

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Informasi Umum Mengenai Tanaman Kedelai

Kedelai merupakan tanaman asli daratan Cina dan telah dibudidayakan oleh manusia sejak 2500 SM. Kedelai mulai dikenal di Indonesia sejak abad ke-16. Awal mula penyebaran dan pembudidayaan kedelai yaitu di Pulau Jawa, kemudian berkembang ke Bali, Nusa Tenggara, dan pulau-pulau lainnya. Pada awalnya, kedelai dikenal dengan beberapa nama botani, yaitu *Glycine soja* dan *Soja max*. Namun pada tahun 1948 telah disepakati bahwa nama botani yang dapat diterima dalam istilah ilmiah, yaitu *Glycine max* [L.] Merr. Klasifikasi tanaman kedelai sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Divisio : Spermatophyta
Classis : Dicotyledoneae
Ordo : Rosales
Familia : Papilionaceae
Genus : Glycine
Spesies : *Glycine max* [L.] Merr.

Morfologi Tanaman Kedelai

Menurut Hidayat (1985) dalam Somaatmadja *et al.* (1985), tanaman kedelai umumnya tumbuh tegak, berbentuk semak, dan merupakan tanaman semusim.

Morfologi tanaman kedelai didukung oleh komponen utamanya, yaitu akar, daun, batang, polong, dan biji sehingga pertumbuhannya bisa optimal.

a. Akar

Akar kedelai mulai muncul dari belahan kulit biji yang muncul di sekitar *mesofil*. Calon akar tersebut kemudian tumbuh dengan cepat ke dalam tanah, sedangkan *kotiledon* yang terdiri dari dua keping akan terangkat ke permukaan tanah akibat pertumbuhan yang cepat dari *hipokotil*. Sistem perakaran kedelai terdiri dari dua macam, yaitu akar tunggang dan akar sekunder (serabut) yang tumbuh dari akar tunggang. Selain itu kedelai juga seringkali membentuk akar adventif yang tumbuh dari bagian bawah *hipokotil*.

Pada umumnya, akar adventif terjadi karena cekaman tertentu, misalnya kadar air tanah yang terlalu tinggi. Perkembangan akar kedelai sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik dan kimia tanah, jenis tanah, cara pengolahan lahan, kecukupan unsur hara, serta ketersediaan air di dalam tanah. Pertumbuhan akar tunggang dapat mencapai panjang sekitar 2 m atau lebih pada kondisi yang optimal. Namun, umumnya akar tunggang hanya tumbuh pada kedalaman lapisan tanah olah yang tidak terlalu dalam, sekitar 30--50 cm. Sementara akar serabut dapat tumbuh pada kedalaman tanah sekitar 20--30 cm. Akar serabut ini mula-mula tumbuh di dekat ujung akar tunggang, sekitar 3--4 hari setelah berkecambah dan akan semakin bertambah banyak dengan pembentukan akar-akar muda yang lain.

b. Batang dan cabang

Hipokotil merupakan bagian batang, mulai dari pangkal akar sampai *kotiledon*.

Hipokotil dan dua keeping *kotiledon* yang masih melekat pada *hipokotil* akan menerobos ke permukaan tanah. Bagian batang kecambah yang berada diatas *kotiledon* tersebut dinamakan *epikotil*.

Pertumbuhan batang kedelai dibedakan menjadi dua tipe, yaitu tipe *determinate* dan *indeterminate*. Perbedaan sistem pertumbuhan batang ini didasarkan atas keberadaan bunga pada pucuk batang. Pertumbuhan batang tipe *determinate* ditunjukkan dengan batang yang tidak tumbuh lagi pada saat tanaman mulai berbunga. Sementara pertumbuhan batang tipe *indeterminate* dicirikan bila pucuk batang tanaman masih bisa tumbuh daun, walaupun tanaman sudah mulai berbunga.

Jumlah buku pada batang tanaman dipengaruhi oleh tipe tumbuh batang dan periode panjang penyinaran pada siang hari. Pada kondisi normal, jumlah buku berkisar 15-30 buah. Jumlah buku batang *indeterminate* umumnya lebih banyak dibandingkan batang *determinate*. Jumlah cabang tergantung dari varietas dan kondisi tanah. Jumlah batang tidak mempunyai hubungan yang signifikan dengan jumlah biji yang diproduksi. Artinya, walaupun jumlah cabang banyak, belum tentu produksi kedelai juga banyak.

c. Daun

Tanaman kedelai mempunyai dua bentuk daun yang dominan, yaitu *stadia kotiledon* yang tumbuh saat tanaman masih berbentuk kecambah dengan dua helai daun tunggal dan daun bertangkai tiga (*trifoliate leaves*) yang tumbuh selepas

masa pertumbuhan. Umumnya, bentuk daun kedelai ada dua, yaitu bulat (*oval*) dan lancip (*lanceolate*). Kedua bentuk daun tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik. Bentuk daun diperkirakan mempunyai korelasi yang sangat erat dengan potensi produksi biji. Umumnya, daerah yang mempunyai tingkat kesuburan tanah tinggi sangat cocok untuk varietas kedelai yang mempunyai bentuk daun lebar. Daun mempunyai *stomata*, berjumlah antara 190-320 buah/m².

Umumnya, daun mempunyai rambut dengan warna cerah dan jumlahnya bervariasi. Panjang rambut bisa mencapai 1 mm dan lebar 0,0025 mm. Kepadatan rambut bervariasi, tergantung varietas, tetapi biasanya antara 3-- 20 buah/mm². Contoh varietas yang berambut lebat yaitu IAC 100, sedangkan varietas yang berambut jarang yaitu Wilis, Dieng, Anjasmoro, dan Mahameru. Lebat-tipisnya bulu pada daun kedelai berkaitan dengan tingkat toleransi varietas kedelai terhadap serangan jenis hama tertentu. Hama penggerek polong ternyata sangat jarang menyerang varietas kedelai yang berambut lebat. Oleh karena itu, para peneliti pemulia tanaman kedelai cenderung menekankan pada pembentukan varietas yang tahan hama harus mempunyai rambut di daun, polong, maupun batang tanaman kedelai.

d. Bunga

Tanaman kacang-kacangan, termasuk tanaman kedelai, mempunyai dua stadia tumbuh, yaitu stadia vegetatif dan stadia reproduktif. Stadia vegetatif mulai dari tanaman berkecambah sampai saat berbunga, sedangkan stadia reproduktif mulai dari pembentukan bunga sampai pemasakan biji. Tanaman kedelai di Indonesia yang mempunyai panjang hari rata-rata sekitar 12 jam dan suhu udara yang tinggi

(>30° C), sebagian besar mulai berbunga pada umur antara 5--7 minggu.

Tanaman kedelai termasuk peka terhadap perbedaan panjang hari, khususnya saat pembentukan bunga. Bunga kedelai menyerupai kupu-kupu.

Tangkai bunga umumnya tumbuh dari ketiak tangkai daun yang diberi nama rasim. Jumlah bunga pada setiap ketiak tangkai daun sangat beragam, antara 2--25 bunga, tergantung kondisi lingkungan tumbuh dan varietas kedelai. Bunga pertama yang terbentuk umumnya pada buku kelima, keenam, atau pada buku yang lebih tinggi. Pembentukan bunga juga dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban. Pada suhu tinggi dan kelembaban rendah, jumlah sinar matahari yang jatuh pada ketiak tangkai daun lebih banyak. Hal ini akan merangsang pembentukan bunga. Setiap ketiak tangkai daun yang mempunyai kuncup bunga dan dapat berkembang menjadi polong disebut sebagai buku subur. Tidak setiap kuncup bunga dapat tumbuh menjadi polong, hanya berkisar 20-80%. Jumlah bunga yang rontok tidak dapat membentuk polong yang cukup besar. Rontoknya bunga ini dapat terjadi pada setiap posisi buku pada 1--10 hari setelah mulai terbentuk bunga. Periode berbunga pada tanaman kedelai cukup lama yaitu 3--5 minggu untuk daerah subtropik dan 2-3 minggu di daerah tropik, seperti di Indonesia. Jumlah bunga pada tipe batang *determinate* umumnya lebih sedikit dibandingkan pada batang tipe *indeterminate*. Warna bunga yang umum pada berbagai varietas kedelai hanya dua, yaitu putih dan ungu.

e. Polong dan biji

Polong kedelai pertama kali terbentuk sekitar 7--10 hari setelah munculnya bunga pertama. Panjang polong muda sekitar 1 cm. Jumlah polong yang terbentuk pada

setiap ketiak tangkai daun sangat beragam, antara 1--10 buah dalam setiap kelompok. Pada setiap tanaman, jumlah polong dapat mencapai lebih dari 50, bahkan ratusan. Kecepatan pembentukan polong dan pembesaran biji akan semakin cepat setelah proses pembentukan bunga berhenti. Ukuran dan bentuk polong menjadi maksimal pada saat awal periode pemasakan biji. Hal ini kemudian diikuti oleh perubahan warna polong, dari hijau menjadi kuning kecoklatan pada saat masak.

Di dalam polong terdapat biji yang berjumlah 2-3 biji. Setiap biji kedelai mempunyai ukuran bervariasi, mulai dari kecil (sekitar 7--9 g/100 biji), sedang (10--13 g/100 biji), dan besar (>13 g/100 biji). Bentuk biji bervariasi, tergantung pada varietas tanaman, yaitu bulat, agak gepeng, dan bulat telur. Namun demikian, sebagian besar biji berbentuk bulat telur. Biji kedelai terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu kulit biji dan janin (*embrio*). Pada kulit biji terdapat bagian yang disebut pusar (*hilum*) yang berwarna coklat, hitam, atau putih. Pada ujung *hilum* terdapat *mikrofil*, berupa lubang kecil yang terbentuk pada saat proses pembentukan biji. Warna kulit biji bervariasi, mulai dari kuning, hijau, coklat, hitam, atau kombinasi campuran dari warna-warna tersebut. Biji kedelai tidak mengalami masa dormansi sehingga setelah proses pembijian selesai, biji kedelai dapat langsung ditanam. Namun demikian, biji tersebut harus mempunyai kadar air berkisar 12-13%.

f. Bintil Akar dan Fiksasi Nitrogen

Tanaman kedelai dapat mengikat nitrogen (N_2) di atmosfer melalui aktivitas bakteri pengikat nitrogen, yaitu *Rhizobium japonicum*. Bakteri ini terbentuk di

dalam akar tanaman yang diberi nama *nodul* atau bintil akar. Keberadaan *Rhizobium japonicum* di dalam tanah memang sudah ada karena tanah tersebut ditanami kedelai atau memang sengaja ditambahkan ke dalam tanah. *Nodul* tanaman kedelai umumnya dapat mengikat nitrogen dari udara pada umur 10 – 12 hari setelah tanam (HST), tergantung kondisi lingkungan tanah dan suhu. Kelembaban tanah yang cukup dan suhu tanah sekitar 25°C sangat mendukung pertumbuhan bintil akar tersebut. Perbedaan warna hijau daun pada awal pertumbuhan (10 – 15 HST) merupakan indikasi efektivitas *Rhizobium japonicum*.

Namun demikian, proses pembentukan bintil akar sebenarnya sudah terjadi mulai umur 4 – 5 HST, yaitu sejak terbentuknya akar tanaman. Pada saat itu, terjadi infeksi pada akar rambut yang merupakan titik awal dari proses pembentukan bintil akar. Oleh karena itu, semakin banyak volume akar yang terbentuk, semakin besar pula kemungkinan jumlah bintil akar atau nodul yang terjadi (Prasastyawati dan Rumawas, 1980).

B. Kompos

Kompos merupakan hasil perombakan bahan organik oleh mikrobia dengan hasil akhir berupa kompos yang memiliki nisbah C/N yang rendah. Bahan yang ideal untuk dikomposkan memiliki nisbah C/N sekitar 30, sedangkan kompos yang dihasilkan memiliki nisbah C/N < 20. Bahan organik yang memiliki nisbah C/N jauh lebih tinggi di atas 30 akan terombak dalam waktu yang lama, sebaliknya jika nisbah tersebut terlalu rendah akan terjadi kehilangan N karena menguap selama proses perombakan berlangsung. Kompos yang dihasilkan dengan

fermentasi menggunakan teknologi mikrobial efektif dikenal dengan nama bokashi. Dengan cara ini proses pembuatan kompos dapat berlangsung lebih singkat dibandingkan cara konvensional.

1. Sifat dan karakteristik kompos

Penggunaan kompos sebagai bahan pembenah tanah (*soil conditioner*) dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah sehingga mempertahankan dan menambah kesuburan tanah pertanian. Karakteristik umum dimiliki kompos antara lain: (1) mengandung unsur hara dalam jenis dan jumlah bervariasi tergantung bahan asal; (2) menyediakan unsure hara secara lambat (*slow release*) dan dalam jumlah terbatas; dan (3) mempunyai fungsi utama memperbaiki kesuburan dan kesehatan tanah. Berikut ini diuraikan fungsi kompos dalam memperbaiki kualitas kesuburan fisik, kimia, dan biologi tanah.

Sifat fisika tanah

Kompos memperbaiki struktur tanah yang semula padat menjadi gembur, sehingga mempermudah pengolahan tanah. Tanah berpasir menjadi lebih kompak dan tanah lempung menjadi lebih gembur. Penyebab kompak dan gemburnya tanah ini adalah senyawa-senyawa polisakarida yang dihasilkan oleh mikroorganisme pengurai serta miselium atau hifa yang berfungsi sebagai perekat partikel tanah. Dengan struktur tanah yang baik ini berarti difusi O₂ atau aerasi akan lebih banyak sehingga proses fisiologis diakarakan lancar. Perbaikan agregat tanah menjadi lebih remah akan mempermudah penyerapan air ke dalam tanah sehingga proseserosi dapat dicegah. Kadar bahan organik yang tinggi di dalam tanah memberikan warnatanah yang lebih gelap (warna humus coklat

kehitaman), sehingga penyerapan energy sinar matahari lebih banyak dan fluktuasi suhu di dalam tanah dapat dihindarkan. Institut Pertanian Bogor (IPB) melaporkan bahwa takaran kompos sebanyak 5 ton/ha meningkatkan kandungan air tanah pada tanah-tanah yang subur (CPIS, 1991 dalam Setyorini *et al.*, 2006).

Sifat kimia tanah

Kompos merupakan sumber hara makro dan mikro mineral secara lengkap meskipun dalam jumlah yang relatif kecil (N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, B, Zn, Mo, dan Si). Dalam jangka panjang, pemberian kompos dapat memperbaiki pH dan meningkatkan hasil tanaman pertanian pada tanah-tanah masam. Pada tanah-tanah yang kandungan P-tersedia rendah, bentuk fosfat organik mempunyai peranan penting dalam penyediaan hara tanaman karena hampir sebagian besar P yang diperlukan tanaman terdapat pada senyawa P-organik. Sebagian besar P-organik dalam organ tanaman terdapat sebagai fitin, fosfolipid, dan asam nukleat. Kedua yang terakhir hanya terdapat sedikit dalam bahan organik tanah karena senyawa tersebut mudah digunakan oleh jasad renik tanah. Turunan senyawa-senyawa tersebut sangat penting dalam tanah (karena kemampuannya membentuk senyawa dengan kation polivalen), terdapat dalam jumlah relatif tinggi, tetapi yang dekomposisinya lambat ialah *inositol*. Pada tanah alkalin, terbentuk *inositol* fosfat dengan Ca atau Mg, sedangkan pada tanah masam dengan Al atau Fe. P-anorganik dalam bentuk Al-Fe;Ca-P yang tidak tersedia bagi tanaman, akan dirombak oleh organisme pelarut P menjadi P-anorganik yang larut atau tersedia bagi tanaman.

Selain itu, kompos juga mengandung humus yang sangat dibutuhkan untuk peningkatan hara makro dan mikro dan sangat dibutuhkan tanaman. Misel humus mempunyai kapasitas tukar kation (KTK) yang lebih besar daripada misel lempung (3--10 kali) sehingga penyediaan hara makro dan mikro mineral lebih lama. KTK asam-asam organik dari kompos lebih tinggi dibandingkan mineral liat, namun lebih peka terhadap perubahan pH karena mempunyai sumber muatan yang tergantung pH (*pH dependent charge*). Pada nilai pH 3,5, KTK liat dan C-organik sebesar 45,5 dan 199,5 me 100g^{-1} sedangkan pada pH 6,5 meningkat menjadi 63 dan 325,5 me 100g^{-1} . Nilai KTK mineral liat kaolinit (3—5 me 100g^{-1}), illit (30—40 me 100g^{-1}), montmorilonit (80—150 me 100g^{-1}), sedangkan pada asam humat (485—870 me 100g^{-1}) dan asam fulfat (1.400 me 100g^{-1}). Oleh karena itu, penambahan kompos kedalam tanah dapat meningkatkan nilai KTK tanah (Tan, 1991 dalam Setyorini *et al.*, 2006).

Peranan bahan organik yang juga penting pada tanah ialah kemampuannya bereaksi dengan ion logam untuk membentuk senyawa kompleks. Dengan demikian, ion logam yang bersifat meracuni tanaman serta merugikan penyediaan hara pada tanah seperti Al, Fe, dan Mn dapat diperkecil dengan adanya khelat dengan bahan organik.

Sifat biologi tanah

Kompos banyak mengandung mikroorganisme (fungi, *Aaktinomisetes*, bakteri, dan alga). Dengan ditamhkannya kompos ke dalam tanah tidak hanya jutaan mikroorganisme yang ditambahkan, akan tetapi mikroorganisme yang ada dalam tanah juga terpacu untuk berkembang. Proses dekomposisi lanjut oleh

mikroorganisme akan tetap terus berlangsung tetapi tidak mengganggu tanaman. Gas CO₂ yang dihasilkan mikroorganisme tanah akan dipergunakan untuk fotosintesis tanaman, sehingga pertumbuhan tanaman akan lebih cepat. Amonifikasi, nitrifikasi, dan fiksasi nitrogen juga meningkat karena pemberian bahan organik sebagai sumber karbon yang terkandung di dalam kompos. Aktivitas berbagai mikroorganisme di dalam kompos menghasilkan hormon-hormon pertumbuhan, misalnya auksin, giberelin, dan sitokinin yang memacu pertumbuhan dan perkembangan akar-akar rambut sehingga daerah pencarian makanan lebih luas (Setyorini *et al.*, 2006).

2. Manfaat Kompos

Kompos memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan akan meningkatkan kemampuan tanah untuk mempertahankan kandungan air tanah. Aktivitas mikroba tanah yang bermanfaat bagi tanaman akan meningkat dengan penambahan kompos. Aktivitas mikroba ini membantu tanaman untuk menyerap unsur hara dari tanah. Aktivitas mikroba tanah juga diketahui dapat membantu tanaman menghadapi serangan penyakit.

Tanaman yang dipupuk dengan kompos juga cenderung lebih baik kualitasnya daripada tanaman yang dipupuk dengan pupuk kimia, misal: hasil panen lebih tahan disimpan, lebih berat bobotnya, lebih segar, dan lebih enak.

Kompos memiliki banyak manfaat yang ditinjau dari beberapa aspek:

Aspek Ekonomi :

1. Menghemat biaya untuk transportasi dan penimbunan limbah.
2. Mengurangi volum/ukuran limbah.
3. Memiliki nilai jual yang lebih tinggi dari pada bahan asalnya.

Aspek Lingkungan :

1. Mengurangi polusi udara karena pembakaran limbah dan pelepasan gas metana dari sampah organik yang membusuk akibat bakteri metanogen di tempat pembuangan sampah.
2. Mengurangi kebutuhan lahan untuk penimbunan.

Aspek bagi tanah/tanaman:

1. Meningkatkan kesuburan tanah.
2. Memperbaiki struktur dan karakteristik tanah.
3. Meningkatkan kapasitas penyerapan air oleh tanah.
4. Meningkatkan aktivitas mikroba tanah.
5. Meningkatkan kualitas hasil panen (rasa, nilai gizi, dan jumlah panen).
6. Menyediakan hormon dan vitamin bagi tanaman.
7. Menekan pertumbuhan/serangan penyakit tanaman.
8. Meningkatkan retensi/ketersediaan hara di dalam tanah (Gaur, 1980).

3. Standar Kualitas Kompos

Berikut ini merupakan Tabel standar kualitas kompos dalam Isroi (2008):

Tabel 1. Standar Kualitas Kompos (SNI 19-7030-2004)

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Kadar Air	%	-	50
2	Temperatur	°C		suhu air tanah
3	Warna			kehitaman
4	Bau			berbau tanah
5	Ukuran partikel	mm	0,55	25
6	Kemampuanikat air	%	58	-
7	pH		6,80	7,49
8	Bahan asing	%	*	1,5
	Unsur makro			
9	Bahan organik	%	27	58
10	Nitrogen	%	0,40	-
11	Karbon	%	9,80	32
12	Phosfor (P ₂ O ₅)	%	0.1	-
13	C/N-rasio		10	20
14	Kalium (K ₂ O)	%	0,20	*
	Unsur mikro			
15	Arsen	mg/kg	*	13
16	Kadmium (Cd)	mg/kg	*	3
17	Kobal (Co)	mg/kg	*	34
18	Kromium (Cr)	mg/kg	*	210
19	Tembaga (Cu)	mg/kg	*	100
20	Merkuri(Hg)	mg/kg	*	0,8
21	Nikel (Ni)	mg/kg	*	62
22	Timbal (Pb)	mg/kg	*	150
23	Selenium (Se)	mg/kg	*	2
24	Seng (Zn)	mg/kg	*	500
	Unsur lain			
25	Kalsium	%	*	25.5
26	Magnesium (Mg)	%	*	0.6
27	Besi (Fe)	%	*	2
28	Aluminium (Al)	%	*	2.2
29	Mangan (Mn)	%	*	0.1
	Bakteri			
30	FecalColi	MPN/gr		1000
31	Salmonellasp.	MPN/4 gr		3

Keterangan :* Nilainya lebih besar minimum atau lebih kecil dari maksimum

C. Bioaktivator

Di dalam tanah hidup berbagai jasad renik (mikroorganisme) yang melakukan berbagai kegiatan bagi kehidupan makhluk hidup lainnya atau dengan perkataan lain menjadikan tanah memungkinkan bagi kelanjutan makhluk –makhluk alami. Populasi mikrobiologi yang mendiami tanah, bersama dengan berbagai bentuk binatang dan berbagai jenis tanaman tingkat lebih tinggi membentuk suatu sistem kehidupan yang tidak terpisahkan dari bahan mineral dan sisa –sisa bahan organik yang ada dalam tanah.

Bioaktivator adalah makhluk hidup yang berfungsi untuk menguraikan makhluk hidup yang telah mati, sehingga materi yang diuraikan dapat diserap oleh tumbuhan yang hidup disekitar daerah tersebut. Beberapa jenis cacing tanah antara lain: *Pheretima*, *Periony* dan *Lumbricus*. Ketiga jenis cacing tanah ini menyukai bahan organik yang berasal dari pupuk kandang dan sisa-sisa tumbuhan. Cacing memiliki banyak kegunaan antara lain: membantu menghancurkan bahan organik yang dapat mempengaruhi kesuburan suatu tanah, bahan pakan ternak, bahan baku obat, bahan baku kosmetik, dan bahan baku makanan untuk beberapa jenis cacing yang dapat dikonsumsi dan bermanfaat bagi manusia (<http://id.shvoong.com>).

a. Alami

Pengomposan terjadi secara alami tanpa adanya bioaktivator. Organisme yang membantu proses pengomposan ini adalah cacing tanah. Perombakan bahan organik secara alami memerlukan waktu yang cukup lama yaitu antara 3-4 bulan.

b. EM4

Proses pembuatan kompos yang dilakukan mempergunakan larutan *effective microorganism 4* yang disingkat EM-4. EM-4 pertama kali ditemukan oleh Prof. Teruo Higa dari Universitas Ryukyus Jepang. Dalam EM 4 ini terdapat sekitar 80 genus mikroorganisme *fermentor*. Mikroorganisme ini dipilih yang dapat bekerja secara efektif dalam memfermentasikan bahan organik. Secara global terdapat 5 golongan yang pokok yaitu: Bakteri fotosintetik, *Lactobacillus* sp, *Streptomyces* sp, Ragi (*yeast*), dan *Actinomyces*.

1. *Bakteri fotosintetik* merupakan bakteri bebas yang dapat mensintesis senyawa nitrogen, gula, dan substansi bioaktif lainnya. Hasil metabolir yang diproduksi dapat diserap secara langsung oleh tanaman dan tersedia sebagai substrat untuk perkembangbiakan mikroorganisme yang menguntungkan.
2. *Lactobacillus* sp. Merupakan bakteri yang memproduksi asam laktat sebagai hasil penguaraian gula dan karbohidrat lain yang bekerjasama dengan bakteri fotosintesis dan ragi. Asam laktat ini merupakan bahan sterilisasi yang kuat yang dapat menekan mikroorganisme berbahaya dan dapat menguraikan bahan organik dengan cepat.
3. *Streptomyces* sp. mengeluarkan enzim streptomisin yang bersifat racun terhadap hama dan penyakit yang merugikan.
4. *Ragi (yeast)* memproduksi substansi yang berguna bagi tanaman dengan cara fermentasi. Substansi bioaktif yang dihasilkan oleh ragi berguna untuk pertumbuhan sel dan pembelahan akar. Ragi ini juga berperan

dalam perkembangan atau pembelahan mikroorganisme menguntungkan lain seperti Actinomycetes dan bakteri asam laktat.

5. *Actinomycetes* merupakan organisme peralihan antara bakteri dan jamur yang mengambil asam amino dan zat serupa yang diproduksi bakteri fotosintesis dan merubahnya menjadi antibiotik untuk mengendalikan patogen, menekan jamur dan bakteri berbahaya dengan cara menghancurkan khitin yaitu zat esensial untuk pertumbuhannya. *Actinomycetes* juga dapat menciptakan kondisi yang baik bagi perkembangan mikroorganisme lain.

c. M-Dec

M-Dec merupakan salah satu pupuk hayati yang dapat membantu mempercepat proses pengomposan bahan organik menjadi pupuk organik yang siap diberikan untuk tanaman yang diproduksi oleh Balai Penelitian Tanah Departemen Pertanian Bogor. Manfaat dari M-Dec yaitu dapat mempercepat proses pengomposan sisa-sisa tanaman pertanian (jerami, seresah jagung), perkebunan (tandan kosong kelapa sawit), dan hortikultura (sampah sayuran), sampah perkotaan (kertas, daun sisa tanaman, potongan rumput), kotoran hewan, sehingga dapat segera menjadikannya bahan organik tanah yang berfungsi menyimpan dan melepaskan hara di sekitar tanaman. Keunggulan M-Dec antara lain adalah lama pengomposan dengan M-Dec 2 (dua) minggu untuk menghasilkan bokashi yang sudah matang, mengurangi imobilisasi hara, penyakit tular tanah, larva insek, biji gulma, volume bahan buangan, dan masalah lingkungan (Ginting, 2010).

M-Dec mengandung *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp., dan *Trametes* sp.

1. *Trichoderma sp.* merupakan sejenis cendawan / fungi yang termasuk kelas ascomycetes. *Trichoderma* merupakan salah satu jamur yang dapat menjadi agen biokontrol karena bersifat antagonis bagi jamur lainnya, terutama yang bersifat patogen.
2. *Aspergillus sp.* merupakan fungi yang mampu merombak selulosa menjadi bahan-bahan monosakarida, alkohol, CO₂, dan asam-asam organik lainnya dengan menggunakan enzim selulase (Rao, 1994).
3. *Trametes sp.* Berperan dalam mempercepat proses fermentasi bahan organik.

d. *Golden Harvest*

Pupuk hayati *Golden harvest* adalah pupuk dengan bahan aktif mikroba asli Indonesia (mikroorganisme *indigenous*) yang ramah lingkungan. Pupuk ini bisa menyuburkan tanah secara biologi serta dilengkapi dengan hormon tumbuh biologi memacu tumbuhnya akar serabut sehingga kapasitas penyerapan hara oleh tanaman menjadi lebih optimal. Karena daya serap optimal dan hara tanah ditingkatkan oleh mikroba yang terkandung dalam *Tiens Golden Harvest*, maka penggunaan pupuk ini bisa menghemat pemakaian pupuk kimia hingga 50% .

Di bawah ini adalah kandungan yang terdapat dalam *Golden Harvest*:

1. Hormon tumbuh biologi IAA (*Indole acetic acid*) yang bermanfaat untuk tumbuhnya akar serabut sehingga kapasitas penyerapan hara oleh tanaman menjadi lebih optimal.

2. *Azotobacter sp.* yang berfungsi untuk melindungi dan menyelimuti hormon tumbuh yang terdapat dalam *Tiens Golden Harvest* dan juga berfungsi sebagai mikroba penambat N (nitrogen) dari udara bebas.
3. *Azospirillum sp.* yang berfungsi sebagai penambat N (nitrogen) dari udara bebas untuk diserap oleh tanaman.
4. Mikroba Selulolitik yang menghasilkan enzim selulase yang berguna dalam proses pembusukan bahan organik.
5. Mikroba Pelarut Fosfat yang berfungsi untuk melarutkan fosfat yang terikat dalam mineral liat tanah menjadi senyawa yang mudah diserap oleh tanaman, selain itu dapat membantu proses dekomposisi.
6. *Lactobacillus sp.* yang berfungsi untuk membantu proses fermentasi bahan organik menjadi senyawa – senyawa asam laktat yang dapat diserap tanaman.
7. *Pseudomonas flourecent* (Pengurai Pestisida) yang dapat menghasilkan enzim pengurai yang disebut lignin dan berfungsi juga untuk memecah mata rantai dari zat – zat kimia yang tidak dapat terurai oleh mikroba lainnya (Tiens Golden Harvest, 2009).