

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Deskripsi Tanaman Pak-Choy

Pak-Choy termasuk satu famili dengan kubis, broccoli dan lobak (family *Brassicaceae*). Rubatzky dan Yamaguci (1998) menjelaskan bahwa pak-choy memiliki sistem perakaran berupa akar tunggang dan cabang-cabang akar yang bentuknya bulat panjang (silindris) menyebar kesemua arah pada kedalaman antara 30 - 50 cm. Akar-akar ini berfungsi menghisap air dan zat makanan dari dalam tanah, serta menguatkan berdirinya batang tanaman. Batang sangat pendek dan beruas-ruas, sehingga hampir tidak terlihat. Batang ini berfungsi sebagai alat pembentuk dan penopang daun.

Pak-choy memiliki struktur daun yang halus, tidak berbulu dan tidak membentuk krop. Struktur bunga pak-choy tersusun dalam tangkai bunga yang tumbuh memanjang (tinggi) dan bercabang banyak. Tiap kuntum bunga terdiri atas empat helai daun dan kelopak, empat helai daun mahkota bunga berwarna kuning cerah, empat helai benang sari, dan satu buah putik yang berongga dua. Tanaman pak-choy termasuk tanaman yang berumur pendek dan memiliki kandungan gizi yang diperlukan tubuh. Kandungan beta karoten pada pak-choy bermanfaat untuk mencegah penyakit katarak. Pak-choy juga mengandung banyak gizi protein, lemak nabati, karbohidrat, serat, Ca, Mg, Fe, Na, Vitamin A dan vitamin C (Perwtasari *et al.*, 2012).

Tanaman pak-choy kurang peka terhadap suhu rendah dibandingkan dengan sawi putih. Suhu udara yang dikehendaki untuk pertumbuhan optimal tanaman pak-choy adalah 15,6°C pada malam hari dan 21,1°C pada siang hari. Tanaman pak-choy dapat tumbuh di daerah dataran rendah maupun dataran tinggi, dengan kelembaban 80 – 90% dan tidak tahan terhadap curah hujan tinggi. Tanah paling cocok untuk pertumbuhan pak-choy adalah tanah yang gembur, subur dan banyak mengandung humus. Derajat keasaman (pH) tanah yang optimum untuk pertumbuhan pak-choy antara 6,5 – 7 (Rubatzky dan Yamaguci, 1998).

Sebelum dilakukan penanaman tanaman pak-choy, tanah diolah terlebih dahulu dan dibuat bedengan. Tanaman pak-choy ditanam dengan jarak tanam 4 - 8 x 6-10 cm. Penyiraman tanaman pak-choy dilakukan secara teratur, terutama pada musim kemarau (Rukmawati, 2004). Pak-choy dapat dipanen pada saat pembentukan daunnya telah maksimal atau setelah tanaman berumur 40-45 hari sejak ditanam. Pemanenan dilakukan dengan mencabut seluruh bagian tanaman atau dengan cara memotong bagian batang di atas tanah (Haryanto *et al.*, 2003).

## 2.2 Kebutuhan Unsur Nitrogen pada Tanaman Pak-choy

Pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara, baik yang mikro maupun makro. Pemberian pupuk pada tanaman dimaksudkan untuk memperoleh hasil yang tinggi (Haryanto *et al.*, 2003). Pertumbuhan tanaman sering dibatasi oleh defisiensi nitrogen jika dibandingkan dengan unsur hara lainnya. Pemberian nitrogen yang cukup pada tanaman juga dapat meningkatkan hasil panen (Cahyono, 2003). Nitrogen merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman dan memberikan warna hijau pada tanaman. Nitrogen mempunyai fungsi mengatur dan mempengaruhi penggunaan unsur hara lainnya. Nitrogen diperlukan tanaman dalam jumlah besar dibandingkan dengan unsur hara lainnya sehingga umumnya pupuk nitrogen dibutuhkan dalam jumlah besar dibandingkan pupuk lainnya (Handayanto, 1998). Hal tersebut disebabkan jumlah nitrogen yang terdapat dalam tanah sedikit, sedangkan yang diangkut tanaman berupa panen setiap musim cukup banyak. Selain itu, nitrogen mudah hilang dalam air drainase atau hilang ke atmosfer. Tanaman akan tumbuh dengan lambat jika kekurangan N, tampak kurus, kerdil dan berwarna pucat dibandingkan dengan tanaman sehat. Kekurangan N membatasi produksi protein dan bahan-bahan penting lainnya dalam pembentukan sel-sel baru. Kecepatan pertumbuhan tanaman berjalan proporsional dengan ketersediaan N (Hakim *et al.*, 1988).

Pupuk N berasal dari sumber anorganik dan organik. Kemampuan pupuk anorganik untuk meningkatkan produktivitas tanah dalam waktu relatif pendek, maka pupuk anorganik dianggap mampu untuk meningkatkan produksi dan menjaga kestabilan pangan. Tetapi pupuk N anorganik akan terhidrolisis secara mudah dan menjadi bentuk N tersedia bagi tanaman, maka banyak bentuk

nitrogen yang berasal dari pupuk anorganik hilang dari tanah melalui pencucian hara (Sutanto, 2002). Selain berasal dari pupuk anorganik, sumber pupuk N juga berasal dari bahan organik yang berasal dari kotoran hewan.

Pak-choy membutuhkan kondisi tanah yang subur, gembur dan banyak mengandung bahan organik. Pak-choy memerlukan 3 unsur pokok dalam pupuk adalah N, P dan K. Menurut Rukmawati (2004), pupuk yang diberikan untuk tanaman pak-choy adalah urea  $110 \text{ kg ha}^{-1}$ , SP36  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  dan KCl  $75 \text{ kg ha}^{-1}$ . Pupuk bisa diberikan dengan cara ditabur dalam larikan lalu ditutup dengan tanah atau dilarutkan dalam air lalu disemprotkan ke tanah yang digunakan untuk penanaman.

Tanaman pak-choy membutuhkan unsur hara nitrogen yang cukup untuk menghasilkan pertumbuhan dan kualitas hasil yang baik. Pada umumnya menggunakan pupuk urea  $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$  digunakan sebagai sumber nitrogen untuk tanaman. Urea di dalam tanah pada kondisi kapasitas lapang akan terhidrolisis menjadi ammonium yang dapat diserap langsung oleh tanaman, diabsorpsi oleh koloid tanah atau oleh aktivitas mikroorganisme diubah menjadi nitrat melalui proses nitrifikasi (Pituati *et al.*, 2006). Nitrogen ialah unsur utama untuk pertumbuhan vegetatif tanaman yang pada umumnya sangat diperlukan untuk pertumbuhan bagian-bagian tanaman, misalnya daun, batang dan akar tanaman. Selain itu juga meningkatkan kadar protein dalam tubuh tanaman (Sutejo, 2002). Semakin tinggi pemberian nitrogen semakin cepat pula sintesis karbohidrat yang diubah menjadi protein dan protoplasma. Nitrogen diserap dalam bentuk  $\text{NO}_3^-$  (Nitrat) dan  $\text{NH}_4^+$  (Ammonium).

Gejala kekurangan nitrogen secara umum menyebabkan daun menguning, pertumbuhan daun dan ranting terbatas, tanaman kerdil (Hernita *et al.*, 2012). Efek dari unsur ini juga dapat merugikan, antara lain dapat menghambat waktu masak, karena peningkatan pertumbuhan vegetatif yang berlebihan melampaui waktu menjadi masak yang normal, dapat melemahkan batang dan meningkatkan kehampaan biji, dapat merendahkan kualitas serta kadang-kadang dapat mengurangi ketahanan terhadap penyakit. Jika terjadi kelebihan nitrogen maka tanaman tampak terlalu subur, ukuran daun menjadi lebih besar, batang menjadi lunak dan berair (sekulensi) sehingga mudah rebah dan terserang penyakit.

Kelebihan nitrogen juga dapat menunda pembentukan bunga, bahkan bunga yang telah terbentuk lebih mudah rontok. Efek lain dari kelebihan nitrogen menyebabkan pematangan buahnya terlambat (Novizan, 2002).

### 2.3 Peranan Pupuk Organik Bagi Tanaman

Fungsi utama pupuk ialah menyediakan unsur hara tanah yang dibutuhkan tanaman. Pupuk organik ialah pupuk yang memanfaatkan bahan alam sekitar atau bahan organik. Menurut Agustina (2011) bahan organik ialah bagian-bagian tubuh organisme (flora, fauna dan mikroba) serta kotorannya. Pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari tanaman dan atau hewan yang telah melalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan mensuplai bahan organik untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Pupuk organik dihasilkan dari proses pengomposan atau perombakan bahan organik pada kondisi lingkungan yang lembab oleh sejumlah mikroba atau organisme pengurai (Palungkun, 1999). Definisi tersebut menunjukkan bahwa pupuk organik lebih ditujukan kepada kandungan C-organik atau bahan organik daripada kadar haranya; nilai C-organik itulah yang menjadi pembeda dengan pupuk anorganik (Simanungkalit *et al.*, 2006).

Menurut Sutejo (2002), pupuk organik mempunyai fungsi yang penting dibandingkan dengan pupuk anorganik misalnya dapat menggemburkan lapisan permukaan tanah (topsoil), meningkatkan populasi jasad renik, mempertinggi daya serap dan daya simpan air yang secara keseluruhan dapat meningkatkan kesuburan tanah. Pupuk organik berperan langsung terhadap tanaman tetapi sebagian besar mempengaruhi tanaman melalui perubahan sifat tanah. Pupuk organik berfungsi terhadap perbaikan sifat fisika tanah yaitu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan daya tahan air, menahan aerasi dan meningkatkan suhu tanah. Keadaan tersebut berpengaruh besar terhadap porositas dan aerasi persediaan air dalam tanah, sehingga berpengaruh terhadap perkembangan akar tanaman. Pupuk organik juga berfungsi memperbaiki sifat kimia tanah yaitu dapat menahan penyimpanan hara dalam tanah. Setelah terurai, pupuk berfungsi memasok hara dan energi bagi tanah. Proses penguraian menyebabkan translokasi hara organik

yang tersimpan dan efektivitas bertambah, proses immobilisasi hara mengandung bahan aktif untuk pertumbuhan tanaman.

Secara kimia, pupuk organik dapat menyerap bahan yang bersifat racun, seperti aluminium (Al), besi (Fe) dan mangan (Mn) serta dapat meningkatkan pH tanah. Secara biologi, pemberian pupuk organik ke dalam tanah meningkatkan aktifitas mikroorganisme dalam tanah. Mikroorganisme dalam tanah berguna untuk tanaman saat mengikat unsur hara (Pranata, 2004). Mikroorganisme menggunakan nitrogen tanah sebagai sumber energi dan untuk berkembang biak. Sehingga senyawa karbon yang dimanfaatkan mikroorganisme akan melepaskan CO<sub>2</sub> ke udara (Sutanto, 2002). Organisme tersebut membantu dalam penguraian bahan organik, sehingga tanah lebih cepat matang. Pemberian pupuk organik akan menunjang ketersediaan unsur hara yang diserap oleh tanaman, sehingga tanaman tumbuh subur (Samekto, 2006).

Besarnya peranan pupuk organik sangat dipengaruhi oleh tingkat dekomposisi, kandungan hara dalam bahan organik dan kesuburan tanah serta kondisi lingkungan yang menguntungkan bagi aktifitas mikroorganisme. Penggunaan pupuk anorganik maupun pupuk organik mempunyai sifat dan karakteristik yang sangat berbeda, dan masing-masing mempunyai keunggulan dan kekurangan bila diaplikasikan ke dalam tanah. Pada tanah-tanah kurang subur dapat diperbaiki dengan meningkatkan kandungan humus melalui penggunaan kompos yang benar-benar matang untuk memperbaiki kondisi tanah, sedangkan kandungan hara dalam kompos relatif rendah dibandingkan pupuk kimia sehingga tidak berperan besar dalam menambah nutrisi tanaman.

Bahan organik yang mengalami dekomposisi menghasilkan karbon dioksida yang merupakan bahan pelarut dan penghidrolisa kation-kation kompleks dari asam organik seperti Al dan Fe. Tingginya kapasitas tukar kation (KTK) yang terdapat dalam bahan organik dapat meningkatkan pengikatan nitrogen, fosfor dan belerang dalam bentuk organik sehingga mengurangi terjadinya kehilangan hara dan meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk (Arifin dan Krismawati, 2007). Akan tetapi pemberian bahan organik yang berlebih dapat tidak dimanfaatkan dalam pertumbuhan tanaman. Hal ini sesuai dengan Puspitasari *et al.*, (2013) yang menyatakan bahwa pemberian kompos alang-alang dengan konsentrasi yang

lebih tinggi dari 32% dapat menurunkan jumlah daun, luas daun, berat basah dan berat kering tanaman pakchoy yang disebabkan suplai unsur hara sudah berlebihan dan tidak dimanfaatkan oleh tanaman.

Hasil penelitian Nugroho (1998), bahan organik yang berasal dari kotoran kambing dosis 10 ton ha<sup>-1</sup> (setara dengan N 100 kg ha<sup>-1</sup>, P 50 kg ha<sup>-1</sup> dan K 50 kg ha<sup>-1</sup>) berperan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi. Pupuk kotoran kambing yang telah dikomposkan memiliki kandungan N sebesar 1,85% yang lebih tinggi daripada kandungan N pada pupuk kotoran ayam sebesar 1,7%. Selain itu, pupuk kotoran kambing mengandung unsur P dan K yang lebih tinggi dari pada pupuk kotoran sapi. Hasil penelitian Nurshanti (2009) pemberian pupuk organik kotoran kambing 4 kg per petak (2 x 2 m) memberikan pengaruh terbaik terhadap peubah tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan berat berangkas basah. Penggunaan bahan organik dari tanaman paitan segar dengan dosis 17,5 ton ha<sup>-1</sup>, juga dapat meningkatkan produksi kentang granola hingga mencapai 24, 921 ton ha<sup>-1</sup> (Sugiarto, 2005).

Penggunaan pupuk organik harus memperhatikan nilai nisbah unsur karbon dan oksigen dimana nisbah nitrogen harus lebih tinggi dibandingkan nisbah unsur karbon. Ketidaksesuaian komposisi dan nisbah nitrogen akan menghambat pertumbuhan tanaman, karena adanya proses dekomposisi bahan organik menjadi kurang sempurna sehingga mikroorganisme akan mengambil nitrogen dari dalam tanah untuk menguraikan bahan organik.

#### 2.4 Pemanfaatan Rumen Sebagai Pupuk

Limbah protein merupakan limbah yang mengandung banyak protein, seperti kotoran hewan, limbah dari pemotongan hewan dan limbah makanan. Limbah yang mengandung banyak protein ini merupakan bahan pembuat kompos yang bagus karena kandungan nutrisinya baik untuk pertumbuhan tanaman. Namun, proses dekomposisi dari protein ini akan menghasilkan bau yang tidak sedap. Bau ini sangat disukai oleh kuman dan serangga sehingga jumlah mereka akan banyak (Djuarnani *et al.*, 2005).

Rumen ialah kotoran yang berada di perut sapi ketika hidup dan ketika sapi dipotong dan dicuci rumen dikeluarkan untuk dibuang. Satu ekor sapi rata-rata menghasilkan rumen sebanyak 15,6 kg (Wahyono dan Sahwan, 2008). Rumen ialah limbah peternakan yang dapat berupa padatan dan cairan yang terdapat di dalam lambung hewan ruminasia. Sapi ialah satu contoh hewan ruminasia. Sapi ialah jenis ternak yang secara nasional ditetapkan sebagai komoditas unggulan. Hasil olahan daging sapi beragam sehingga memiliki segmen pasarnya yang luas. Disamping itu, limbah sapi berupa rumen sapi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk organik.

Pemanfaatan limbah peternakan ialah sebagai suatu alternatif yang sangat tepat untuk mengatasi kelangkaan dan naiknya harga pupuk. Tetapi sampai saat ini pemanfaatan limbah peternakan dari rumen pemotongan hewan sebagai pupuk belum dilakukan petani secara optimal. Sementara itu, pada daerah-daerah sentra peternakan yang bukan merupakan sentra produksi sayuran, limbah peternakan banyak tertumpuk di sekitar rumah potong hewan dan belum banyak dimanfaatkan sebagai sumber pupuk.

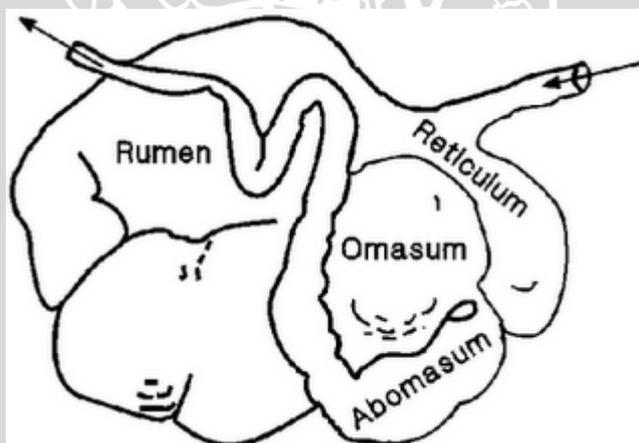
Limbah yang berupa sisa-sisa dari aktivitas pemotongan hewan yang harus dibuang menimbulkan dampak terhadap keseimbangan lingkungan. Limbah pemotongan hewan sebagai limbah organik yang mengandung protein, karbohidrat, lemak, garam-garam mineral, dapat bertindak sebagai media pertumbuhan dan perkembangan mikroba sehingga mudah mengalami pembusukan (Widya *et al.*, 2008).

Perut hewan pemakan rumput menyimpan mikroba pengurai kompos. Rumput yang dimakan akan dihancurkan oleh mikroba dalam perut. Dalam beberapa hari, rumput tersebut akan hancur dan berubah bentuk menjadi kotoran. Mikroba penghancur kompos tidak memerlukan udara luar, seperti saat di dalam perut dan mikroba dalam rumen yang berupa cairan rumen tidak boleh disimpan lebih dari 12 jam karena mikroba akan mati (Soeryoko, 2001).

Kandungan air rumput sisa ransum ternak merupakan sumber N terbaik. Umumnya masih berbentuk panjang dan jarang yang sudah dicacah. Karena itu, rumput yang masih panjang sebaiknya dicacah menjadi lebih pendek. Hal ini dimaksudkan untuk mempercepat proses fermentasi. Rumput cacah sisa ransum

mempunyai peluang dirombak dengan cepat. Jika N dalam bahan baku berlebihan selama proses pengomposan berlangsung dapat terjadi penguapan yang menghasilkan ammonia. (Djaja, 2008).

Pemanfaatan bahan tersebut dapat mengurangi resiko pencemaran lingkungan berupa bau menyengat yang ditimbulkan akibat penimbunan isi rumen dalam rumah potong hewan. Isi rumen merupakan salah satu limbah industri yang belum banyak dimanfaatkan, sementara limbah tersebut banyak mengandung unsur yang dapat dimanfaatkan untuk budidaya tanaman pak-choy. Rahmawati *et al.*, (2012), pupuk berbahan campuran limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi mengandung unsur N = 2,64%, P = 1,56% dan K = 1,17%. Beberapa faktor yang mempengaruhi jumlah dari kotoran hewan dan komposisi yang dihasilkan, ialah : jenis dan umur hewan, jenis dan banyaknya makanan yang dikonsumsi, keadaan hewan dan Susu yang dihasilkan atau kerja yang dilakukan hewan. Variasi yang ditemukan dalam kotoran hewan sama dengan yang ditunjukkan kelasnya. Hewan dengan umur dan jenis kerja yang berbeda memerlukan jumlah dan proporsi nutrisi yang berbeda untuk pemeliharaannya (Samekto, 2006).



Gambar 1. Lambung Ruminansia

Sumber : (Anonymous, 2013<sup>b</sup>)

Lambung ruminansia (Gambar 1) terdiri atas empat bagian yaitu rumen, retikulum, omasum dan abomasum. Rumen merupakan bagian lambung yang terbesar pada hewan dewasa dan menempati sebagian besar ruang perut sebelah kiri. Cairan

rumen mengandung serat kasar, karbohidrat, protein, lemak dan mikroba. Kandungan zat yang terdapat pada isi rumen sapi meliputi: air (8,8%), protein kasar (9,63%), lemak (1,81%), serat kasar (24,60%), BETN atau bahan ekstrak tanpa nitrogen (38,40%), abu (16,76%), kalsium (1,22%) dan fosfor (0,29%) (Rahmawati *et al.*, 2012). Kandungan mikroorganisme dalam rumen sapi antara lain : protozoa, bakteri dan fungi yang dapat memfermentasi komponen-komponen pakan ruminansia seperti : selulosa, pati, fruktosa, xylan, protein, mineral dan vitamin (Hastuti, 2008; Sinaga, 2011).

### 2.5 Peranan EM 4 Dalam Proses Dekomposisi

*Effective Microorganisms 4* (EM 4) merupakan bahan yang mengandung beberapa mikroorganisme yang sangat bermanfaat dalam proses pengomposan. Mikroorganisme yang terdapat dalam EM 4 terdiri dari *Lumbricus* (bakteri asam laktat) serta sedikit bakteri fotosintetik, *Actinomyces*, *Sterptomyces* sp., dan ragi. EM 4 dapat meningkatkan fermentasi limbah dan sampah organik, meningkatkan ketersediaan unsur hara untuk tanaman, serta menekan aktivitas serangga, hama dan mikroorganisme patogen. EM 4 merupakan larutan yang berisi beberapa mikroorganisme yang sangat bermanfaat untuk menghilangkan bau pada limbah dan mempercepat pengolahan limbah. EM 4 dapat digunakan untuk proses bahan limbah menjadi kompos dengan proses yang lebih cepat dibandingkan dengan pengolahan limbah secara tradisional (Djuarnani *et al.*, 2005).

Pemanfaatan mikroorganisme tanah yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman telah dilakukan dengan memanfaatkan suatu kultur campuran mikroorganisme yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman yang dikenal dengan nama EM 4. EM 4 mengandung bakteri dari genus *Lactobacillus* (bakteri penghasil asam-asam laktat), serta dalam jumlah sedikit bakteri fotosintetik, *Streptomyces* sp. dan ragi. Kultur ini disimpan dalam bentuk cair dengan pH 4.5 dan konsentrasi  $10^9$  mikroorganisme/gram. (Higa, 1988).

Dalam upaya peningkatan produktivitas lahan dan produksi hasil panen, dapat dilakukan dengan menerapkan teknologi sistem pertanian terpadu tanpa olah tanah (TOT) dengan aplikasi EM 4. Model sistem pertanian terpadu dengan teknologi EM 4, yaitu limbah organik dari sisa tanaman difermentasikan menjadi

pupuk organik terfermentasi dalam waktu yang cepat. Selain itu kultur mikroorganisme yang terkandung dalam EM 4 mengandung bakteri fermentasi dan sintetik yang dapat memacu dan mempercepat proses fermentasi dan dekomposisi bahan organik, sehingga unsur hara yang terkandung dalam bahan organik akan cepat terserap dan tersedia bagi pertumbuhan tanaman (Yulhasmir, 2009).

EM 4 merupakan bioteknologi yang dikembangkan sejalan dengan prinsip-prinsip pertanian yang berkelanjutan atau berwawasan yang terdiri dari sejumlah mikroorganisme efektif yang bermanfaat untuk memperbaiki kondisi tanah, menekan pertumbuhan mikroba yang menimbulkan penyakit dan memperbaiki efisiensi penggunaan bahan organik oleh tanaman. Kelebihan EM 4 bukan saja dalam bidang pertanian tapi juga dalam bidang peternakan, perikanan dan pengolahan limbah (Ruhukail, 2011).

Higa dan Wididana (1991) menyatakan bahwa pemberian bahan organik dan EM 4 pada tanaman secara terus menerus pada lahan yang sama selama 13 kali penanaman dapat memberikan hasil yang memuaskan. Dengan metode tersebut tanaman tidak memperlihatkan gejala serangan nematoda, penyakit busuk akar dan puru akar. Selain itu EM 4 dapat memacu pertumbuhan dan produksi tanaman. Pemberian EM 4 pada tanah dapat memperdalam lapisan olah tanah, menurunkan *bulk density* dan meningkatkan agregasi tanah.

Menurut Ali (1996) pemberian pupuk kandang yang dikombinasikan dengan penyiraman EM 4 dengan konsentrasi 2% berpengaruh nyata terhadap jumlah buah panen dan bobot buah panen serta mampu meningkatkan bobot buah panen sebesar 60% dari perlakuan tunggal EM 4 pada tanaman cabai.