

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Ekologi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)

Tanaman jagung merupakan tanaman semusim. Curah hujan ideal untuk tanaman jagung 85–200 mm bulan<sup>-1</sup>. Jagung tidak memerlukan persyaratan khusus, namun tanah yang gembur, subur, dan kaya humus. Jagung akan tumbuh dengan baik pada pH tanah 5,6-7,5 dan ketinggian 1.000-1.800 m dpl (Olson dan Sander, 1988). Tanah yang padat serta kuat menahan air tidak baik bila ditanam jagung karena dapat menghambat pertumbuhan akarnya bahkan membusukkan akar (Suprpto dan Marzuki, 2002).

Agroekologi tanaman jagung sangat bervariasi dari dataran rendah sampai dataran tinggi. Tanaman jagung dapat ditanam pada lahan kering beriklim basah dan kering, sawah irigasi, dan tadah hujan (Budiman, 2013). Iklim yang dikehendaki sebagian besar tanaman jagung adalah daerah-daerah beriklim sedang hingga daerah beriklim sub tropis/tropis basah. Oleh karena itu, jagung dapat tumbuh di daerah yang terletak antara 0–50° LU hingga 0–40° LS (Purwono dan Purnawati, 2007). Sekitar 70 % lahan produksi jagung berada pada daerah beriklim sedang (temperate) seperti Amerika Serikat, China, Brasil, dan Meksiko (Ministry of Environment and Forest India, 2007).

## 2.2 Mesofauna Tanah

### 2.2.1 Bioekologi Mesofauna Tanah

Pada umumnya mesofauna memiliki ukuran tubuh 0,2–10 mm dengan populasi dan biomassa tiap meter persegi yaitu  $10^2$ – $10^7$  dan 0,01–10 g (Dindal, 1990).

Tidak seperti makrofauna, mesofauna tidak memiliki kemampuan untuk membentuk kembali partikel tanah, dan oleh karena itu kemampuannya untuk menggunakan ruang-ruang pori, rongga-rongga, atau saluran untuk pergerakan dalam tanah (Neher dan Barbercheck, 1999). Populasi dan keanekaragaman mesofauna mencapai tingkat tertinggi pada tanah dengan porositas dan bahan organik yang tinggi, dan horizon terstruktur. Selain itu, aktivitas biologi paling banyak terjadi pada kedalaman tanah hingga 20 cm atau biasa disebut lapisan olah tanah.

### 2.2.2 Peran Mesofauna di dalam Tanah

Brussaard (1998) menyatakan bahwa keberadaan dan aktivitas mesofauna dan makrofauna tanah dapat meningkatkan aerasi, infiltrasi air, agregasi tanah, serta mendistribusikan bahan organik tanah. Sedangkan menurut Neher dan Barbercheck (1999) bahwa mesofauna dapat : (1) memakan bagian tanaman seperti nematoda *Meloidogyne*, *Heterodera*, dan *Pratylenchus* spp ; memangsa mikroorganisme seperti fungi (termasuk mikoriza), alga, jamur lendir, dan bakteri ; (3) omnivora, seperti beberapa anggota nematoda *Dorylamidae* yang memangsa

alga, bakteri, jamur, dan nematode lainnya ; dan (4) predator bagi tungau (*mite*), kumbang, larva lalat, lipan, dan laba-laba.

Frampton (1997) menjelaskan bahwa *Collembola* dapat dijadikan bioindikator dari efek negatif berbagai jenis pestisida (lebih sensitif terhadap insektisida organofosforus) dengan mengamati kelimpahan *Collembola* jenis *Lepidoctyrus* spp. dan *Sminthurinus elegans* akibat pestisida selama tujuh tahun.

## **2.3 Pengolahan Tanah**

Pengolahan tanah adalah setiap kegiatan mekanik yang dilakukan terhadap tanah dengan tujuan memudahkan penanaman, menggemburkan tanah sehingga baik bagi pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman, dan memberantas gulma (Fahmudin dan Widiyanto, 2004). Selain itu, pengolahan tanah juga menjadi salah satu bagian teknik persiapan lahan dengan tujuan untuk memberikan kondisi tempat tumbuh yang optimal bagi bibit/benih yang akan ditanam (Wahyuningtyas, 2010). Menurut Jug dkk. (2006) sistem olah tanah dikelompokkan menjadi 3, ialah sistem tanpa olah tanah, sistem olah tanah minimum dan sistem olah tanah sempurna.

### **2.3.1 Olah Tanah Sempurna**

Olah tanah sempurna atau konvensional adalah sistem olah tanah dengan meninggalkan residu tanaman kurang dari 15% setelah penanaman, atau kurang

dari 560 kg ha<sup>-1</sup> dari residu tanaman sereal. Sistem olah tanah ini secara umum melibatkan pengolahan tanah atau dikatakan bentuk lain dari olah tanah intensif (Murrel, 2014).

Menurut Utomo dkk. (2012) olah tanah intensif (OTI) adalah keadaan tanah diolah minimal dua kali, permukaan tanah bersih dari rerumputan dan mulsa, dan lapisan olah tanah diusahakan cukup gembur agar perakaran tanaman berkembang dengan baik. Tujuan utama olah tanah intensif adalah mengendalikan gulma pada stadia awal pertumbuhan tanaman, memperbaiki aerasi tanah, mencampur sisa gulma dan tanaman dengan tanah, menyeragamkan tingkat kesuburan tanah, dan memudahkan tanam.

Pengolahan tanah intensif sejak bertahun-tahun lalu dimulai dengan menggunakan traktor (bajak *moldboard*) atau cangkul sedalam 15–20 cm sebanyak 2 kali. Tanah yang masih berbentuk bongkahan dihaluskan dengan pengolahan tanah kedua dan penggaruan sebanyak 1–2 kali. (Murdock dan Wells, 2014; BPTP, 2008).

Olah tanah intensif yang selama ini menjadi tradisi dalam mengawali budidaya tanaman dengan tujuan membersihkan gulma dan menyediakan media tumbuh yang gembur, ternyata ikut berperan dalam menurunkan produktivitas lahan terutama tanaman pangan (Tjokrowardojo, 2010).

### 2.3.2 Olah Tanah Minimum

Olah tanah minimal merupakan salah satu penerapan olah tanah konservasi (OTK) dimana gangguan mekanis terhadap tanah diupayakan sesedikit mungkin dan tanpa melakukan pengolahan tanah pada seluruh areal lahan (Wahyuningtyas, 2010; LIPTAN, 1994). Olah Tanah Konservasi (OTK) adalah suatu sistem pengolahan tanah dengan tetap mempertahankan setidaknya 30% sisa tanaman menutup permukaan tanah agar lahan terutama sumberdaya lahan kering tetap memiliki produktivitas tinggi (Fahmuddin dan Widiyanto, 2004; Raifuddin dkk., 2006).

Simanjuntak (2006) menjelaskan bahwa prinsip dari olah tanah minimum (OTM) hanya dilakukan pada jalur tanam atau di sekitar penanaman dan dilakukan ketika penanaman/sebar benih. Selanjutnya, hanya dilakukan penyiangan terhadap gulma di sekitar tanaman dan dijadikan mulsa. Beberapa cara pengolahan tanah minimum menurut LIPTAN (1994) antara lain :

1. Pengolahan tanah di sekitar lubang tanaman, yaitu lahan dibersihkan dari rumput secara mekanis maupun kimia, selanjutnya tanah ditutupi mulsa dan sekitar lubang tanam tanah diolah seperlunya.
2. Pengolahan tanah di sekitar tanaman, yaitu lahan dibersihkan dari rumput dan pemberian mulsa sama dengan cara di atas sedang pengolahan tanah dilakukan dalam jalur tempat tumbuh tanam.
3. Tanpa pengolahan tanah, yaitu dalam keadaan struktur dan porositas tanah masih baik maka pengolahan tanah belum diperlukan.

### 2.3.3 Pengaruh Olah Tanah Minimum dan Sempurna terhadap Mesofauna Tanah

Pengolahan tanah sempurna secara umum menurunkan kandungan partikel dan agregat bahan organik tanah, distribusi unsur C dan N, kecepatan dekomposisi bahan organik, dan mineralisasi N (Liu dkk., 2006; Chivenge dkk., 2007). Hal ini didukung hasil penelitian Svobodova dkk. (2010) yang menjelaskan bahwa perlakuan pengolahan tanah minimum memberikan nilai total karbon dari bahan organik tanah nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan olah tanah sempurna pada 3 kedalaman yaitu 0–5 cm, 5–15 cm, dan 15–35 cm pada tanah Kambisol di daerah Studena, Republik Ceko.

Selain itu, perlakuan olah tanah sempurna memberikan nilai karbon organik tanah terendah yaitu  $14,9 \text{ mg g}^{-1}$  tanah dibandingkan 3 perlakuan olah tanah konservasi meliputi olah tanah pada baris tanaman ( $16,8 \text{ mg g}^{-1}$  tanah), dengan penanaman tanaman permanen ( $17,2 \text{ mg g}^{-1}$  tanah), dan penambahan mulsa serasah tanaman ( $20,4 \text{ mg g}^{-1}$  tanah) pada tanah liat merah (Chivenge dkk., 2007).

Pengolahan tanah secara sempurna menurunkan kandungan bahan organik di dalam tanah. Padahal invertebrata tanah berperan menjaga kestabilan bahan organik dan menyebabkan penurunan bahan organik tanah. Invertebrata tanah seperti *Collembola* berperan dalam mendekomposisi substrat organik tanaman, pendaurulangan, dan translokasi hara. *Acarina* berperan membawa spora fungi dan bakteri menuju bahan organik segar untuk memulai proses dekomposisi (Wolters, 2000; Roger dkk., 1994; Prosoil, 2013).

Sehingga pengolahan tanah secara sempurna memiliki pengaruh negatif terhadap mesofauna tanah dibandingkan dengan olah tanah konservasi seperti olah tanah minimum. Hal ini sejalan dengan penelitian Minor dkk. (2004) yang menjelaskan bahwa pengolahan tanah sampai kedalaman 20–25 cm menurunkan kepadatan populasi dan indeks keanekaragaman *Acarina* dari kelompok *Gamasida* pada tahun pertama 1998 sebesar 4 individu  $\text{cm}^{-3}$  dibandingkan tahun berikutnya sebesar 1.014 individu  $\text{cm}^{-3}$ .

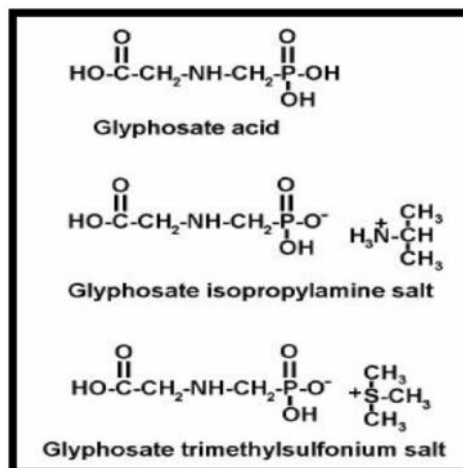
Selain itu, hasil penelitian Dubie dkk. (2011) menyatakan bahwa perlakuan tanpa olah tanah memberikan nilai kelimpahan mikroarthropoda tanah asli lebih tinggi dibandingkan perlakuan olah tanah sempurna yaitu  $21,4 \pm 5,3$  individu  $\text{m}^{-2}$  dibandingkan  $6,4 \pm 1,7$  individu  $\text{m}^{-2}$ . Lebih lanjut, kelimpahan mikroarthropoda tanah meningkat dari  $21,4 \pm 5,3$  individu  $\text{m}^{-2}$  di tahun pertama dan  $42,4 \pm 4,6$  individu  $\text{m}^{-2}$  di tahun kedua.

Selain itu, Fujita (1995) menjelaskan bahwa perlakuan tanpa olah tanah memberikan nilai keanekaragaman spesies mesofauna tanah tertinggi dibandingkan olah tanah alami tanpa input organik dan olah tanah sempurna yaitu berturut-turut 53, 36, dan 3 spesies.

## 2.4 Herbisida Glifosat dan 2,4-D

### 2.4.1 Deskripsi Herbisida Glifosat

Glifosat merupakan herbisida non-selektif dan sistemik yang dapat mengendalikan berbagai macam rumput-rumputan, tumbuhan merambat, semak belukar, dan pepohonan (Tu dkk., 2001). Glifosat tergolong asam organik lemah dengan nama kimia yaitu *N-(phosphonomethyl)glycine*. Biasanya herbisida ini diformulasikan dalam bentuk garam *isopropylamine* atau *trimethylsulfonium-glifosat* (Buffin dkk., 2001).



Gambar 1. Rumus bangun herbisida Glifosat (Tu dkk., 2001).

Menurut Tu dkk. (2001) glifosat membunuh tumbuhan dengan menghambat aktivitas enzim *enolpyruvylshikimic acid 3-phosphate synthase* (EPSP) yang diperlukan dalam pembentukan asam amino aromatik tirosin, triptofan, dan fenilalanin. Lebih lanjut, Glifosat juga menjadi inhibitor kompetitif dari

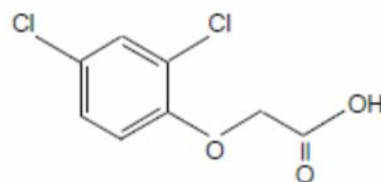


*phosphoenolpyruvate* (PEP), yang berperan sebagai prekursor dari sintesis asam amino aromatik.

#### 2.4.2 Deskripsi Herbisida 2,4-D

Herbisida 2,4-D merupakan herbisida dengan nama kimia *2,4-dichlorophenoxy acetic acid* yang dianggap memprakarsai revolusi pertanian, ketika pertama kali dipasarkan pada tahun 1940-an herbisida 2,4-D digunakan untuk mengendalikan gulma berdaun lebar di daerah daratan maupun perairan serta aman bagi rumput-rumputan. Herbisida ini pertama kali digunakan sebagai komponen *Agent Orange* selama perang dunia II di Vietnam (Cox, 2006 ; Tu dkk., 2001).

Menurut Tu dkk. (2001) herbisida 2,4-D mengendalikan tumbuhan dengan menirukan hormon pertumbuhan tanaman yaitu auksin (*indole acetic acid*). Ketika mencapai dosis efektifnya, 2,4-D menyebabkan pertumbuhan tanaman tidak terkontrol dan teratur. Pola kerja herbisida 2,4-D belum dapat dimengerti secara maksimal, karena dimungkinkan terjadi akibat berbagai proses yang saling bergabung sehingga mematikan bagi tumbuhan.



2,4-dichlorophenoxyacetic acid

Gambar 2. Rumus bangun herbisida 2,4-D (Cox, 2006).

Menurut Cox (2006), herbisida 2,4-D membunuh tumbuhan dengan meningkatkan tiga karakteristik dari tanaman, yaitu : plastisitas dari dinding sel, jumlah protein yang dibentuk, dan jumlah etilen yang diproduksi oleh tanaman. Efek dari perubahan yang terjadi menyebabkan sel tumbuhan membelah dan tumbuh tidak terkontrol. Hasil akhir menyebabkan jaringan tanaman rusak dan menyebabkan kematian.

#### 2.4.3 Pengaruh Herbisida Glifosat dan 2,4-D terhadap Mesofauna Tanah

Neher dan Barbercheck (1999) menyatakan bahwa penggunaan herbisida seperti 2,4-D menyebabkan pengaruh negatif secara tidak langsung bagi fauna tanah dengan mengurangi vegetasi tumbuhan sehingga hanya sedikit bahan organik di permukaan tanah. Menurut Hazra (1991), kondisi permukaan tanah yang kehilangan serasah dan sisa-sisa tanaman akan mengakibatkan fauna yang hidup di lapisan permukaan tanah bagian menjadi lebih sedikit bahkan menghilang karena menciptakan lingkungan yang tidak sehat bagi fauna tanah.

Hasil penelitian Yong-mei dkk. (2006) menjelaskan bahwa peningkatan konsentrasi herbisida berbahan aktif *isopropilamonium glifosat* menurunkan populasi mesofauna tanah dominan seperti *Collembola* dan *Acarina* dibandingkan perlakuan tanpa herbisida. Selain itu hasil penelitian Lins dkk. (2007) menunjukkan bahwa 20 hari setelah aplikasi, herbisida 2,4-D paling menurunkan populasi *Collembola* dengan nilai 2 individu  $\text{cm}^{-3}$  dibandingkan 3 jenis herbisida lainnya yaitu *Atrazin* (3 individu  $\text{cm}^{-3}$ ), *Glifosat* (3 individu  $\text{cm}^{-3}$ ), dan

*Nicosulfuron* (3 individu  $\text{cm}^{-3}$ ). Belum begitu banyak penelitian yang membahas mengenai pengaruh herbisida terhadap fauna tanah golongan mesofauna.