

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman kubis (*Brassica oleraceae* L.) adalah salah satu tanaman sayuran yang mempunyai nilai ekonomi tinggi ditinjau dari segi nilai gizinya dan potensinya sebagai sumber pendapatan nasional (Partoatmojo, 1982). Dibandingkan dengan negara penghasil kubis lainnya seperti Amerika Serikat yang menghasilkan kubis 23 t ha⁻¹, maka produksi kubis Indonesia masih rendah yaitu 11,36 t ha⁻¹. Sebagai salah satu jenis tanaman potensial, kubis (*Brassica oleracea* L.) selama pertumbuhannya yaitu sejak persiapan lahan hingga panen banyak kendala yang membatasinya. Salah satu kendala yang cukup penting adalah gulma.

Herbisida merupakan pestisida yang digunakan untuk membunuh gulma. Herbisida mempunyai kemampuan untuk membunuh gulma meskipun dalam konsentrasi rendah. Besarnya konsentrasi herbisida yang diberikan menentukan terjadinya hambatan atau pemacu pada tanah ataupun pertumbuhan gulma. Pada umumnya dengan semakin meningkatnya konsentrasi herbisida maka akan semakin meningkat pula penekanannya (Moenandir, 1990).

Dewasa ini, penggunaan herbisida di bidang pertanian, kehutanan, perkebunan dan lingkungan tempat tinggal kita telah mengalami peningkatan yang cukup signifikan dan menjadi bagian penting dari sistem pertanian modern. Bersama-

sama dengan adopsi varietas unggul, penggunaan pupuk anorganik, perbaikan sistem pengairan (irigasi) dan penggunaan alat-alat berat (*machinery*), penggunaan herbisida dan berbagai jenis pestisida lainnya telah memberikan kontribusi yang sangat penting terhadap peningkatan produktivitas pertanian (Cheng, 1990).

Kadar penggunaan pestisida yang sangat tinggi telah menimbulkan kebingungan di kalangan masyarakat luas karena terdapat bukti-bukti bahwa pestisida dapat menimbulkan dampak negatif terhadap alam lingkungan sekitarnya maupun terhadap manusia sendiri (Sastroutomo, 1992).

Penggunaan herbisida harus sesuai dengan dosis yang telah disarankan pada label. Karena pemakaian herbisida yang berlebihan dapat memengaruhi kehidupan mikroorganisme tanah. Herbisida yang diaplikasikan tersebut akan tinggal di dalam tanah atau dapat diuraikan sehingga daya meracunnya menjadi turun atau hilang sama sekali (Moenandir, 1988).

Sebagian besar herbisida yang diaplikasikan ke tanaman akhirnya akan jatuh ke tanah, kemudian mengalami perubahan dan dalam masa waktu tertentu akan terjerap oleh fraksi liat dan atau unsur organik dalam tanah, yang secara umum dikenal dengan residu herbisida. Residu herbisida beracun dalam tanah dapat membunuh mikroba tanah, yang sebenarnya bukan targetnya (*non target microorganism*), tanaman budidaya dan menyebabkan pencemaran lingkungan terutama pada sumber air yang dimanfaatkan oleh manusia sebagai kebutuhan hidup sehari-hari (Dermiyati, 1997).

Menurut Rao (1994) *dalam* Dermiyati (2002) masalah yang timbul secara tidak langsung mengenai bahaya penggunaan herbisida secara intensif adalah adanya kemungkinan residu bahan-bahan kimia beracun yang akan mengalami pencucian melalui profil tanah menuju pada sumber air tanah yang telah terkontaminasi akan digunakan oleh manusia dan hewan.

Efek samping (*side-effects*) residu herbisida terhadap mikroba tanah tersebut berbeda-beda (Schuster dan Schroder, 1990a). Hasil penelitian Duah-Yentumi dan Jhonson (1986) *dalam* Nugroho (1992) yang menggunakan herbisida 2,4-D menunjukkan bahwa aplikasi herbisida jenis ini secara terus-menerus menurunkan populasi fungi tanah, bakteri, dan aktinomisetes. Dijelaskan pula oleh Olson dan Lindwal (1991) *dalam* Sevtawinanda (1994) bahwa transformasi berbagai jenis herbisida menghasilkan senyawa kimia yang antara lain substitusi *fenol*, *amin aromatik*, dan *klorobenzen*, dapat menjadi bahan pencemar yang potensial dan meracuni organisme tanah dan air.

Telah banyak dilaporkan bahwa mikroorganisme tanah banyak berperan dalam degradasi herbisida, apabila faktor lingkungan seperti pH, kandungan bahan organik, suhu, dan kelembaban turut mendukung, maka aktivitas mikroorganisme tanah akan semakin meningkat (Fryer dan Matsunaka, 1988). Penelitian terdahulu melaporkan bahwa pemakaian herbisida dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah karena adanya mikroorganisme tanah yang berperan dalam mendegradasi herbisida (Dermiyati dkk., 2002).

Dermiyati *et al.* (1997) menyatakan bahwa pertumbuhan mikroorganisme akan meningkat pada pH optimum, sehingga degradasi herbisida di dalam tanah tergantung pada pH tanah dan proses mikrobiologi. Pengapuran meningkatkan pH tanah, sehingga menciptakan kondisi lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan bakteri tanah (Alexander, 1977).

Mikroorganisme dalam tanah terdiri dari lima kelompok utama yaitu : bakteri, aktinomisetes, fungi, alga, dan protozoa (Alexander, 1977). Untuk keperluan pertumbuhannya mikroba memerlukan energi yang terdiri dari bahan organik dan anorganik. Mikroorganisme menggunakan semua bahan organik yang ada di dalam tanah untuk bahan makanannya, dalam hal ini juga herbisida (Sumintapura dan Iskandar, 1980).

Herbisida berbahan aktif isopropilamina glifosat merupakan herbisida sistemik yang mempunyai spektrum pengendalian yang luas dan bersifat nonselektif (Hamburg *et al.*, 1989). Hasil penelitian Wardoyo (2008), menunjukkan penambahan dosis glifosat berpengaruh nyata menurunkan total koloni mikroorganisme pada semua jenis tanah. Semakin meningkatnya dosis glifosat menyebabkan total mikroorganisme dalam tanah semakin menurun. Kenyataan ini dapat mengidentifikasi bahwa glifosat dapat menurunkan populasi total mikroorganisme dalam tanah.

Nitrogen (N) merupakan hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah paling banyak. Transformasi nitrogen dalam tanah merupakan bagian dari daur N di alam dan daur N sangat tergantung pada aktivitas mikroorganisme. Nitrogen dalam

tanah tersedia bagi tanaman dalam bentuk amonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-) yang merupakan nitrogen anorganik (Atlas dan Bartha, 1994). Pada umumnya NO_3^- lebih banyak diabsorpsi tanaman dari pada NH_4^+ . Hal ini terjadi karena dalam tanah lebih banyak muatan negatif sehingga NH_4^+ lebih banyak teradsorpsi oleh partikel tanah sedangkan NO_3^- lebih bebas bergerak dalam tanah dan berdifusi ke dalam jaringan tumbuhan (Tisdale dkk., 1990). Proses pembentukan nitrat disebut sebagai nitrifikasi. Nitrifikasi terdiri dari 2 proses yang merupakan satu kesatuan yaitu oksidasi amonium menjadi nitrit dan oksidasi nitrit menjadi nitrat (Atlas and Bartha, 1993). Dalam tanah, proses pembentukan nitrit (nitritasi) dominan dilakukan oleh bakteri dari genus *Nitrosomonas*. Nitrogen organik diubah menjadi mineral N-amonium oleh mikroorganisme merupakan bagian penting dalam penguraian senyawa N-organik dalam bahan organik dan senyawa N-komplek lainnya (Ma'sud, 1993).

Penelitian ini mengamati pengaruh herbisida glifosfat berkelanjutan terhadap populasi mikroorganisme tanah. Terjadi pro dan kontra mengenai dampak residu herbisida terhadap aktivitas mikroorganisme menyebabkan perlunya dilakukan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh residu penggunaan herbisida terhadap organisme nir sasaran, terutama mikroorganisme tanah yang bermanfaat untuk meningkatkan kesuburan tanah, disamping itu penelitian mengenai pengaruh residu herbisida terhadap populasi mikroorganisme tanah secara kuantitatif (Gonzales dkk., 1992). Adanya anggapan sementara bahwa di daerah tropika pestisida dapat cepat terombak sehingga bahaya residu pestisida terhadap mikroba tanah dapat diabaikan, anggapan tersebut tentu tidak sepenuhnya diterima dan dalam hal ini perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan data jelas.

B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memelajari pengaruh residu herbisida glifosat, kompos, dan kapur terhadap perubahan total bakteri dan bakteri nitrosomonas pada pertanaman kubis (*Brassica oleracea* L.) yang diberi pupuk dan herbisida berkelanjutan.

C. Kerangka Pemikiran

Sasaran utama dan penggunaan herbisida adalah tanaman pengganggu (gulma), tetapi dalam aplikasinya akan memengaruhi yang bukan sasaran atau disebut sebagai efek samping herbisida. Mikroorganisme di dalam tanah terdiri dari bakteri, jamur, aktinomisetes, dan lain-lain. Mikroba di dalam tanah berperan penting dalam perombakan bahan organik dan mendaur ulang unsur hara tanah. Populasi tiap jenis mikroba tanah dapat dipakai sebagai indikator yang cukup memadai untuk menilai pengaruh efek samping residu herbisida dalam tanah (Nugroho, 1992 *dalam* Sevtawinada, 1994).

Selain mikroorganisme, bahan organik juga berperan dalam mendegradasi herbisida. Hal ini disebabkan bahan organik akan mengadsorpsi dan memegang herbisida di dekatnya (Moenandir, 1990). Sutedjo dkk. (1991) menyatakan bahwa pemberian bahan organik ke dalam tanah andisol akan memengaruhi keadaan biologi tanah. Bahan organik menjadi medium yang lebih baik bagi perkembangan perakaran dan perkembangan mikroorganisme esensial pada proses dalam tanah sehingga diharapkan akan meningkatkan populasi mikroorganisme.

Dewi (2002) menyatakan bahwa pemberian bahan organik secara umum dapat meningkatkan populasi fungi, bakteri, dan aktinomisetes hingga diharapkan peran mikroorganisme dalam mendegradasi herbisida di dalam tanah semakin baik. Simamarta (2003) menyatakan bahwa pemberian ekstrak kompos, pupuk kandang dengan konsentrasi 50% - 25% meningkatkan populasi bakteri di dalam tanah. Mikroorganisme akan berperan dalam proses transformasi pupuk yang diaplikasikan sehingga pada kondisi mikroorganisme berkembang sangat cepat dalam waktu yang pendek (Rinsema, 1986).

Dermiyati (2005) menyatakan total bakteri terendah terdapat pada perlakuan tanpa herbisida diuron dan amelioran. Pada awal pemberian herbisida diuron (sampai minggu ketiga), pemberian diuron menekan pertumbuhan bakteri. Tetapi pada minggu ketiga, pemberian diuron meningkatkan total bakteri dibandingkan dengan kontrol (tanpa amelioran, kapur, atau kotoran ayam). Pemberian Diuron yang disertai dengan kapur akan meningkatkan total bakteri tanah dibandingkan dengan tanpa kapur. Hal ini dikarenakan diuron yang diaplikasikan ke tanah merupakan sumber energi sehingga meningkatkan mikroorganisme tanah. Selain itu, pemberian amelioran berupa kotoran ayam atau kapur dapat menciptakan kondisi lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan bakteri tanah.

Hasil penelitian Susmayanti (2002) menunjukkan bahwa pemberian MCPA yang dikombinasikan dengan kapur dan kotoran ayam akan meningkatkan aktivitas mikroorganisme karena diduga kapur memberikan kondisi yang lebih baik bagi pertumbuhan mikroorganisme tanah, sehingga herbisida yang diaplikasikan ke

dalam tanah dapat terdekomposisi dan mikroorganisme menggunakan hasil dekomposisi untuk berkembang biak.

Hasil penelitian Setianingsih dkk. (2001) menunjukkan bahwa pada tanah andisol populasi mikroorganisme pengoksidasi nitrit dalam tanah yang ditambah glifosat lebih besar dari pada dalam tanah tanpa glifosat. Berdasarkan analisis statistik mingguan, beda nyata dinamika populasi mikroorganisme pengoksidasi nitrit dalam tanah gambut akibat perlakuan 20 mg kg^{-1} glifosat terjadi pada minggu ke-2. Besarnya populasi turun drastis dari minggu ke-0 menuju minggu ke-2 dan antara minggu ke-2 dan minggu ke-4 populasi sedikit naik. Pada minggu ke-6 populasi mikroorganisme pengoksidasi nitrit di dalam tanah yang diperlakukan dengan glifosat meningkat tajam, sedangkan di dalam tanah tanpa glifosat terjadi sedikit kenaikan. Adanya peningkatan populasi mikroorganisme pengoksidasi nitrit akibat perlakuan glifosat, bisa disebabkan golongan mikroorganisme ini dapat memanfaatkan unsur-unsur yang mudah lepas dari glifosat.

Menurut Rompas (1998) bakteri autotrof (bakteri nitrifikasi) dapat menggunakan N-organik untuk melakukan nitrifikasi. Senyawa N-amonium dan N-nitrat yang dimanfaatkan oleh tumbuhan akan diteruskan ke hewan dan manusia dan dikembalikan memasuki sistem lingkungan melalui sisa-sisa jasad renik.

Agustiyani dkk. (2002) menyatakan bahwa pemberian kapur dan media substrat organik akan meningkatkan aktivitas bakteri pengoksidasi ammonia. Hal ini dikerenakan seperti pada umumnya bakteri nitrifikasi, bakteri pengoksidasi amonia lebih menyukai lingkungan yang basa dengan tingkat pH optimal untuk

pertumbuhan berkisar antara 7,5 sampai 8,5 (Imas *et al.*, 1989). Sedangkan pada pH 5,0 pertumbuhan maupun aktivitas oksidasi amonium oleh isolat bakteri menurun, hal ini menunjukkan terjadinya penghambatan. Pada pH yang rendah, membran sel menjadi jenuh oleh ion hidrogen sehingga membatasi transport membran. Keracunan yang terjadi pada pH rendah adalah karena sebagian substansi asam yang tidak terurai meresap ke dalam sel, sehingga terjadi ionisasi dan pH sel berubah. Perubahan ini menyebabkan proses pengiriman asam-asam amino dari RNA terhambat sehingga menghambat pertumbuhan dan bahkan dapat membunuh mikroba.

D. Hipotesis

1. Total bakteri tanah dan bakteri nitrosomonas lebih tinggi pada tanah tanpa herbisida glifosat dibandingkan dengan tanah yang diaplikasikan herbisida glifosat.
2. Total bakteri tanah dan bakteri nitrosomonas lebih tinggi pada tanah dengan pemberian kompos dibandingkan dengan tanah tanpa kompos.
3. Total bakteri tanah dan bakteri nitrosomonas lebih tinggi pada tanah dengan pemberian kapur dibandingkan dengan tanah tanpa kapur.
4. Terdapat interaksi antara herbisida glifosat, kompos, dan kapur terhadap total bakteri tanah dan bakteri nitrosomonas.