

EVALUASI POPULASI MIKROBA FUNGSIONAL PADA PUPUK ORGANIK KOMPOS (POK) MURNI DAN PUPUK ORGANIK GRANUL (POG) YANG DIPERKAYA DENGAN PUPUK HAYATI

Firman L. Sahwan¹⁾, Sri Wahyono¹⁾ dan Feddy Suryanto²⁾

1)Peneliti di Pusat Teknologi Lingkungan
2)Perekayasa di Pusat Teknologi Lingkungan
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

Abstract

Organic fertilizer is a fertilizer that is expected to improve the physical, chemical, and biological properties of the agricultural land resources, which is undergoing fertility and productivity degradation. Compost is one of the organic fertilizers produced from the biological decomposition process by a consortium of microorganisms, including functional microorganisms. To make it easier for farmers and efficiency in the use of organic fertilizer, organic fertilizer will be further processed into granular form and is called Granules Organic Fertilizer (POG). In the manufacturing process, namely at the time of drying using a rotary dryer, was suspected of using high temperatures to kill microbes (including functional microbial) that naturally exist in the organic compost fertilizer (POK), which is the raw material for POG. To increase the presence of functional microbial populations, the POG which has produced before, then added with bio fertilizer that is rich in microbial functional. This research was conducted to determine and evaluate the total microbial population and functional microbial in pure POK, compared with the total microbial population and functional microbial in the POG are enriched with bio-fertilizer. The results showed: There is an indication to the higher number of total microbial population in the POK, who showed by total fungi population, compared with the POG. The number of functional microbial population, as shown by bacterial phosphate solvent and non-symbiotic bacteria that are fastening N in POK, very high and already meets the criteria to be called as a biological fertilizer. The amount is not significantly different compared to the POG that is already enriched with bio fertilizer that is rich in microbial functional. There is an indication of the influence of high heating using a rotary dryer, in the POG manufacturing process against the decreasing of the amount of microbial population that are resulting in the POG, including functional microbial.

Key Words: organic fertilizer, compost organic fertilizer, granule organic fertilizer, bio fertilizer, functional microorganism, microbial population

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari sisa tanaman dan/atau kotoran

hewan yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair dan dapat diperkaya dengan bahan mineral alami dan/atau mikroba yang bermanfaat memperkaya

hara, bahan organik tanah, dan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah¹⁾. Pupuk organik kompos (POK) murni merupakan salah satu pupuk organik, dan didefinisikan sebagai materi yang sederhana dan relatif stabil yang dihasilkan dari suatu proses dekomposisi (penguraian) berbagai materi organik yang kompleks secara biologis oleh konsorsium mikroorganisme dalam kondisi *aerobic* dan *thermophytic* yang terkendali^{2,3,4,5&6)}. Sedangkan pupuk organik granul (POG) merupakan pupuk organik yang diproses lebih lanjut melalui serangkaian proses (pencampuran bahan baku utama dengan bahan baku tambahan/*filler*, proses granulasi, pengeringan, pendinginan dan penyaringan) sehingga menjadi berbentuk butiran atau granul. Untuk meningkatkan kualitas POG khususnya dari sisi kelimpahan mikroba fungsional, maka terhadap produk POG biasanya diperkaya dengan penambahan pupuk hayati. Pupuk hayati adalah produk biologi aktif terdiri dari mikroba yang dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, kesuburan, dan kesehatan tanah¹⁾. Karena sifatnya yang demikian, maka mikroba yang ada di dalam pupuk hayati disebut dengan mikroba fungsional.

Mikroba fungsional umumnya dikelompokkan berdasarkan peran atau fungsinya. Peran yang utama dari kelompok mikroba tersebut adalah sebagai penyedia unsur hara seperti penambat N₂ dari udara, pelarut P dan hara yang lain. Dari kelompok mikroba tersebut, selain fungsi utamanya sebagai penyedia hara, ada juga yang mempunyai kemampuan sebagai pemanfaat pertumbuhan tanaman, dengan mensintesis berbagai zat pengatur tumbuh (fitohormon), serta kemampuan sebagai pengendali patogen yang berasal dari tanah.

Persepsi yang begitu mencuat akhir-akhir ini adalah keyakinan bahwa pupuk organik merupakan pupuk yang sangat diandalkan dan diharapkan dapat memperbaiki secara keseluruhan dari sifat fisik, kimia dan biologi lahan pertanian, yang saat ini sedang mengalami degradasi

kesuburan dan penurunan produktivitas. Persepsi tersebut sangat beralasan karena akar permasalahan dari kerusakan sumberdaya lahan pertanian tersebut, umumnya disebabkan oleh:

- Penggunaan pupuk kimia dengan dosis tinggi dalam jangka waktu lama dan terus menerus, sangatlah tidak rasional, tidak efisien, tidak berimbang dan tidak dikombinasi dengan pupuk organik, ternyata telah mengakibatkan terjadinya kerusakan struktur tanah (memadat) selain kejemuhan fosfat dan kalium. Kondisi kejemuhan fosfat dan kalium saat ini tersebar di 21 propinsi di Indonesia⁷⁾.
- Intensitas pertanaman yang tinggi dengan pengelolaan yang salah telah mengakibatkan pengurasan unsur hara tanah, sehingga terjadi defisit hara. Hal ini disebabkan karena jumlah hara yang diberikan lebih sedikit dari yang diserap tanaman. Salah satu dari unsur hara tersebut adalah kandungan karbonnya, sehingga menjadi rendah (kurang dari 2%). Kondisi tersebut terjadi pada hampir 73% dari sumberdaya lahan yang ada di Indonesia. Kondisi tanah dengan kandungan karbon tinggi (di atas 3 %) hanya menempati 4 % sumberdaya lahan yang ada⁷⁾.
- Bahan organik sebagai unsur utama pembentuk kesuburan tanah yang diambil tanaman dari dalam tanah, sehingga menjadi tumbuh dan berkembang membentuk keseluruhan bagian-bagian tanaman, pada saat panen umumnya bagian-bagian tanaman yang tidak dimanfaatkan tidak dikembalikan lagi ke dalam tanah.

Secara bersamaan terdapat faktor-faktor yang mendorong peningkatan penggunaan pupuk organik yaitu: meningkatnya pemahaman yang benar mengenai fungsi pupuk organik; meningkatnya pencemaran lingkungan (tanah, udara, dan air) akibat penggunaan *agrochemical*

yang berlebihan; makin mahal dan makin sukarnya memperoleh bahan baku pupuk buatan; meningkatnya permintaan terhadap produk pertanian organik; dan bahan baku pupuk organik yang banyak tersedia secara lokal dan terbarukan⁸⁾. Faktor yang lain adalah kebijakan Go Organik 2010⁹⁾ dari Kementerian Pertanian dan kebijakan gerakan pengembangan pupuk organik untuk mendorong pengembangan usahatani berwawasan lingkungan melalui: sosialisasi penggunaan pupuk organik, bantuan langsung pupuk organik, bantuan alat pembuat pupuk organik dan rumah percontohan pembuatan pupuk organik, serta subsidi pupuk organik¹⁰⁾.

Untuk mendapatkan pupuk organik yang berkualitas baik, maka sebaiknya bahan organik yang ada diproses terlebih dahulu. Salah satunya adalah proses pengomposan, sehingga diperoleh kompos yang memenuhi kriteria kompos matang dan siap digunakan oleh pertanian tanaman pangan, perkebunan, hortikultura, peternakan, perikanan, kehutanan dan lain-lain. Teknologi pengomposan yang paling tepat untuk diterapkan di Indonesia adalah sistem *open windrow*, yang melibatkan kondisi *thermophilic, aerobic* dan terkendali⁶⁾. Proses pengomposan merupakan proses biologis, yang melibatkan sejumlah besar mikroba pendekomposisi material organik. Berbagai kelompok mikroba yang terlibat adalah bakteri, aktinomicetes, fungi dan makhluk hidup lainnya^{2,3,4,5&6)}. Kelompok mikroba tersebut banyak yang masuk ke dalam golongan mikroba fungsional dan sebagian tetap hidup pada saat bahan organik tersebut telah berubah menjadi produk POK matang. Populasi mikroba fungsional yang ada pada produk POK murni tersebut, menjadi menarik untuk diteliti dan dievaluasi.

Pupuk organik saat ini banyak yang diproses lebih lanjut menjadi POG dengan tujuan untuk memudahkan para petani pada saat menggunakan, efisiensi dalam penggunaan, selain faktor kebiasaan petani

yang sudah terbiasa menggunakan pupuk kimia atau anorganik berbentuk granul. Namun yang perlu mendapatkan perhatian adalah proses pembuatan POG itu sendiri, yang harus melewati proses pengeringan menggunakan *rotary dryer* dengan suhu yang tinggi. Suhu yang tinggi tersebut akan mematikan mikroba fungsional yang secara alamiah ada di POK atau pupuk organik lain yang menjadi bahan baku POG, sehingga populasi dari mikroba fungsional akan menurun secara drastis. Setelah itu, populasi mikroba fungsional yang ada di POG diperkaya kembali dengan menambahkan pupuk hayati. Populasi mikroba yang ada di POG tersebut, menjadi menarik untuk dievaluasi dan dibandingkan dengan populasi mikroba fungsional yang secara alamiah ada di POK. Hal inilah yang melatar belakangi penelitian ini.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mengevaluasi populasi mikroba total dan mikroba fungsional yang ada di POK murni, dibandingkan dengan populasi mikroba total dan mikroba fungsional yang ada di POG yang diperkaya dengan pupuk hayati.

2. METODOLOGI

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Proses pembuatan kompos dilakukan di Plant Pengomposan Rumah Pemotongan Hewan Cakung, Jakarta Timur; Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Rawasari, Jakarta Pusat; Plant Kompos Bayuanga, Probolinggo; dan Plant Pengomposan Jagaraga Buleleng, Singaraja. Sedangkan proses pembuatan POG dilakukan di Plant/Pabrik yang berlokasi di Solo dan Sidrap, Sulawesi Selatan. Penelitian ini dilakukan sepanjang tahun 2010, dengan waktu pengambilan sampel dilakukan pada bulan Nopember 2010.

2.2. Cara/Tahapan Penelitian

Cara atau tahapan penelitian yang dilakukan adalah:

Pembuatan POK:

Pembuatan POK dilakukan dengan sistem *open windrow* yang melibatkan kondisi *aerobic*, *thermophytic* dan terkendali dari 3 (tiga) kelompok limbah padat organik yaitu: berasal dari rumah pemotongan hewan sapi dan kerbau (rumput sisa pakan, kotoran hewan dan isi rumen), sampah organik murni dan sampah organik yang dicampur kotoran hewan. Tahapan yang pertama kali dilakukan adalah pemilihan, terutama dilakukan untuk sampah kota, sehingga diperoleh bahan baku yang murni (bahan organik). Sampah organik kemudian dicacah menggunakan mesin pencacah, sedangkan untuk limbah rumah pemotongan hewan dan kotoran hewan tidak dilakukan pencacahan. Tahapan selanjutnya adalah membuat tumpukan (*windrow*) dengan berukuran lebar 2,5 m, tinggi 1,5 m, dan panjang yang bervariasi, tergantung dari ketersediaan bahan baku. Kadar air tumpukan selalu dikondisikan optimal untuk proses pengomposan (50-60%) dengan cara melakukan penyiraman. Proses pembalikan tumpukan dilakukan setiap minggu sekali. Setelah proses pengomposan berlangsung 6 (enam) minggu, produk kompos telah memenuhi kriteria kompos matang dan dipanen.

Pembuatan POG:

Perlu disampaikan bahwa POG yang diteliti, tidak dibuat dari POK yang dihasilkan dari proses sebelumnya. Bahan baku POK, dan POG tidak sama. Bahan baku POK sudah dijelaskan dalam subbab pembuatan POK. Sedangkan POG yang diteliti, dibuat dari pupuk organik yang umumnya berbahan baku utama berupa campuran kotoran hewan, blotong (limbah pabrik gula) dan limbah budidaya jamur yang telah mengalami proses pelapukan dan penyaringan. Rangkaian proses pembuatan

POG adalah sebagai berikut: pencampuran bahan baku (menggunakan *mullen* atau *mixer*), penggranulan (menggunakan *pan granulator*), pengeringan (menggunakan *rotary dryer*), pendinginan (menggunakan *rotary cooler*) dan penyaringan (menggunakan *rotary screen* atau *vibrator screen*). Yang perlu diperhatikan adalah: *pan granulator* pada proses penggranulan diatur pada kemiringan 45° dan kecepatan putar 16-20 putaran permenit, *rotary dryer* pada proses pengeringan menggunakan suhu tinggi (100-200 °C), dan saringan pada proses penyaringan menggunakan ukuran 2-5 mm.

Pengayaan mikroba fungsional:

Pupuk hayati yang digunakan mengandung mikroba fungsional *Bacillus* sp., *Azospirillum* sp., dan *Alkaligenes* sp. Dosis pemakaian adalah 200 gram pupuk hayati padat dilarutkan ke dalam 20 liter larutan molasse 4%, untuk memperkaya 1 ton produk POG. Dengan menggunakan sprayer, pupuk hayati tersebut kemudian disemprotkan pada POG yang telah dingin.

Pengambilan sampel dan analisis laboratorium:

Sampel berupa POK murni diambil dari 4 (empat) lokasi *plant* dan POG yang telah diperkaya dengan mikroba fungsional, diambil dari 2 (dua) lokasi plant. Sedangkan analisis populasi mikroba dilakukan di laboratorium Balai Penelitian Tanah Bogor.

Parameter analisis:

Parameter yang digunakan untuk menganalisis populasi mikroba adalah: total bakteri, total fungi, total bakteri penambat N (non simbiotik) dan total bakteri pelarut fosfat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Jenis-jenis Mikroba Fungsional

Mikroba fungsional merupakan kelompok mikroba tanah yang berfungsi

sebagai penyedia hara dalam tanah melalui penambatan N₂ dari udara menjadi unsur N yang tersedia dalam tanah, serta melalui pelarutan fosfat dan hara lainnya yang tidak tersedia menjadi tersedia. Selain berfungsi sebagai penyedia hara¹⁴⁾, kelompok mikroba fungsional tersebut dapat pula berfungsi memacu pertumbuhan tanaman melalui produksi hormon tumbuh (IAA, *giberillin*, *sitokinin*, *etilen*, dan lain-lain), menekan penyakit tanaman asal tanah (dengan memproduksi *siderofor glukanase*, kitinase dan sianida), meningkatkan serapan hara, meningkatkan toleransi tanaman terhadap kekeringan, menstabilkan agregat tanah dan lain-lain. Dari peran-peran tersebut, maka peran sebagai penyedia unsur hara, umumnya lebih terlihat atau lebih nyata dibandingkan dengan peran yang lain.

Mikroba fungsional penambat N₂ yang hidup bebas (non simbiosis)¹¹⁾ terdiri dari:

- Bakteri fotosintetik: *Rhodospirillum*, *Rhodopseudomonas*, *Rhodomicrobium*, *Chromatium*, *Ectothiorhodospira*, *Triospirillum*, *Chlorobium*, dan *Chloropseudomonas*.
- Bakteri aerobik gram negatif: *Azotobacter*, *Azotomonas*, *Beijerinckia*, *Dexia* dan *Pseudomonas*.
- Bakteri anaerobik fakultatif gram negatif: *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Escherichia* dan *Flavobacterium*.
- Bakteri anaerobik gram negatif: *Desulfovibrio*.
- Bakteri pembentuk metan: *Methanobacterium* dan *Methanobacillus*.
- Bakteri Analog *Actinomycetes*: *Mycobacterium*.
- Alga hijau-biru pembentuk heterosista: *Anabaena*, *Anabaenopsis*, *Aphanizomenon*, *Aulosira*, *Chlorogloepsis*, *Cylindrospermum*, *Nostoc*, *Hapalosiphon*, *Mustigocladius*, *Stigonema*, *Microchaete*, *Scytonema*, *Tolyphothrix* dan *Calothrix*.
- Alga hijau-biru yang tidak membentuk heterosista: *Anacystis*, *Aphanothece*,

Gloecapsa, *Gloeothecce*, *Microcystis*, *Chlorogloea*, *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Trichodesmium* dan *Plectonema*.

Sedangkan bakteri penambat N₂ yang hidup dengan cara bersimbiosis dengan tanaman kacang-kacangan (*Rhizobia*)¹¹⁾ terdiri dari 6 (enam) genus yang sudah diidentifikasi, dan 1 (satu) genus belum teridentifikasi yaitu: *Rhizobium*, *Sinorhizobium*, *Mesorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium*, *Allorhizobium* dan *Rhizobium galegae* yang belum teridentifikasi.

Mikroba pelarut fosfat umumnya terdiri dari bakteri dan sedikit ditemukan pada fungi. Mikroorganisme yang termasuk dalam kelompok bakteri pelarut fosfat antara lain: *Pseudomonas striata*, *P. diminuta*, *P. fluorescens*, *P. cerevisiae*, *P. aeruginosa*, *P. putida*, *P. denitrificans*, *P. rathonis*, *Bacillus polymyxa*, *B. laevolacticus*, *B. megatherium*, *Thiobacillus* sp., *Mycobacterium*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Eschrichia freundii*, *Cunninghamella*, *Brevibacterium* spp., *Serratia* spp., *Alcaligenes* spp., *Achromobacter* spp., dan *Thiobacillus* sp.¹²⁾. Sedangkan kelompok fungi yang dapat molarutkan fosfat antara lain: *Aspergillus niger*, *A. Awamori*, *Pennicillium digitatum*, *P. bilaji*., *Fusarium*, *Sclerotium*¹²⁾ dan *Micoriza arbusculer*¹³⁾.

Untuk kelompok mikroorganisme yang dilaporkan berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan tanaman antara lain: *Trichoderma* dan *Aspergillus* untuk kelompok fungi¹⁴⁾. Sedangkan untuk kelompok bakteri antara lain: *Pseudomonas*, *Serratia*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Acetobacter*, *Burkholderia* dan *Bacillus*¹⁴⁾.

3.2. Keanekaragaman Jenis Mikroba Fungsional pada Proses Komposting

Proses pengomposan yang melibatkan kondisi *aerobic*, dengan kombinasi suhu *mesophytic* dan *thermophytic* merupakan

proses biologis yang sangat dinamis. Proses tersebut menggambarkan kerjasama dalam pembagian peran dari sejumlah besar konsorsium mikroorganisme untuk mendekomposisi material organik. Pada kondisi lingkungan (kelembaban, ketersediaan oksigen, temperatur, rasio C/N, pH dll.) yang optimal, mikroorganisme akan berkembang biak dengan laju perkembangbiakan yang berlangsung secara eksponensial.

Berbagai kelompok dari konsorsium mikroorganisme yang terutama terlibat dalam proses pengomposan atau penguraian bahan organik adalah bakteri, aktinomicetes dan fungi. Jenis-jenis dari kelompok mikroorganisme tersebut adalah⁵⁾:

- 1) **Bakteri:** *Aerobacter (aerogenes), Bacillus megatherium, B. stearothermophilus, B. cereus, B. mycoides, Psedomonad sp. (tujuh isolat), Flavobacterium sp., Micrococcus sp., Sarcina sp., Cellumonas folia, Chondrococcus exiguum, Mycococcus virescens, M. Fulvus, Thiobacillus thiooxidans, T. denitrificans, Proteus sp. dan lain lain.*
- 2) **Actinomicetes:** *Nocardia brasiliensis, Thermanospora viridis, T. curcata, Micromonospora parva, M. Vulgaris, Thermoactinomyces vulgaris, Actinoplanes sp., Thermopolyspor polyspora, Pseudonocardia, Streptomyces violaceoruber, S. Thermoviolaceus, S. rectus, S. thermofuscus, S. thermovulgaris, Thermanospora fusca, T. glaucus dan lain lain.*
- 3) **Fungi:** *Rhizopus nigricans, Rhizoctonia sp., Geotrichum candidum, Mucor pusillus, Pennicillium digitatum, Mucor racemosus, Torulopsis sp., Aspergillus flavus, Absidia (ramosa), Saccharomyces sp., Pullularia sp., Phytiun sp., Hanusenula sp., Trichoderma koningi, Talaromyces (Penicillium) duponti, Stysanus stemonitis, Glibotrys (alaboviridis),*

Humicola insolens, Humicola griseus var. Thermoideus, Absidis orchidis, Rhizopus arrhizuz, Candida (parapsilosis), Cladosporium herbarum, Rhodotorula rubra, Aspergillus tamarii, Zygorhynchus vuilleminii, Trichosporon cutaneum, Verticillium sp., Synecephalastrum sp., Pichia sp., Cylindrocaron sp., Chaetomium (thermophile), Lipomyces sp., Sporotrichium thermophile, Fusarium moniliforme dan lain lain.

Dari jenis-jenis mikroorganisme yang terlibat dalam proses pengomposan, seperti yang tersebut di atas terdapat beberapa jenis yang termasuk kedalam golongan mikroba fungsional yaitu: *Bacillus megatherium*¹²⁾ dan *Pennicillium digitatum*¹²⁾. Selain itu, ada pula beberapa jenis yang kemungkinan masuk ke dalam golongan mikroba fungsional yaitu: *Bacillus stearothermophilus*¹²⁾, *B. cereus*¹²⁾, *B. mycoides*¹²⁾, *Pseudomonad sp.*¹¹⁾ dan ¹²⁾ (tujuh isolat), *Flavobacterium sp.*¹¹ dan ¹²⁾, *Micrococcus sp.*¹²⁾, *Thiobacillus thiooxidans*¹²⁾, *T. denitrificans*¹²⁾, *Aspergillus flavus*¹²⁾, *Trichoderma koningi*¹⁴⁾, *Talaromyces (Penicillium) duponti*¹²⁾, *Aspergillus tamarii*¹²⁾ dan *Fusarium moniliforme*¹²⁾.

3.3. Populasi Mikroba Fungsional pada POK dan POG

Populasi mikroba fungsional (bakteri pelarut fosfat dan bakteri penambat N non simbiotik) pada POK murni dan POG yang diperkaya dengan pupuk hayati, disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan data pada Tabel 1, terlihat bahwa populasi bakteri total pada POK dan POG adalah $6,9 \times 10^7$ sampai $2,4 \times 10^{10}$ cfu/gram. Tidak terlihat pola perbedaan antara populasi bakteri pada POK dan POG, sehingga dari data bakteri total yang diperoleh tidak dapat digunakan untuk mengevaluasi adanya pengaruh pemanasan menggunakan rotary dryer terhadap jumlah populasi mikroba pada POG. Seharusnya

populasi bakteri total pada POK lebih tinggi dibandingkan dengan yang ada di POG, sebagai akibat banyaknya bakteri yang mati akibat proses pemanasan yang tinggi menggunakan *rotary dryer* pada proses pembuatan POG.

Untuk fungi total, terlihat populasinya berkisar antara $2,8 \times 10^3$ sampai $3,1 \times 10^5$ cfu/gram. Terlihat adanya pola perbedaan antara jumlah populasi fungi pada POK yang kecenderungannya lebih tinggi dibandingkan dengan POG. Ada 2 (dua) hal yang kemungkinan mempengaruhi perbedaan tersebut. Yang pertama adalah pengaruh pemanasan yang tinggi menggunakan *rotary dryer*, telah menurunkan jumlah populasi fungi pada POG. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya pengaruh pemanasan terhadap populasi mikroba. Yang kedua adalah adanya perbedaan pada bahan baku yang digunakan pada POK dan POG. Bahan baku pada POK mengandung bahan organik kasar dengan serat kasar atau sellulose yang lebih tinggi dibandingkan dengan POG, yang bahan bakunya terdiri dari bahan organik yang halus, seperti kotoran ternak dan blotong. Bahan organik

kasar dengan serat kasar atau sellulose yang tinggi, sangat cocok untuk media perkembang biakan fungi.

Yang menarik dari hasil penelitian ini adalah keberadaan populasi mikroba fungsional, yang digambarkan oleh bakteri pelarut fosfat dan bakteri penambat N non simbiotik. Ke dua jenis mikroba tersebut, populasinya cukup tinggi, baik untuk POK maupun POG. Untuk bakteri pelarut fosfat populasinya sebanyak $1,1 \times 10^5$ sampai $6,6 \times 10^7$ cfu/gram. Sedangkan untuk bakteri penambat N populasinya mencapai $3,6 \times 10^7$ sampai $2,8 \times 10^{10}$ cfu/gram. Keberadaan mikroba fungsional di POG terutama disebabkan oleh pemberian pupuk hayati yang sengaja ditambahkan kepada POG, selain yang secara alamiah sudah ada di bahan baku pupuk organik yang digunakan. Sedangkan keberadaan mikroba fungsional di POK, mengindikasikan bahwa proses komposting melibatkan juga mikroba fungsional⁵⁾, sehingga POK yang dihasilkan, secara alamiah akan mengandung mikroba fungsional. Dengan demikian, secara logika matematis, jumlah

Tabel 1. Populasi Mikroba pada POK Murni dan POG yang Diperkaya

Jenis Pupuk Organik	Populasi Mikroba (Cfu/g)			
	Total Bakteri	Total Fungi	Bakteri Pelarut Fosfat	Bakteri Penambat N (Non Simbiotik)
POK 1	$2,4 \times 10^{10}$	$2,4 \times 10^5$	-	$2,8 \times 10^{10}$
POK 2	$6,9 \times 10^7$	$5,6 \times 10^3$	$1,6 \times 10^5$	$6,3 \times 10^8$
POK 3	$1,4 \times 10^{10}$	$3,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$	$3,6 \times 10^9$
POK 4	$8,7 \times 10^8$	$8,4 \times 10^4$	$6,6 \times 10^7$	$3,6 \times 10^7$
POG 1	$2,3 \times 10^{10}$	$2,8 \times 10^3$	$3,3 \times 10^7$	$2,0 \times 10^8$
POG 2	$2,3 \times 10^{10}$	$5,6 \times 10^3$	$2,7 \times 10^5$	$1,4 \times 10^8$

Keterangan :

POK 1 dibuat di TPST Rawasari, Jakarta Pusat.

POK 2 dibuat di RPH Cakung, Jakarta Timur.

POK 3 dibuat di Plant Kompos Probolinggo.

POK 4 dibuat di Plant Kompos Buleleng.

POG 1 dibuat di Plant POG Solo.

POG 2 dibuat di Plant POG Sidrap.

populasi mikroba fungsional yang ada di POG akan lebih tinggi dibandingkan dengan yang ada di POK. Namun, hasil penelitian tidak demikian halnya.

Dari angka populasi yang dihasilkan, menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata antara populasi mikroba fungsional di POK dan di POG. Hal tersebut memperlihatkan bahwa jumlah populasi mikroba fungsional di POK murni yang tidak ditambahkan pupuk hayati, tidak kalah dengan populasi mikroba fungsional di POG, yang sengaja ditambahkan dengan pupuk hayati. Kemungkinan penyebabnya adalah: proses komposting memang melibatkan keanekaragaman jenis dan jumlah populasi mikroba fungsional yang tinggi⁵⁾, sehingga keberadaannya di POK menjadi tetap tinggi. Sedangkan untuk POG, keberadaan populasi mikroba fungsional, terutama berasal dari penambahan mikroba fungsional yang sengaja ditambahkan dalam bentuk pupuk hayati. Sedangkan mikroba fungsional yang diharapkan secara alamiah ada di pupuk organik yang dijadikan bahan baku POG, menjadi sangat sedikit karena bahan baku pupuk organik tersebut tidak dibuat dengan proses komposting. Atau kalaupun ada, mikroba fungsional tersebut banyak yang mati, karena adanya proses pemanasan yang tinggi pada saat pembuatan POG.

Tingginya populasi total bakteri fungsional pada POK yang melebihi persyaratan pupuk hayati majemuk yaitu $> 10^5$ cfu/gram atau pupuk hayati tunggal yaitu $> 10^7$ cfu/gram¹⁾, menunjukkan bahwa POK yang diteliti sudah memenuhi kriteria untuk disebut sebagai pupuk hayati. Dengan memenuhi kriteria sebagai pupuk hayati, otomatis juga memenuhi kriteria sebagai pupuk organik yang diperkaya dengan mikroba fungsional, karena persyaratannya lebih rendah yaitu $> 10^3$ cfu/gram.

Kenyataan di atas, menimbulkan pemikiran apakah penambahan pupuk

hayati terhadap POG yang dibuat dari POK yang baik, memang masih diperlukan atau tidak perlu lagi. Melihat tingginya keanekaragaman mikroba yang terlibat dalam proses komposting, termasuk keanekaragaman dari mikroba fungsional⁵⁾, dan hal tersebut telah dibuktikan dari hasil penelitian, mengindikasikan bahwa penambahan mikroba fungsional dalam bentuk pupuk hayati terhadap POK maupun POG berbahan baku POK, menjadi tidak diperlukan lagi. Namun untuk dapat menjawab pertanyaan tersebut secara ilmiah, diperlukan penelitian lanjutan yang dapat mengidentifikasi jenis-jenis mikroba fungsional yang umumnya terlibat dalam proses komposting, sehingga ada di dalam POK.

Tingginya keanekaragaman jenis dan populasi mikroba fungsional pada POK, perlu tetap dipertahankan, termasuk juga pada saat diproses lanjut menjadi POG. Hal-hal yang dapat menurunkan keanekaragaman jenis dan jumlah populasi mikroba (termasuk mikroba fungsional) antara lain: proses pemanasan menggunakan *rotary dryer* pada saat pembuatan POG, yang indikasinya terlihat dari hasil penelitian ini, serta terlalu rendahnya kadar air yang dipersyaratkan oleh Permentan No. 28 Tahun 2009, yaitu 15-25 % untuk POK dan 10-20 % untuk POG yang diperkaya dengan mikroba¹⁾. Proses pemanasan yang tinggi menggunakan *rotary dryer* pada pembuatan POG, dilakukan untuk mendapatkan kadar air yang rendah, dalam waktu yang cepat.

Untuk dapat melihat pengaruh pemanasan yang tinggi terhadap penurunan populasi mikroba yang lebih akurat, dan dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah, sebaiknya sampel POK dan POG yang diteliti, berasal dari 1 (satu) rangkaian proses. POK yang dihasilkan, kemudian diproses lebih lanjut menjadi POG yang diperkaya dengan pupuk hayati. Dari POK dan POG itulah yang kemudian dianalisis populasi mikrobanya.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:
2. Keanekaragaman jenis mikroba fungsional yang terlibat dalam proses komposting cukup tinggi, sehingga POK yang dihasilkan akan mengandung mikroba fungsional dengan keanekaragaman jenis yang cukup tinggi pula.
3. Adanya indikasi lebih tingginya jumlah populasi mikroba total pada POK dibandingkan dengan pada POG, indikasi tersebut terutama ditunjukkan oleh populasi fungi total.
4. Jumlah populasi mikroba fungsional yang ditunjukkan oleh bakteri pelarut fosfat dan bakteri penambat N non simbiotik pada POK, tidak berbeda nyata dibandingkan dengan yang ada pada POG yang sudah diperkaya dengan pupuk hayati.
5. Tingginya jumlah total populasi bakteri fungsional pada POK yang melebihi persyaratan pupuk hayati majemuk atau pupuk hayati tunggal menurut Permentan No.28 Tahun 2009, menunjukkan bahwa POK yang diteliti sudah memenuhi kriteria untuk disebut sebagai pupuk hayati.
6. Adanya indikasi pengaruh pemanasan yang tinggi menggunakan *rotary dryer*, pada proses pembuatan POG terhadap penurunan jumlah populasi mikroba pada POG yang dihasilkan, termasuk mikroba fungsional.

4.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan, disarankan:

1. Untuk dapat mengetahui kualitas dari jenis mikroba fungsional yang ada pada

POK, diperlukan penelitian lanjutan yang dapat mengidentifikasi jenis-jenis mikroba fungsional yang umumnya terlibat dalam proses komposting, dan ada di dalam POK.

2. Untuk dapat memastikan pengaruh dari pemanasan yang tinggi menggunakan *rotary dryer* pada proses pembuatan POG terhadap penurunan populasi mikroba, sebaiknya sampel POK dan POG yang diteliti, berasal dari 1 (satu) rangkaian proses. POK yang dihasilkan, kemudian diproses lebih lanjut menjadi POG yang diperkaya dengan pupuk hayati. Dari POK dan POG itulah yang kemudian dianalisis populasi mikrobanya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Menteri Pertanian Republik Indonesia, 2009. Peraturan Menteri Pertanian No 28/Permentan/SR.130/5/2009, Tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pemberah Tanah. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 137.
2. Golueke, C.G., 1977. Biological Processing: Composting and Hydrolysis; In Handbook of Solid Waste Management. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
3. Haug, R.T., 1980. Compost Engineering, Principles and Practice, An Arbor Science Publisher Inc., Michigan.
4. Tchobanoglous, G., H. Theisen and S. Vigil, 1993. Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues, Mc Graw-Hill Inc., USA.
5. Epstein, E., 1997. The Science of Composting. Technomic Publishing Company Inc., USA.
6. Wahyono, S., F.L. Sahwan dan F. Suryanto, 2003. Menyulap Sampah Menjadi Kompos. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan BPPT, Jakarta.

7. Las, I., 2010. Arah dan Strategi Pengembangan Pupuk Majemuk NPK dan Pupuk Organik, Seminar Nasional Peranan Pupuk NPK dan Organik dalam Meningkatkan Produksi dan Swasembada Beras Berkelanjutan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian, Jakarta.
8. Iswandi, A., 2010. Peranan Pupuk Organik dan Pupuk Hayati dalam Peningkatan Produktivitas Beras Berkelanjutan. Makalah pada Seminar Nasional Peranan Pupuk NPK dan Organik dalam Meningkatkan Produksi dan Swasembada Beras Berkelanjutan. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian, Jakarta.
9. Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2010. Go Organik 2010
10. Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2010. Pelaksanaan PSO Subsidi Benih dan Pupuk Tahun Anggaran 2010. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, Jakarta.
11. Simanungkalit, R.D.M., R. Saraswati, R.D. Hastuti dan E. Husen, 2006. Bakteri Penambat Nitrogen, Di dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati (*Organic Fertilizer and Bio Fertilizer*). Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
12. Ginting, R.C.B., R. Saraswati dan E. Husen, 2006. Mikroorganisme Pelarut Fosfat, Di dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati (*Organic Fertilizer and Bio Fertilizer*). Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
13. Simanungkalit, R.D.M., 2006. Cendawan Mikoriza Arbuskuler, Di dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati (*Organic Fertilizer and Bio Fertilizer*). Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
14. Husen, E., R. Saraswati dan R.D. Hastuti, Rizobakteri Pemacu Tumbuh Tanaman, Di dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati (*Organic Fertilizer and Bio Fertilizer*). Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.