba	50,00 ± 0,00 Ca
<i>Aphis craccivora</i>	7,80 ± 2,05 Aa	12,00 ± 2,92 Ab	17,80 ± 4,66 Ab	21,00 ± 6,20 Bb	24,40 ± 7,27 Bb
<i>Myzus persicae</i>	8,60 ± 2,19 Aa	20,00 ± 0,00 Ab	25,80 ± 5,76 Ab	35,60 ± 6,07 Ab	42,80 ± 9,42 Ab

Data dalam rerata ± standar deviasi. Huruf besar menunjukkan perbandingan kemampuan memangsa antara mangsa, sedangkan huruf kecil menunjukkan perbandingan kemampuan memangsa antara kerapatan. Huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan antara faktor yang dibandingkan dengan uji Tukey pada taraf nyata 5%

Menurut Holling (1959) terdapat lima komponen utama yang memengaruhi pemangsaan oleh predator, yaitu (1) kerapatan populasi mangsa, (2) kerapatan populasi predator, (3) sifat mangsa seperti reaksi terhadap predator, (4) jumlah dan kualitas makanan pengganti yang tersedia untuk predator, dan (5) sifat predator seperti jenis makanan yang disukai dan efisiensi dalam menyerang. Tidak hanya itu, pemangsaan *C. sexmaculata* dipengaruhi beberapa faktor lain, seperti dilaporkan Saleem *et al.* (2014) bahwa pemangsa *C. sexmaculata* bergantung pada perilaku pencarian, ukuran dan lingkungan sekitarnya.

#### Laju Pemangsaan *C. sexmaculata*

Laju pemangsaan *C. sexmaculata* terhadap tiga mangsa yang berbeda menunjukkan perbedaan yang tidak nyata (Tabel 4). Demikian juga dengan kerapatan mangsa tidak secara nyata mempengaruhi laju pemangsaan. Laju pemangsaan akan berpengaruh terhadap kemampuan

memangsa *C. sexmaculata*. Semakin tinggi laju pemangsaan *C. sexmaculata* maka semakin banyak jumlah *A. gossypii*, *A. craccivora* dan *M. persicae* yang dimangsa. Laju pemangsaan berhubungan dengan kemampuan suatu predator untuk menghabiskan seekor mangsa pada kerapatan dan selang waktu tertentu, akan tetapi dari hasil penelitian ini terungkap bahwa jenis mangsa dan kerapatan tidak sepenuhnya mempengaruhi laju pemangsaan suatu predator. Menurut Omark & James, (2004) menyebutkan bahwa perbedaan nilai laju pemangsaan dan waktu pemangsaan disebabkan oleh adanya variasi ukuran mangsa, kerakusan pemangsa, faktor kekenyangan, tingkat kelaparan pemangsa, kemampuan pemangsa untuk mencerna mangsa dan kecepatan bergerak. Kemampuan memangsa dan laju pemangsaan *C. sexmaculata* akan berpengaruh terhadap tipe tanggap fungsional yang terbentuk.

Tabel 4. Laju pemangsaan *C. sexmaculata* pada beberapa jenis mangsa

Mangsa	Laju pemangsaan (individu/menit)					
	10	20	30	40	50	60
<i>A. gossypii</i>	0,0172	0,0174	0,0176	0,0170	0,0221	0,0213
<i>A. craccivora</i>	0,0134	0,0129	0,0169	0,0113	0,0110	0,0135
<i>M. persicae</i>	0,0153	0,0176	0,0162	0,0173	0,0171	0,0185

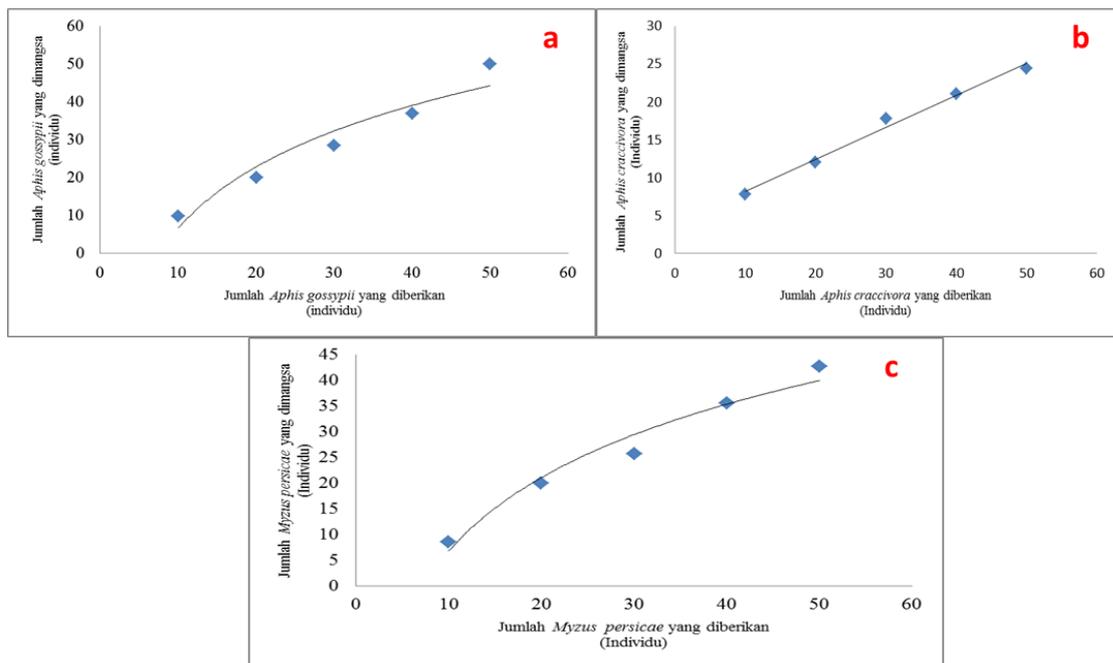
#### Tanggap Fungsional *C. sexmaculata* Pada Beberapa Jenis Mangsa

Pada mangsa *A. craccivora* tipe tanggap fungsional *C. sexmaculata* tergolong tipe I ( $r = 0,98$ ) (Tabel 5). Temuan ini berbeda dengan laporan Pervez & Omark (2005) tanggap fungsional *C. sexmaculata* pada mangsa *A. craccivora* yakni tipe II. Tanggap fungsional tipe I berarti laju pemangsaan meningkat atau menurun sehubungan dengan peningkatan dan penurunan kerapatan mangsa. Pada mangsa *A. gossypii* dan *M. persicae* tipe tanggap fungsional tergolong

tipe III ( $r = 1,00$ ) (Gambar 2). Nelly *et al.*, (2013) melaporkan tanggap fungsional *C. sexmaculata* tipe III pada mangsa *A. gossypii*. Berbeda dengan laporan Hidayat *et al.*, (2021) tanggap fungsional pada *M. persicae* dan *Bemisia tabaci* yakni tipe I. Padahal tanggap fungsional tipe III lebih umum dilaporkan pada *Coccinellidae*. Respons fungsional tipe III juga dilaporkan pada tribe Stethorini, Sohrabi & Shishehbor (2007) melaporkan respons fungsional tipe III pada *Stethorus gilvifrons* yang memakan *Tetranychus turkestanii*.

Tabel 5. Tipe tanggap fungsional *C. sexmaculata* pada beberapa mangsa

Mangsa	Persamaan regresi	Nilai r	Tipe tanggap fungsional
<i>A. gossypii</i>	Regresi linear $Y = 0,9983x - 0,7733$	0,9951	Tipe III
	Regresi hiperbolik $Y = 8,7229e^{0,0345x}$	0,9468	
	Regresi sigmoid $Y = 26,994\ln(x) - 57,59$	1,0000	
<i>A. craccivora</i>	Regresi linear $Y = 0,4669x + 2,8933$	0,9824	Tipe I
	Regresi hiperbolik $Y = 6,7833e^{0,0269}$	0,9603	
	Regresi sigmoid $Y = 12,648\ln(x) - 23,758$	0,9045	
<i>M. persicae</i>	Regresi linear $Y = 0,8063x + 2,1467$	0,9924	Tipe III
	Regresi hiperbolik $Y = 8,4705 e^{0,0324x}$	0,8965	
	Regresi sigmoid $Y = 22,394\ln(x) - 45,754$	1,0000	



Gambar 4. Tipe tanggap fungsional *C. sexmaculata* terhadap mangsa yang berbeda

Pada tanggap fungsional tipe III peningkatan pemangsa berlangsung lambat, diikuti peningkatan yang lebih cepat, kemudian konstan (Gambar 4). Omark *et al.* (2005) yang menyebutkan bahwa perbedaan nilai parameter respon fungsional yaitu koefisien laju pemangsaan dan waktu

pemangsaan disebabkan oleh adanya variasi ukuran mangsa, kerakusan pemangsa, faktor kenyamanan, tingkat kelaparan pemangsa, kemampuan pemangsa untuk mencerna mangsa, dan kecepatan bergerak. Ditambahkan Agarwala *et al.* (2001) bahwa area pencarian dan kualitas habitat mangsa

juga dapat menyebabkan variasi dalam respon fungsional dari pemangsa. Respon fungsional memberikan informasi berharga tentang mekanisme yang mendasari dinamika predator dengan mangsa (Okuyama, 2013). Baru-baru ini disampaikan Costa *et al.* (2017) bahwa potensi agen pengendali hayati dapat dinilai dari respon fungsional dan numeriknya terhadap hama.

## KESIMPULAN

*C. sexmaculata* merupakan kandidat agens pengendali hayati *A. gossypii*, *A. grasivora*, *M. persicae* yang efektif pada tanaman cabai. Secara ekologi *C. sexmaculata* memiliki kelimpahan yang tinggi pada pertanaman cabai dibandingkan spesies *Coccinellidae* predator yang lain. Selain itu *C. sexmaculata* juga memiliki kemampuan bertahan hidup yang tinggi ditandai dengan kurva sintasan tipe III dimana kematian banyak ditemukan pada stadia muda hal tersebut hal yang umum pada kondisi alami. Sebagian besar parameter demografi *C. sexmaculata* juga menunjukkan kemungkinan peningkatan populasi pada setiap generasi. Tipe tanggap fungsional *C. sexmaculata* adalah tipe I dan III yang menunjukkan predator tersebut efektif mengendalikan kutudaun pada tanaman cabai. Sebagian besar pengujian pada penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium maka penting untuk melakukan penelitian pada skala lapangan dengan kondisi yang lebih dinamis untuk mempengaruhi perkembangan dan pemangsaan *C. sexmaculata*.

## DAFTAR PUSTAKA

Abbas, K., Zaib, M. S., Zakria, M., Hani, U. E., Zaka, S. M., & Ane, M. N. U. (2020). *Cheilomenes sexmaculata* (*Coccinellidae*: Coleoptera) as a potential biocontrol agent for aphids based on age-stage, two-sex life table. *PLoS ONE*, 15(9 September 2020).

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228367>

Agarwala, B. ., & Yasuda, H. (2000). Competitive ability of ladybird predators of aphids: A review of *Cheilomenes sexmaculata* (Fabr.) (Coleoptera: *Coccinellidae*) with a worldwide checklist of preys. *J. Aphidology*, 1-20., 1–20.

Ali Khan, A., Ahmad Kundoo, A., Akhtar Ali Khan, I. (2017). Coccinellids as biological control agents of soft bodied insects: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(5), 1362–1373.

<https://www.researchgate.net/publication/320271476>

Aprila, M., Rover, R., & Efendi, S. (2019). Diversitas *Coccinellidae* predator pada ekosistem pertanaman cabai di tiga Kecamatan Kabupaten Kuantan Singingi. *Jurnal Agronomi Tanaman Tropika (Juatika)*, 1(1), 32–41. <https://doi.org/https://doi.org/10.36378/juatika.v1i1.35>

Arsi, A., Sukma, A. T., BP, K. C., F, M. R., Gustiar, F., Irmawati, I., SHK, S., Hamidson, H., Pujiastuti, Y., Gunawan, B., Umayah, A., & Nurhayati, N. (2021). Keanekaragaman arthropoda dan intensitas serangan pada tanaman cabai (*capsicum annum* L.) di Desa Tanjung Pering Kecamatan Indralaya Utara. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 18(2), 183. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v18i2.6584>

Ashwini, M., & Shukla, A. (2022). Predatory potential of zig zag ladybird beetle, *Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius) (*Coccinellidae*: Coleoptera) on cowpea aphid, *Aphis craccivora* (Koch) (Aphididae: Hemiptera). *The Pharma Innovation Journal*, 11(8), 203–206.

Efendi, S. (2023). Rekayasa pertanaman cabai dengan refugia dan tanaman pinggir sebagai strategi meningkatkan keanekaragaman dan mempercepat kehadiran *Coccinellidae* predator. *Agrika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 17(2), 232–247. <https://doi.org/https://doi.org/10.31328/>

- ja.v17i2.4968
- Efendi, S., Yaherwandi, & Nelly, N. (2017a). Analisis keanekaragaman *Coccinellidae* predator dan kutu daun (*Aphididae* spp) pada ekosistem pertanaman cabai di Sumatera Barat. *Jurnal BiBioT*, 1(2), 67–80. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22216/jbbt.v1i2.1697>
- Efendi, S., Yaherwandi, & Nelly, N. (2017b). Biologi dan statistik demografi *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Coleoptera: *Coccinellidae*) predator *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). *Floratek*, 12(2), 75–89. <https://jurnal.usk.ac.id/floratek/article/view/8940>
- Efendi, S., Yaherwandi, Y., & Nelly, N. (2018). Biologi dan statistik demografi *Coccinella transversalis* Thunberg (Coleoptera: *Coccinellidae*), predator *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 22(1), 91. <https://doi.org/https://doi.org/10.22146/jpti.28409>
- Feruskandinavita, A. (2009). *Keanekaragaman Spesies Kumbang Koksi (Coleoptera: Coccinellidae) pada Tanaman Solanaceae Dengan Aplikasi dan Tanpa Aplikasi Insektisida*. Sriwijaya.
- Godfray, H. C. J. (1994). *Parasitoids. Behavioral and evolutionary ecology*. Princeton University Press.
- Hemptinne, J., Gaudin, M., Dixon, A. F. G., & Lognay, G. (2000). Social feeding in ladybird beetles : adaptive significance and mechanism. *Chemoecology*, 152, 149–152.
- Hidayat, P., Tambunan, V. B., & Putirama, K. D. (2021). Tanggap fungsional predator *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius) dan *Micraspis lineata* (Thunberg) (Coleoptera: *Coccinellidae*) terhadap kutukebul *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) dan kutudaun *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Jurnal Entomologi Indonesia*, 18(3), 199–206. <https://doi.org/10.5994/jei.18.3.199>
- Hodek, I., & Honěk, A. (2009). Scale insects, mealybugs, whiteflies and psyllids (Hemiptera, Sternorrhyncha) as prey of ladybirds. *Biological Control*, 51(2), 232–243. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.05.018>
- Holling, C. (1959). Some Characteristics of Simple Types of Predation and Parasitism. *The Canadian Entomologist*, 91(7), 385–398. <https://doi.org/https://doi.org/10.4039/Ent91385-7>
- Holling, C. S. (1961). Principles of insect predation. *Annual Review of Entomology*, 6(1), 163–182. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.06.010161.001115>
- Irsan, C. (2008). Keanekaragaman spesies kutudaun dan musuh alaminya pada tanaman budidaya dan tumbuhan liar di Rawa Lebak Sumatera Selatan. *Prosiding Seminar Nasional V. Pemberdayaan Keanekaragaman Serangga Untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat*.
- Khodijah. (2014). Kelimpahan serangga predator kutudaun *Aphis gossypii* di sentra tanaman sayuran di Sumatera Selatan. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 6(2), 52–60. <https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v6i2.3100>
- Kuroda, T., & Miura, K. (2003). Comparison of the effectiveness of two methods for releasing *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: *Coccinellidae*) against *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on cucumbers in a greenhouse. *Appl. Entomol. Zool*, 38, 271–274.
- Lisdayani, & Wahyuni, H. (2022). Pengelolaan tanaman refugia sebagai mikrohabitat musuh alami pada tanaman cabai merah. *Jurnal Agrium*, 25(1), 1–6.
- Magurran, A. E. (2019). *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing.
- McCluney, K. E. (2017). Implications of animal water balance for terrestrial food webs. *Current Opinion in Insect Science*, 23, 13–21. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2017.06.007>

- McKenzie, C., & Cartwright, B. (1994). Susceptibility of *Aphis gossypii* (Glover) to insecticides as affected by host plant using a rapid bioassay. *J. Entomol. Sci*, 29, 289–301.
- Muharam, A., & Setiawati, W. (2007). Teknik perbanyakkan masal predator *Menochilus sexmaculatus* pengendali serangga *Bemisia tabaci* vektor virus kuning pada tanaman cabai. *Jurnal Hortikultura*, 17(4), 365–373.
- Nelly, N., Trizelia, T., & Syuhadah, Q. (2013). Tanggap fungsional *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae) terhadap *Aphis gossypii* (Glover) (Homoptera: Aphididae) pada umur tanaman cabai berbeda. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 9(1), 23–31. <https://doi.org/10.5994/jei.9.1.23>
- Obata, S. (1997). The influence of aphids on the behaviour of adults of the ladybird beetle, *Harmonia axyridis* (Col.: Coccinellidae). *Entomophaga*, 42(1), 103–106.
- Omkar, O., & James, B. E. (2004). Influence of prey species on immature survival, development, predation and reproduction of *Coccinella transversalis* Fabricius (Col., Coccinellidae). In *Article in Journal of Applied Entomology*. [www.blackwell-synergy.com](http://www.blackwell-synergy.com)
- Omkar, Pervez, A., Mishra, G., Srivastava, S., Singh, S. ., & Gupta, A. (2005). Intrinsic advantages of *Cheilomenes sexmaculata* over two coexisting Coccinella species (Coleoptera: Coccinellidae). *Insect Sci*, 12, 179–184.
- Omkar, Singh, S. K., & Singh, K. (2006). Effect of age on reproductive attributes of an aphidophagous ladybird, *Cheilomenes sexmaculata*. *Insect Science*, 13(4), 301–308. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7917.2006.00098.x>
- Papanikolaou, N. E., Milonas, P. G., Kontodimas, D. C., Demiris, N., & Matsinos, Y. G. (2014). Life table analysis of *Propylea quatuordecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) at constant temperatures. *Annals of the Entomological Society of America*, 107(1), 158–162. <https://doi.org/10.1603/AN13130>
- Pervez, A., & Omkar. (2005). Functional responses of coccinellid predators: An illustration of a logistic approach. *Journal of Insect Science*, 5, 1–6. <https://doi.org/10.1673/031.005.0501>
- Pervez, A., & Omkar. (2006). Ecology and biological control application of multicoloured Asian ladybird, *Harmonia axyridis*: A review. In *Biocontrol Science and Technology* 16 (2):111–128. <https://doi.org/10.1080/09583150500335350>
- Priyadarshani, T., Hemachandra, K., Sirisena, U., & Wijayagunasekara, H. (2016). Developmental biology and feeding efficiency of *Menochilus sexmaculatus* (Coleoptera: Coccinellidae) (Fabricius) reared on *Aphis craccivora* (Homoptera: Aphididae) (Koch). *Tropical Agricultural Research*, 27(2), 115–122. <https://doi.org/10.4038/tar.v27i2.8160>
- Putra, I. L. I., & Utami, L. B. (2020). Keanekaragaman serangga musuh alami pada tanaman cabai di Desa Wiyoro, Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. *AL-KAUNIYAH: Jurnal Biologi*, 13(1), 1–12.
- Ramadhan, T. H., Trisyono, Y. A., Mahrub, E., Wijonarko, A., Subandiyah, S., & Beattie, G. A. C. (2008). Pengaruh jenis mangsa dan suhu pada perkembangan *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae) dan peranannya dalam pengendalian *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 14(1), 29–34.
- Riyanto, Herlinda, S., Irsan, C., & Umayah, A. (2011). Kelimpahan dan keanekaragaman spesies serangga predator dan parasitoid *Aphis gossypii* di Sumatera Selatan. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 11(1), 57–68.
- Rogers, D. (1972). Random search and insect population models. *Journal of Animal*

- Ecology* 41:369-383, 41, 369–383.
- Ruchin, A. B., Egorov, L. V., & Semishin, G. B. (2019). Ladybird beetles fauna (Coleoptera: Coccinellidae) of the republic of Mordovia, Russia. *Biodiversitas*, 20(2), 316–327. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200203>
- Saleem, M., Hussain, D., Anwar, H., & Saleem, M. (2014). Predation efficacy of *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae) against *Macrosiphum rosae* under laboratory conditions. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 2(3), 160–163.
- Satar, S., Kersting, U., & Uygun, N. (1999). Development and fecundity of *Aphis gossypii* (Glover) (Homoptera: Aphididae) on three Malvaceae hosts. *J. Agric. For*, 23, 637–643.
- Singh, Y. P., Meghwal, H. P., & Singh, S. P. (2008). Biology and feeding potential of *Cheilomenes sexmaculata* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae) on mustard aphid. *Annals of Arid Zone*, 47(2), 185–190.
- Slipinski, A. (2007). *Australian Ladybird Beetles (Coleoptera: Coccinellidae)*. CSIRO Entomology. [www.publish.csiro.au](http://www.publish.csiro.au)
- Slipinski, A., Li, J., & Pang, H. (2020). *Ladybird Beetles of the Australo-Pacific Region*. CSIRO Publishing.
- Solangi, B. K., Hullio, M. H., & Baloch, N. (2007). Parameters and prey consumption by zigzag beetle *Menochilus sexmaculatus* Fab. against *Rhopalosiphum maidis* fitch, *Aphis gossypii* glov. and *Therioaphis trifolii* monell. *Sarhad Journal of Agriculture*, 23(4), 1097–1101.
- Solomon, M. (1949). The natural control of animal population. *Journal of Animal Ecology*, 18(1), 1–35. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/1578>
- Surya, E., Armi, M., Ridhwan, Jailani, Hakim, L., & Notalia, R. (2020). Tingkat keanekaragaman hama serangga dan musuh alami (predator) pada tanaman cabai merah (*Capsicum Annuum* L.) di Desa Limpok Kecamatan Darussalam Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Biology Education*, 8(2), 1–9.
- Tobing, M. C., & Nasution, D. B. (2007). Biologi predator *Cheilomenes sexmaculata* (Fabr.) (Coleoptera: Coccinellidae) pada kutu daun *Macrosiphoniela sanborni* Gilette (Homoptera: Aphididae). *Agritrop*, 26(3), 99–104.
- Toha, M. (1984). *Biologi dan perilaku Menochilus sexmaculatus F. (Coleoptera: Coccinellidae) Pada Aphis craccivora K. (Hemiptera: Aphididae)* [Institut Pertanian Bogor]. <http://repository.ut.ac.id/6257/1/40005.pdf>
- van Lenteren, J., & Bueno, V. (2003). Augmentative biological control of arthropods in Latin America. *BioControl*, 48, 123–139.
- Vorburger, C., Gouskov, A., & Von Burg, S. (2012). Genetic covariation between effectiveness and cost of defence in aphids. *Biology Letters*, 4, 674–676.
- Wiradarma, I. G. A. A., Yuliadhi, K. A., & Widaningsih, D. (2018). Efikasi insektisida imidakloprid 25 % terhadap struktur populasi (*Myzus persicae* sulzer) dan musuh alami pada tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Agroekoteknologi Tropika*, 7(4), 489–498.
- Yasuda, H., & Ishikawa, H. (1999). Effects of prey density and spatial distribution on prey consumption of the adult predatory ladybird beetle. *Journal of Applied Ecology*, 123, 585–589.
- Yi, C., Teng, D., Xie, J., Tang, H., Zhao, D., Liu, X., Liu, T., Ding, W., & Khashaveh, A. (2023). Volatiles from cotton aphid (*Aphis gossypii*) infested plants attract the natural enemy *Hippodamia variegata*. *Frontiers in Plant Science Plant Pathogen Interactions*, 14, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1326630>
- Yulia, R., Susanna, S., & Hasnah, H. (2021). Komparasi keanekaragaman serangga pada tanaman cabai merah, cabai rawit dan tomat. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(3), 338–346. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v6i3.17436>