

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Buncis Tipe Tegak

Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) merupakan salah satu tanaman hortikultura atau kelompok sayuran buah. Buncis merupakan tanaman semusim (annual) berbentuk perdu dan termasuk dalam suku kacang-kacangan (*Leguminoceae*). Buncis memiliki dua tipe pertumbuhan, yaitu tipe membelit atau merambat dan tipe tegak (Setyaningrum dan Saparinto, 2011). Buncis tipe tegak (*Dwarf determinate type*) berbentuk semak dan mempunyai batang yang pendek, serta percabangan rendah dengan tinggi tanaman 50 – 60 cm (Setianingsih dan Khaerodin, 1993). Buncis tipe tegak tidak memerlukan ajir atau lanjaran dalam pemudidayannya karena buncis tipe ini memiliki ruas batang pendek. Hal tersebut menjadikan pembudidayaan buncis tipe tegak mampu menghemat biaya produksi sebesar 30% dibandingkan dengan buncis tipe merambat (Sumpena dan Hilman, 2000).

Batang tanaman buncis umumnya berbuku-buku, yang sekaligus tempat untuk melekat tangkai daun. Summerfield dan Roberts (1985) menyatakan bahwa buncis tipe tegak memiliki 1 batang utama dengan 5 hingga 9 buku karena tanaman ini memiliki pertumbuhan determinate, dan dari beberapa buku muncul dua atau lebih cabang. Daun buncis bersifat majemuk tiga (*trifoliolate*), helai daunnya berbentuk jorong dengan ujung meruncing dan memiliki tangkai berbentuk persegi (Rukmana, 2002).

Tanaman buncis memiliki akar tunggang yang dapat menembus tanah sampai kedalaman ± 1 m. Akar tanaman buncis tumbuh mendatar dari pangkal batang, umumnya menyebar pada kedalaman 60 – 90 cm. Sebagian akar-akarnya membentuk bintil-bintil (*nodula*) yang merupakan sumber unsur nitrogen, dan sebagian lagi tanpa *nodula* yang fungsinya antara lain menyerap air dan unsur hara (Rukmana, 2002). Meskipun demikian, perlu diketahui bahwa daya ikat bakteri bintil akar *Rhizobium* pada buncis terhadap nitrogen bebas dari udara lebih lemah daripada kacang panjang (Sunarjono, 2012).

Bunga buncis tersusun dalam karangan berbentuk tandan. Kuntum bunga berwarna putih atau putih kekuning-kuningan, bahkan ada juga yang berwarna

merah atau violet. Pada buncis tipe tegak, pertumbuhan karangan bunga hampir pada waktu yang bersamaan (serempak) (Rukmana, 2002). Bunga buncis merupakan bunga sempurna yang umumnya menyerbuk sendiri (*self polination*) (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998).

Polong buncis berbentuk panjang-bulat atau panjang-pipih. Sewaktu polong masih muda berwarna hijau muda, hijau tua atau kuning, tetapi setelah tua berubah warna menjadi kuning atau coklat, dan ada pula yang berwarna kuning dengan bintik merah. Ukuran polong beragam dan tiap polong mengandung 2 – 12 butir biji (Rukmana, 2002). Polong buncis memiliki struktur halus, tekstur renyah, ada yang berserat dan ada yang tidak (Adiyoga *et al.*, 2004). Polong buncis dapat dipanen pada 14 – 21 hari setelah berbunga (Tindall, 1983). Ketika biji telah matang sempurna, polong akan membelah dan terbuka. Biji buncis berbentuk bulat agak panjang atau pipih dan memiliki ukuran serta warna yang beragam.

2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Buncis

Tanaman buncis tipe tegak ialah tanaman asli dari lembah Tahuacan (Meksiko) yang merupakan daerah subtropik panas, namun tanaman ini mampu beradaptasi di daerah tropik (Adiyoga *et al.*, 2004). Tanaman buncis umumnya lebih baik dikembangkan di dataran tinggi dengan ketinggian 1.000 – 1.500 m dpl, namun tanaman ini dapat pula ditanam pada dataran rendah yang memiliki ketinggian 200 – 300 m dpl (Setyaningrum dan Saparinto, 2011). Hasil penelitian mengenai penanaman buncis tipe tegak di dataran rendah dengan ketinggian 200 – 300 m dpl menunjukkan bahwa buncis tipe tegak mampu tumbuh dan menghasilkan panen yang relatif baik pada ketinggian tersebut (Setianingsih dan Khaerodin, 1993).

Jenis tanah yang cocok untuk tanaman buncis ialah tanah yang bertekstur pasir lempung sampai liat. Tanaman ini paling cocok ditanam pada tanah Andosol dan Latosol yang subur, drainase baik, memiliki pH 5,5 – 7 dan kelembaban tanah di atas 50 % (Rukmana, 2002). Setyaningrum dan Saparinto (2011) juga menyatakan bahwa struktur tanah yang baik bagi pertumbuhan tanaman buncis ialah tanah yang remah, gembur dan memiliki permeabilitas sedang.

Suhu udara yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman buncis berkisar antara 20 – 25° C. Adiyoga *et al.* (2004) juga menyebutkan bahwa pada suhu lebih rendah dari 20° C tanaman buncis tidak mampu melakukan proses fotosintesis dengan baik, sehingga menyebabkan pertumbuhannya menjadi terhambat dan jumlah polong sedikit. Sebaliknya, pada suhu melebihi 25° C maka akan banyak polong hampa sebab proses pernafasan lebih besar daripada proses fotosintesis, sehingga energi yang dihasilkan lebih banyak untuk pernafasan daripada untuk pengisian polong. Setiawan (1994) menyatakan bahwa umumnya tanaman buncis mampu tumbuh optimal pada kelembaban udara berkisar 50 – 60 % (sedang). Kondisi kebun yang terlalu lembab dapat mengundang pertumbuhan hama dan penyakit, sehingga mengancam pertumbuhan tanaman.

Tanaman buncis membutuhkan unsur hara dengan dosis tertentu agar pertumbuhan dan hasilnya dapat optimal. Triwulaningrum (2009) dalam penelitiannya tentang pengaruh pemberian pupuk kandang sapi dan pupuk fosfor terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman buncis tegak menyatakan bahwa dengan pemberian unsur N sebanyak 100 kg ha⁻¹ dan K₂O sebanyak 100 kg ha⁻¹ yang disertai dengan pemberian P₂O₅ sebanyak 300 - 400 kg ha⁻¹ dan pupuk kandang sapi sebanyak 5 – 15 ton ha⁻¹ mampu memberikan hasil bobot polong segar (ton ha⁻¹) yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan perlakuan dosis pemupukan lainnya.

2.3 Pupuk Organik

Pupuk organik ialah pupuk yang berasal dari bahan organik atau makhluk hidup yang telah mati. Bahan organik ini akan mengalami pembusukan oleh mikroorganisme sehingga sifat fisiknya akan berbeda dari semula. Pupuk organik termasuk pupuk majemuk lengkap karena kandungan unsur haranya lebih dari satu unsur dan mengandung unsur mikro (Syekhfani, 2010). Penggunaan pupuk organik mampu menyuplai bahan organik untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah.

Pupuk organik memiliki fungsi kimia yang penting, yaitu dalam penyediaan unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg dan S) serta unsur hara mikro (Co, B, Mn dan Fe), meskipun jumlahnya relatif sedikit (Suriadikarta dan Simanungkalit, 2006).

Syekhfani (2010) menambahkan bahwa meskipun kandungan haranya relatif rendah, tetapi kandungan senyawa-senyawa organik di dalam pupuk organik memiliki peranan yang lebih penting daripada peranan hara saja. Kandungan senyawa asam humat dan fulvat dalam pupuk organik memiliki peranan seperti hormon yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman.

Beberapa kelebihan pupuk organik antara lain memperbaiki struktur tanah, menaikkan daya serap tanah terhadap air, meningkatkan kondisi kehidupan di dalam tanah dan sebagai sumber zat makanan bagi tanaman (Lingga dan Marsono, 2002). Sugito, Nuraini dan Nihayati (1995) menambahkan bahwa peranan bahan organik yang paling besar ialah dalam kaitannya dengan perbaikan sifat fisik tanah. Melalui penambahan bahan organik, tanah yang semula berat menjadi berstruktur remah dan relatif ringan. Infiltrasi (pergerakan air vertikal) dapat diperbaiki dan tanah dapat menyerap air lebih cepat, sehingga aliran permukaan dan erosi dapat diperkecil, demikian pula aerasi tanah menjadi lebih baik karena ruang pori bertambah (porositas meningkat) akibat terbentuknya agregat.

Pemberian pupuk organik mampu menyuplai bahan organik ke dalam tanah. Selain menambah unsur hara tanah, pemberian bahan organik juga akan mempengaruhi sifat tanah lainnya seperti keasaman (pH) tanah dan kemampuan tanah mempertukarkan kation (KTK) (Sugito *et al.*, 1995). Rosmarkam dan Yuwono (2001) menambahkan bahwa peningkatan KTK akibat penambahan bahan organik terjadi karena pelapukan bahan organik tersebut mampu menghasilkan humus (koloid organik) yang memiliki permukaan dapat menahan unsur hara dan air, sehingga dapat dikatakan bahwa pemberian bahan organik dapat menyimpan pupuk dan air yang diberikan di dalam tanah. Peningkatan KTK menambah kemampuan tanah untuk menahan unsur hara sehingga tidak mudah tercuci.

Dilihat dari bentuknya, pupuk organik dibedakan menjadi dua, yakni pupuk organik padat dan cair. Pupuk organik padat ialah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari sisa tanaman maupun kotoran hewan yang berbentuk padat, seperti halnya kompos kotoran ternak. Selain pupuk organik padat, pada saat ini juga sudah mulai banyak diaplikasikan pupuk organik cair, seperti halnya biokultur dan biourin. Biokultur dan biourin

merupakan pupuk cair yang berbahan dasar limbah ternak. Biokultur berbahan dasar kotoran padat (feses) ternak, sedangkan biourin berbahan dasar urin ternak.

2.3.1 Kompos Kotoran Sapi

Pupuk kandang sapi memiliki kadar serat, seperti halnya selulosa, dengan jumlah relatif lebih tinggi di antara jenis pupuk kandang lainnya. Hal ini terbukti dari hasil pengukuran C/N yang cukup tinggi, yaitu > 40 . Kadar C yang tinggi dalam pupuk kandang sapi menghambat penggunaan langsung ke lahan pertanian karena akan menekan pertumbuhan tanaman utama. Penekanan pertumbuhan terjadi karena mikroba dekomposer akan menggunakan N yang tersedia untuk mendekomposisi bahan organik tersebut sehingga tanaman utama kekurangan N. Pemanfaatan pupuk kandang sapi dapat dimaksimalkan dengan dilakukannya pengomposan terlebih dahulu, sehingga memiliki C/N di bawah 20 (Syekhfani, 2010).

Pengomposan diartikan sebagai proses dekomposisi secara biologi untuk menghasilkan bahan organik yang stabil. Pada dasarnya pupuk kandang dan pupuk hijau merupakan bagian dari kompos. Dalam pengomposan terjadi proses penghancuran bahan organik oleh mikroorganisme menjadi bahan seperti humus, yang mempunyai sifat sama dengan pupuk kandang. Proses pengomposan menghasilkan panas. Dengan dihasilkannya panas maka akan dihasilkan produk kompos akhir yang stabil, bebas dari patogen dan biji-biji gulma, berkurangnya bau dan lebih mudah diaplikasikan ke lapang. Selain itu, perlakuan pengomposan dapat meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman karena terjadinya perubahan bentuk dari tidak tersedia menjadi mudah tersedia (Hartatik dan Widowati, 2006). Peningkatan persentase ketersediaan hara bagi tanaman pada kotoran sapi setelah dilakukan proses pengomposan dapat dilihat seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar Hara Kotoran Sapi Sebelum dan Sesudah Dikomposkan (Tim Balittanah, 2005 *dalam* Hartatik dan Widowati; 2006)

| Jenis Bahan | Kadar Hara ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) | | | | |
|---------------------|---|------|-------|------|------|
| | % C | % N | C/N | % P | % K |
| Kotoran sapi segar | 63,44 | 1,53 | 41,46 | 0,67 | 0,70 |
| Kompos kotoran sapi | 39,31 | 2,34 | 16,80 | 1,08 | 0,99 |

Park, 1998 (*dalam* Hartatik dan Widowati, 2006) melaporkan bahwa tanggap tanaman terhadap kompos lebih besar di lahan kering daripada lahan

sawah. Hasil padi sawah meningkat 2 - 4 % dengan pemberian kompos, sedangkan hasil palawija di lahan kering meningkat 9 - 48 %. Selanjutnya, Park, 1990 (*dalam* Hartatik dan Widowati, 2006) juga menyatakan bahwa penambahan 20 ton kompos ha⁻¹ di samping penggunaan pupuk anorganik dengan dosis rekomendasi mampu meningkatkan hasil sayuran hingga 11 – 24 %.

2.3.2 Biokultur Kotoran Sapi

Biokultur merupakan suatu inovasi dalam pemanfaatan limbah padat ternak yang diaplikasikan dalam bentuk cair (pupuk organik cair) sehingga pengaplikasian di lapang menjadi lebih mudah dan praktis. Keunggulan penggunaan biokultur ialah volume penggunaan lebih hemat apabila dibandingkan dengan pupuk organik padat, serta aplikasinya lebih mudah karena dapat diberikan dengan penyemprotan atau penyiraman.

Hadi, 2005 (*dalam* Nurtika, Sofiari dan Sopha, 2008) menyatakan bahwa biokultur ialah salah satu jenis produk teknologi enzimatik yang terbuat dari campuran substrat enzim hayati, kellat hayati kompleks, vitamin dan garam elektrolit serta ditambah dengan air, lalu diaerasi selama 1 minggu. Teknologi enzimatik tersebut menitikberatkan pada perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah, sebagai upaya dalam meningkatkan produksi pertanian. Penggunaan biokultur dapat mengubah tanah menjadi lebih gembur, meningkatkan pH tanah dan mikroba yang berguna dapat berkembang dengan baik, sedangkan patogen tanah dapat ditekan perkembangannya. Berdasarkan penelitian dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bali (2008) didapat bahwa kadar N, P, K dan C-organik pada biokultur lebih tinggi dibandingkan urine atau feses yang belum difermentasi.

Kandungan unsur hara dalam biokultur kotoran padat sapi dapat diperkaya dengan menambahkan urin sapi. Suprijadi, Tjarya dan Soenarya (1988) menyatakan bahwa selain mengandung unsur hara makro dan mikro, urin sapi juga mengandung hormon pertumbuhan. Hewan memamah biak seperti sapi ialah golongan herbivora yang pakan utamanya berupa rumput dan tumbuhan lainnya. Hormon tumbuh alami yang terkandung dalam rumput atau tanaman tersebut tidak dibutuhkan dalam tubuh sapi, dan akhirnya disekresikan bersama dengan urin dan

mineral lainnya. Hormon tumbuh yang terdapat dalam urin sapi ialah auksin, giberelin dan kinetin.

Berdasarkan hasil laporan dari Hadi, 2005 (*dalam Nurtika et al.*, 2008) diketahui bahwa pada budidaya padi, penggunaan biokultur dapat meningkatkan hasil rerata padi mencapai 10 ton ha⁻¹ atau 2 kali lipat hasil rerata nasional yaitu 4 - 5 ton ha⁻¹. Kemudian hasil jagung hibrida dengan teknologi ini mencapai 20 - 25 ton ha⁻¹ jagung glondongan kering panen, sedangkan hasil reratanya hanya 9 - 10 ton ha⁻¹.

2.4 Pupuk Anorganik

Pupuk anorganik atau disebut juga sebagai pupuk mineral adalah pupuk yang mengandung satu atau lebih senyawa anorganik. Fungsi utama pupuk anorganik adalah sebagai penambah unsur hara atau nutrisi tanaman. Dalam aplikasinya, sering dijumpai beberapa kelebihan dan kekurangan pupuk anorganik. Beberapa kelebihan dari penggunaan pupuk anorganik ialah kandungan unsur hara tinggi, mudah larut dalam air sehingga unsur hara mudah tersedia bagi tanaman, unsur hara dapat diberikan sesuai dengan kebutuhan tanaman dan kandungan jumlah nutrisi lebih banyak. Selain beberapa kelebihan tersebut, pupuk anorganik juga memiliki kekurangan, yaitu sedikit atau hampir tidak mengandung unsur hara mikro dan penggunaan pupuk anorganik dalam jumlah besar secara terus menerus dapat mengurangi bahan organik tanah apabila tidak diimbangi dengan penggunaan pupuk organik (Sutedjo, 2008).

Unsur yang paling dominan dijumpai dalam pupuk anorganik adalah unsur N, P, dan K. Berdasarkan kandungan unsur haranya, pupuk anorganik dibedakan menjadi dua, yaitu pupuk tunggal dan pupuk majemuk. Pupuk tunggal ialah pupuk yang hanya memiliki satu macam hara saja, sedangkan pupuk majemuk ialah pupuk yang memiliki kandungan hara lengkap (N, P dan K).

2.4.1 Nitrogen

Nitrogen ialah unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman sebagai penyusun dari semua protein dan asam nukleat atau penyusun protoplasma secara keseluruhan. Unsur N biasa dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah banyak, tetapi ketersediannya selalu rendah, karena mobilitasnya dalam tanah sangat tinggi.

Tanaman mengambil nitrogen terutama dalam bentuk NH_4^+ dan NO_3^- . Manfaat pemupukan nitrogen di antaranya ialah (1) meningkatkan pertumbuhan vegetatif terutama daun, (2) pengisian biji berjalan lebih baik pada tanaman biji-bijian, (3) meningkatkan kandungan protein, (4) meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara lain seperti kalium dan fosfor, (5) merangsang pembentukan tunas, (6) menambah tinggi tanaman dan (7) mengaktifkan pertumbuhan mikroba agar proses penghancuran bahan organik berjalan lancar. Di dalam tubuh tanaman, nitrogen bersifat *mobile*, sehingga jika terjadi kekurangan nitrogen pada bagian pucuk, maka nitrogen yang tersimpan pada daun tua akan dipindahkan ke daun yang lebih muda (Novizan, 2005).

2.4.2 Fosfor

Fosfor ialah penyusun dari inti sel dan berperan dalam pembelahan sel. Fosfor juga berperan dalam perkembangan jaringan meristem yang dapat merangsang pertumbuhan akar dan tanaman muda, mempercepat pembungaan serta pemasakan buah dan biji, selain itu juga sebagai penyusun lemak dan protein. Pada umumnya P lebih banyak diserap tanaman dalam bentuk H_2PO_4^- dibanding HPO_4^{2-} karena H_2PO_4^- mudah tersedia bagi tanaman. Fosfor sebagian besar berasal dari pelapukan batuan mineral alami dan bahan organik (Sutedjo, 2008). Hasil penelitian Sumpena dan Hilman (2000) tentang pengaruh kultivar dan dosis pupuk fosfor terhadap kualitas dan kuantitas benih buncis tegak menunjukkan bahwa pada dosis $135 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ dan $170 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ mampu menghasilkan polong dengan ukuran lebih besar pada tanaman buncis tegak.

2.4.3 Kalium

Kalium ialah unsur hara makro yang juga dibutuhkan tanaman selain nitrogen dan fosfor. Kalium diserap tanaman dalam bentuk ion K^+ . Bentuk kalium dalam tanah yang mudah tersedia hanya sekitar 1 – 2 % dari total kalium dalam tanah. Kalium pada tanaman memiliki beberapa peran, antara lain: (1) membentuk dan mengangkut karbohidrat, (2) sebagai katalisator dalam pembentukan protein, (3) meningkatkan pertumbuhan jaringan meristem, (4) mengatur pergerakan stomata, (5) memperkuat tegaknya batang, (6) meningkatkan kadar karbohidrat dan gula dalam buah, (7) biji tanaman menjadi lebih berisi dan padat, (8)

meningkatkan kualitas buah karena bentuk dan warna yang lebih baik, (9) tanaman menjadi tahan terhadap serangan hama dan penyakit dan (10) meningkatkan perkembangan akar tanaman (Roesmarkam dan Yuwono, 2002).

2.5 Pengaruh Pupuk Organik dan Anorganik pada Tanah dan Tanaman

Unsur hara utama yang biasa ditambahkan petani pada saat pemupukan tanaman buncis tegak meliputi nitrogen, fosfor dan kalium. Pada umumnya unsur-unsur tersebut ditambahkan dalam bentuk pupuk anorganik. Akan tetapi, Abdoellah, 1996 (*dalam* Wachjar dan Kadarisman, 2007) mengungkapkan bahwa pemberian pupuk anorganik saja bukanlah jaminan untuk memperoleh hasil maksimal tanpa diimbangi dengan pemberian pupuk organik, karena pupuk organik mampu berperan terhadap perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah, yang pada akhirnya mampu mempertahankan, bahkan meningkatkan produksi tanaman buncis tegak.

Penggunaan pupuk anorganik terus menerus tanpa disertai aplikasi pupuk organik dapat menyebabkan ketidakseimbangan unsur hara dalam tanah, rendahnya efisiensi pemupukan, rusaknya struktur tanah dan rendahnya mikrobiologi tanah (Rochmah dan Sugiyanto, 2009). Oleh karena itu, penggunaan pupuk anorganik perlu diimbangi dengan pemberian pupuk organik, seperti halnya pupuk kompos kotoran sapi dan biokultur kotoran sapi.

Penggunaan pupuk organik dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Hal ini karena pupuk organik dapat mengikat unsur hara yang mudah hilang serta membantu dalam penyediaan unsur hara tanah sehingga efisiensi pemupukan menjadi lebih tinggi. Hal ini didukung oleh pendapat Rukmana (2002), bahwa untuk mencapai hasil yang maksimal, pemakaian pupuk organik hendaknya diimbangi dengan pupuk buatan (pupuk anorganik) supaya keduanya saling melengkapi. Hegde dan Dwivedi (1993) juga menyatakan bahwa pemberian bahan organik ke dalam tanah dapat membantu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk kimia melalui perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah serta mempunyai pengaruh nyata pada hasil tanaman.

Triwulaningrum (2009) melaporkan bahwa dengan pemberian unsur P_2O_5 sebanyak 300 - 400 kg ha⁻¹ yang diimbangi dengan pemberian pupuk kandang

sapi sebanyak 5 – 15 ton ha⁻¹ mampu memberikan hasil bobot polong segar (ton ha⁻¹) yang lebih tinggi pada tanaman buncis tegak dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Dalam penelitiannya, Arthasari (2012) juga melaporkan bahwa pupuk kandang sapi nyata meningkatkan hasil bobot segar edamame. Pupuk kandang sapi dengan dosis 20 ton ha⁻¹ mampu menghasilkan rerata bobot segar polong edamame 8,02 ton ha⁻¹, dari pupuk kandang sapi 10 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata bobot segar edamame 7,34 ton ha⁻¹, sedangkan tanpa pupuk kandang sapi hanya menghasilkan rerata bobot segar hasil edamame 6.62 ton ha⁻¹.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

