

## TINJAUAN PUSTAKA

### **Komunitas Collembola**

Organisme individu dan populasi yang terbentuk hidup sebagai kumpulan populasi spesies dalam daerah tertentu, membentuk suatu komunitas. Konsep komunitas ini merupakan suatu prinsip ekologi yang penting dan menekankan pada keteraturan yang ada dalam keragaman organisme yang hidup dalam habitat apapun (Michael, 1984). Kelompok organisme yang hidup dan telah menyesuaikan diri dengan keadaan tempat hidupnya serta mempunyai ciri khas untuk kelompoknya disebut dengan komunitas (Resosoedarmo, 1990).

Kevan (1955), mengelompokkan fauna tanah menurut tingkat aktivitasnya dalam tanah menjadi empat macam, yaitu :

1. Transien, adalah kelompok hewan yang daur hidupnya tidak berada di dalam tanah tetapi sewaktu-waktu imagonya berada di dalam tanah, misalnya Coccinelidae.
2. Temporer, kelompok hewan yang stadia telur dan larvanya berada di dalam tanah sedang imagonya berada di luar tanah, misal : *Tipula sp.* (Diptera).
3. Periodik, kelompok hewan yang seluruh daur hidupnya waktu imago dapat keluar bebas di luar tanah, misal : *Forficula sp.* (Dermaptera).
4. Permanen, yaitu kelompok hewan yang seluruh daur hidupnya berada selalu di dalam tanah, misal Isopoda (Crustacea).

Kelompok organisme yang hidup di tanah dan telah menyesuaikan diri dengan sistem yang ada disebut dengan komunitas tanah. Komunitas tanah berdasarkan ukuran tubuh organismenya dapat dibagi menjadi tiga yaitu:

a) Mikrofauna

Kelompok hewan ini mempunyai ukuran tubuh antara  $20\mu$  -  $200\mu$ . Hewan yang termasuk mikrofauna antara lain adalah Protozoa, dan sebagian dari anggota Acari, Tridigrata dan Nematoda.

b) Makrofauna

Kelompok hewan ini mempunyai ukuran tubuhnya lebih dari 1 cm. Hewan yang termasuk makrofauna adalah Lumbricidae, Insecta dan Arachnida.

c) Mesofauna

Kelompok hewan ini mempunyai ukuran tubuh antara  $200\mu$  - 1 cm. Dari kelompok mesofauna, Acarina dan Collembola adalah kelompok yang penting. Selain itu yang termasuk mesofauna adalah Araneida, Chelonethi, Opilione, Enchytraeidae, larva serangga dan sebagian dari anggota Milipedes dan Isopoda.

Phylum Arthropoda merupakan kelompok hewan yang paling banyak hidup di tanah bila dibandingkan dengan Phylum hewan lainnya. Kelompok mesofauna dan makrofauna didominasi oleh anggota phylum Arthropoda, baik dalam jumlah individu maupun jumlah jenisnya (Wallwork, 1970).

Interaksi dan kombinasi faktor-faktor lingkungan akan menentukan macam komunitas yang terbentuk serta kecepatan suksesi. Contoh klasik tentang suksesi primer adalah pembentukan dan perkembangan komunitas di kepulauan

Krakatau setelah gunung Krakatau meletus pada tahun 1883. Perkembangan komunitas tumbuhan dan hewan di Krakatau terjadi secara berangsur-angsur. Setelah letusan diperkirakan tidak ada satu organisme pun yang masih hidup; semua bagian dari pulau tertutup lava dan abu gunung yang merupakan substrat yang sama sekali baru. Komunitas berkembang dari komunitas yang secara struktural sederhana dengan keanekaragaman jenis yang kecil pada tahap awal menjadi komunitas yang lebih kompleks dengan keanekaragaman jenis yang relatif tinggi (Kartawinata, 1981 *dalam* Resosoedarmo, 1990). Penelitian di dekat Samarinda, Kalimantan Timur menunjukkan bahwa pembentukan padang alang yang terjadi setelah hutan klimaks ditebang habis dan kemudian dibakar setiap tahun untuk dijadikan ladang padi. Tampak bahwa keanekaragaman jenis tumbuhan dan serangga masih cukup tinggi satu tahun setelah penebangan dan pembakaran pertama pada tahun 1977. Pembakaran telah menurunkan keanekaragaman jenis secara drastis sehingga pada tahun 1981 hanya tinggal 15 % saja. Biji-biji dan benih-benih tumbuhan mati karena pembakaran, hanya sedikit saja yang tahan (Kartawinata, 1983 *dalam* Resosoedarmo, 1990)

### **Ciri dan Klasifikasi Collembola Tanah**

Serangga merupakan kelompok hewan yang mempunyai jumlah individu dan spesies terbesar. Pengaruh serangga tidak begitu buruk karena kebanyakan serangga dapat digunakan sebagai penyerbuk bunga, baik tanaman pertanian maupun bunga-bunga di taman. Serangga berkembang dari bentuk-bentuk kecil

yang mirip dengan kelabang, sehingga serangga-serangga pertama tidak bersayap dan dimasukkan dalam Apterygota.

Collembola merupakan serangga yang sangat kecil, hanya sedikit yang berukuran antara 6-7 mm dan kebanyakan bahkan lebih kecil lagi. Kelompok serangga tanpa sayap terbesar ini ada yang terdapat di dalam tanah dan di permukaan tanah dengan jumlah bisa mencapai 100.000 tiap meter persegi. Walaupun keberadaan Collembola di tanah sangat besar, namun ukurannya sangat kecil yaitu antara 0,5 – 8 mm maka keberadaan Collembola sangat sukar terlihat (Wallace & Mackerras, 1973; Anonim, 1989; Christiansen, 1990; Borror, 1992).

Kebanyakan spesies Collembola memiliki panjang antara 1-3 mm. Di antaranya ada yang berwarna putih dan ada yang tidak berwarna, tetapi ada pula yang memiliki pola warna yang sederhana atau rumit. Pada kepala serangga ini terdapat sepasang antena bersegmen empat dan pada umumnya sejumlah mata yang primitif atau *ocelli*, walaupun pada beberapa bentuk tidak terdapat yang demikian. Bagian-bagian mulut hampir tidak terlihat dari luar karena tersembunyi dalam pundi-pundi yang tumbuh ke bawah samping kepala yang disebut *entognathy* (Wallace & Mackerras, 1973; Anonim, 1989). Abdomen pada Collembola memiliki 6 segmen yang sangat khas, sedangkan pada kebanyakan serangga lain terdapat 11 segmen. Pada segmen I abdomen terdapat organ yang disebut *collophore* atau ventral tube. Organ ini berfungsi sebagai alat perekat pada waktu berada di permukaan yang licin, untuk jalan keluar masuknya cairan dari dalam tubuh atau dari lingkungan dan juga berfungsi sebagai alat respirasi. Pada serangga yang lain organ tersebut digunakan sebagai alat pertukaran

(metabolisme) mineral antara cairan tubuh dengan lingkungan. (Essig, 1946; Nayar, *et al.*, 1982; Anonim, 1989; Dindal, 1990). Pada segmen IV abdomen terdapat organ yang disebut *furcula*, yang berfungsi sebagai organ peloncat. Cara meloncat ini hanya terdapat pada Collembola, dan sangat berbeda dengan cara yang ditempuh oleh belalang lain. Organ ini terdiri dari tiga segmen yaitu *manubrium*, *dens* dan *muco*. Pada beberapa spesies lain, organ ini mengalami reduksi (Christiansen, 1990). Kutikula Collembola mempunyai struktur yang sangat tipis (0,001 mm – 0,003 mm) dan lebih lunak jika dibandingkan dengan kutikula serangga lainnya. Kutikula Collembola dilapisi dengan zat lilin sehingga kedap air. Dengan demikian Collembola dapat tahan hidup pada tempat-tempat yang basah, bahkan pada beberapa spesies seperti *Podura aquatica* mempunyai habitat di air (Anonim, 1989).

Berdasarkan bentuk dasar tubuhnya, Collembola dapat dibagi menjadi dua yaitu, pertama dengan bentuk tubuh memanjang dengan segmen-segmen tubuh yang terlihat jelas, dimasukkan kedalam sub ordo Arthropleona; dan kedua adalah dengan bentuk tubuh membulat dan segmen-segmen tidak terlihat jelas yang dimasukkan dalam sub ordo Symphypleona (Essig, 1946; Nayar, *et al.*, 1982; Borror, 1992). Symphypleona dan Neelipleona adalah Collembola yang bertubuh oval dengan perbedaan pada ukuran antena dan ruas abdomen V-VI.

Collembola merupakan salah satu bangsa dari kelas Hexapoda. Collembola dibaginya menjadi dua anak-bangsa, yaitu Arthropleona dan Symphypleona. Anak-bangsa Arthropleona dibedakan menjadi dua seksi, yaitu Poduromorpha (suku Poduridae dan Onychiuridae) dan Entomobryomorpha (suku

Entomobryidae dan Isotomidae), serta anak-bangsa Symphypleona menjadi satu seksi Symphypleona dengan satu suku Sminthuridae (Christiansen & Bellinger, 1980; Gisin, 1960).

### **Perikehidupan Collembola**

Collembola tidak mengalami metamorfosis sempurna, tetapi hanya terjadi pergantian kulit sebanyak 5-6 kali. Bentuk pradewasa dan dewasa mirip satu dengan yang lainnya. Kedua bentuk stadia tersebut dibedakan oleh ukuran, biasanya jumlah seta dan tidak adanya organ genitalia atau bidang genitalia pada stadia pradewasa. Pergantian kulit tetap berlangsung meskipun telah mencapai kematangan seks, biasanya dapat berlangsung 3-12 kali. Dengan adanya pergantian kulit maka Collembola akan mengalami perubahan nisbah ukuran organ-organ tertentu (Christiansen, 1964).

Dalam siklus hidupnya Collembola muda mengalami pergantian kulit antara 4-10 kali sebelum tahap dewasa. Pada tiap kali periode pergantian kulit dapat terjadi antara dua hari sampai beberapa minggu. Setelah dewasa Collembola masih mengalami pergantian kulit walaupun tidak sesering yang muda. Bentuk Collembola muda sama dengan bentuk Collembola yang dewasa, hanya ukurannya saja yang berbeda (Anonim, 1989).

Perkembangan Collembola antara lain meliputi perkembangan embrionik (peletakkan telur, perkembangan telur dan diapause), perkawinan atau partenogenesis (Butcher *et al.*, 1971). Sebagian besar Collembola melakukan pembuahan dengan mekanisme transfer paket sperma (Christiansen, 1964).

Sejumlah spesies khususnya yang berada pada lingkungan yang stabil hanya kawin sekali atau dua 2 kali setiap tahun. Patersen (1978 dalam Usher, 1975) menemukan sekitar 25% spesies Collembola yang berbiak secara partenogenesis dan spesies tersebut umumnya sangat melimpah dan dapat mencapai 72% dari semua individu. Christiansen (1964), menemukan genus Folsomia, Hypogastruridae dan Onychiuridae diketahui bersifat partenogenesis. Perkembangan Collembola dari telur hingga menjadi dewasa dipengaruhi oleh temperatur dan kelembaban (Christiansen, 1964; Butcher *et al.*, 1971).

#### **Sumber Makanan Collembola**

Collembola dikenal sebagai hewan tanah, oleh karena itu peran Collembola yang paling menonjol adalah sebagai perombak bahan organik dalam tanah. Peran perombak ini dapat ditunjukkan dengan adanya fraksi-fraksi bahan organik tanah berupa miselium, spora, bagian bangkai hewan, mayat atau kotoran dan bahan lain yang sudah terfermentasi di dalam saluran pencernaannya (MacNamara, 1924; Poole, 1959)

Collembola akuatik mempunyai jenis makanan yang berbeda antara lain adalah Diatomae, Algae maupun serpihan tumbuhan dan hewan yang telah mati yang ada di permukaan air (Essig, 1946; Wallace & Mackerras, 1973; Anonim, 1989). Tetapi ada beberapa Collembola yang mempunyai jenis makanan yang berbeda dengan adanya perbedaan tempat, walaupun Collembola termasuk masih satu spesies (Hale, 1967).

Makanan Collembola sangat bervariasi antara lain seresah, bakteri, hifa dan spora jamur, bahan organik terurai serta sisa-sisa kotoran. Selain itu Collembola juga saling memakan Collembola yang lain, kutikulanya sendiri, bagian tubuh cacing tanah yang membusuk dan pupa Diptera (Christiansen, 1964; Essig, 1946; Hale, 1967; Wallace & Mackerras, 1973).

Sebagian besar Collembola memakan bahan nabati yang lunak, yang terombak atau membusuk atau algae kecil disekelilingnya, sedangkan Collembola yang hidup di permukaan kolam menangkap Diatomeae dan Desmodium. Jamur merupakan salah satu makanan favorit Collembola dan banyak jenis Collembola yang ditemukan mengandung spora atau potongan miselium di dalam saluran pencernaannya. Hifa fungi, spora, selulosa (sel pengawal stomata, floem), lignin (trakeida), partikel mineral, kulit amoeba, seta cacing tanah, algae dan sisik Collembola juga ditemukan di dalam saluran pencernaan Collembola (MacNamara, 1924; Poole, 1959).

#### **Faktor Lingkungan Collembola**

**Iklm.** Daerah iklim sedang pada umumnya mempunyai angka populasi Collembola yang jauh lebih tinggi dibandingkan daerah tropika. Pada ketebalan tanah 5-10 cm, di daerah iklim sedang dapat dijumpai Collembola  $10^4$ - $10^5$  individu/m<sup>2</sup>, sedangkan di daerah tropika kurang dari  $10^4$  individu/m<sup>2</sup> (Takeda, 1978; Nijima, 1971). Kemelimpahan Collembola bergantung pada tersedianya bahan organik dan ketebalan lapisan (seresah) (Takeda, 1979). Akumulasi bahan organik di daerah tropika lebih rendah daripada di daerah iklim sedang.

Curah hujan berpengaruh langsung terhadap kehidupan Collembola karena menimbulkan kelembaban yang bervariasi. Collembola organisme yang tidak tahan terhadap kekeringan. Pada musim kering, Collembola akan melakukan masa tidak aktif (diapause). Beberapa diantaranya akan melakukan migrasi ke lapisan lebih bawah. Biasanya pada musim kering persentase mortalitas lebih tinggi dibandingkan pada musim hujan (Choudhuri & Roy, 1972; Takeda, 1981b).

**Tanah.** Pada kenyataannya, kedalaman tanah yang berbeda mempunyai keanekaragaman dan populasi Collembola yang berbeda pula (Choudhuri & Roy 1972; Takeda, 1978; Hazra & Choudhuri 1983). Perbedaan ini terjadi karena adanya perpindahan Collembola ke lapisan tanah yang lebih dalam. Perpindahannya Collembola ke lapisan tanah yang lebih dalam disebabkan oleh 1) tingkat kekeringan/kebasahan tanah yang berlebihan, 2) suhu lapisan permukaan tanah yang ekstrim rendah/tinggi, dan 3) tanggapan Collembola terhadap perubahan kandungan CO<sub>2</sub> tanah. Collembola mempunyai keanekaragaman persebaran vertikal mengikuti kedalaman tanah. Lapisan tanah yang mengandung individu Collembola paling tinggi adalah permukaan tanah yang mengandung banyak serasah dan humus. Pada lapisan ini paling banyak ditemukan jamur dan sisa bahan organik sebagai sumber pakan Collembola. Keadaan tanah tergantung pada berbagai komponen, baik fisik maupun biotik di lapisan atasnya diantaranya kandungan air, bahan organik, ukuran partikel dan suhu tanah (Choudhuri & Roy, 1972; Ananthakrisnan, 1978).

**Suhu.** Faktor suhu yang mendukung kehidupan adalah suhu tanah antara 20-30°C, sehingga daerah yang bersuhu hangat merupakan tempat yang ideal bagi

perkembangbiakan Collembola meskipun ada yang dapat hidup pada suhu dingin. Collembola sangat bergantung pada ketersediaan bahan organik untuk kelangsungan hidupnya. Memerlukan kondisi lingkungan yang lembab antara 50-70%. Kisaran pH antara 6,8-8,0 jika terlalu asam atau basa metabolismenya akan terganggu (Betsch, 1980).

Pengaruh suhu terhadap Collembola terutama pada perkembangan telur dan aktivitasnya (Christiansen, 1964; Wallwork, 1970; Butcher, *et al.*, 1971). Suhu berhubungan erat dengan kelembaban relatif. Collembola lebih tahan terhadap penurunan suhu daripada kenaikan suhu. Beberapa spesies Collembola ditemukan masih dapat hidup pada suhu  $-50^{\circ}\text{C}$ , sedangkan kenaikan suhu hingga  $34-40^{\circ}\text{C}$  menyebabkan mortalitas yang sangat tinggi (Palci, 1956; Christiansen, 1964).

**Kelembaban.** Christiansen (1964), untuk kelangsungan hidup Collembola dibutuhkan kelembaban relatif lebih dari 89%. Kenaikan kemelimpahan Collembola umumnya ditemukan selama musim hujan dan menunjukkan adanya korelasi penambahan antara kelembaban tanah dengan kepadatan populasi Collembola. Colembola tidak dapat lepas dari pengaruh lingkungan, terutama kondisi air tanah seperti serangga teresterial hidup lainnya (Vannier, 1970). Sebab itu distribusi Collembola dibatasi oleh bagian-bagian dari habitat dimana spesies tersebut cocok untuk hidup dan dalam bentuk agregasi. Tanah yang lembab disenangi untuk perbanyakkan Arthropoda tanah dan kelembaban tanah tersebut terutama tergantung pada kombinasi curah hujan dan kandungan bahan organik dalam tanah (Hazra, 1978).

Collembola merupakan salah satu Arthropoda tanah yang mempunyai daerah penyebaran (distribusi) yang sangat luas. Pengaruh kelembaban tanah dan bahan organik secara terpisah terhadap kepadatannya dan distribusi populasi Collembola telah diteliti oleh Choudhuri & Roy (1972) dan Hazra (1978). Perubahan populasi Collembola tampak dipengaruhi oleh perubahan kandungan air pada habitat sehingga komposisi spesies dapat dihubungkan dengan kandungan air di dalam tanah.

Masa kekeringan merupakan faktor pembatas bagi Collembola, dan Collembola pada umumnya sangat rentan terhadap kekeringan. Spesies Collembola dapat mengurangi tekanan pada masa kekeringan melalui adaptasi perilaku dan siklus hidupnya. Beberapa fase dalam siklus hidupnya lebih peka terhadap kekeringan daripada fase lainnya (Schaeffer, 1898).

**Komposisi vegetasi.** Menurut Choudhuri & Roy (1972), keadaan vegetasi permukaan tanah berpengaruh tidak langsung terhadap Collembola. Vegetasi mempengaruhi keadaan lingkungan di sekitarnya, diantaranya ukuran rongga-rongga atau pori-pori tanah, formasi humus, dan kelembaban tanah. Dengan demikian vegetasi merupakan salah satu komponen sistem ekologi yang ikut berpengaruh di dalam menyusun komposisi komunitas spesies Collembola.

### Peran dalam Lingkungan

Kehadiran Collembola di alam dapat menguntungkan maupun merugikan bagi manusia. Collembola pada umumnya menguntungkan manusia karena dapat dipakai sebagai indikator kondisi tanah misalnya pH dan kelembaban tanah. Collembola juga dapat digunakan sebagai indikator kesuburan tanah dengan melihat densitas Collembola. Collembola dengan densitas 40.000/m<sup>2</sup> dapat menghasilkan kotoran sebanyak 200 mg/m<sup>2</sup> (Hale, 1967; Wallwork, 1970). Kepadatan populasi Collembola dengan jumlah yang sangat banyak memiliki nilai ekonomi yang penting bagi pertanian. Selain mempunyai nilai ekonomi, satu diantara serangga primitif tanpa sayap, panjangnya beberapa milimeter merupakan hama yang gawat pada semanggi dan luserne. Meskipun ukurannya kecil, karena jumlahnya sangat banyak, *Sminthurus viridis* dapat menghabiskan berhektar-hektar tanaman, merusak bedengan-bedengan tanaman jamur bahkan menghalangi pertumbuhan benih dalam bedengan (Anonim, 1989). Beberapa spesies merupakan mata rantai yang vital dalam proses biologi tanah, seperti *Folsomia regularis*, *Hypogastrura tullbergi* *Folsomia candida*, *Onychiurus armatus*, (Perkinson, 1988; Moore, 1988). Setiap spesies Collembola juga memperlihatkan tingkatan toleransi yang berbeda terhadap lingkungan, sehingga Collembola merupakan hewan yang bagus digunakan sebagai indikator kondisi mikrohabitat (Wallwork, 1970).

### **Persaingan dalam Komunitas**

Diantara hewan pemangsa Collembola, tungau merupakan kelompok utama yang memegang peranan terpenting. Tungau mampu memakan Collembola paling banyak 14 ekor/hari, tetapi pada umumnya paling sedikit 2 ekor/hari. Menurut Christiansen (1964), mengatakan bahwa tungau merupakan faktor utama dalam menentukan ukuran populasi Collembola.

Parasit yang menyerang Collembola adalah Gregarina dan Nematoda. Namun serangan virus dan bakteri juga dijumpai terutama pada Collembola dalam peliharaan, sedangkan telur-telurnya diserang oleh jamur (Christiansen, 1964). Persaingan diantara Collembola sangat terbatas, dengan adanya penurunan populasi tungau maka akan menyebabkan kenaikan populasi Collembola.

Kelompok hewan tanah yang karakteristik di jumpai di dalam tanah dan seresh antara lain Acarina dan Collembola dalam jumlah banyak, sehingga persaingan diantara kedua hewan tersebut dapat saling membunuh struktur komunitas yang ada. Banyaknya pertumbuhan Acarina akan menurunkan populasi Collembola tanah yang ada (Christiansen, 1964). Persaingan yang terjadi pada Collembola dapat menyebabkan individu yang kalah akan tersingkir dari habitat dan yang kuat akan tetap mempertahankan keberadaannya.