

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pupuk buatan adalah bahan tertentu buatan manusia baik dari bahan alami (organik) maupun kimia (anorganik) yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara bagi tanaman. Menurut Suriadikarta dkk. (2004) pupuk organik merupakan pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri dari bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan baik padat atau cair yang telah melalui proses dekomposisi. Kriteria pupuk organik pada umumnya memiliki kandungan C organik minimal 15 %, C/N rasio sekitar 12 sampai 25, kadar air minimal 20%, dan pH antara 4 sampai 8 (Tabel 51, lampiran). Sedangkan, bahan organik itu sendiri adalah semua bahan yang berasal dari jaringan tanaman dan hewan pada berbagai tahap dekomposisi. Pada pupuk organik terdapat istilah dekomposisi yang artinya proses perubahan bahan organik menjadi bentuk yang lebih sederhana. Proses perubahan bahan organik menjadi bentuk yang lebih sederhana melibatkan mikroorganisme pengurai (dekomposer). Mikroorganisme yang berperan pada proses dekomposisi diantaranya bakteri, fungi dan actinomycetes. Fungi diduga merupakan perombak bahan organik yang mempunyai kemampuan lebih baik dibandingkan bakteri pada kondisi pH rendah.

Widawati (2005) menyatakan bahwa pembuatan kompos secara alami biasanya memerlukan waktu 8 minggu, untuk mempercepat proses pembuatan kompos dapat ditambahkan inokulan atau aktivator. Aktivator adalah mikroba atau zat

kimia yang ditambahkan dalam pembuatan kompos yang berperan sebagai katalisator guna mempercepat proses pengomposan. Pada penelitian ini, selain penambahan mikroba perombak (dekomposer) untuk meningkatkan kandungan N dan P pada pupuk organonitrofos juga ditambahkan inokulan mikroba penambat N (*Azotobacter* sp dan *Azospirillum* sp), dan pelarut P (*Aspergillus niger* dan *Pseudomonas fluorescens*) pada awal percampuran bahan baku.

2.1 Peran Fungi dalam Dekomposisi Bahan Organik

Mikroorganisme yang berperan dalam dekomposisi bahan organik diantaranya bakteri, fungi, dan aktinomicetes. Fungi diduga merupakan perombak bahan organik yang mempunyai kemampuan lebih baik dibandingkan bakteri pada kondisi lingkungan yang baik bagi pertumbuhan fungi, seperti pH rendah. Hal ini didukung oleh Campbell dkk. (2003) yang melaporkan bahwa fungi adalah mikroorganisme yang mendapatkan nutrisinya melalui penyerapan (*absorption*), sehingga fungi terspesialisasi sebagai pengurai. Fungi pengurai menyerap zat-zat makanan dari bahan organik yang sudah mati, seperti pohon yang sudah tumbang, bangkai hewan, atau buangan organisme hidup.

Menurut Affandi dkk. (2001) beberapa jenis fungi yang telah diteliti memiliki kemampuan mendegradasi serasah dedaunan menjadi bahan organik terdiri dari tujuh genus yaitu *Gliocladium*, *Gonatobotryum*, *Syncephalastrum*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Aspergillus*, dan *Trichoderma*. Hasil penelitian Mutia (2010) menunjukkan bahwa pada tanah yang diberi kompos terdapat tiga genus fungi, yaitu *Chytridium* sp., *Aspergillus* sp., dan *Fusarium* sp. Selanjutnya, pada penelitian yang dilakukan Triesty (2012) juga ditemukan empat genus fungi yang

teridentifikasi pada ekstrak campuran bahan organik dengan limbah agroindustri, yaitu *Chytridium* sp., *Trichoderma* sp., *Rhizopus* sp., dan *Fusarium* sp.

Aktivator fungi yang diberikan pada proses pengomposan menentukan cepat dan lambatnya proses pematangan kompos. Sebagai contoh aktivator fungi *Aspergillus niger*, *Trichoderma viridae*, dan *Chaetomium* sp. merupakan fungi bermiselium dalam tanah yang mempunyai fungsi utama menguraikan bahan organik dan menghasilkan bahan yang mirip dengan humus dalam tanah dan humus merupakan habitat untuk mikroba (Rao, 1994). Bahan-bahan organik atau bahan dasar kompos yang terombak dalam proses pengomposan dapat memelihara kehidupan mikroba lain dalam kompos tersebut.

2.2 Bakteri Penambat Nitrogen (N_2 -fixer)

Bakteri penambat nitrogen (N) adalah bakteri yang dapat memfiksasi N dari udara. Terdapat dua golongan bakteri penambat N, yaitu ada yang bersimbiosis dengan tanaman (simbiotik) dan ada yang hidup bebas (nonsimbiotik). Mikroba penambat N simbiotik diantaranya *Rhizobium* sp. Mikroba penambat N nonsimbiotik misalnya, *Azospirillum* sp. dan *Azotobacter* sp. Pada penelitian ini digunakan inokulan penambat N nonsimbiotik, yaitu *Azospirillum* sp. dan *Azotobacter* sp. Inokulan mikroba penambat N yang ditambahkan pada proses pengomposan dapat meningkatkan kandungan N. Simanungkalit dkk. (2008) melaporkan jumlah N yang dapat ditambat oleh *Azotobacter* pada daerah empat musim berkisar antara $10\text{-}15 \text{ kg ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$.

Azotobacter termasuk dalam kingdom *Bacteria*, phylum *Proteobacteria*, kelas *Gammaproteobacteria*, ordo *Pseudomonadales*, famili *Pseudomonadaceae*/

Azotobacteraceae, genus *Azotobacter*. *Azotobacter* merupakan bakteri aerob dan hidup bebas dengan menambat nitrogen dari atmosfer serta menghasilkan hormon giberelin dan sitokinin (Hindersah dan Simarmata, 2004). *Azotobacter* tumbuh baik pada temperatur 20 sampai 30°C dengan pada pH 7 sampai 7,5 (Crum, 2001). Sedangkan *Azospirillum* merupakan bakteri gram-negatif yang termasuk dalam ordo *Rhodospirillales*.

2.3 Mikroba Pelarut Fosfat (P-solubilizer)

Mikroba pelarut fosfat (P) merupakan inokulan mikroba yang diberikan pada proses pengomposan untuk melarutkan P menjadi bentuk tersedia. Mikroba pelarut P terdiri dari golongan bakteri dan fungi. Kelompok bakteri pelarut P diantaranya *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Escherichia*, *Brevibacterium*, sedangkan dari golongan fungi adalah *Aspergillus*, *Penicillium*, *Culvularia*, *Humicola*, dan *Phoma* (Yuliana, 2010). Inokulan mikroba pelarut P yang diberikan pada penelitian ini adalah *Aspergilus niger* dan *Pseudomonas fluorescens*.

Pemberian inokulan mikroba pelarut P pada proses pengomposan dapat meningkatkan kelarutan P dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme (fungi). Hasil penelitian Suliasih dkk. (2006) menunjukkan bahwa pemberian inokulasi bakteri *Pseudomonas* sp. dapat melarutkan P dari batuan fosfat dengan peningkatan sekitar 3,3 sampai 7,73 ppm dibandingkan tanpa inokulasi (kontrol).

Pseudoumonas fluorescens merupakan salah satu spesies dari genus *Pseudomonas* dengan kingdom *Bacteria*, filum *Proteobacteria*, kelas *Gamma Proteobacteria*, order *Pseudomonadales*, dan family *Pseudomonadaceae*. Sedangkan *Aspergilus*

niger merupakan fungi dari filum *Ascomycetes* yang berfilamen, mempunyai hifa bersepat dan banyak ditemui di alam. Koloninya berwarna putih pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan berubah menjadi hitam ketika konidia terbentuk. *Aspergillus niger* dapat tumbuh pada suhu optimum sekitar 35 sampai 37 ° C dan suhu minimum sekitar 6 sampai 8° C. Selain itu, *Aspergillus niger* memerlukan oksigen yang cukup (*aerobik*) dalam proses pertumbuhannya. *Aspergillus niger* memiliki warna dasar putih atau kuning dengan lapisan konidiospora tebal berwarna coklat gelap sampai hitam (Anonim, 2012a).

2.4 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Populasi dan Keanekaragaman Fungi dalam Dekomposisi Bahan Organik

Faktor lingkungan yang mempengaruhi populasi fungi pada dekomposisi bahan organik diantaranya bahan organik, kandungan unsur hara, rasio C/N, pH, suhu dan kelembaban. Pada penelitian ini bahan organik yang digunakan berupa kotoran sapi. Menurut Redaksi Agromedia (2007), kandungan hara pada kotoran sapi sebelum terdekomposisi yaitu C sebesar 63,64%, N sebesar 1,53%, P sebesar 0,67%, K sebesar 0,70% dan rasio C/N sebesar 41,46.

Rendahnya kandungan N pada kotoran sapi akan menyebabkan fungi kekurangan N untuk sintesis protein sehingga populasi fungi pada awal pengomposan akan menurun. Hal ini didukung hasil penelitian Lubis (2001) yang menunjukkan bahwa pada awal pengomposan campuran sampah pasar dan kotoran sapi perah yang ditambahkan inokulan mikroba pH kompos cenderung meningkat pada minggu pertama pengomposan dengan kisaran 7,41 sampai 7,64. Tingginya pH pada awal pengomposan dapat menghambat pertumbuhan fungi. Menurut Rao

(1994), populasi fungi biasanya mendominasi pada pH asam, bahkan fungi dapat tumbuh pada pH 2 sampai 3.

Selain fungi, bakteri dan aktinomiseta juga berperan penting dalam dekomposisi bahan organik (Trautmann dan Olynciw, 1996 *dalam* Hindersah, dkk., 2011).

Pada proses dekomposisi bahan organik aktifitas fungi, bakteri dan aktinomycetes dipengaruhi oleh suhu. Saat suhu 65 sampai 70°C hanya bakteri berspora yang akan hidup dan saat suhu menurun fungi dan aktinomiseta mulai membentuk koloni dan mendekomposi bahan kompos, seperti lignin dan selulosa (Anonim, 2012b).

Selain suhu, kelembaban memegang peranan yang sangat penting dalam proses pengomposan. Kelembaban 40 sampai 60 % adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroba. Apabila kelembaban di bawah 40% atau di atas 60%, aktivitas mikroba akan mengalami penurunan, volume udara pada tumpukan kompos berkurang, dan terjadi fermentasi anaerobik yang menimbulkan bau tidak sedap (Anonim, 2012b).

2.5 Pengaruh Inokulan Mikroba Penambat N dan Pelarut P terhadap Populasi Fungi Dekomposer

Pemberian inokulan mikroba pada proses pengomposan dapat meningkatkan kualitas kompos yang dihasilkan, mempercepat waktu pengomposan, serta meningkatkan populasi fungi dekomposer. Pada penelitian ini inokulan yang diberikan berupa inokulan mikroba penambat N dan pelarut P.

Inokulan mikroba penambat N merupakan bakteri (*Azotobakter* dan *Azospirillum*) yang ditambahkan pada kompos. Menurut Supriyati (2009), sumber unsur N cukup banyak, yaitu lebih kurang 78,08% dalam bentuk N₂ bebas yang terdapat di atmosfir, namun unsur N tidak dapat langsung terserap pada kompos.

Penambahan inokulan mikroba penambat N perlu dilakukan. Menurut Hamdi (1982), mikroba penambat N mampu mengikat N dari udara dengan bantuan enzim nitrogenase sehingga N₂ berubah menjadi ammonium kemudian menjadi asam amino lalu menjadi protein. Protein menjadi bahan dasar pembentuk biomass bagi mikroba. Menurut Lubis (2001), aktivitas mikroorganisme meningkat jika jumlah N mencukupi sehingga proses dekomposisi bahan organik berlangsung lebih cepat dan efektif. Pada penelitian ini jumlah N yang meningkat dengan pemberian inokulan mikroba penambat N dapat dimanfaatkan oleh fungi, sehingga populasi fungi pada kompos meningkat.

Inokulan mikroba pelarut P merupakan mikroba tambahan yang diberikan pada proses pengomposan agar P yang terikat pada batuan fosfat menjadi bentuk tersedia. Inokulan mikroba pelarut P yang diberikan, yaitu bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan fungi *Aspergillus niger*. Menurut Buntan (1992 dalam Madjid dan Nursanti, 2009) bahwa dalam aktivitasnya bakteri pelarut P akan menghasilkan asam-asam organik diantaranya asam sitrat, glutamat, suksinat, laktat, oksalat, glioksalat, malat, fumarat, tartarat dan alfa ketobutirat. Asam-asam organik yang meningkat biasanya diikuti dengan penurunan pH. Penurunan pH yang terjadi dapat menciptakan kondisi lingkungan yang baik untuk pertumbuhan fungi. Hal ini didukung Rao (1994) yang menyatakan bahwa fungi dapat tumbuh optimal pada pH rendah.

Hasil penelitian Hidayati dkk. (2010) menyatakan bahwa pengomposan feses sapi dan kuda dengan rasio C/N sebesar 35 memiliki kandungan P_2O_5 yang tidak berbeda dengan kandungan N dalam kompos. Semakin tinggi kandungan N, maka jumlah fungi yang merombak P akan semakin meningkat, sehingga kandungan P dalam bahan kompos juga akan meningkat. Fungi menggunakan P dalam bahan kompos untuk membangun sel.