

# 1 PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Famili Tetranychidae atau tungau laba-laba mempunyai banyak spesies yang berpotensi sebagai hama penting pertanian. Kebanyakan spider mite adalah polifag, memiliki 1200 spesies dari 70 genus diseluruh dunia (Gerson *et al.* 2003). Tungau berasal dari bahasa Yunani yaitu *acari* yang berarti seekor tungau (Borror *et al.* 1996). Pada beberapa dekade terakhir ini, kerusakan yang disebabkan tungau tetranychid semakin meningkat, salah satunya akibat aplikasi pestisida yang kurang bijaksana. *Tetranychus kanzawai* Kishida merupakan spesies famili Tetranychidae yang sangat merusak dan bersifat kosmopolit dan dapat dijumpai hampir di seluruh belahan dunia (Kasap 2005). Tungau ini dapat menyerang lebih dari 100 spesies tanaman termasuk tanaman pertanian dan tanaman hias (Zhang 2003). Tanaman yang terinfeksi *T. kanzawai* akan memiliki gejala seperti permukaan bawah daun berwarna perak kekuningan sampai kecoklatan, jaring-jaring menutupi daun dan batang serta kering dan mati bila populasi tungau sangat padat (Zhang 2003). Pada umumnya tungau ini mudah dijumpai di lapangan, namun juga menjadi hama pada pertanaman dalam rumah kaca, karena jumlah generasinya yang tinggi dalam satu musim menyebabkan kerusakan yang ditimbulkannya juga besar.

Serangan tungau merah dapat merusak karena baik nimfa maupun imagonya mengisap cairan dari daun, cabang muda dan buah dari inangnya. Tungau laba-laba juga mengeluarkan toksin pada waktu makan sehingga mengganggu proses metabolisme tanaman yang berakibat pada pengurangan serat, biji dan buah serta menyebabkan daun menjadi kuning, kering dan akhirnya daun gugur. Pada serangan yang berat dapat menyebabkan kematian tanaman. Saat ini pengendalian yang banyak dilakukan untuk mengendalikan hama tungau ini masih menggunakan cara kimia yaitu penyemprotan dengan akarisida namun penggunaan yang berlebihan secara terus menerus menimbulkan masalah, antara lain terjadinya resistensi hama, peningkatan populasi hama, pencemaran lingkungan, dan residu pada produk pertanian. Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan tersebut digunakan cara pengendalian lain yang lebih aman dan ramah lingkungan yaitu dengan menggunakan agens hayati, contohnya predator sebagai agen pengendali tungau (Santoso 2012).

Salah satu predator yang sering dimanfaatkan sebagai pengendali tungau tetranychid adalah kumbang koksi (Coleoptera: Coccinellidae). Foltz (2002) memperkirakan bahwa terdapat sekitar 5000 spesies koksi predator di seluruh dunia, sedangkan Fiaboe *et al.* (2007) menyebutkan angka 5.200 spesies. Beberapa spesies kumbang koksi dilaporkan mampu mengendalikan beberapa jenis hama tanaman, misalnya, *Stethorus* sp. yang merupakan predator khusus tungau (Huffaker *et al.* 1969). Pada tahun 1967 di Amerika Utara dilaporkan *Stethorus* sp. memangsa semua stadia tungau. *Stethorus* sp. adalah salah satu agen kontrol biologis tungau laba-laba (Chazeau 1985, Roy *et al.* 2003, Roy *et al.* 2005, Biddinger *et al.* 2009). *Stethorus* sp. diketahui sering memangsa tetranychid *Panonychus ulmi* Koch, *Tetranychus urticae* (Hull dan Horsburgh 2007) dan *P. citri* McGregor (Puspitarini 2005).

Larva dan imago *Stethorus* sp. merupakan predator yang khusus memangsa tungau tetranychid dan beberapa tenuipalpid. Di Jawa Timur, spesies dari genus *Stethorus* telah diamati memakan tungau laba-laba yang menginfestasi tanaman pepaya, mangga, singkong, apel dan beberapa gulma (Kalshoven 1981).

Terdapat 32 jenis predator yang telah dilaporkan menyerang tungau. Predator tungau yang paling penting dari family coccinellidae adalah *Oligota minuta* untuk *Mononychellus tanajoa*, *Stethorus tridens* untuk *T. urticae* dan *T. cinnabarinus*. Yanagita *et al.* (2014) melaporkan bahwa *Scolothrips takahashii* merupakan thrip predator yang dapat digunakan sebagai agen hayati yang efektif terhadap *T. urticae* pada tanaman strawberry. Predator *Orius minutus* (Fathi 2013), *Coccinella septempunctata* (Sirvi dan Singh 2014), *Stethorus gilvifrons* (Ahmad *et al.* 2010), dan *Stethorus punctillum* (Gorski dan Eajfer 2003) dinilai sebagai agen hayati yang potensial sebagai pengendali tungau.

Meskipun demikian, keberhasilan pemanfaatan kumbang koxsi predator sebagai agens pengendali hayati ditentukan oleh berbagai faktor ekologi dan biologi. Kajian tentang proses pertumbuhan suatu organisme biasanya disajikan secara sistematis pada sebuah Tabel yang disebut neraca kehidupan, yang memuat data sintasan dan keperidian individu-individu dalam suatu populasi.

Studi tersebut meliputi kuantifikasi pola siklus hidup serta pengamatan pola perubahan dari mortalitas pada setiap tahap kehidupan. Sementara itu, aspek demografi suatu populasi terdapat dalam neraca kehidupan (life table) (Mawan dan Herma 2011). Di sisi lain, hasil studi tentang biologi, neraca kehidupan dan demografi akan memberikan informasi tentang hubungan antara agens hayati dengan hama sebagai mangsanya yang digunakan sebagai dasar untuk aplikasi di lapangan. Di dalam neraca kehidupan terdapat deskripsi yang sistematis tentang mortalitas dan kelangsungan hidup suatu populasi. Informasi tersebut merupakan informasi dasar yang diperlukan dalam menelaah perubahan kepadatan dan laju pertumbuhan atau penurunan suatu populasi (Price 1997). Perubahan-perubahan ukuran populasi dikenal dengan dinamika populasi. Sebagian populasi berubah ukurannya, dalam hal ini jumlah individu yang terlibat didalamnya, menurut kondisi lingkungan yang sesuai untuk menghasilkan lebih banyak atau lebih sedikit individu dibanding dengan jumlah individu yang mati dalam selang waktu tertentu. Kelahiran, kematian, dan pergerakan merupakan tiga bagian perubahan dalam dinamika populasi.

Pada umumnya pertumbuhan populasi suatu makhluk hidup merupakan proses yang berlangsung kontiniu, karena naik turunnya populasi dapat dipengaruhi oleh peristiwa-peristiwa yang berkaitan dengan perkembangan inang, musuh-musuh alami, dan faktor fisik lingkungan yang berlangsung pada periode waktu tertentu (Tarumingkeng 1994). Oleh karenanya, perlu dilakukan penelitian guna mengetahui potensi predator *Stethorus* sp. tersebut terhadap tungau *Tetranychus kanzawai* Kishida.

### Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan statistik demografi, preferensi mangsa, serta tanggap fungsional kumbang predator *Stethorus* sp. pada tungau *T. kanzawai*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.

2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

## Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah memberikan informasi tentang statistik demografi, preferensi serta tanggap fungsional kumbang predator *Stethorus* sp. yang potensial untuk dimanfaatkan sebagai agens pengendalian hayati.

@Hak cipta milik IPBUniversity

IPBUniversity

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.



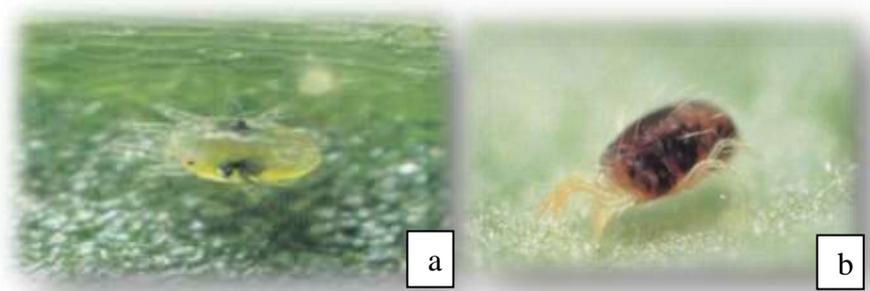


## 2 TINJAUAN PUSTAKA

### Tungau *Tetranychus kanzawai* Kishida

@HakopnilitaIPBUniversity

Siklus hidup *Tetranychus kanzawai* terdiri dari telur, larva, nimfa (protonimfa, deutonimfa) dan dewasa. Telur umumnya diletakkan pada permukaan bawah daun tapi terkadang juga pada permukaan atas daun bila populasi *T. kanzawai* berlimpah. Telur berbentuk bulat seperti bola dan saat baru diletakkan berwarna putih bening. Larva dan nimfa berwarna hijau kekuningan dengan bintik gelap pada bagian dorsolateral idiosoma (Ehara 2002).



Gambar 1 *Tetranychus kanzawai* (a) pradewasa, (b) dewasa (sumber: Ehara 2002)

Tungau dewasa umumnya berwarna merah atau merah kekuningan (Ehara 2002). Tungkai berwarna kekuningan. Betina dewasa berukuran sekitar 400-500 µm dan jantan dewasa lebih kecil dengan hysterosoma yang meruncing. *T. kanzawai* jantan memiliki knob yang besar pada aedeagus (Zhang 2003). Tungau ini memintal sarang jaring yang halus disekeliling daun sebagai tempat untuk menambatkan telur dan juga sebagai pelindung agar koloni tungau tidak terganggu (Deciyanto *et al.* 1991).

*T. kanzawai* pertama kali ditemukan pada tanaman murbei di Jepang (Kishida 1927). Walter dan Proctor (1999) menyatakan bahwa sebelum perang dunia II, tungau ini merupakan hama sekunder yang menyebabkan kerusakan namun tidak begitu berarti, penggunaan pestisida kimiawi secara intensif menyebabkan perubahan status pada spesies ini menjadi hama penting pada tanaman pertanian. Spesies tungau ini bersifat kosmopolit dan dapat dijumpai hampir di seluruh belahan dunia. Selain itu, *T. kanzawai* dapat menyerang lebih dari 100 spesies tanaman. Pada umumnya tungau ini mudah dijumpai di lapangan, namun juga menjadi hama pada pertanaman dalam rumah kaca. Gejala kerusakan yang diakibatkan tungau hama ini bervariasi tergantung jenis tanamannya. Nekrotik merupakan gejala yang pasti terjadi pada daun yang terserang tungau hama ini, kemudian daun tersebut mengering, kepadatan tungau yang tinggi dapat menyebabkan kematian tanaman. Populasi *T. kanzawai* dapat meningkat dalam waktu yang cepat. Hal ini berkaitan dengan waktu perkembangan *T. kanzawai* yang singkat dan keberhasilan hidup sampai tahap imagonya dapat mencapai 80%. Nisbah kelamin bersifat *female biased* dengan nilai 1:3. Imago betina memiliki lama hidup yang lebih panjang dibandingkan imago jantan. Tingkat fekunditas bervariasi dan dipengaruhi oleh suhu. Satu imago betina dapat bertelur sebanyak 28-76 butir pada kisaran suhu 15-30°C (Zhang 2003).

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.  
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

## Kumbang Predator *Stethorus* sp.

Coccinellidae merupakan musuh alami yang penting untuk beberapa spesies hama, seperti kutukebul (Gerling 1990), kutudaun (Hodek 1973, Frazer 1988), mealybugs (Hodek 1973), scales (de Bach 1976, Drea dan Gordin 1990) dan tungau (Hodek 1973). Salah satu genus dari Coccinellidae yaitu *Stethorus* sp. adalah kumbang predator yang merupakan agen kontrol biologis tungau laba-laba (Chazeau 1985, Roy *et al.* 2003, Roy *et al.* 2005, Biddinger *et al.* 2009). Hal serupa dikemukakan oleh McMurtry *et al.* 1970, Rott dan Ponsonby 2000, Ullah 2000) yang menyatakan bahwa genus *Stethorus* merupakan pemangsa tungau laba-laba. Beberapa spesies *Stethorus* telah dilaporkan efektif sebagai agen biokontrol tungau laba-laba (Putman 1955, Hull *et al.* 1977, Gotoh *et al.* 2004, Mori *et al.* 2005). Imago dan larva *Stethorus* memangsa semua stadia tungau laba-laba (Putman 1955, Tanigoshi 1977, Roy *et al.* 2003, 2005)

Di Jawa Timur, spesies *Stethorus* telah diamati memangsa tungau laba-laba yang menginfestasi pepaya, mangga, singkong, apel dan beberapa gulma selama sekitar 25 tahun (Kalshoven 1981). Ada beberapa spesies dari genus ini yang diidentifikasi sebagai agen pengendali hayati terhadap tungau laba-laba (Pollock dan Michels 2007, Biddinger *et al.* 2009). Hull (1977) dan Roy *et al.* (1999) juga berpendapat bahwa genus *Stethorus* telah diketahui sebagai agen biokontrol potensial tungau laba-laba pada tanaman pertanian.

Haji Zadeh *et al.* (1996) dan Afshari *et al.* (2001) melaporkan bahwa spesies dari *Stethorus gilvifrons* mampu memakan telur dan imago dari *Panonychus ulmi*, *Tetranychus urticae*, *Tetranychus turkestanii* dan *Oligonychus sacchari* dengan menghisap jaringan mereka setelah menghancurkan exoskeletonnya. *Stethorus* sp. memiliki kapasitas makan yang tinggi dan spesifik pada stadia larva dan imago, selain itu kemampuan pencariannya konstan pada rentan temperature yang luas. Ditemukan bahwa kumbang dewasa lebih suka kepadatan mangsa tinggi. Dengan penambahan kepadatan mangsa, durasi perubahan instar larva lebih cepat dan kapasitas makan meningkat. Kapasitas makan kumbang dewasa meningkat ketika suhu dinaikkan menjadi 40° C (Roy *et al.* 2002)

Tidak seperti serangga lainnya, imago betina *Stethorus* tidak memiliki kelenjar spermathecal (Hodek 1967, Kovar 1996), hal ini mengindikasikan bahwa imago betina sering menghasilkan embrio subur (Putman 1955). Informasi tentang biologi, kelimpahan, serta potensi kumbang ini sebagai musuh alami masih sangat terbatas. Oleh karena itu, berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi dasar tentang statistik demografi, preferensi, serta tanggapan fungsional kumbang predator *Stethorus* sp. sebagai agens pengendali hama tanaman pertanian pada program Manajemen Hama Terpadu khususnya di Indonesia.

## Neraca Hayati

Neraca hayati merupakan studi yang berisikan data sintasan dan keperidian per individu dalam suatu kelompok atau populasi. Berdasarkan data yang dihasilkan dapat ditentukan peluang harapan hidup suatu individu (Oka 1995). Menurut Price (1997) neraca tersebut digunakan karena adanya generasi tumpang



tindih yang disebabkan karena terjadi kematian dan kelahiran pada waktu yang bersamaan. Neraca hayati pada serangga sangat penting dikaji untuk mengetahui perkembangan, distribusi, dan kelimpahan serangga (Andrewartha dan Birch 1954). Setiap serangga memiliki masa perkembangan yang berbeda-beda. Berdasarkan neraca hayati dapat ditentukan berbagai data statistik yang merupakan informasi populasi seperti kelahiran (natalitas), kematian (mortalitas) dan peluang untuk berkembangbiak (Tarumingkeng 1992, Price 1997, Begon *et al.* 2006). Individu betina memiliki proporsi yang sangat penting dalam neraca hayati. Hal ini sangat berkaitan dengan jumlah individu yang dihasilkan terutama keturunan betinanya (Price 1997).

Neraca hayati yang umum digunakan ada dua jenis, yaitu neraca hayati horizontal (*cohort life table*) dan neraca hayati vertikal atau statis (*current life table*). Pada neraca hayati horizontal pemantauan dilakukan terhadap keberlangsungan hidup dari individu-individu yang dilahirkan bersamaan pada periode pendek. Neraca ini sering digunakan untuk spesies yang berumur pendek seperti serangga, yang perkembangan hidupnya dapat diamati di laboratorium, sedangkan neraca hayati vertikal atau statis (*current life table*), digunakan untuk memantau keberlangsungan hidup dari individu-individu yang berbeda umur dalam populasi dan kurun waktu yang sama, sering digunakan untuk organisme yang rentang perkembangan hidupnya lama, contohnya manusia (Tarumingkeng 1992, Carey 1993).

Menurut Carey (1993) neraca hayati cohort terdiri dari usia ( $x$ ), kemampuan bertahan hidup ( $l_x$ ), proporsi individu bertahan hidup pada usia  $x$  hingga  $x+1$  ( $p_x$ ), proporsi individu yang mati pada umur  $x$  hingga  $x+1$  ( $q_x$ ), laju kematian individu pada umur  $x$  hingga  $x+1$  ( $d_x$ ), panjang waktu hidup individu yang mencapai usia  $x$  ( $l_x$ ), jumlah individu hidup yang tersisa dari semua individu yang mencapai usia  $x$  ( $T_x$ ), harapan hidup dari individu yang mencapai umur  $x$  ( $e_x$ ). Dalam menyusun neraca hayati terlebih dahulu harus ditentukan kisaran umur organisme tersebut (Oka 1995). Terdapat tiga peubah yang terkait terhadap keperidian pada neraca hayati, yaitu  $F_x$ ,  $m_x$ , dan  $l_x m_x$  (Begon *et al.* 2006). Peubah  $F_x$  dan  $m_x$  dihitung dari jumlah total keturunan yang dihasilkan dan rata-rata jumlah keturunan per individu pada setiap umur. Peubah  $F_x$  digunakan untuk menghitung laju reproduksi bersih ( $R_0$ ) atau nilai ini didapatkan dengan menjumlahkan nilai dari jumlah keturunan yang dihasilkan per individu pada setiap umur ( $\sum l_x m_x$ ). Laju pertumbuhan intrinsik ( $r$ ) dihitung berdasarkan nilai (logaritma natural/ $\ln$ ) dari laju reproduksi bersih ( $R_0$ ) terhadap rataan masa generasi ( $T$ ). Nilai reproduksi ( $R_V$ ) dihitung berdasarkan nilai keperidian individu ( $m_x$ ), sintasan harian individu ( $l_x$ ), dan laju reproduksi bersih ( $R_0$ ). Menurut Carey (1993) dengan menggunakan data neraca hayati dapat dihitung berbagai parameter pertumbuhan populasi. Parameter pertumbuhan populasi pada neraca hayati meliputi laju reproduktif kotor (GRR), laju reproduktif bersih ( $R_0$ ), masa generasi ( $T$ ), laju pertumbuhan intrinsik ( $r$ ) yang dihitung berdasarkan data  $l_x$  dan  $m_x$  (Rauf dan Hidayat 1987).

Masa hidup serangga dapat dibagi menjadi dua tahap yaitu periode perkembangan dan periode imago. Periode perkembangan mulai dari telur menetas sampai imago, sedangkan periode imago yaitu selama imago hidup biasanya disebut sebagai umur imago (van Alphen dan Jervis 1996). Untuk perbandingan statistik antara perlakuan secara biologis dapat disajikan dengan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

menggunakan kurva sintasan, yang menunjukkan sebagian kecil dari setiap kelompok yang bertahan hidup pada saat tertentu.

### Preferensi Mangsa

Untuk melangsungkan kehidupannya, makhluk hidup membutuhkan makanan, dimana makanan yang dimakan dapat ditinjau dari dua aspek yaitu aspek kualitatif dan aspek kuantitatif. Aspek kualitatif terdiri atas palatabilitas, nilai gizi, daya cerna dan ukuran makanan. Sedangkan aspek kuantitatif terdiri atas kelimpahan dan kebutuhan makanan.

Berbagai spesies predator mempunyai preferensi terhadap mangsa tertentu. Preferensi diartikan sebagai derajat kesukaan predator terhadap mangsa tertentu, yang ditunjukkan oleh jumlah individu mangsa yang dimakan dan terbunuh oleh suatu individu predator dalam satu satuan waktu. Menurut Cineros dan Rosenheim (1998) preferensi merupakan seleksi terhadap satu tipe mangsa terhadap proporsi mangsa yang tersedia dalam satu lingkungan tertentu. Beberapa komponen yang berpengaruh pada preferensi terhadap mangsa adalah ketertarikan dan kesesuaian terhadap mangsa, pengenalan terhadap mangsa, keputusan menyerang atau tidak, menangkap serta mengkonsumsi mangsa. Hubungan antara jenis-jenis makanan yang dikonsumsi berbagai jenis hewan dengan ketersediaannya di lingkungan dapat memperlihatkan fenomena beralih preferensi. Misalnya apabila ketersediaan suatu jenis makanan di lingkungan rendah, maka penggunaan jenis makanan itu juga relatif rendah (tidak menampakan preferensi). Tetapi apabila ketersediaan makanan meningkat, maka serangga akan memperlihatkan preferensi yang tinggi terhadap jenis makanan tersebut.

Mangsa merupakan sumber daya nutrisi penting bagi predator. Mangsa yang berbeda dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan predator. Oleh karena itu, kumbang predator memiliki preferensi mangsa. Kesesuaian mangsa dapat dievaluasi dengan cara mempelajari pertumbuhan, perkembangan, daya tahan, dan fekunditas predator (Hagen 1987, Toft dan Wise 1999).

### Tanggap Fungsional Predator terhadap Mangsa

Istilah 'tanggap fungsional' pada awalnya diciptakan oleh Solomon untuk menggambarkan hubungan kepadatan mangsa mempengaruhi jumlah mangsa yang diserang per predator per satuan waktu (Hassel 2000). Pada awalnya tanggap fungsional dikembangkan dari model pemangsaan predator (Rogers 1972).

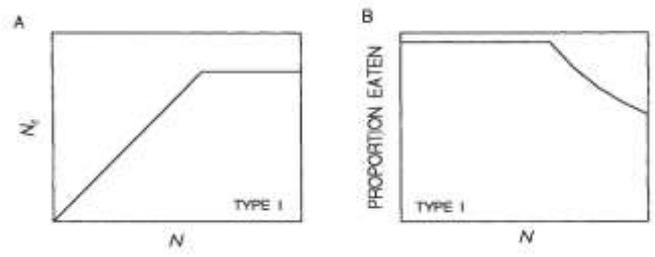
Tanggap fungsional pemangsa merupakan faktor kunci dalam dinamika populasi sistem predator-mangsa yang dapat menentukan apakah predator mampu dalam mengatur kepadatan mangsanya (Murdoch 1975). Tanggap fungsional harus menunjukkan ketergantungan terhadap kepadatan mangsa, yaitu pemangsa harus menanggapi kepadatan mangsa yang lebih tinggi dengan meningkatkan proporsi konsumsi mangsa yang tersedia dalam rentang kepadatan mangsa. Hassel (2000) menggolongkan tanggap fungsional menjadi tiga tipe: linier (Tipe I), hiperbolik (Tipe II), dan sigmoid (Tipe III).



### Tanggap Fungsional Tipe I

Tanggap fungsional tipe I memiliki grafik bersifat linier. Hal ini menunjukkan hubungan yang bersifat konstan. Tingkat predasi meningkat secara linier dengan peningkatan kepadatan mangsa, kemudian tingkat predasi menjadi konstan setelah predator berada dalam kondisi kenyang.

Tipe I berasal dari modifikasi sederhana tanggap fungsional linier dari persamaan Lotka-Volterra. Tipe I dijumpai pada interaksi yang stabil. Tanggap fungsional tipe I biasa ditemukan pada predator yang bersifat pasif seperti laba-laba.

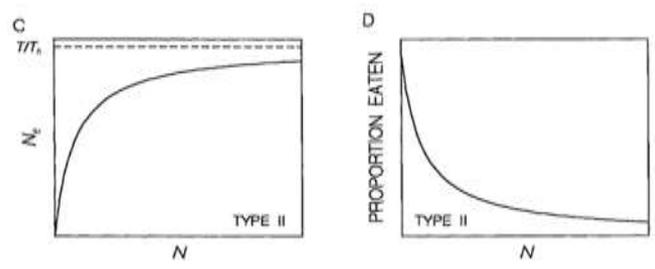


Gambar 2 Grafik tanggap fungsional tipe I. Hubungan antara mangsa yang dimakan ( $N_e$ ) dengan kepadatan mangsa yang tersedia ( $N$ ) pada Gambar A; hubungan antara proporsi mangsa yang dimakan ( $N_e/N$ ) dan kepadatan mangsa yang tersedia ( $N$ ) pada Gambar B (Vantornhout 2006)

### Tanggap Fungsional Tipe II

Tanggap fungsional tipe II memiliki grafik yang bersifat hiperbolik. Model tipe II berasal dari persamaan cakram Holling. Tingkat predasi meningkat seiring dengan peningkatan kepadatan mangsa secara konstan pada awalnya hingga kepadatan mangsa maksimum. Penurunan tingkat predasi akan terjadi secara cepat seiring meningkatnya mangsa sehingga terjadi bentuk grafik yang hiperbolik.

Pada tanggap fungsional tipe II terdapat waktu penanganan dan laju pemangsaan. Tanggap fungsional tipe II juga mudah ditemukan dalam kondisi lingkungan yang stabil. Grafik tipe II umumnya ditemukan pada predator atau parasitoid.



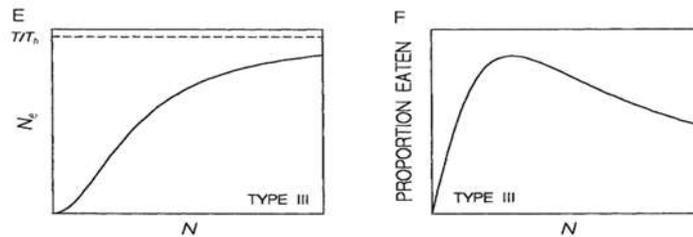
Gambar 3 Grafik tanggap fungsional tipe II. Hubungan antara mangsa yang dimakan ( $N_e$ ) dengan kepadatan mangsa yang tersedia ( $N$ ) pada Gambar C; hubungan antara proporsi mangsa yang dimakan ( $N_e/N$ ) dan kepadatan mangsa yang tersedia ( $N$ ) pada Gambar D (Vantornhout 2006)

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

### Tanggap Fungsional Tipe III

Tanggap fungsional tipe III memiliki grafik sigmoid. Tingkat predasi bersifat cekung pada kepadatan mangsa rendah, tapi akan bersifat cembung pada kepadatan mangsa tinggi. Tanggap fungsional tipe III dapat terjadi karena pembelajaran hal baru, perubahan kemampuan, atau hal lain yang belum diketahui yang terkadang disebut sebagai ekspresi preferensi. Sebagian besar proses menyertai perubahan nutrisi dari satu tipe mangsa ke tipe mangsa lainnya. Tanggap fungsional tipe III biasanya terjadi pada lingkungan sekitar kepadatan mangsa yang seimbang. Ketika kepadatan mangsa bertambah banyak, predator pun meningkat dan pengaruh stabilisasi lain mengakibatkan perilaku predator hilang. Stabilitas pada sistem tanggap fungsional tipe III dipengaruhi seluruh komponen dari biologi spesies dan interaksi antar spesies tersebut (Taylor 1984). Grafik tipe III umumnya terdapat pada predator yang memangsa beberapa spesies (Hidayani 2002).

Model tanggap fungsional tipe III menggambarkan bentuk grafik secara sigmoid. Pada awalnya predasi terjadi secara lambat kemudian meningkat cepat seiring bertambahnya kepadatan mangsa lalu tingkat predasi akan menurun pada kepadatan mangsa yang lebih tinggi lagi hingga mencapai kejenuhan.



Gambar 4 Grafik tanggap fungsional tipe III. Hubungan antara mangsa yang dimakan ( $N_e$ ) dengan kepadatan mangsa yang tersedia ( $N$ ) pada Gambar E; hubungan antara proporsi mangsa yang dimakan ( $N_e/N$ ) dan kepadatan mangsa yang tersedia ( $N$ ) pada Gambar F (Vantornhout 2006)



### 3 METODE PENELITIAN

#### Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2018 sampai dengan bulan Agustus 2019 di Laboratorium Ekologi Serangga, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

#### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tungau merah *T. kanzawai*, kumbang predator *Stethorus* sp., tanaman ubi kayu, spons busa, dan kapas. Alat yang digunakan antara lain cawan petri, pinset, kotak pemeliharaan serangga, toples, kuas khusus tungau, air, dan mikroskop.

#### Persiapan Penelitian

##### Persiapan Tanaman Inang dan Pemeliharaan Tungau *T. kanzawai*

Tanaman ubikayu digunakan untuk pemeliharaan tungau *T. kanzawai* sebagai mangsa kumbang predator. Pada penelitian ini digunakan ubikayu varietas Manggu yang banyak ditanam petani di sekitaran kampus IPB Dramaga. Bibit ubikayu 4 sampai 5 batang kemudian dimasukkan ke dalam wadah plastik berdiameter 15 cm yang berisi air hingga muncul tunas pada batang bibit (Gambar 5). Setelah itu tanaman ubikayu diinfestasi dengan tungau *T. kanzawai* dan dibiarkan berkembangbiak. Tungau kemudian dijadikan mangsa kumbang predator, baik untuk pemeliharaan maupun perlakuan.



Gambar 5 Tanaman inang untuk pemeliharaan tungau *T. kanzawai* (a) Bibit ubi kayu, (b) Bibit ubi kayu yang telah muncul tunas

##### Pemeliharaan Kumbang Predator *Stethorus* sp.

Kumbang predator yang diperoleh dari lahan pertanian selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dibiakkan pada kondisi laboratorium, dengan menggunakan tungau *T. kanzawai* sebagai mangsanya.

##### Arena Percobaan

Arena percobaan berupa cawan petri berdiameter 8 cm yang didalamnya ditempatkan busa plastik diameter 7 cm, di atas busa plastik diletakkan kapas.

Hak Cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Busa dan kapas selalu basah. Setelah itu, potongan daun ubi kayu yang berukuran 3 cm x 3 cm diletakkan di atas kapas.



Gambar 6 Arena percobaan

### Prosedur Penelitian

#### Identifikasi Kumbang Predator *Stethorus* sp.

Kumbang predator yang diperoleh dari lahan pertanian dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi spesiesnya.

#### Neraca Hayati *Stethorus* sp.

Pengamatan terhadap berbagai indikator neraca hayati *Stethorus* sp. dimulai dari fase telur sampai imago. Telur *Stethorus* sp. sebanyak 100 butir ditempatkan secara individual pada arena percobaan. Pengamatan dilakukan setiap hari dengan bantuan mikroskop untuk melihat lama pergantian stadia dan jumlah predator yang masih hidup. Pada stadia dewasa kumbang jantan dan betina dipasangkan. Setelah itu, pengamatan dilakukan dengan melihat parameter seperti fekunditas, keperidian, lama hidup, masa praoviposisi, oviposisi, dan pascaoviposisi. Selama pengamatan berlangsung, kumbang predator diberi mangsa berbagai stadia tungau *T. kanzawai*. Data hasil pengamatan biologi *Stethorus* sp. disajikan dalam neraca hayati yang terdiri atas :

$x$  : kelas umur (stadia) (hari)

$a_x$  : banyaknya individu yang hidup pada setiap umur pengamatan

$l_x$  : proporsi individu yang hidup pada umur  $x$  ( $l_x = a_x/a_0$ )

$m_x$ : keperidian individu pada kelas umur  $x$  atau jumlah anak betina per induk yang lahir pada kelas umur  $x$

$l_x m_x$  : banyak anak yang dihasilkan pada kelas umur

Berdasarkan neraca hayati diatas, 5 statistik demografi *Stethorus* sp. ditentukan menggunakan rumus (Birch 1948) dalam Kurniawan (2007) sebagai berikut :

1. Laju reproduksi kotor (GRR), dihitung dengan rumus :

$$GRR = \sum m_x$$

2. Laju reproduksi bersih ( $R_0$ ), dihitung dengan rumus :

$$R_0 = \sum l_x m_x$$

3. Laju pertambahan intrinsik ( $r$ ), dihitung dengan rumus :

$$\sum l_x m_x e^{-r_x} = 1$$

dengan  $r_{awal} = (\ln R_0)/T$

4. Rataan masa generasi (T), dihitung dengan rumus :

$$T = \sum x l_x m_x / \sum l_x m_x$$

5. Populasi berlipat ganda (DT), dihitung dengan rumus :

$$DT = \ln (2)/r$$

### Preferensi *Stethorus* sp. terhadap stadia *T. kanzawai*

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui preferensi mangsa dari kumbang predator *Stethorus* sp. terhadap stadia mangsa (telur, nimfa, dan imago) tungau hama *T. kanzawai*. Cawan petri dibagi menjadi 3 ruangan yang sama besar dan antar ruangan diberi pembatas. Daun ubi kayu yang telah diinokulasikan telur, nimfa, dan imago tungau *T. kanzawai*, masing-masing sebanyak 50 butir per 50 ekor, dimasukkan pada setiap ruangan. Selanjutnya, sebanyak 1 ekor larva instar 1, 2, 3, 4 dan imago *Stethorus* sp. dilepaskan tepat di tengah-tengah cawan petri tersebut (Legaspi *et al.* 2006). Larva dan imago *Stethorus* sp. ini sebelumnya telah dipuaskan selama 24 jam. Perlakuan ini diulang sebanyak 5 kali ulangan. Peubah yang diamati adalah jumlah telur, nimfa, dan imago tungau *T. kanzawai* yang tersisa pada masing-masing cawan petri.

### Tanggap Fungsional *Stethorus* sp.

Mangsa yang digunakan dalam percobaan ini adalah stadia telur. Kepadatan telur yang digunakan adalah 30, 40, 50, 60, 70 dan 80 butir. Masing-masing perlakuan diulang 5 kali. Predator yang sebelumnya telah dipuaskan selama 24 jam, dimasukkan kedalam arena percobaan yang berisi telur dan dibiarkan selama 24 jam. Setelah itu, jumlah telur yang dimangsa dihitung.

Tipe kurva tanggap fungsional ditentukan menggunakan analisis regresi logistik, antara proporsi mangsa yang diserang ( $N_e/N_0$ ) sebagai peubah terpengaruh dan kepadatan awal telur *T. kanzawai* sebagai peubah yang mempengaruhi. Data tanggap fungsional diuji sesuai pada fungsi polinom yang menggambarkan hubungan  $N_e/N_0$  sebagai berikut :

$$\frac{N_e}{N_0} = \frac{\exp(P_0 + P_1 N_0 + P_2 N_0^2 + P_3 N_0^3)}{1 + \exp(P_0 + P_1 N_0 + P_2 N_0^2 + P_3 N_0^3)}$$

dengan  $P_0$  = intercept,  $P_1$  = koefisien linear,  $P_2$  = koefisien kuadratik, dan  $P_3$  = koefisien kubik. Pendugaan parameter ( $P_0, P_1, P_2, P_3$ ) dilakukan menggunakan bantuan *software* Minitab. Tanggap fungsional tipe II akan digambarkan dengan nilai  $P_1$  yang lebih kecil dari 0 atau negatif ( $P_1 < 0$ ). Tanggap fungsional tipe III akan digambarkan dengan nilai  $P_1$  yang positif ( $P_1 > 0$ ) namun  $P_2$  bernilai negatif ( $P_2 < 0$ ). Pada tanggap fungsional tipe II dan III terdapat waktu penanganan mangsa ( $T_h$ ) dan laju pencarian mangsa ( $a$ ). Pendugaan  $T_h$  dan  $a$  didapatkan dari persamaan cakram Holling (1959) untuk tanggap fungsional tipe II dan persamaan Hassell (1977) untuk tanggap fungsional tipe III.

### Analisis Data

1. Analisis terhadap data neraca hayati dilakukan dengan perangkat lunak *Microsoft Excel 2010*.
2. Analisis terhadap data preferensi mangsa dan pengaruh kepadatan awal mangsa terhadap jumlah yang dimangsa oleh seekor predator dilakukan dengan analisis ragam dan dilanjutkan dengan Uji Tukey pada taraf nyata 5%.
3. Analisis terhadap penentuan tipe fungsi tanggap fungsional dan pendugaan parameternya dilakukan dengan regresi logistik dan regresi nonlinier dengan bantuan perangkat lunak MINITAB 18.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.





## 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### Identifikasi Kumbang Predator *Stethorus* sp.

Hasil identifikasi menggunakan kunci identifikasi dari Bienkowski (2018) "Key for identification of the ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) of European Russia and the Russian Caucasus (native and alien species)" diperoleh bahwa spesies dari kumbang predator *Stethorus* adalah *Stethorus punctillum* (Punctillum Weise) dengan karakteristik kepala berwarna hitam, femur berwarna hitam dengan ujung kaki berwarna kuning kecoklatan, panjang tubuh 1.3-1.5 mm yang membedakannya dari spesies *Stethorus* lain.



Gambar 7 Morfologi *S. punctillum*

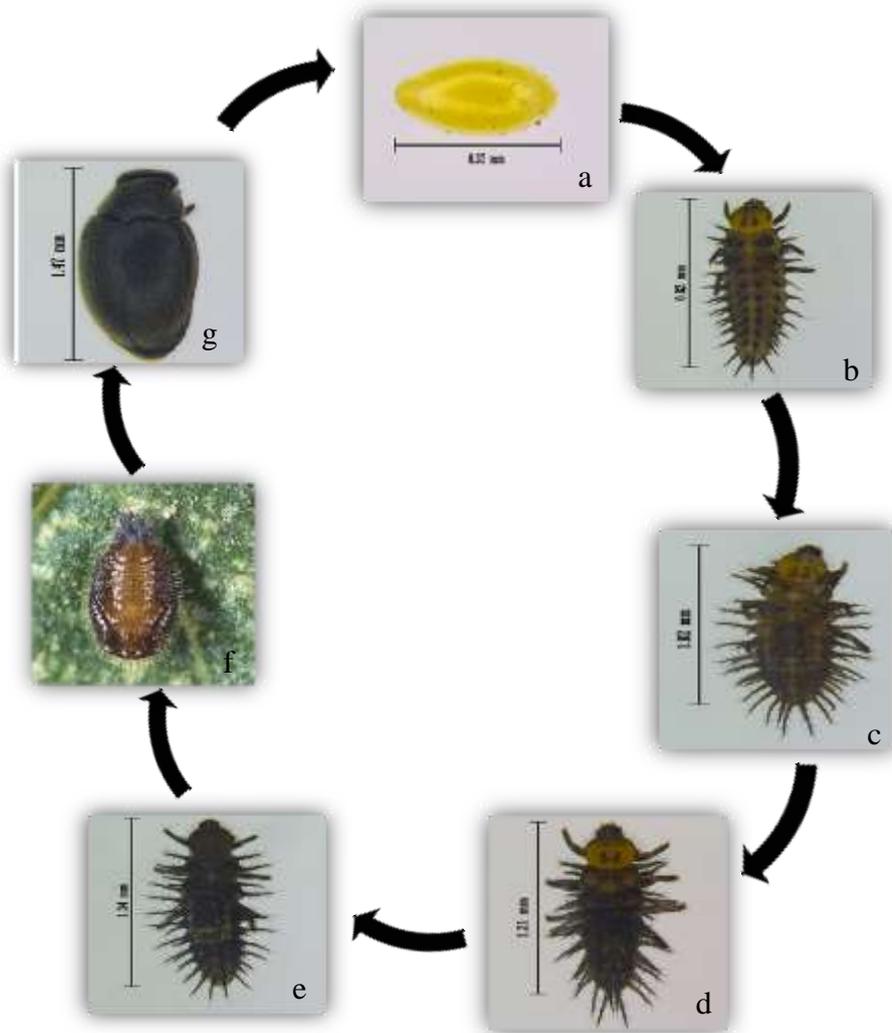
Genus *Stethorus* bersifat kosmopolit yang distribusinya dapat dijumpai hampir di seluruh wilayah. *Stethorus punctillum* pertama kali ditemukan disepanjang pantai barat Amerika Utara (Gordon 1985). Di Indonesia, spesies ini pertama kali diamati memangsa tungau laba-laba yang menginfestasi pepaya, mangga, singkong, apel dan beberapa gulma di Jawa Timur selama kurang lebih 25 tahun (Kalshoven 1981).

Putman (1955) melaporkan bahwa *S. punctillum* adalah salah satu musuh paling penting tungau tetranychid. Hull (1995) melaporkan bahwa *S. punctillum* mengkonsumsi semua stadia tungau, imagonya mengkonsumsi 75 hingga 100 tungau sehari dan larvanya bisa memangsa hingga 75 tungau sehari.

Siklus hidup kumbang *Stethorus* terdiri dari telur, larva, pupa, dan imago (Biddinger *et al.* 2009, Khan *et al.* 2002, Chazeau 1985, Arbabi dan Singh 2008, Rattanatip 2008).

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.



Gambar 8 Siklus hidup *S. punctillum* (a) telur, (b) larva instar-1, (c) larva instar-2, (d) larva instar-3, (e) larva instar-4, (f) pupa, (g) imago

Telur relatif kecil berukuran sekitar  $\pm 0.37$  mm, berbentuk oval dan berwarna putih pucat keorange-orangan, ukuran telur bervariasi tergantung dari spesies *Stethorus*. Telur diletakkan di permukaan bawah daun secara terpisah-pisah. Telur yang telah diletakkan biasanya ditutupi dengan sisa-sisa tungau yang telah dimakan kumbang predator ini. Telur yang telah menetas ditandai dengan perubahan warna menjadi putih transparan dan terdapat eksuvia pada daun. Setelah 7 hari, larva keluar dari telur dan mulai memakan semua stadia tungau.

Larva yang baru menetas tubuhnya keabu-abuan sampai kuning dan mempunyai banyak rambut (Hull dan Horsburgh 2007 dalam Rahardita 2008). Larva mempunyai 13 segmen termasuk kepalanya. Larva melalui empat stadia dan menjadi pupa dalam 12 hari. Perkembangan larva instar pertama dan instar berikutnya ditandai dengan adanya eksuvia sebagai tanda larva sudah mengalami pergantian kulit, semakin banyaknya rambut-rambut dan bertambahnya ukuran tubuh larva. Panjang tubuh larva berkisar 0.7-1 mm dengan rambut-rambut disepanjang tubuhnya.

Pupa *S. punctillum* berwarna hitam, kecil, dan pada seluruh tubuhnya terdapat rambut berwarna kuning dan bantalan sayap yang menonjol. Pada akhir pupasi warnanya menjadi orange kemerahan. Pupasi berlangsung selama 5 hari. Beberapa jam setelah keluar dari pupa, imago berwarna orange kemerahan dan setelah itu berubah menjadi hitam keseluruhan dari anterior ke posterior.

Imago *S. punctillum* berbentuk oval, cembung, hitam mengkilap dan terdapat rambut halus berwarna kekuningan sampai putih pada tubuhnya. Panjang tubuh 1.00-1.5 mm dan lebar 1.2 mm (Gambar 8) dan relatif lebih kecil dari kumbang coccinellid lainnya. Tungkai berwarna kekuningan dan sama halnya dengan kumbang koksi pada umumnya sayap depannya mengeras dan tebal yang ditutupi dengan banyak rambut-rambut. Kumbang membutuhkan waktu beberapa menit untuk sepenuhnya keluar dari pupa. Beberapa jam setelah menjadi imago, mereka akan mulai mencari mangsa dan kawin. Imago memerlukan 25 hari untuk menghasilkan telur (Hull dan Horsburgh 2007 dalam Rahardita 2008). Imago betina menghasilkan 1 sampai 13 telur yang diletakkan satu per satu. Telur biasanya ditempatkan pada daun di dekat pembuluh utama, letaknya 95% di bawah permukaan daun dan 5% di atas permukaan daun. Nisbah kelamin 1:0.81 yang pada umumnya dapat dijumpai di banyak *Stethorus* spp. (Mori *et al.* 2005). Imago memiliki tingkah laku mencari yang lebih aktif dan membutuhkan waktu paling sedikit dalam menangani mangsa dengan interval waktu yang lebih pendek diantara serangan berikutnya, sehingga jumlah hama yang bisa dimangsanya lebih tinggi. Selain itu, imago *Stethorus* sangat aktif memangsa ketika jumlah mangsanya melimpah tetapi ketika populasi mangsanya rendah kumbang akan berpindah. Kepadatan populasi tungau yang tinggi menyebabkan perkembangan kumbang predator ini semakin cepat (Huffaker *et al.* 1969 dalam Rahardita 2008). Lama hidup imago jantan umumnya lebih pendek daripada imago betina (Raros dan Haramoto 1974, Fiaboe *et al.* 2007). Penelitian Taghizadehet *et al.* (2008) dan Perumalsamy *et al.* (2010) telah menunjukkan bahwa suhu dan kelembaban relatif sangat mempengaruhi fekunditas, dan ketahanan hidup kumbang *Stethorus* ini. Hal serupa sejalan dengan penelitian dari Mori *et al.* (2005) yang menyatakan bahwa perkembangan dan reproduksi *Stethorus* sangat dipengaruhi oleh suhu.

*Stethorus* memangsa dari bagian depan atau samping dari tubuh mangsanya kemudian dikunyah dan mengisap semua cairan tubuh mangsa dengan menyisipkan mandibulanya ke daerah tubuh mangsanya. Potensi pemangsaan pada setiap instar dan penyebarannya yang tinggi pada fase dewasa mengindikasikan keefektifannya sebagai musuh alami tungau laba-laba (Roy *et al.* 2005). Fiaboe *et al.* 2007 melaporkan bahwa dalam kasus *Stethorus tridens* yang memangsa *Tetranychus evansi* didapatkan bahwa tingkat predasi meningkat seiring dengan meningkatnya tingkat instar.

Predator jantan akan pindah dan mencari betina ketika waktu kawin datang namun tidak semua betina bersedia untuk kawin. Betina akan memperluas sayap depannya, terus bergerak melingkar agar energinya habis lalu mati untuk menghindari proses kawin tersebut. Kawin biasanya terjadi pada permukaan daun. Satu periode kawin dapat berlangsung selama lebih dari satu jam, dimana jantan akan memosisikan diri di atas tubuh betina dan memperpanjang aedeagus untuk mencapai betina, di sisi lain, bagian anterior dari jantan akan pindah dari kiri ke kanan selama proses kawin.

### Neraca Hayati dan Statistik Demografi *Stethorus punctillum*

Neraca kehidupan dapat digunakan untuk menentukan keperidian dan laju mortalitas pada tahap perkembangan atau umur tertentu, sintasan serta laju reproduksi dasar. Berdasarkan neraca kehidupan tersebut diperoleh informasi mengenai kehidupan *S. punctillum* diantaranya kurva kesintasan dan keperidian.

Tabel 1 menunjukkan telur *S. punctillum* berlangsung sekitar 7 hari, fase larva berlangsung sekitar 12 hari dan fase pupa sekitar 5 hari. Masa hidup imago betina lebih lama yaitu sekitar 90 hari sedangkan imago jantan sekitar 47 hari. Imago betina yang muncul dari pupa tidak langsung meletakkan telur, tetapi mengalami masa praoviposisi sekitar 15 hari. Selama masa oviposisi yang berlangsung sekitar 52 hari, seekor imago betina mampu meletakkan telur sekitar 64 butir selama masa hidupnya. Setelah melewati masa oviposisi, imago betina mengalami masa pasca-oviposisi sekitar 22 hari dan kemudian mati.

Tabel 1 Indikator biologi *S. punctillum* pada *T. kanzawai*

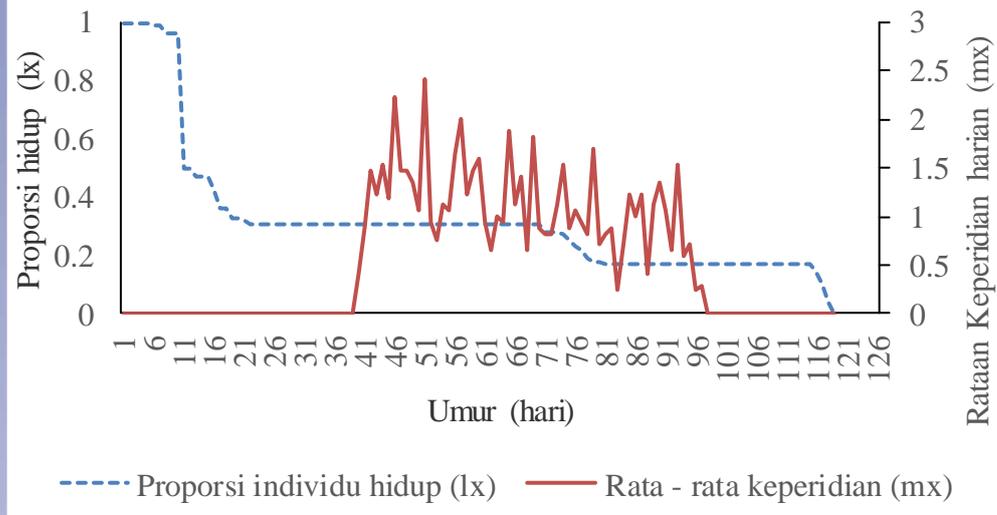
Indikator biologi	n	Rata-rata±SD (standar deviasi)
<b>Stadia perkembangan</b>		<b>Lama (hari)</b>
Telur	100	7.01 ± 0.72
Larva instar 1	50	4.84 ± 0.51
Larva instar 2	38	3.16 ± 0.52
Larva instar 3	34	3.00 ± 0.27
Larva instar 4	33	2.48 ± 0.50
Pupa	31	5.32 ± 0.59
Imago Jantan	14	47.14 ± 2.47
Imago Betina	17	90.64 ± 1.07
Pra-oviposisi	17	15.23 ± 1.52
Oviposisi	17	52.82 ± 1.84
Pasca-oviposisi	17	22.58 ± 2.03
<b>Keperidian (butir)</b>	<b>17</b>	<b>64.47 ± 2.37</b>

Kurva kesintasan (survivorship) menggambarkan peluang individu *S. punctillum* yang hidup pada semua stadia mulai dari telur, larva, pupa, dan imago (lx), dan keperidian dari imago betina per hari (mx). Price (1984) menjelaskan bahwa bentuk kurva kesintasan ini diperlukan untuk dapat membantu memahami strategi reproduksi populasi serangga. Setiap organisme mempunyai variasi jangka hidup yang terbatas, yang menentukan karakteristik kelangsungan hidupnya didalam suatu populasi. Kurva kesintasan *S. punctillum* menunjukkan peluang hidup yang rendah pada awal perkembangan diikuti dengan peluang hidup tinggi seiring dengan bertambahnya umur serangga. Menurut Price (1984) terdapat tiga kurva keberhasilan hidup serangga di alam, yaitu tipe I, II, dan III. Kurva tipe I menggambarkan peluang hidup yang tinggi (kematian rendah) pada awal perkembangan organisme kemudian menurun secara perlahan seiring pertambahan umur, tipe II menggambarkan peluang hidup yang konstan, dan tipe III menggambarkan peluang hidup yang lebih rendah pada awal perkembangan

organisme kemudian meningkat secara perlahan seiring pertambahan umur. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kurva perkembangan hidup serangga ini termasuk tipe III yakni jumlah keturunan yang dihasilkan tinggi dengan tingkat keberhasilan hidup yang rendah pada awal perkembangan kemudian meningkat seiring dengan pertumbuhan serangga.

Gambar 1 menunjukkan bahwa *S. punctillum* memiliki kurva sintasan tipe III yang memperlihatkan kematian yang lebih besar pada populasi berumur muda atau stadia awal. Pola keberhasilan hidup seperti ini sangat umum ditemukan pada spesies serangga (Begon dan Mortiner 1981). Penelitian ini dilakukan pada kondisi sumber makanan tidak terbatas dan lingkungan bebas musuh alami sehingga kematian yang terjadi dapat disebabkan oleh genetik dan kondisi lingkungan pada saat pengujian. Berdasarkan pola kurva kesintasan mengindikasikan bahwa stadia awal pradewasa rentan terhadap gangguan fisik pada saat pemeliharaan dan kualitas makanan.

Kurva reproduksi harian ( $m_x$ ) menunjukkan periode peletakkan telur dimulai sejak imago betina berumur 41 hari dengan rata-rata 1.5 butir telur. Jumlah telur yang diletakkan kemudian meningkat drastis dengan kisaran rata-rata 2.5 butir saat imago betina berumur 52 hari. Peletakan telur berhenti saat imago betina berumur 99 hari.



Gambar 9 Kurva sintasan dan reproduksi harian *Stethorus punctillum*

Berbagai parameter statistik demografi *S. punctillum* yang meliputi rata-rata masa generasi ( $T$ ) yang merupakan waktu yang dibutuhkan sejak telur diletakkan hingga imago betina yang terbentuk menghasilkan keturunan lagi, laju reproduksi bersih ( $R_0$ ) adalah jumlah keturunan betina yang mampu dihasilkan oleh rata-rata individu induk tiap generasi (Price 1997), laju reproduksi kotor ( $GRR$ ) merupakan rata-rata jumlah individu yang dihasilkan oleh induk betina dalam satu generasi, laju pertumbuhan intrinsik ( $r$ ) merupakan rata-rata banyaknya individu betina yang dihasilkan seekor induk betina per hari, dan masa ganda ( $DT$ ) adalah waktu yang dibutuhkan untuk populasi meningkat dua kali lipat yang disajikan pada Tabel 2.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.  
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.  
Perpustakaan IPBUniversity

Laju reproduksi bersih ( $R_0$ ) kumbang predator *S. punctillum* sebesar 17.18 butir telur per generasi, dan laju reproduksi kotor (GRR) adalah 64.29 individu per generasi. Nilai ini menunjukkan bahwa pada keadaan dimana faktor makanan tidak sebagai pembatas populasi *S. punctillum* dapat berkembang sebanyak 17.18 kali dalam satu generasi selama 62.41 hari. Nilai  $R_0$  dan GRR yang tinggi memperlihatkan tingkat kesesuaian hidup serangga predator terhadap mangsa (Kurniawan 2007). Selain itu pertumbuhan populasi yang sebenarnya adalah tergantung dari jumlah laju reproduksi bersih ini. Tingginya laju reproduksi bersih ( $R_0$ ) akan memperpendek waktu generasi (T).

Pada penelitian ini, masa generasi (T) *S. punctillum* yakni 62.41 hari. Dengan mengetahui nilai  $R_0$  dan T, maka dapat ditentukan laju pertumbuhan intrinsik (r) generasi tersebut (Andrewartha 1982). Pada penelitian ini, nilai laju pertumbuhan intrinsik (r) kumbang predator *S. punctillum* adalah 0.27 individu/induk/hari. Hasil penelitian Birch (1948) menemukan bahwa semakin tinggi persentase telur yang diletakkan pada kelompok umur muda, maka akan semakin besar nilai laju pertumbuhan intrinsik (r) organisme tersebut. Waktu yang dibutuhkan populasi *S. punctillum* untuk berlipat ganda adalah 2.51 hari. Nilai DT yang rendah dapat meningkatkan laju reproduksi kotor (GRR) dan laju reproduksi bersih ( $R_0$ ) dalam waktu tertentu.

Tabel 2 Statistik Demografi Kumbang Predator *S. punctillum*

Statistik Demografi	Nilai	Satuan
GRR	64.29	individu/generasi
$R_0$	17.18	individu/induk/generasi
r	0.27	individu/induk/hari
DT	2.51	hari
T	62.41	hari

### Preferensi Kumbang Predator *S. punctillum*.

Hasil uji preferensi *S. punctillum* terhadap mangsa (telur, nimfa, dan imago *T. kanzawai*) berkaitan dengan perilaku pencarian dan pengenalan mangsa oleh predator. Perilaku *Stethorus* tersebut didukung oleh suatu stimuli dari mangsa. Stimuli dapat berupa gerakan atau tanda yang ditinggalkan oleh mangsa. Keberadaan stimuli yang cukup tinggi dapat meningkatkan peluang predator untuk menemukan mangsa (Dickens 1999). Preferensi *S. punctillum* terhadap mangsa tertentu akan meningkatkan perilaku pemangsaan yang tinggi. Stadia dan jenis mangsa mempengaruhi perilaku pemangsaan predator terhadap mangsa (Gullan dan Cranston 1994).

Tabel 3 menunjukkan bahwa kumbang predator *S. punctillum* dari stadia larva sampai imagonya lebih menyukai stadia telur dari *T. kanzawai* dibandingkan dengan nimfa dan imago tungau tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa *S. punctillum* memiliki ketertarikan yang cukup tinggi terhadap mangsa dalam stadia telur. Jenis, stadia dan ukuran tubuh mangsa yang bervariasi memiliki pengaruh terhadap preferensi predator (Li 2002).



Tabel 3 Rataan proporsi tungau yang dimangsa imago *S. punctillum* pada stadia telur, nimfa, dan imago *T. kanzawai*

Stadia <i>T. kanzawai</i>	Stadia Kumbang Predator <i>S. punctillum</i>				
	Larva 1	Larva 2	Larva 3	Larva 4	Imago
Telur	54.01±3.31 a	49.50±2.25 a	48.04±2.13 a	46.10±1.37 a	44.23±0.66 a
Nimfa	18.85±3.92 c	31.15±3.03 b	29.73±1.62 b	30.94±1.69 b	30.90±0.63 c
Imago	27.14±4.22 b	19.35±2.89 c	22.23±1.34 c	22.96±2.71 c	24.87±0.24 b

Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda pada setiap kolom menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji Tukey ( $\alpha = 0.05$ )

Hasil uji anova data jumlah tungau *T. kanzawai* yang dimangsa pada Tabel 3 tampak bahwa kumbang predator *S. punctillum* larva instar 1 sampai imagonya lebih menyukai stadia mangsa berupa telur dibandingkan stadia nimfa dan imagonya. Menurut de Bach (1976) predator akan menyeleksi kecocokan mangsanya, dan seleksi tersebut berlangsung secara alamiah. Beberapa komponen yang berpengaruh pada preferensi predator terhadap mangsa adalah ketertarikan dan kesesuaian terhadap mangsa, pengenalan terhadap mangsa, keputusan untuk menyerang atau tidak, menangkap serta mengkonsumsi mangsa (Cisnero dan Rosenheim 1998).

Kumbang predator lebih memilih stadia telur tungau *T. kanzawai* sebagai mangsa diduga karena stadia telur berukuran lebih kecil daripada stadia nimfa dan imago, selain itu diduga karena telur tidak dapat bergerak sehingga memudahkan predator untuk memangsa, sedangkan nimfa dan imagonya aktif bergerak dan mampu menghindari dari tangkapan predator sehingga predator sukar untuk menangkap dan memangsanya. Walaupun tingkat penerimaan terhadap beberapa jenis mangsa sama, tetapi karena kemampuan menghindari dari mangsa berbeda maka frekuensi pertemuan predator dengan mangsa dapat berbeda, yang berakibat preferensi terhadap mangsa tersebut juga berbeda (Legaspi *et al.* 2006).

Menurut Puspitarini (2005) dan Widiyana (2008), stadia telur *T. kanzawai* lebih banyak dijumpai dibandingkan dengan stadia nimfa dan imagonya. Imago dan deutonimfa betina tungau predator *Amblysius longispinosus* Evans (Acari: Phytoseiidae) lebih memilih telur tungau merah jeruk *P. citri* sebagai mangsanya dibandingkan fase nimfa (Puspitarini 2005). Menurut Tarumingkeng (1994), terdapat beberapa faktor yang berperan dalam menentukan laju pemangsaan (konsumsi) oleh suatu predator diantaranya preferensi terhadap mangsa.

### Tanggap Fungsional Kumbang Predator *S. punctillum*

Rataan jumlah telur yang dimangsa kumbang predator pada kepadatan mangsa yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 4. Tingkat pemangsaan predator akan meningkat dengan peningkatan kepadatan mangsa. Tingkat pemangsaan terendah yaitu 28 butir terjadi pada saat kepadatan mangsa hanya 30 butir telur. Tingkat pemangsaan tertinggi yaitu 79.6 butir pada saat kepadatan mangsa berjumlah 80 butir telur.

Tabel 4 Rataan jumlah telur tungau yang dimangsa imago *S. punctillum*

Kepadatan telur (butir)	Rataan jumlah telur yang dimangsa* (butir)
30	28.0
40	38.6
50	47.4
60	56.8
70	68.2
80	79.6

Hasil analisis regresi logistik predasi *S. punctillum* pada mangsa telur *T. kanzawai* diperlihatkan pada Tabel 5. Hubungan kepadatan mangsa dan tingkat predasi memperlihatkan tanggap fungsional tipe III. Hal tersebut ditunjukkan oleh koefisien P1 (koefisien linear) bernilai positif dan koefisien P2 (koefisien kuadratik) bernilai negatif.

Tabel 5 Hasil analisis regresi logistik predasi *S. punctillum* pada mangsa telur *T. kanzawai*

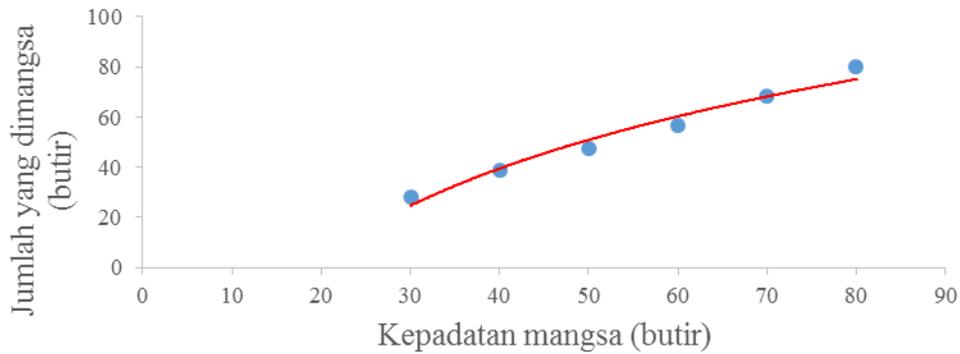
Parameter	Nilai Penduga	Galat Baku	Nilai-P
Titik potong	-8,71	6,54	0,183
Linear	0,761	0,405	0,061
Kuadratik	-0,01593	0,00795	0,045
Kubik	0,000108	0,000050	0,030

Tanggap fungsional tipe III merupakan satu-satunya tipe tanggap fungsional yang memiliki kontribusi nyata dalam regulasi populasi hama (Hassell 1978). Fernandez dan Corley (2003) menambahkan bahwa predator atau parasitoid yang memiliki tanggap fungsional tipe III berpotensi sebagai agen biokontrol yang efisien.

Tipe tanggap fungsional III dicirikan oleh awal peningkatan pemangsaan berlangsung lambat, diikuti peningkatan yang lebih cepat, kemudian konstan (Hassell 2000). Tipe tanggap fungsional ditentukan oleh perilaku memburu dan menangani mangsa. Penambahan populasi mangsa akan menurunkan laju pencarian predator. Laju pemangsaan diduga berkaitan dengan waktu penanganan mangsa (mengenal dan memburu) dimana preferensi predator akan menentukan laju pencarian mangsa (Tarumikeng 1992). Waktu penanganan mangsa ( $T_h$ ) merupakan salah satu karakter penting dalam interaksi mangsa-predator. Waktu penanganan ini meliputi mengenal, memburu dan menangani mangsa. Laju pencarian mangsa menunjukkan proporsi dari total area yang dijelajahi predator per unit waktu jelajah, dan laju pencarian predator *S. punctillum* terhadap telur *T. kanzawai* ( $a = 0.22$  butir per menit). Masa penanganan mangsa adalah lamanya predator mengenali, mengejar dan memakan serta kegiatan lain yang terkait dengan pemangsaan seperti membersihkan alat mulut dan beristirahat sebelum bergerak mencari inang yang lain (Holling 1965). Nilai masa penanganan mangsa dari *S. punctillum* terhadap telur *T. kanzawai* adalah ( $T_h = 7.68$  menit). Imago memiliki tingkah laku mencari yang lebih aktif dibandingkan nimfa dan membutuhkan waktu paling sedikit dalam menangani mangsa dengan interval

waktu yang lebih pendek diantara serangan selanjutnya sehingga jumlah hama yang bisa dimangsanya lebih tinggi.

Kurva tanggap fungsional kumbang predator *S. punctillum* yang diberi mangsa telur tungau *T. kanzawai* ditunjukkan pada Gambar 13. Tingkat pemangsaan kumbang predator akan meningkat seiring dengan penambahan kepadatan mangsa. Keefektifan predator, secara parsial dapat diukur dari kemampuannya untuk menemukan mangsa pada saat kepadatan mangsa rendah dan mengkonsumsi banyak mangsa pada saat populasi mangsa tinggi (Kharboutli dan Mack 1993).



Gambar 10 Kurva tanggap fungsional *S. punctillum*

Hodek dan Honek (1996) menyatakan bahwa kemampuan predator untuk memangsa dan menyesuaikan sumber makanan sangat penting, jika predator tersebut efektif dalam mengendalikan mangsanya. Selanjutnya Montoya (2000) menyatakan ada lima komponen yang mempengaruhi hubungan mangsa dengan predator atau inang dengan parasitoid yaitu kepadatan mangsa atau inang, kepadatan predator atau parasitoid, keadaan lingkungan (seperti adanya makanan alternatif), sifat mangsa (misalnya mekanisme mempertahankan diri dari serangan pemangsa, dan sifat predator (misalnya cara menyerang mangsa).



## 5 SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Masa perkembangan pradewasa kumbang predator *S. punctillum* pada tungau *T. kanzawai* berlangsung sekitar 25 hari. Seekor imago betina mampu meletakkan telur sebanyak 64 butir selama hidupnya. Laju pertumbuhan intristik ( $r$ ) *S. punctillum* adalah 3.63 individu/betina/hari. Kumbang predator *S. punctillum* lebih menyukai telur dibandingkan stadia lain dari *T. kanzawai*. Kumbang predator ini memiliki tanggap fungsional type III.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melihat tingkat predasi *S. punctillum* pada kepadatan lebih dari 80 mangsa dan metode pembiakan massal kumbang predator ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afshari A, MS Mossadegh, K Kamali. 2001. Feeding behaviours of the ladybird beetle, *Stethorus gilvifrons* Mulsant, and effect of different factors on its feeding rate in laboratory condition. *Sci J Agric Shah Chamran Univ.* 23(2): 71-90.
- Andrewartha HG. 1982. *Selections From The Distribution and Abundance of Animals*. Chicago (US-IL): University of Chicago.
- Andrewartha HG, Birch LC. 1954. *The Distribution and Abundance of Animals*. Chicago (US-IL): University of Chicago.
- Arbabi M, J Singh. 2008. Biology of *Stethorus punctillum*, a potential predator of *Tetranychus ludeni*. *Tunis J Plant Protect.* 3: 95-100
- Biddinger DJ, DC Weber, LA Hull. 2009. Coccinellidae as predators of mites: Stethorini in *Biologic Contr.* 51: 268-283.
- Bienkowski AO. 2018. Key for identification of the ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) of European Russia and the Russian Caucasus (native and alien species). *Zootaxa.* 4472(2):233.
- Begon M, Mortiner M. 1981. *Population Ecology: A Unified Study of Animals and Plants*. Sunderland (UK): Sinauer Associated Inc. Publisher.
- Begon M, Harper JL, Townsend CR. 2006. *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. 4th ed. Oxford: Blackwell Science.
- Birch LC. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J Anim Ecol* 23:513-524.
- Borror DJ, Triplehorn CA, Johnson NF. 1996. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Partosoedjono S, penerjemah. Yogyakarta (ID): Gajah Mada University Press. Terjemahan dari: *An Introduction To The Study of Insects*.
- Carey JR. 1993. *Applied Demography for Biologist with special emphasis on insects*. New York. Oxford University Press.
- Cisnero JJ, Rosenheim JA. 1998. Changes in the foraging behavior, within plant vertical distribution, and microhabitat selection of a generalist insect predator: an age analysis. *Environ Entomol.* 27 (4): 949-957.
- Chazeau J. 1985. Predaceous Insects. In. Helle, W. and MW. Sabelis (ed). *Spider mites their biology, natural enemies and control*. 16: 211-246.
- de Bach P. 1976. *Biological Control of Insect Pests and Weeds*. London: Chapman and Hall.
- Deciyanto S, Trisawa IM, Adriani RR. 1991. Studi beberapa inang hama tungau (*Tetranychus* sp) asal tanaman *Mentha* sp. *Pemb. Penelit Tanam Indust.* 17(2):48-55.
- Dickens RGV. 1999. *Biological Control*. New York (US): Chapman & Hall.
- Drea JJ, Gordin RD. 1990. Coccinellidae, In *Armored Scale Insect: Their Biology, Natural Enemies and control*. Rosen D, editor. New York (US): Elsevier. hlm. 19-40.
- Ehara S. 2002. Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) from with description of a new species Sumatra. *Act Arachnol.* 51(2): 125-133.
- Fernandez-Arhex V, Corley JC. 2003. The functional response of parasitoids and its implications for biological control. *Biocon Sci Technol.* 13: 403-413.

- Fiaboe KKM, MGC Gondim Jr, GJ de Moraes, CKPO Ogol, M Knapp. 2007. Bionomics of the Acarophagous Ladybird Beetle *Stethorus tridens* Fed *Tetranychus evansi*. *J App Entomol.* 131: 355–361.
- Foltz JL. 2002. Coleoptera: Coccinellidae. Dept. of Entomology and Nematology. University of Florida. <http://entomology.ifas.ufl.edu/Coleoptera/Coccinellidae.html>, modified 12/09/19.
- Frazer BD. 1988. Coccinellidae, In *Aphids Scale Insect; Their Biology, Natural Enemies and Control*. Minks AK, Harrewijn P, editor. New York (US): Elsevier. hlm 231–247.
- Gerling D. 1990. Natural enemies of whiteflies; predator and parasitoids. Di dalam: Gerling D. *Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Management*. Andover (US): Intercept Ltd. hlm 147–185.
- Gerson U, Smiley RL, Ochoa R. 2003. *Mites (Acari) for Pest Control*. Oxford: Blackwell Science.
- Gotoh T, Yamaguchi K, Mori K. 2004. Effect of temperature on life history of the predatory mite *Amblyseius (Neoseiulus) californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Experim App Acarol.* 32(1/2): 15–30.
- Gullan PJ, Cranston PS. 1994. *The insects. An outline of entomol.* London: Chapman & Hall.
- Hagen KS. 1987. Nutritional ecology of terrestrial insect predators. Di dalam: Slansky F, Rodriguez JG, editor. *Nutritional Ecology of Insects, Mites, Spiders, and Related Invertebrates*. Kanada: John Wiley & Sons. hlm 533–577.
- Haji-Zadeh J, K Kamali, M S Mossadegh. 1996. Studies on the feeding behavior of *Stethorus gilvifrons* Mulsant. *Sci J Agric Shah Chamran Univ.* 18:1-2.
- Hassell MP. 1977. Sigmoid functional responses by invertebrate predators and parasitoid. *J Anim Ecol.* 46:249–262.
- Hassell MP. 1978. *Monographs in Population Biology: the dynamics of arthropod predator prey systems*. New Jersey (US): Princeton University Press.
- Hassell M. 2000. *The dynamics of arthropod predator-prey systems*. New Jersey (US): Princeton University Press.
- Hidayani. 2002. *Hemiptarsenus varicornis* (Girault) (Hymenoptera: Eulophidae), Parasitoid *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agrimyziidae): Biologi dan Tanggapan Fungsional, serta Pengaruh Jenis Tumbuhan Inang dan Aplikasi Insektisid [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Hodek I. 1967. Bionomics and ecology of predaceous Coccinellidae. *Ann Rev Entomol.* 12: 79 – 104.
- Hodek I. 1973. *Biology of Coccinellidae*. The Hague: Acad, Prague, Junk. hlm 260.
- Hodek I, Honek A. 1996. *Ecology of Coccinellidae*. London: Kluwer Academic Publishers. [http:// dx.doi.org/10.1007/978-94-017-1349-8](http://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-1349-8).
- Holling CS. 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Can Entomol.* 91(7): 385-398.
- Holling CS. 1965. The functional response of predators to prey density and its role in mimicry and population regulation. *Can Entomol.* 97(1):5-60.
- Huffaker CB, de Vrie MV, McMurty JA. 1969. The Ecology of Tetranychid Mites and Their Natural Control. *Ann Rev Entomol.* 14:125-174.



- Hull LA, Asquith D, Mowery PD. 1977. Distribution of *Stethorus punctumin* relation to densities of European red mite. *Environ Entomol.* 5: 337-342.
- Hull LA. 1995. Know your friends: *Stethorus punctum*, Midwest Biological Control News Online. 2(12).
- Hull LA, Horsburgh L. 2007. *Stethorus Punctum*. Online. [internet]. [Diakses 2019 September 27]. Terdapat pada <http://www.ento.vt.edu/Fruitfiles/Stethorus.html>
- Hull LA, Horsburgh L. Di dalam: Rahardita NP. 2008. Daya Mangsa *Stethorus* sp. (Coleoptera: Coccinellidae) dan Coccinellid Predator Tungau *Tetranychus* sp. (Acari: Tetranychidae) [skripsi]. Malang (ID): Universitas Brawijaya.
- Kasap I. 2005. Life history traits of the predaceous mite *Kampimodromus aberrans* oudemans (Acarina: Phytoseiidae) on four different types of food. *Biologic Contr.* 35: 40-45.
- Kalshoven LGE. 1981. *The Pests of Crops in Indonesia*. Laan PA van der, penerjemah. Jakarta: Ichtiar baru-van Hoeve. Terjemahan dari: *De Plagen van de Cultuurgewassen in Indonesie*.
- Kishida K. 1927. *Illustrated Encyclopedia of the Fauna of Japan*. Tokyo (JP): Hokuryukan Company Limited.
- Khan I (2002) Aspects of the biology of the ladybird beetle *Stethorus vagans* (Blackburn) (Coleoptera: Coccinellidae) [thesis]. Sydney (AU): Institution University of Western.
- Kharboutli MS, Mack TP. 1993. Effect of temperatur, humidity, and prey density on feeding rate of the striped earwing (Dermaptera: Labiduridae). *Environ Entomol.* 22(5):1134–1139.
- Kovar I. 1996. Morphology and anatomy. pp. 1-18. In: Hodek I and A.Honěk (Eds) *Ecology of Coccinellidae*. Kluwer Academic, Dordrecht. pp.464.
- Kurniawan HA. 2007. Neraca Kehidupan Kutu Kebul, *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) Biotipe-B dan Non-B pada Tanaman Mentimun (*Curcumas sativus* L.) dan Cabai (*Capsicum annum* L.) [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Krantz GW. 1978. *A Manual of Acarology*. Ed ke-2. Corvalis (AS): Oregon State University Book Stores, Inc.
- Legaspi JC. 2004. Prey preference by *Delphastus catalinae* (Coleoptera: Coccinellidae) on *Bemisia argentifolii* (Homoptera:Aleyrodidae): effects of plant species and prey stages. *Bio Onl J.* 89:218-222.
- Legaspi JC, Simmons AM, Legaspi Jr BC. 2006. Prey preference by *Delphastus catalinae* (Coleoptera: Coccinellidae) on *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae): effects of plant species and prey stages. *Bio Onl J.* 89:218-222.
- Li Y. 2002. Biomolecular screening with encoded porous-silicon photonic crystals. *Nature Mater.* 1:39-41.
- Mawan A, H Amalia. 2011. Statistik Demografi *Riptortus linearis* F. (Homoptera: Alydidae) pada Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.). *J Entomol Indones.* 8: 8-16.
- McMurtry JA, Huffaker CB, Van de Vrie M. 1970. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review. I. Tetranychid enemies: their biological characters and the impact of spray practices. *Hilgardia* 40:331–390.

- Mori K, Nozawa M, Arai K, Gotoh T. 2005. Life history traits of the acarophagous lady beetle, *Stethorus japonicus* at three constant temperatures. *Biologic Contr.* 50:35–51
- Murdoch WW, Oaten A. 1975. Predation and population stability. *Adv Ecolog Resear.* 9: 1-131.
- Oka IN. 1995. *Pengendalian Hama Terpadu dan Implementasinya di Indonesia*. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University Press. Hal: 210.
- Perumalsamy K, R Selvasundaran, A Roobakkumar, VJ Rahman, N Muraleedharan. 2010. Life table and predatory efficiency of *Stethorus gilvifrons* (Coleoptera: Coccinellidae), an important predator of the red spider mite, *Oligonychus coffeae* (Acari: Tetranychidae), infesting tea. *Experim App Acarol.* 50(2): 141-150.
- Pollock DA, GJ Michels Jr. 2007. Bionomics and distribution of *Stethorus caseyi* Gordon and Chapin (Coleoptera: Coccinellidae), with description of the mature larva. *Southwest Entomol.* 32(3):143-147.
- Price EO. 1984. *Behavioral Aspects of Animal Domestication*. *The Quart Rev Biol.* 59(1). 1–32. doi:10.1086/413673.
- Price PW. 1997. *Insect Ecology 3<sup>rd</sup> edition*. New York (US): John Wiley and Sons Inc.
- Puspitarini RD. 2005. Bioekologi Tungau Merah Jeruk, *Panonychus citri* McGregor (Acari: Tetranychidae) [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Putman WL. 1955. The bionomics of *Stethorus punctillum* Weise. (Coleoptera: Coccinellidae) in Ontario. *Can. Entomol.* 87: 9-33.
- Rauf A, Hidayat P. 1987. Statistik demografi kutu loncat lamtoro *Heteropsylla cubana* Crawford (Homoptera: Psyllidae). Jakarta (ID): Kongres Entomologi III, 30 September-2 Oktober 1987.
- Rahardita NP. 2008. Daya Mangsa *Stethorus* sp. (Coleoptera: Coccinellidae) dan Coccinellid, Predator Tungau *Tetranychus* sp. (Acari: Tetranychidae) [skripsi]. Malang (ID): Universitas Brawijaya.
- Raros ES, Haramoto FH. 1974. Biology of *Stethorus siphonulus* Kapur (Coccinellidae: Coleoptera), a predator of spider mites, in Hawaii. *P Hawaiian Entomol Soc* 21:457–465.
- Razmjou J, Tavakkoli H, Nemati M. 2009. Life history traits of *Tetranychus urticae* Koch on three legumes (Acari: Tetranychidae). *Mun Entomol & Zool.* 4(1):204-211.
- Rogers DJ. 1972. Random search and insect population models. *Anim Ecol* 41: 569-383.
- Rott AS, DJ Ponsonby. 2000. The effects of temperature, relative humidity and host plant on the behavior of *Stethorus punctillum* as a predator of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. *Biologic Contr.* 45: 155-164.
- Roy M, J Brodeur, C Cloutier. 1999. Seasonal abundance of spider mites and their predators on red raspberry in Quebec. *Environ Entomol.* 28: 735-747.
- Roy M, J Brodeur, C Cloutier. 2002. Relationship between temperature and developmental rate of *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and its prey *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae). *Environ Entomol.* 31: 177 -187.

- Roy M, J Brodeur, C Cloutier. 2003. Effect of temperature on intrinsic rates of natural increase (RM) of a coccinellid and its spider mite prey. *Biologic Contr.* 48(1): 57-72.
- Roy M, J Brodeur, C Cloutier. 2005. Seasonal activity of the spider mite predators *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Neoseiulus fallacis* (Acarina: Phytoseiidae) in raspberry, two predators of *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae). *Biologic Contr.* 34(1): 47-57.
- Santoso S. 2012. *Pengembangan dan Pemanfaatan Tungau Predator Neoseiulus longispinosus* (Acari: Phytoseiidae) sebagai Agens Pengendalian Hayati Tungau Hama. Bogor (ID): LPPM Institut Pertanian Bogor.
- Tarumingkeng RC. 1992. *Dinamika Pertumbuhan Populasi Serangga*. Bogor (ID): IPB Press.
- Tarumingkeng RC. 1994. *Dinamika Populasi: Kajian Ekologi Kuantitatif*. Jakarta (ID): Pustaka Sinar Harapan.
- Taghizadec R, Fathipour Y, Kamali K. 2008. Influence of temperature on life table parameters of *Stethorus gilvifrons* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Tetranychus urticae* Koch. *J App Entomol.* 132:638–645.
- Tanigoshi LK. 1977. The dynamics of predation of *Stethorus picipes* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Typhlodromus floridanus* on the prey *Oligonychus punicae* (Acarina: Phytoseiidae, Tetranychidae). I. Comparative life history and life table studies. *Hilgardia* 45:237–261.
- Taylor RJ. 1984. *Predation*. New York: Chapman and Hall
- Tsai JH, Liu YH. 2000. Biology of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on Four Host Plants. *J Econom Entomol.* 93(6): 1721–1725.
- Ullah I. 2000. Aspects of the biology of the ladybird beetle *Stethorus vagans* (Blackburn) (Coleoptera: Coccinellidae) [thesis]. Sydney (AU): University of Western Sydney.
- van Alphen JJM, Jervis MA. 1996. Foraging behavior. Di dalam: Jervis M, Kidd N, editor. *Insect Natural Enemies: Practical Approaches to Their Study and Evaluation*. Chapman and Hall Published. London. P. 1 – 62.
- Vantornhout I. 2006. Biology and ecology of the predatory mite *Iphiseius degerans* (Berlese) (Acari: Phytoseiidae) [tesis]. Ghent (BE): Ghent University.
- Walter D, Proctor H. 1999. *Mites: Ecology, Evolution, and Behavior*. New York (US): CABI.
- Widiyana A. 2008. Kelimpahan Populasi Tungau Hama dan Musuh Alaminya pada Tanaman Apel Manalagi di Poncokusumo Malang [skripsi]. Malang (ID): Universitas Brawijaya.
- Weiss KM. 1999. Human demography and disease. *Americ J Hum Biol.* 11(6).798-798.
- Zhang ZQ. 2003. *Mites of Greenhouses: Identification, Biology and Control*. Cambridge (GB): CABI Publishing.



### *@Hak cipta milik IPBUniversity*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.



## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Baraka, Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan pada tanggal 22 September 1993 merupakan anak ke-3 dari 4 bersaudara pasangan Bapak Ramlan Anjas N dan Ibu Hasmiaty Ilyas. Pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 20 Baraka dan lulus pada tahun 2005. Pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Baraka, lulus pada tahun 2008. Pendidikan sekolah menengah atas di SMA Model Negeri 5 Baraka program Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), lulus pada tahun 2011.

Pada tahun 2011 penulis diterima sebagai mahasiswa pada program studi Agroteknologi Universitas Hasanuddin Makassar, Sulawesi Selatan lewat jalur SBMPTN dan menamatkan pendidikan Sarjana pada tahun 2015. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan Magister (S2) pada program studi Entomologi, Sekolah Pascasarjana IPB University pada tahun 2017. Penulis juga aktif dalam Forum Wacana (FW) Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian IPB University, Rumana IPB SulSelBar IPB University, Himpunan Mahasiswa Pascasarjana Fakultas Pertanian IPB University, dan Bogor Science Club (BSC) IPB University.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.