

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Ubi Jalar

Tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) ialah salah satu dari lima jenis tanaman pangan penting di Indonesia dalam hal produksi, nilai ekonomis serta kontribusi kalori dan protein. Tanaman ini menempati urutan keempat sebagai penghasil sumber karbohidrat setelah padi, jagung dan ubi kayu, dan bahkan di tingkat dunia, ubi jalar menduduki posisi penting kedua setelah ketan (Horton, 1987 dalam Soegianto, 2007).

Tanaman ubi jalar termasuk famili *Convolvulaceae* (kangkung-kangkungan), berbatang lunak, tidak berkayu, berbentuk bulat dan bagian tengah bergabus serta berwarna hijau dan ungu. Batang beruas-ruas dengan panjang antar ruas 1-3 cm. Daun berbentuk bulat hati, bulat lonjong dan bulat runcing tergantung varietasnya. Tanaman ubi jalar mempunyai bunga yang berbentuk terompet yang panjangnya antara 3-5 cm dan lebar bagian ujung antara 3-4 cm. Mahkota bunga berwarna ungu keputih-putihan dan bagian dalam (pangkal sampai ujung) berwarna ungu muda (Najiyati dan Danarti, 1997).

Tanaman ubi jalar diperbanyak dengan stek pucuk dan akan berkecambah 3 hari setelah penanaman yang ditandai dengan terbentuknya calon akar (radikal). Akar serabut akan segera tumbuh saat awal penanaman yang berperan dalam pembentukan umbi dan penyerapan unsur hara dalam tanah. Jumlah daun yang terbentuk pada fase ini belum optimal sehingga cadangan makanan diperoleh dari cadangan di dalam bahan tanam atau batang. Fase ini disebut fase pertumbuhan awal, berlangsung pada hari ke 3 hingga hari ke 20. Fase kedua ialah pertumbuhan tajuk yang ditandai dengan pembentukan daun dan inisiasi perkembangan umbi. Pada fase ini umbi mulai terbentuk dan jumlah daun yang terbentuk mulai aktif melakukan proses fotosintesis, berlangsung pada hari ke 21 hingga hari ke 44. Fase ketiga ialah pembesaran umbi, pada fase ini tanaman ubi jalar akan mengalami pertumbuhan yang mengarah pada pengoptimalan organ tanaman, laju pertumbuhan daun mulai terhambat dan umbi yang terbentuk mulai mengalami penambahan ukuran, hal ini menyebabkan pertumbuhan akar serabut

terhambat. Fase ini berlangsung pada hari ke 45 hingga ke 110 atau sampai panen (Rubatzky dan Yamaguchi, 1995).

Umbi yang terbentuk pada tanaman ubi jalar merupakan modifikasi akar. Akar pada tanaman ubi jalar dibagi menjadi empat kelompok, yaitu: akar muda, akar serabut, akar pensil dan akar umbi. Aktifitas akar tersebut tergantung pada aktifitas kambium primer dan jumlah pembentukan lignin sel stele. Jumlah total akar terbentuk maksimal pada saat tanaman berumur antara 10-15 hari setelah tanam (hst). Perkembangan akar umbi dapat ditentukan sejak 30 hst dan meningkat secara lambat pada umur 40 hst, kemudian lebih cepat pada umur 40-60 hst. Pembentukan umbi sangat dipengaruhi oleh lingkungan pada 20 hari pertama setelah tanam (Goldsworthy dan Fisher 1996). Hasil penelitian Suminarti (1994) menginformasikan bahwa proses inisiasi umbi terjadi antara umur 20-25 hst.

Pembentukan umbi pada tanaman ubi jalar menghendaki keadaan tanah yang gembur dan remah, drainase dan aerasi baik serta pH optimum antara 6-7. Pada tanah yang kandungan airnya terlalu tinggi serta memiliki drainase jelek dapat menyebabkan pertumbuhan umbi terhambat dengan bentuk yang bergelombang (abnormal). Pada tanah yang kering dan pecah-pecah, tanaman ubi jalar akan mudah terserang hama penggerek (Ramadhani, 2010).

2.2 Peranan Bahan Organik

Bahan organik berasal dari sisa tanaman dan binatang yang terdapat dalam tanah yang terus mengalami perubahan bentuk karena dipengaruhi oleh faktor fisik, kimia dan biologi. Bahan organik memegang peran yang sangat penting di dalam tanah dan merupakan faktor kunci dalam berbagai proses biokimia dalam tanah. Bahan organik merupakan kompleks gabungan antara jasad hidup, mati, bahan terdekomposisi dan senyawa organik. Penyediaan hara bagi tanaman dapat dilakukan dengan penambahan pupuk baik organik maupun anorganik. Bahan organik di samping berpengaruh terhadap penambahan unsur hara, juga berpengaruh dalam memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Suriadikarta *et al.*, 2005; Utami *et al.*, 2006). Banyak lahan pertanian di Indonesia baik lahan kering maupun lahan sawah yang mempunyai kadar bahan organik kurang dari 1

%, sedangkan kadar bahan organik yang optimum untuk pertumbuhan tanaman sekitar 3-5 % (Adiningsih, 2005; Wahyunindyawati, 2012).

Bahan organik yang dapat digunakan sebagai sumber pupuk organik dapat berasal dari pupuk kandang, jerami padi, *azolla* sp., tanaman legume, sekam padi, kompos sampah kota atau seresah dan limbah agroindustri. Bahan organik ini dapat menjadi bahan untuk perbaikan struktur tanah yang baik dan alami. Lumbanraja (2012) menyatakan bahwa penambahan pupuk kandang sebanyak 10-30 ton ha⁻¹ berpengaruh positif terhadap beberapa sifat fisik dan kimia tanah seperti bobot isi, ruang pori total, air tersedia, P₂O₅ tersedia, C-organik, KTK dan kejenuhan Al.

Bahan organik pada umumnya mengandung unsur hara makro N, P dan K rendah, tetapi mengandung unsur hara mikro dalam jumlah cukup yang sangat dibutuhkan bagi pertumbuhan tanaman (Sutanto, 2002). Apabila ditinjau berdasarkan peranannya, bahan organik mempunyai 3 peran utama, yaitu untuk (1) Memperbaiki sifat fisik tanah yang meliputi pembentukan agregat, peningkatan porositas tanah, dan kemampuan tanah menahan air, (2) Memperbaiki sifat kimia tanah yang meliputi keasaman (pH) serta kemampuan tanah dalam tukar kation dan (3) Memperbaiki sifat biologi tanah, karena dengan diaplikasikannya bahan organik maka akan dapat meningkatkan aktifitas biologi tanah. Bahan organik yang diberikan ke dalam tanah akan dimanfaatkan oleh berbagai jasad renik yang ada dalam tanah dan selanjutnya didekomposisikan. Terjadi atau tidaknya pengaruh aplikasi bahan organik terhadap tiga peran tersebut akan sangat dipengaruhi oleh jenis bahan organik maupun waktu aplikasi bahan organik. Bahan organik yang bersumber dari sisa-sisa tanaman akan berbeda dengan bahan organik yang bersumber dari kotoran hewan dalam hal proses dekomposisinya (Hakim *et al.*, 1986).

Bahan organik merupakan pengikat butiran primer tanah dalam pembentukan agregat yang mantap. Keadaan ini besar pengaruhnya pada porositas, penyimpanan dan penyediaan air, aerasi tanah serta suhu tanah. Bahan organik dengan C/N tinggi seperti jerami atau sekam lebih besar pengaruhnya pada perubahan sifat fisik tanah dibandingkan dengan bahan organik yang mudah terdekomposisi seperti kompos. Bahan organik dan liat merupakan komponen

utama dalam pembentukan agregat yang dikenal sebagai bentuk kompleks liat-organik. Diperkirakan sekitar 51,6-97,8 % dari jumlah karbon dalam tanah merupakan bentuk kompleks liat-organik. Dalam proses pembentukan agregat tanah, struktur remah terjadi oleh ikatan antara koloid liat dan butir yang lebih besar seperti debu dan pasir yang disatukan oleh humus (bahan organik) dengan butir primer (Suriadikarta *et al.*, 2005).

Bahan organik secara kuantitatif sedikit mengandung unsur hara, tetapi dalam penyediaan hara, bahan organik sangat berperan penting dalam pertumbuhan tanaman. Selain unsur N, P, K, bahan organik juga merupakan sumber bagi semua unsur lain seperti C, Zn, Cu, Mo, Ca, Mg dan Si. Penggunaan bahan organik dapat mencegah kahat unsur mikro pada tanah marginal atau tanah yang telah diusahakan secara intensif dengan pemupukan yang kurang seimbang. Selain itu juga berperan penting pada tanah dalam kaitannya dengan kemampuan bereaksi dengan ion logam untuk membentuk senyawa yang lebih kompleks. Dengan demikian toksisitas ion logam terhadap tanaman seperti Al, Fe dan Mn dapat diperkecil dengan adanya bahan organik (Suriadikarta *et al.*, 2005). Menurut Nurjen, (2002), menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik dapat meningkatkan peubah komponen hasil rata-rata tanaman kacang hijau pada bobot kering biji per tanaman, jumlah cabang per tanaman, tinggi tanaman dan indeks panen.

Bahan organik merupakan sumber energi bagi makro dan mikro fauna tanah. Penambahan bahan organik dalam tanah akan menyebabkan aktivitas dan populasi mikrobiologi dalam tanah meningkat, terutama yang berkaitan dengan aktivitas dekomposisi dan mineralisasi bahan organik. Beberapa mikroorganisme yang berperan dalam dekomposisi bahan organik adalah fungi, bakteri dan aktinomicetes. Di samping mikroorganisme tanah, fauna tanah juga berperan dalam dekomposisi bahan organik seperti protozoa, nematoda, Collembola dan cacing tanah. Fauna tanah ini berperan dalam proses humifikasi dan mineralisasi atau pelepasan hara, bahkan ikut bertanggung jawab terhadap pemeliharaan struktur tanah (Tian *et al.*, 1997).

Pengaruh positif yang lain dari penambahan bahan organik adalah pengaruhnya pada pertumbuhan tanaman. Terdapat senyawa yang mempunyai

pengaruh terhadap aktivitas biologis yang ditemukan di dalam tanah adalah auxin dan vitamin (Stevenson, 1982). Senyawa ini di dalam tanah berasal dari eksudat tanaman, pupuk kandang, kompos, sisa tanaman dan juga berasal dari hasil aktivitas mikrobia dalam tanah. (Suntoro, 2003).

Hasil penelitian Nursyamsi *et al.*, (1996) menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang sapi dengan dosis 10 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan kadar nitrat dan amonium tanah dari 16,12 mg kg⁻¹ dan 32,20 mg kg⁻¹ menjadi 21,68 mg kg⁻¹ dan 34,00 mg kg⁻¹. Pada tanaman jagung, pemberian pupuk kandang sapi dengan dosis yang sama (10 ton ha⁻¹), mampu meningkatkan hasil dari 18,50 kuintal ha⁻¹ menjadi 25,70 kuintal ha⁻¹. Penelitian yang dilakukan oleh Suwariningsih (2003) menunjukkan bahwa pemberian kompos Azolla sebanyak 4 ton ha⁻¹ dan 200 kg N ha⁻¹ pada tanaman terung mampu menghasilkan tinggi tanaman dan luas daun per tanaman yang lebih tinggi.

2.3 Pengaruh Macam Bahan Organik pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman

Besarnya pengaruh bahan organik yang diaplikasikan ke tanah akan sangat dipengaruhi oleh macam bahan organik. Bahan organik merupakan salah satu komponen tanah yang sangat penting bagi ekosistem tanah, karena bahan organik tersebut merupakan sumber dan pengikat hara dan sebagai substrat bagi mikroba tanah. Sumber primer bahan organik adalah jaringan tanaman yang berupa akar, batang, ranting, daun, bunga dan buah. Jaringan tanaman ini akan mengalami dekomposisi dan akan terangkut ke lapisan bawah serta di inkorporasikan dengan tanah. Tumbuhan tidak saja sebagai sumber bahan organik tanah, tetapi sumber bahan organik dari seluruh makhluk hidup. Sumber sekunder bahan organik adalah binatang. Dalam kegiatannya, binatang terlebih dahulu harus menggunakan bahan organik tanaman, setelah itu binatang menyumbangkan bahan organiknya (Suriadikarta *et al.*, 2005).

Berbeda sumber bahan organik tanah maka akan berbeda pula pengaruh yang akan disumbangkan ke dalam tanah. Hal itu berkaitan erat dengan komposisi dari bahan organik tersebut. Pada umumnya jaringan binatang lebih cepat hancur daripada jaringan tumbuhan. Jaringan tumbuhan sebagian besar terdiri dari air berkisar antara 60-90 % dan rata-rata sekitar 75 %. Bagian padatan sekitar 25 %

yang terdiri dari 60 % hidrat arang, 10 % protein, 10-30 % lignin dan 1-8 % lemak. Ditinjau dari susunan unsur, karbon merupakan bagian yang paling besar (44 %), diikuti oksigen (40 %), hidrogen dan abu masing-masing sebesar 8 %. Susunan bahan organik itu sendiri terdiri dari seluruh unsur hara yang diserap dan diperlukan tanaman kecuali C, H dan O. Walaupun kadar abu yang terdiri dari berbagai unsur tersebut hanya sekitar 8 %, tetapi peranannya sangat penting. Unsur C, H dan O yang mendominasi bahan kering tanaman tidak dapat bereaksi tanpa adanya unsur N, P, K, Ca dan Mg serta unsur-unsur mikro lainnya. Karbohidrat tersusun dari C, H dan O mulai dari bentuk gula sederhana sampai selulosa. Protein merupakan senyawa paling kompleks yang tersusun dari C, H, O, N, P, S, Fe dan beberapa unsur lainnya. Sumber dan susunan bahan organik tersebut sangat menentukan kecepatan dekomposisi dan senyawa yang dihasilkannya (Hakim *et al.*, 1986).

Berbagai sumber bahan organik yang dapat dikembangkan antara lain kotoran ternak, pupuk hijau (hasil pangkasan tanaman), sampah kota dan limbah industri. Pemberian bahan organik seperti kotoran ternak dan sisa tanaman diketahui dapat meningkatkan produktivitas tanah dan tampilan tanaman. Tanaman akan memberikan respon yang positif apabila tempat tanaman tersebut tumbuh memberikan kondisi yang baik bagi pertumbuhan dan perkembangannya. Bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah menyediakan zat pengatur tumbuh tanaman yang memberikan keuntungan bagi pertumbuhan tanaman seperti vitamin, asam amino, auksin dan giberilin yang terbentuk melalui dekomposisi bahan organik (Brady, 1990; Sanchez, 1992).

Penggunaan kotoran ternak sebagai sumber bahan organik sangat mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman. Pupuk kandang sapi merupakan sumber bahan organik yang mudah diperoleh dibandingkan dengan pupuk kandang lainnya. Pupuk kandang sapi berasal dari kotoran sapi baik itu berbentuk padat maupun cair. Unsur hara didalamnya sangat bervariasi tergantung pada jenis pakan yang diberikan dan cara penyimpanannya. Pupuk kandang sapi umumnya mengandung nitrogen 0,97 %, pospor (P_2O_5) 0,69 %, potasium (K_2O) 1,66%, magnesium (Mg) 1,5%, kadar lengas 26,28 % berat, C-organik 6,62 %, N-total 0,65 %, nisbah C/N 10,18, kadar bahan organik 11,41 %, asam humat 3,42 % dan

asam fulvat 2,92 % (Purwa, 2007; Andayani, 2013). Menurut Jamilah (2003) pemberian pupuk kandang secara berkelanjutan dapat meningkatkan 4 % porositas tanah, 14,5 % volume udara tanah pada keadaan kapasitas lapang dan 33,3 % bahan organik serta menurunkan kepadatan tanah sebanyak 3 %.

Bahan organik yang digunakan sebagai sumber pupuk dapat berasal dari bahan tanaman yang sering disebut sebagai pupuk hijau. Tumbuhan yang banyak dikembangkan sebagai pupuk hijau adalah *Azolla* (*A. mexicana*, *A. microphylla* dan *A. pinnata*). *Azolla* memiliki kemampuan dalam mengikat N_2 udara karena adanya simbiosis dengan sianobakteri (*Anabaena azollae*) yang hidup di dalam rongga daun *Azolla* sp. Simbiosis tersebut menyebabkan *Azolla* sp mempunyai kualitas nutrisi yang baik. Mekanisme simbiotik yang terjadi pada kompos *Azolla* sp adalah serangkaian proses fiksasi nitrogen pada tanah yang ditumbuhi menjadi subur dan kaya akan nutrisi, khususnya senyawa golongan nitrogen. Selain itu, tanaman ini memiliki berbagai kelebihan diantaranya dapat menyerap limbah cair dan sebagai bahan uji ekotoksikologi (Nugrahapraja, 2008). *Azolla* apabila ditanam dalam tanah akan terdekomposisi dan selama 2 minggu mampu melepas 60-80 % dari N yang dikandungnya (Suntoro, 2007). Berdasarkan hasil penelitian Putra (2013) dapat dilaporkan bahwa dari ketiga bentuk pengaplikasian *azolla*, bentuk *azolla* kering dan kompos *azolla* memberikan pengaruh positif terhadap parameter jumlah daun per tanaman, bobot kering per tanaman dan kadar gula jagung dibandingkan aplikasi *azolla* segar. Namun dengan aplikasi ketiga bentuk *azolla* tersebut secara umum memberikan perbaikan kesuburan tanah pada aspek kimia tanah antara lain persentase C-Organik, persentase N-total, C/N ratio, persentase bahan organik tanah dan nilai KTK tanah. Kompos *azolla* memiliki banyak keunggulan, kompos ini mudah dibuat dan mengandung unsur hara yang tinggi. Komposisi unsur hara pada kompos *azolla* adalah sebagai berikut: 0,26 % P, 0,15 % K, 15,1 % C-organik, 1,63 % N-total, nilai C/N 10 dan 27,53 % bahan organik (Putri, 2013).

Pemberian bahan organik dalam bentuk kompos sampah kota pada tanah dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman. Kompos sampah kota merupakan suatu produk yang sebagian mengalami dekomposisi dalam suhu yang tinggi dan nilai C/N bahan pada umumnya juga masih relatif tinggi (Rinsema,

1993; Suntoro, 2007). Kompos sampah kota mengandung 6,06 % C-organik, 0,54 % nitrogen, 0,25 % fosfor dan 1,91 % kalium dengan pH kompos 7,01 (Neliyati, 2005). Menurut Santoso (2003) kompos sampah kota berfungsi sebagai: (1) *Soil Conditioner*, yang mengandung unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium serta mineral penting yang dibutuhkan tanaman. Fungsi ini akan memperbaiki struktur tanah, tekstur lahan kritis, meningkatkan porositas, aerasi, dan dekomposisi oleh mikroorganisme tanah. (2) *Soil Ameliorator*, berfungsi mempertinggi Kapasitas Tukar Kation (KTK), baik pada tanah ladang maupun tanah sawah. Hasil penelitian Dedi (2004) melaporkan bahwa pemberian kompos sampah kota 10 ton ha⁻¹ meningkatkan bobot kering tanaman jagung (40,0 %), luas daun (29,75 %), tinggi tanaman (17,64 %) dan jumlah daun (3,76 %) bila dibandingkan dengan kontrol. Neliyati (2005) menginformasikan bahwa pemanfaatan sampah kota sebagai kompos dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tomat yang ditanam pada tanah Ultisol, dan dosis terbaik pada percobaan ini adalah 30 ton ha⁻¹.

2.4 Pengaruh Waktu Aplikasi Bahan Organik pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman

Sumber dan komposisi bahan organik sangat menentukan kecepatan proses dekomposisi dan senyawa yang dihasilkannya. Bahan organik yang cepat terdekomposisikan tersusun dari gula, zat pati dan protein. Sedangkan bahan organik yang tersusun dari lemak, glukosa, lilin dan lignin mengalami dekomposisi secara lambat bahkan lignin sangat lambat (Suriadikarta *et al.*, 2005). Bahan organik yang berasal dari sisa tanaman ataupun kotoran hewan mengandung bermacam-macam unsur hara yang dapat dimanfaatkan kembali oleh tanaman jika telah mengalami dekomposisi dan mineralisasi. Sisa tanaman ini memiliki kandungan unsur hara yang berbeda kualitasnya tergantung pada tingkat kemudahan dekomposisi serta mineralisasinya (Suntoro, 2003).

Dekomposisi merupakan proses penting yang menentukan pengaruh bahan organik terhadap tanah maupun tanaman. Bahan organik yang cepat terdekomposisi dapat menyuplai sejumlah besar nutrisi pada periode awal pertumbuhan tanaman, namun tidak banyak membantu pemeliharaan sifat fisik tanah. Sedangkan bahan organik yang lambat terdekomposisi akan memberikan

kontribusi yang sebaliknya. Lamanya proses dekomposisi bahan organik tanah sangat bervariasi, bisa hanya beberapa hari bisa juga memakan waktu hingga tahunan, tergantung pada susunan kimia bahan organik dan kondisi iklim setempat (Brown and Lugo, 1990 dalam Suriadikarta *et al.*, 2005). Beberapa penelitian terakhir menunjukkan bahwa laju dekomposisi bahan organik sangat tergantung pada kandungan C, N, tanin dan polifenol. Bahan organik dengan kandungan tersebut dan mempunyai rasio C/N rendah lebih cepat terdekomposisi dibandingkan dengan bahan organik yang memiliki rasio C/N lebih tinggi (Tian, 1992). Rendahnya nilai C/N mengindikasikan bahwa bahan organik tersebut telah siap untuk diaplikasikan karena proses dekomposisi telah terjadi (Kastono, 2005).

Tanaman memerlukan lebih banyak unsur hara untuk menghasilkan produksi dan kualitas yang lebih tinggi. Hal ini berarti lebih banyak kandungan unsur hara yang perlu disediakan dan diambil dari dalam tanah untuk diangkut keluar dari lahan pertanian dalam bagian tanaman yang dipanen. Walaupun demikian, jika dilakukan pengelolaan yang baik, hal tersebut juga berarti bahwa lebih banyak unsur hara yang tersedia dalam tanah yaitu dengan cara mengaplikasikan bahan organik dengan waktu yang tepat sesuai dengan lama dekomposisi dari bahan organik tersebut (Santoso dan Sofyan, 2005). Hasil penelitian Duong *et al.* (2006 dalam Tompodung, 2009) menyatakan bahwa pemberian kompos jerami pada tanaman padi dapat memberikan pengaruh setelah 30 hari diaplikasikan. Penelitian yang dilakukan oleh Rochani (2001) menunjukkan bahwa waktu pemberian Azolla dua minggu sebelum tanam pada tanaman padi mampu menghasilkan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun pertanaman dan berat kering total tanaman padi yang lebih tinggi dibandingkan pemberian saat tanam dan dua minggu setelah tanam diperoleh tinggi tanaman yang lebih rendah.