

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kangkung Darat

2.1.1 Klasifikasi Kangkung Darat

Tanaman kangkung merupakan salah satu tanaman sayuran yang dibudidayakan oleh masyarakat. Tanaman kangkung dalam sistematika tumbuh-tumbuhan diklasifikasikan ke dalam divisi Spermatophyta (menghasilkan biji), subdivisi Magnoliophyta (tumbuhan berbunga), kelas Magnoliopsida (berkeping dua atau dikotil), ordo solanales, family Convolvulaceae (suku kangkung-kangkungan), genus *Ipomoea*, spesies *Ipomoea reptans* Poir. (Sriharti, 2007).

2.1.2 Morfologi Akar Tanaman Kangkung Darat

Tanaman kangkung tumbuh merambat atau menjalar dan memiliki percabangan yang banyak. Kangkung memiliki sistem perakaran tunggang dengan cabang-cabang akar menyebar ke semua arah (Praatim, 2004). Suratman *et al.* (2000) menjelaskan bahwa kangkung darat (*I. reptans*) memiliki sistem akar tunggang berukuran kecil sampai sedang, lunak, rapuh, sedikit kompak, percabangan banyak, agak menyebar, bentuk filiformis (berbentuk benang), berwarna putih kekuningan, panjang akar *I. reptans* berkisar 20-40 cm dengan diameter 1-4 mm. Kangkung membutuhkan yang subur gembur, kaya akan bahan organik dan tidak terlalu basah. Akar akan mudah membusuk dan mati apabila terdapat pada lahan yang tidak terlalu basah.

Sistem perakaran tunggang, jika akar lembaga tumbuh terus akan menjadi akar pokok yang bercabang-cabang menjadi akar-akar yang lebih kecil. Akar pokok yang berasal dari akar lembaga disebut akar tunggang (*radix primaria*) (Tjitrosoepomo, 2007). Akar umumnya dibedakan menjadi beberapa bagian antara lain: Leher akar atau pangkal akar (*collum*), yaitu bagian akar yang bersambungan dengan pangkal batang. Ujung akar (*apex radical*), yaitu bagian akar yang paling muda, terdiri atas jaringan-jaringan yang masih dapat mengadakan pertumbuhan. Batang akar (*corpus radical*), bagian akar yang terdapat antara leher akar dan ujungnya. Cabang-cabang akar (*radix lateralls*), yaitu bagian-bagian akar yang tak langsung bersambungan dengan pangkal

batang, tetapi keluar dari pokok dan masing-masing dapat mengadakan percabangan lagi (Tjitrosoepomo, 2007).

Serabut akar (*fibrilla radicalis*), yaitu cabang-cabang akar yang halus-halus dan berbentuk serabut. Rambut-rambut akar atau bulu-bulu akar (*pilus radicalis*), yaitu bagian akar yang merupakan penonjolan sel-sel kulit akar yang panjang. Dengan adanya rambut-rambut akar bidang penyerapan akar menjadi amat diperluas, sehingga lebih banyak air dan zat-zat makanan yang dapat dihisap. Tudung akar (*calyptra*), yaitu bagan akar yang letaknya paling ujung, terdiri atas jaringan yang berguna untuk melindungi ujung akar yang masih muda dan lemah (Tjitrosoepomo, 2007).

2.2 Mikroorganisme Endofit

2.2.1 Definisi Jamur Endofit

Menurut Prihatiningtias *et al.* (2006) mikroba endofit merupakan mikroorganisme yang hidup dalam jaringan tumbuhan, mikroorganisme ini terdapat di akar, daun, dan batang tumbuhan. Jenis mikroba yang ditemukan sebagai mikroba endofit yaitu bakteri dan fungi, namun yang banyak diisolasi yaitu golongan fungi. Petrini *et al.* (1992) menjelaskan bahwa jamur endofit merupakan jamur yang hidup di dalam jaringan tanaman sehat tanpa menyebabkan kerusakan maupun gejala pada tanaman inang. Menurut Radji (2005) mikroba endofit adalah mikroba yang hidup di dalam jaringan tanaman pada periode tertentu dan mampu hidup dengan membentuk koloni dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan inangnya.

Sudantha *et al.* (2007) menjelaskan bahwa jamur endofit menghasilkan alkaloid dan mikotoksin lainnya sehingga memungkinkan digunakan untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit. Jamur endofit menghasilkan senyawa enzim dan antibiotik dari mikroba endofit yang berguna bagi tanaman inang dalam meningkatkan ketahanan terhadap pathogen. Menurut Ilyas (2006) jamur endofit menghasilkan enzim antara lain selulose, esterase, peroksidase, lipase, silaase dan amylase. Jamur endofit pada tanaman inang memberi keuntungan karena dapat meningkatkan toleransi terhadap logam berat,

meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan, menekan serangan hama dan resistensi sistemik terhadap patogen (Saikkonen *et al.*, 1998).

2.2.2 Peranan Jamur Endofit

Mikroorganisme endofit mengeluarkan suatu metabolit sekunder atau senyawa antibiotik. Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mikroorganisme endofit merupakan senyawa antibiotik yang mampu melindungi tanaman dari serangan hama, pathogen penyebab penyakit tanaman, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai agens hayati (Purwanto, 2008). Menurut (Strobel 2003 dalam Prihatiningtias *et al.* 2006) mikroba endofit memiliki prospek yang baik dalam penemuan sumber-sumber senyawa bioaktif dalam perkembangan lebih lanjut dapat digunakan sebagai sumber penemuan obat untuk berbagai penyakit. Senyawa-senyawa bioaktif dihasilkan oleh mikroba endofit yang dapat digunakan sebagai antimikroba, antimalaria, antikanker, dan dipergunakan dalam perindustrian dan pertanian.

Menurut Prihatiningtias *et al.* (2006) mikroba endofit memiliki prospek dalam penemuan obat baru karena menghasilkan senyawa bioaktif. Mikroba endofit menghasilkan senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, terpen, steroid, flavonoid, kuinon dan fenoldan, yang memiliki potensi besar sebagai senyawa bioaktif. Mikroba endofit memiliki siklus hidup yang singkat dan senyawa yang dihasilkan diproduksi dalam skala besar melalui proses fermentasi.

Mikroba yang hidup di dalam tanah memiliki kemampuan dalam meningkatkan kesuburan tanah dengan menambat unsur hara N di udara. Menurut Oktavia (2006) mikroorganisme tanah seperti *Rhizobium* dapat hidup bebas dan melakukan simbiosis dengan tanaman sehingga dapat membantu ketersediaan nitrogen untuk tanaman, karena nitrogen harus mengalami proses dekomposisi sebelum dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

Menurut Zuhria (2011) kemampuan mikroba yang hidup ditanah dalam menambat nitrogen di udara mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk nitrogen, selain itu mikroba yang hidup di tanah memiliki kemampuan dalam memproduksi senyawa aktif (zat pemacu tumbuh, enzim selulose ekstraseluler, hemiselulose, xylan, pectin atau beberapa jenis antibiotik).

Menurut Yuwono (2006) melalui hubungan simbiotik dengan tanaman tertentu mikroba mampu melakukan penambatan nitrogen atmosfer. Hubungan simbiotik mikroba dengan tanaman dilakukan dengan membentuk struktur tertentu pada tanaman, misalnya dalam bentuk akar. Mikrobia penambat nitrogen yang hidup bebas berbeda dengan mikrobia penambat nitrogen secara simbiotik karena mikrobia penambat nitrogen simbiotik memiliki hubungan khusus dengan tanaman inang tertentu.

2.2.3 Ekologi Jamur Endofit

Prihatiningtias *et al.* (2006) menjelaskan bahwa mikroba endofit hidup dalam jaringan tumbuhan baik berada di akar, daun maupun batang tumbuhan. Mikroorganisme endofit memasuki jaringan tumbuhan terutama melalui akar. Mikroorganisme endofit diisolasi dari jaringan tanaman atau di ekstrak dari bagian jaringan tanaman sehat, proses kolonisasi jaringan tumbuhan oleh endofit melalui tahap kompleks yang meliputi adaptasi, perkecambahan spora, penetrasi dan kolonisasi (Athman, 2006 dalam Hanifati, 2012). Mikroorganisme juga bisa masuk ke dalam jaringan tumbuhan melalui luka dan lubang alami. Luka pada tumbuhan yang diakibatkan oleh nematode seperti cacing juga menjadi faktor utama untuk masuknya mikroorganisme endofit (Athman, 2006 dalam Hanifati, 2012). Hampir setiap jenis tanaman memiliki jamur endofit yang jenisnya berbeda-beda, sehingga terdapat rentang keanekaragaman hayati yang tinggi (Anindyawati, 2003).

Jamur endofit hidup pada pembuluh xylem dan hanya akan keluar jika inang sudah dalam keadaan tertekan dan mendekati kematian. Jamur endofit tidak menimbulkan gejala ataupun serangan. Jamur endofit dapat masuk melalui lubang-lubang alami tanpa perlu adanya pelukaan. Jamur endofit juga tidak menyerang jaringan dan meskipun jamur ini berada pada pembuluh xylem jamur endofit mencapainya melalui luka atau melalui jaringan muda atau ujung akar. Kolonisasi jamur endofit dalam pembuluh korteks samasekali tidak mengakibatkan kerugian pada tanaman yang sehat (Deacon, 1997).

2.2.4 Hubungan Jamur Endofit dengan Tanaman Inang

Untuk melengkapi siklus hidup mikroorganisme endofit membutuhkan tanaman untuk dijadikan sumber makanan. Sehingga hubungan jamur endofit dengan tanaman inang sangat erat. Jamur endofit hidup di dalam jaringan tanaman sehingga keterkaitan jamur endofit dengan tanaman inang yaitu memiliki hubungan simbiosis mutualisme. Dimana tanaman inang dengan keberadaan jamur endofit saling menguntungkan. Menurut Prihatiningtyas *et al.* (2006) mikroba endofit dapat memperoleh nutrisi untuk melengkapi siklus hidupnya dari tumbuhan inangnya, sebaliknya tumbuhan inang memperoleh proteksi terhadap pathogen tumbuhan dari senyawa yang dihasilkan mikroba endofit.

Menurut (Tanaka *et al.*, 1999) manfaat yang diberikan oleh jamur endofit pada tanaman inang berupa peningkatan laju pertumbuhan, ketahanan terhadap serangan hama penyakit dan kekeringan. Karena umumnya jamur endofit bersifat bersimbiosis mutualisme dengan tanaman inang. Diantara spesies-spesies jamur tanah ada yang memiliki sifat menguntungkan bagi tanaman dan ada yang memiliki peran sebagai penyakit tanaman. Menurut Purwanto (2008) mikroorganisme endofit mengeluarkan suatu metabolit sekunder yang merupakan senyawa antibiotik yang mampu melindungi tanaman dari serangan hama, pathogen penyebab penyakit tanaman, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai agens hayati.

2.2.5 Kelompok Jamur Endofit

Setiap tanaman mengandung jamur endofit dalam jaringan tanaman tersebut. Menurut Petrini *et al.* (1992) jamur endofit digolongkan dalam kelompok *Ascomycotina* dan *Deuteromycotina*. Keragaman pada jasad ini cukup besar seperti *Loculoascomycetes*, *Discomycetes* dan *Pyrenomycetes*. Jamur endofit meliputi genus *Pestalotia*, *Monochaetia*. Namun menurut Clay (1988) jamur endofit dimasukkan dalam famili *Balansiae* yang terdiri dari 5 genus yaitu *Arkinsonella*, *Balansiae*, *Balansiopsis*, *Epichloe* dan *Myriogenopspora*.

2.2.6 Faktor Yang Mempengaruhi Perkembangan Mikroba

Mikroorganisme yang dapat tetap hidup dan bertahan dipengaruhi oleh faktor-faktor tertentu yang mendukung. Menurut Sastrahidayat (2012) faktor yang dapat mendukung perkembangan mikroba yaitu pengaruh lingkungan yang meliputi kemasaman tanah (pH), suhu, cahaya, bahan organik. Selanjutnya dikatakan bahwa kemasaman tanah (pH) sangat mempengaruhi sel-sel jamur yang akan bertahan dengan baik didalam tanah. Disamping itu kemasaman tanah mempengaruhi terhadap pernafasan dan pertumbuhan jamur tersebut. Suhu merupakan faktor lingkungan yang penting dalam mempengaruhi aktivitas metabolisme mikroorganisme. Suhu tanah akan menentukan ada tidaknya vegetasi, kandungan air dalam tanah pada kedalaman tertentu. Respon terhadap suhu pada mikroba yang hidup didalam tanah berbeda-beda, beberapa spesies dapat beradaptasi dengan suhu 5⁰ C, 25⁰ C, dan 35⁰ C.

Menurut Suganda *et al.* (2007), bahwa keberadaan jamur endofit serta variasi jenis isolatnya dipengaruhi oleh jenis tanaman inang, bagian tanaman dan lokasi. Secara umum, keberadaan jamur endofit pada akar lebih banyak daripada dalam jaringan daun. Praktek budidaya dan jenis tanah berpengaruh terhadap kelimpahan jamur endofit. Keberadaan jamur endofit pada sistem pertanian organik dan pada tanah yang mengandung pupuk kandang lebih banyak daripada sistem pertanian konvensional. Interaksi jamur endofit dengan inangnya tergantung dari jenis isolat jamur endofit serta inangnya. Jamur endofit ada yang dapat bersifat patogenik terhadap tanaman inangnya, namun sebagian isolat dapat meningkatkan pertumbuhan inangnya. Isolat jamur endofit ada juga yang bersifat antagonistik terhadap patogen tanaman inangnya.

2.2.7 Contoh Jamur Endofit Pada Akar Tanaman

Jamur endofit pada akar di berbagai tanaman mulai di lakukan, namun sangat terbatas. Berikut merupakan hasil penelitian mengenai jamur endofit akar dari berbagai tanaman. Sasnindra (2012) melaporkan bahwa jamur *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, dan *Trichoderma sp.* merupakan jamur yang teridentifikasi pada akar rambutan. Septia (2012) melaporkan bahwa jamur *Aspergillus sp.*, *Nigrospora sp.*, *Penicillium sp.*, *Fusarium sp.* dan *Pestalotia sp.* ditemukan pada

akar tanaman mangga. Hartanto (2008) melaporkan bahwa jamur yang teridentifikasi pada akar apel yaitu *Fusarium*, *Penicillium*, *Acremonium*, *Absidia*, *Curvularia*, *Arthrobotrys*, *Botrytis*, *Paecilomyces*, *Pestalotia*, dan *Cylindrocladium*. Zuhria (2011) melaporkan jamur yang teridentifikasi pada akar tanaman kedelai yaitu *Chepalosporium*, *Trichoderma*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Nigrospora*, *Gonatobotrys*, *Chloridium* dan *Aspergillus*.

2.3 Pertanian Organik

Dengan sejalan berkembangnya ilmu pengetahuan, banyak didapatkan istilah-istilah pertanian organik yang berbeda. Menurut Purwantisari *et al.* (2009) pertanian organik merupakan sistem manajemen produksi terpadu yang menghindari penggunaan pupuk buatan, pestisida dan hasil rekayasa genetik yang dapat menekan pencemaran tanah, air dan udara yang dapat membahayakan bagi makhluk hidup. Menurut Sutanto (2002) sistem pertanian organik merupakan suatu produksi pertanian yang menerapkan daur ulang secara hayati. Mendaur ulang yang dimaksud yaitu memanfaatkan limbah ternak maupun tanaman dan juga memanfaatkan limbah lain yang mampu memperbaiki kesuburan dan struktur tanah sehingga menciptakan keseimbangan ekosistem yang berkesinambungan.

Akibat dari penggunaan pestisida dan pupuk anorganik menyebabkan peningkatan terhadap kerusakan lingkungan, untuk menanggulangnya masyarakat mulai sadar akan pentingnya menjaga lingkungan. Salah satu wujud kesadaran masyarakat yaitu dengan menerapkan system pertanian organik. Menurut Sahiri (2003) pertanian organik merupakan sistem pertanian dengan menekankan pentingnya penggunaan bahan organik (bahan ternak maupun sisa tanaman) sebagai pengganti pupuk kimia, serta meminimalkan penggunaan pestisida sintetik yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Disamping itu mulai muncul kesadaran petani untuk menerapkan sistem pertanian organik.

Sistem pertanian organik mulai banyak dilakukan oleh masyarakat yang membudidayakan tanaman sayuran. Masyarakat mulai memahami bagaimana dampak negative terhadap penggunaan system pertanian konvensional secara terus-menerus. Menurut (CAC (Codex Alimentaris Commission) dalam Praatim, 2004) pertanian organik didefinisikan sebagai suatu metodologi pertanian spesifik

dengan standar produksi yang tepat, bertujuan untuk mencapai optimalisasi ekosistem yang berkesinambungan secara sosial, ekologi dan ekonomi. Menurut Praatim (2004) pertanian organik merupakan sistem pertanian yang menjaga keselarasan kegiatan pertanian dengan lingkungan dengan pemanfaatan proses alami secara maksimal, tidak menggunakan pupuk buatan dan pestisida, tetapi sedapatnya memanfaatkan limbah organik yang dihasilkan oleh kegiatan pertanian, sehingga sering disebut sebagai pertanian dengan sistem daur ulang.

Sehingga mengetahui dan memahami sistem pertanian organik sangat diperlukan, hal ini bertujuan untuk menjaga keseimbangan ekosistem dengan memanfaatkan bahan-bahan alami disekitar. Memanfaatkan bahan-bahan alami disekitar secara tidak langsung menerapkan sistem pertanian organik dan memberikan hasil yang optimal. Menurut Afifi (2007) pertanian organik berbeda dengan penanaman secara konvensional yang memberikan unsur hara secara tepat dan langsung dalam membentuk larutan sehingga segera diserap dengan takaran dan waktu pemberian yang disesuaikan dengan kebutuhan tanaman.

Menurut Wijayanti (2009) sistem pertanian organik memiliki kelebihan yaitu produk relatif mahal, memiliki rasa yang lebih manis, tidak menggunakan pupuk atau pestisida kimia sehingga mengurangi terjadinya pencemaran lingkungan (air, tanah, udara) dan tidak terdapat kandungan racun pada hasil produk. Namun kekurangan dalam sistem organik yaitu penampilan fisik tidak menarik, untuk mendapatkan hasil membutuhkan waktu yang lama, biaya mahal dan membutuhkan tenaga kerja yang lebih intensif dalam mengendalikan hama penyakit.

2.4 Pertanian Konvensional

Penggunaan sistem pertanian konvensional pada tanaman sayuran sudah banyak digunakan oleh masyarakat. Penggunaan sistem pertanian konvensional secara terus-menerus akan menimbulkan dampak negatif yang dapat membahayakan tubuh dan keturunannya. Pertanian konvensional cenderung menggunakan bahan-bahan sintesis yang dapat membahayakan tubuh. Bahan-bahan anorganik digunakan dalam proses budidayanya. Menurut Wijayanti (2009) penggunaan input anorganik dalam proses budidaya merupakan salah satu ciri

dalam sistem pertanian konvensional. Sistem pertanian konvensional dicirikan dengan penggunaan input-input anorganik dan bahan-bahan kimia pertanian dalam proses budidaya.

Menurut Wijayanti (2009) sayuran yang dibudidayakan secara konvensional memiliki kelebihan penampilan fisik yang lebih menarik masyarakat untuk membeli selain itu dengan harga yang relatif murah. Sayuran yang dibudidayakan secara konvensional dapat diproduksi dengan pupuk dan input bahan kimia sehingga pertumbuhan dan ukuran produk dapat di atur. Menggunakan bahan-bahan anorganik akan menimbulkan masalah terhadap produk pertanian. Penurunan terhadap kualitas produksi tanaman juga dapat dipengaruhi dari penggunaan sistem budidayanya. Menurut Wijayanti (2009) dampak negatif yang ditimbulkan dapat berupa masalah dalam pertanian sayuran yaitu pencemaran air oleh bahan kimia pertanian, menurunnya kualitas dan produksi sayuran, ketergantungan terhadap bahan kimia pertanian seperti pupuk dan pestisida serta merosotnya produktivitas lahan karena erosi, pemadatan lahan dan kurangnya bahan organik.

