

## II. TINJAUAN PUSTAKA

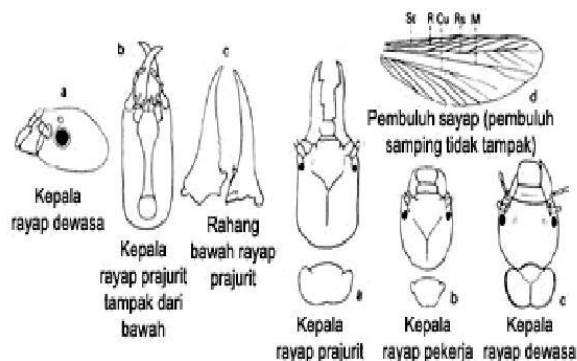
### 2.1 Bioekologi Rayap

#### 2.1.1 Taksonomi Rayap

Rayap secara taksonomi masuk ke dalam Ordo Isoptera. Rayap dikelompokkan dalam tujuh famili yang dibedakan menjadi rayap tingkat rendah dan tingkat tinggi yaitu Mastotermitidae, Kalotermitidae, Termopsidae, Hodotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae sebagai rayap tingkat rendah dan famili Termitidae sebagai rayap tingkat tinggi (Triplehorn dan Johnson, 2005). Di dalam saluran pencernaannya rayap tingkat rendah terdapat protozoa yang berperan sebagai simbion dalam proses penghancuran selulosa. Didalam kelompok rayap tingkat tinggi, peranan protozoa digantikan oleh bakteri (Supriana, 1984).

#### 2.1.2 Biologi Rayap

Rayap memiliki tubuh yang lunak dan berwarna terang. Ordo Isoptera dicirikan dengan kepala yang prognatik (*prognathous head*), yaitu posisi alat mulut searah dengan arah bidang tubuh atau mengarah ke depan (Elzinga, 2004). Memiliki mata majemuk dan umumnya mengalami pereduksian sebagai pola adaptasi terhadap kebiasaan hidup di habitat yang gelap. Antena berbentuk manik-manik (*moniliform*) panjang, multisekmen dari 11 sampai dengan 31 segmen. Alat mulut bertipe menggigit mengunyah (*mandibulata*) yang berkembang sesuai dengan tipe kastanya, rayap prajurit memiliki bentuk mandibula besar atau memiliki nasuti (Gambar 1).



Gambar 1. Bagian-bagian tubuh rayap (Abe dan Higashi 2000)

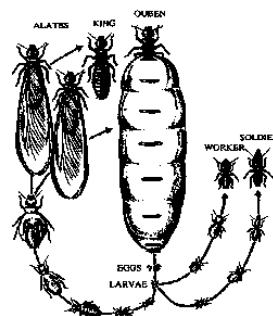
Rayap kasta reproduktif (fertil) terdiri dari sepasang kasta reproduktif primer dan beberapa anggota kasta reproduktif sekunder atau alates. Kasta reproduktif yang terdiri dari sepasang ratu dan raja yang bertugas untuk menghasilkan telur (Triplehorn dan Johnson, 2005). Rayap kasta non reproduktif (steril) terdiri dari kasta prajurit dan kasta pekerja yang umumnya tidak bersayap, pada kebanyakan spesies umumnya buta karena mata majemuk tereduksi. Rayap kasta pekerja merupakan individu terbanyak dalam koloni rayap (Lee dan Wood, 1971).

### 2.1.3 Siklus Hidup Rayap

Rayap merupakan salah satu serangga sosial yang paling berhasil mempertahankan populasinya. Sumber makanannya berupa selulosa, yang merupakan materi paling berlimpah yang ada di bumi sementara organisme lain tidak dapat menggunakan selulosa sebagai sumber makanannya (Sayuthi, 2012).

Rayap mengalami metamorfosa gradual atau bertahap. Kelompok serangga ini pertumbuhannya melalui tiga tahap yaitu tahap telur, tahap nimfa dan tahap dewasa. Telur rayap berbentuk silinder dengan ukuran panjang yang bervariasi antara 1-1,5 mm. Telur akan menetas setelah berumur 8-11 hari. (Nandika *et al.*, 2003).

Koloni rayap dibentuk pertama kali dari sepasang alates (laron) yang muncul ketika sedang musim kopulasi. Setelah itu berkopulasi menjadi ratu dan raja dan menghasilkan telur. Telur berkembang menjadi larva kemudian berkembang menjadi kasta pekerja yang mendominasi koloni dan sebagian menjadi kasta prajurit. Larva yang lain berkembang menjadi nimfa yang akan berkembang menjadi laron. Pembentukan kasta rayap pada rayap tingkat rendah dipengaruhi oleh pemberian hormon feromon dasar oleh kasta reproduktif primer, sedangkan pada rayap tingkat tinggi pembentukan kasta rayap dimulai sejak awal atau instar pertama (Gambar 2).



Gambar 2. Skema perkembangan rayap (Abe dan Higashi 2000)

Rayap mempunyai beberapa sifat yaitu sifat *trophalaxis* merupakan sifat rayap untuk berkumpul saling menjilat serta mengadakan pertukaran bahan makanan. Sifat *cryptobiotic* yaitu sifat rayap yang menjauhi cahaya. Sifat *canibalism* yaitu sifat rayap untuk memakan individu sejenis yang lemah atau sakit. Sifat ini lebih menonjol dalam keadaan kekurangan makanan. Sedangkan sifat *necrophagy* yaitu sifat rayap untuk memakan bangkai sesamanya (Nandika *et al.*, 2003).

#### 2.1.4 Pembagian Kasta Rayap

Rayap hidup dalam suatu komunitas yang disebut koloni. Setiap koloni rayap terdapat lebih dari ribuan dibagi menjadi kelompok-kelompok khusus yang disebut kasta. Masing-masing kasta mempunyai bentuk dan peran yang berbeda-beda. Menurut Nandika *et al.*, (2003) kasta dalam rayap terdiri dari 3 kasta yaitu kasta reproduktif, kasta prajurit dan kasta pekerja.

##### a. Kasta Reproduksi

Kasta ini terdiri atas individu-individu fertil yaitu betina (ratu) dengan ciri-ciri abdomen yang membesar yang tugasnya bertelur dan jantan (raja), tugasnya hanya membuahi ratu (Gambar 3). Jantan fertil tidak harus selalu membuahi betina fertil. Betina fertil memiliki kantung yang dapat menyimpan sperma dari jantan fertil. Ukuran tubuh ratu umumnya lebih besar dibandingkan dengan ukuran tubuh raja. Telurnya mencapai  $\pm 36000$  sehari bila koloninya sudah berumur  $\pm 5$  tahun. Ratu rayap dapat hidup sampai dengan 20 tahun, bahkan lebih dari itu.



Gambar 3. Ratu dan raja rayap (Subekti *et al.*, 2008)

Selama hidupnya ratu hanya bertelur, tetap berada di inti sarang dan tidak keluar sampai akhir hayatnya. Biasanya ratu dan raja adalah individu pertama pendiri koloni. Pasangan ini disebut sebagai pasangan reproduktif primer. Dalam satu koloni hanya ada satu ratu dan raja. Jika raja dan ratu mati, koloni akan

membentuk betina dan jantan fertil baru dari individu lain, biasanya dari kasta pekerja. Pasangan baru ini disebut sebagai pasangan reproduktif suplementer atau neoten. Abdomen dari betina reproduktif suplementer tidak sebesar abdomen betina pada reproduktif primer bersayap dan merupakan pendiri koloni.

#### **b. Kasta Prajurit**

Kasta prajurit jumlahnya  $\pm$  15% dari seluruh anggota koloni. Tugasnya menjaga dan menemani rayap pekerja di sekitar sumber makanan untuk berjaga dari serangan predator. Bentuk tubuh mengalami penebalan (sklerotisasi) tujuannya agar mampu melawan musuh dalam rangka mempertahankan kelangsungan hidup koloni (Gambar 4).



Gambar 4. Rayap prajurit *Macrotermes gilvus* (Subekti *et al.*, 2008)

Rayap prajurit biasanya dilengkapi mandibel (rahang) yang berbentuk seperti gunting. Pada beberapa jenis rayap dari famili Termitidae seperti *Macrotermes* sp. terdapat prajurit dimorfik (dua bentuk) yaitu prajurit besar (makro) dan prajurit kecil (mikro) (Taruminkeng, 2005).

#### **c. Kasta Pekerja**

Kasta ini membentuk sebagian besar koloni rayap. Kurang lebih 85% populasi dalam koloni merupakan individu-individu pekerja. Dari ketiga kasta rayap, hanya kasta pekerjalah yang merusak bangunan. Kasta pekerja memiliki warna tubuh pucat dan mengalami penebalan di bagian kutikula (Gambar 5).



Gambar 5. Rayap pekerja *Macrotermes gilvus* (Subekti *et al.*, 2008)

Tugas dari rayap pekerja yaitu mencari makanan dan mengangkutnya ke sarang, membuat terowongan, menyuapi dan membersihkan rayap reproduktif dan rayap prajurit, membersihkan telur-telur, membunuh dan memakan rayap yang tidak produktif lagi (karena sakit, sudah tua atau juga mungkin karena malas), baik reproduktif, prajurit maupun kasta pekerja (Tarumingkeng, 2001).

### 2.1.5 Jenis Rayap

Rayap merupakan serangga sosial yang memiliki Ordo Isoptera dengan 7 famili yaitu Mastotermitidae, Kalotermitidae, Hodotermitidae, Termopsidae, Serretermitidae, Rhinotermitidae dan Termitidae. Rayap juga dikelompokkan menjadi tiga kelompok berdasarkan habitatnya yaitu rayap kayu kering atau *dry wood termite*, rayap kayu lembab atau *damp wood termite* (rayap yang bersarang dan beraktivitas di dalam kayu yang sudah lapuk atau lembab) dan rayap tanah atau *subterranean termite* (Tarumingkeng 1971).

Rayap kayu kering adalah rayap kayu yang bertempat di kayu-kayu kering dengan kadar air yang rendah. Rayap kayu jenis ini tidak terlalu membutuhkan air karena rayap bisa menghasilkan air sendiri dengan mencerna selulosa. Rayap kayu kering contohnya dari famili Kalotermitidae yaitu spesies *Cryptotermes* sp. (Gambar 6), rayap ini hidup dalam kayu mati yang telah kering. Tanda serangannya adalah terdapat butir-butir kecil berwarna kecoklatan yang sering berjatuhan dilantai atau di sekitar kayu yang diserang. Rayap ini juga tidak berhubungan dengan tanah, karena habitatnya kering.



Gambar 6. Rayap kayu kering *Cryptotermes* sp. (Subekti *et al.*, 2008)

Selain rayap kayu kering terdapat rayap kayu basah yang bersarang pada kayu lembab dan kayu lapuk. Rayap ini bersarang dalam kayu yang tidak berhubungan dengan tanah. Contoh rayap kayu basah dari famili Kalotermitidae dari spesies *Glypotermes* sp. (Gambar 7).



Gambar 7. Rayap kayu basah *Glyptotermes* sp. (Subekti *et al.*, 2008)

Sedangkan rayap tanah adalah rayap yang hidup di bawah permukaan tanah dan hubungan sosialnya cenderung tinggi karena biasanya berkoloni dalam jumlah yang besar. Rayap tanah bersarang dalam tanah terutama dekat pada bahan organik yang mengandung selulosa seperti kayu, seresah dan humus (Gambar 8).



Gambar 8. Rayap tanah *Macrotermes gilvus* (Subekti *et al.*, 2008)

Jenis-jenis rayap tanah dapat menyerang obyek-obyek berjarak sampai 200 meter dari sarangnya. Jenis-jenis rayap tanah di Indonesia adalah dari famili Termitidae. Contoh Termitidae yang paling umum menyerang bangunan adalah *Macrotermes* sp., *Microtermes* sp. dan *Odontotermes* sp. (Nandika dan Rismayadi, 2003).

### 2.1.6 Keanekaragaman Rayap

Jumlah spesies rayap di dunia ada sekitar 2648 spesies yang digolongkan ke dalam tujuh famili dan 281 genus. Famili Termitidae merupakan famili dengan jumlah anggota spesies yang tertinggi. Delapan puluh lima persen total spesies rayap yang telah diidentifikasi merupakan anggota Famili Termitidae. Sedangkan Famili Mastotermitidae dan Famili Serritermitidae hanya memiliki satu anggota spesies rayap. Famili rayap yang lain adalah Famili Kalotermitidae, Termopsidae,

Hodotermitidae dan Rhinotermitidae yang masing-masing famili berturut-turut terdiri dari 411, 20, 15, dan 305 spesies rayap (Kambhampati dan Eggleton, 2000).

Rayap banyak terdapat di kawasan tropis dan subtropis. Kekayaan spesies rayap turun secara drastis dari Ekuator ke Selatan dan Utara terutama sejak garis 100 LU/LS. Kecepatan penurunan kekayaan spesies di daerah utara lebih cepat dibandingkan dengan daerah selatan begitu juga dengan tingkat endemisme (Bignell and Eggleton, 2000). Famili rayap yang banyak ditemukan di kawasan Asia Tenggara (kawasan oriental) khususnya Indonesia adalah Rhinotermitidae, Kalotermitidae dan Termitidae. Di Indonesia diperkirakan terdapat sekitar 200 spesies rayap (Tarumingkeng 1971). Jumlah spesies rayap yang ditemukan di Jawa sebanyak 30 spesies (Gathorne-Hardy *et al.*, 2000), sedangkan menurut Tho (1992) terdapat 54 spesies rayap.

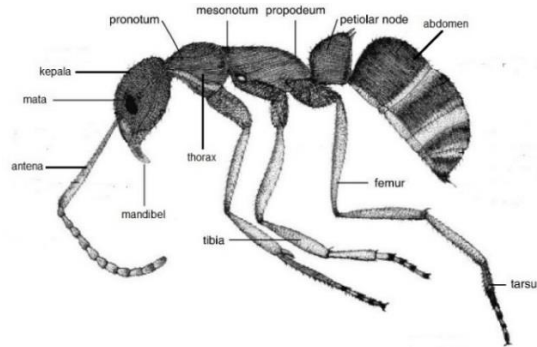
## **2.2 Bioekologi Semut**

### **2.2.1 Taksonomi Semut**

Semut adalah serangga sosial yang merupakan kelompok serangga yang termasuk ke dalam ordo Hymenoptera dan famili Formicidae. Serangga ini terkenal dengan koloni dan sarang-sarangnya yang teratur. Semut dibagi menjadi semut pekerja, prajurit, pejantan dan ratu. Semut memiliki kurang lebih 12000 spesies yang tersebar di dunia, dan sebagian besar berada di kawasan tropis (Suhara, 2009).

### **2.2.2 Biologi Semut**

Semut memiliki ciri khusus yaitu tubuh semut terdiri dari tiga bagian yakni kepala, thorax dan abdomen. Selain itu semut mempunyai mata majemuk dan sepasang antena yang berfungsi sebagai indera penciuman, menyentuh serta merasakan getaran disekitar tubuhnya, semut juga mengeluarkan bau khusus untuk tanda bahaya (Gambar 9). Tahap pertumbuhan semut dimulai dari telur menjadi larva, pupa, kemudian semut dewasa. Seperti pada serangga-serangga lainnya, bentuk larva semut sangat berbeda dengan semut dewasa atau induknya. Larvanya mempunyai kulit yang halus, putih seperti susu, tidak bertungkai dan tidak bersayap (Tsuji *et al.*, 2007).



Gambar 9. Bagian-bagian tubuh semut (Tsuji et al., 2007)

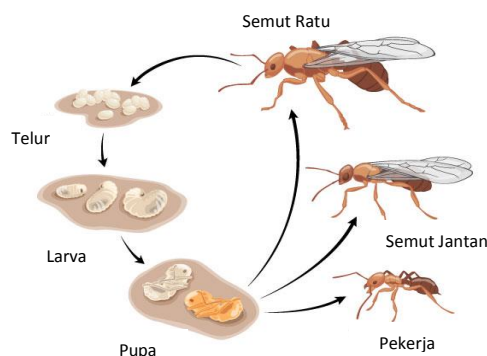
Ratu semut meletakkan telur didalam sarangnya. Telurnya sangat kecil dan berbentuk elips. Telur menetas menjadi larva yang berukuran 5-10 kali lebih besar. Bentuk larva dan telur sangat mirip, yaitu menyerupai ulat. Telur dan larva hanya dapat dibedakan dengan kaca pembesar.

Pada larva sudah terbentuk mata dan mulut sedangkan pada telur kedua organ itu belum ada. Larva calon ratu berkembang dengan baik karena diberi makan secara khusus dan rutin oleh semut pekerja yang berukuran lebih kecil.

Setelah itu larva berkembang menjadi pupa. Pupa menyerupai semut dewasa karena sudah mempunyai tungkai, mata, dan sayap, tetapi warnanya masih putih dan tidak aktif. Selanjutnya, pupa akan menjadi semut dewasa yang berubah warna sesuai dengan kastanya.

### 2.2.3 Siklus Hidup Semut

Semut memiliki tempat hidup yang sangat luas di daratan. Semut mempunyai banyak jenis, semut ini termasuk serangga sosial, semut juga mempunyai sistem kasta, seperti halnya rayap dan lebah. Siklus kehidupan semut dimulai dari telur, larva, pupa kemudian dewasa (Gambar 10) .



Gambar 10. Siklus Hidup Semut (ASU School of Life Sciences, 2016)

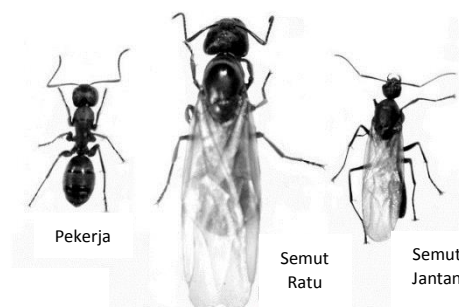


Koloni semut di mulai dengan terbangnya semut jantan dan semut betina dari sarangnya baik itu dari sarang yang terbuat dari daun atau yang berada di dalam tanah atau sarang-sarang lainnya. Terbangnya semut ini diikuti karena adanya perkawinan antara semut jantan dan betina, kemudian semut betina akan melepaskan sayapnya setelah melakukan perkawinan dan semut jantan akan mati pada beberapa saat setelah melakukan perkawinan (Putra, 1994).

Semut disebut dengan serangga sosial karena semut bersama-sama membentuk sebuah koloni. Koloni semut akan membantu semut yang lain jika diserang oleh para musuh dengan beramai-ramai untuk menyerang lawan (Srimawab, 1997). Semut mempunyai tiga kasta, yaitu semut jantan, semut betina (ratu semut) dan semut pekerja. Semut jantan dan semut betina pada umumnya adalah bersayap sementara itu semut pekerja tidak bersayap. Ratu semut mempunyai abdomen yang besar dan pekerjaannya hanya bertelur untuk menjaga keturunannya, sementara itu semut pekerja terdiri dari semut-semut betina yang mandul (steril) yang pekerjaannya mencari makanan atau semua pekerjaan dilakukan oleh semut betina (Srimawab, 1997).

#### 2.2.4 Pembagian Kasta Semut

Semut merupakan serangga sosial yang hidup secara berkoloni. Sama seperti rayap, semut juga memiliki sistem kasta yang terdiri dari semut ratu, semut jantan dan semut pekerja (Gambar 11).



Gambar 11. Kasta dalam Semut (Tsuji *et al.*, 2007)

Dalam satu koloni bisa terdapat lebih dari satu ratu. Ratu memiliki tugas melakukan reproduksi untuk meningkatkan jumlah individu yang membentuk koloni. Tubuhnya lebih besar daripada tubuh semut lain. Semut jantan berusia lebih pendek dibanding semut ratu. Satu-satunya peran semut jantan ketika dewasa adalah mengawini ratu semut. Semut jantan mati tidak lama setelah

kopulasi, biasanya 2 minggu setelah kopulasi. Semut pekerja memiliki tugas yang banyak seperti membangun koloni, menemukan lingkungan baru untuk hidup, mempertahankan diri dari musuh, mencari dan mengumpulkan makanan untuk koloni, memberi makan semut ratu, merawat larva-larva, membersihkan sarang, menggali ruangan-ruangan baru untuk perluasan jika dibutuhkan (Elzinga, 1987).

### **2.2.5 Keanekaragaman Semut**

Semut merupakan kelompok hewan terestrial paling dominan di daerah tropis. Semut berperan penting dalam ekosistem terestrial sebagai predator, *scavenger*, herbivor, detritivor, dan granivor, serta memiliki peranan unik dalam interaksinya dengan tumbuhan atau serangga lain. Sejak kemunculannya, semut telah berkembang menjadi serangga yang paling dominan di ekosistem terestrial. Dari 750000 spesies serangga di dunia, 12000 di antaranya adalah semut (Holldobler dan Wilson, 1990).

Serangga ini memiliki kurang lebih 12000 spesies yang tersebar di dunia, dan sebagian besar berada di kawasan tropis (Suhara, 2009). Keberadaan semut di daerah kepulauan dapat dipengaruhi oleh luas pulau dan jarak isolasi pulau tersebut dengan pulau utama. Semakin luas ukuran suatu pulau maka akan semakin tinggi keanekaragaman semutnya (Wilson, 1961).