

PUPUK ORGANIK

by MUHAMMAD RIJAL

Submission date: 24-Dec-2020 08:31AM (UTC-0800)

Submission ID: 1481121124

File name: BUKU_PUPUK_ORGANIK.pdf (716.3K)

Word count: 11095

Character count: 68591

BAB I PENDAHULUAN

¹ Sampah merupakan permasalahan utama yang dapat ditemukan hampir di semua pasar tradisional di Indonesia. Selama ini sebagian¹ besar pasar tradisional dalam mengelola sampah masih bertumpu pada pendekatan akhir (*end of pipe*), yaitu sampah dikumpulkan, diangkut, dan dibuang ke tempat pemrosesan akhir sampah (TPA). Hal ini berpotensi besar melepas gas metan (CH₄) yang dapat meningkatkan emisi gas rumah kaca dan memberikan kontribusi terhadap pemanasan global. Selain itu juga diperlukan biaya yang tidak sedikit untuk mengangkut sampah tersebut ke TPA¹.

Permasalahan pengelolaan sampah juga merupakan masalah pelik yang dihadapi oleh warga di sekitar Pasar Mardika, yang terletak di Batu Merah Kecamatan Sirimau Kota Ambon. Wilayah ini merupakan dataran tinggi (± 800 m di atas permukaan laut), yang menghasilkan berbagai komoditas hasil laut

¹ Nan Djuarnani, Kristian dan Budi Susilo Setiawan. 2006. Cara Cepat Membuat Kompos. AgroMedia Pustaka. Jakarta

1 dan pertanian. Pasar Mardika merupakan salah satu pasar pengumpul sayur dan buah terbesar di Ambon. Setelah proses jual-beli dengan petani, para pedagang pengumpul akan melakukan pemilahan, dan membuang bagian yang tidak layak jual di seputaran pasar. Masalah yang terjadi adalah semakin menggunungnya tumpukan sampah yang mengganggu estetika perkampungan, dan menimbulkan bau menyengat bagi warga sekitar. 1 Masalah ini semakin diperparah karena volume timbunan sampah hasil pemilahan sayur dan buah-buahan di sekitar Pasar Mardika dapat mencapai 3 (tiga) m³ setiap harinya, sehingga hal ini berdampak terhadap pencemaran lingkungan.

Hampir 50% dari limbah organik, belum mendapat perhatian dan penanganan dari pihak masyarakat, pemerintah dan lembaga-lembaga lingkungan hidup lainnya. Padahal jika kita kreatif, maka sumber pencemar tersebut dapat dijadikan berbagai macam produk pertanian dan peternakan dengan nilai jual yang cukup tinggi. Salah satu produk yang dapat dihasilkan dari pemanfaatan limbah organik daun adalah pupuk organik padat atau sebagai pakan ternak dengan kandungan karbohidrat dan

protein yang cukup tinggi, sehingga dapat meningkatkan ekonomi keluarga.

Pupuk organik padat adalah salah satu jenis pupuk yang aman dan cocok digunakan untuk jenis tanaman apa saja, selain aman bagi tanaman, juga aman terhadap lingkungan karena tidak mengandung residu zat kimia yang dapat membahayakan keseimbangan lingkungan. Sekarang ini, di Negara-negara maju, telah dikampanyekan bahkan digunakan pupuk organik, dan menghentikan penggunaan pupuk anorganik sintetis. Perhatian yang cukup besar ini, mendorong pertumbuhan usaha-usaha dan industri-industri pertanian untuk berlomba-lomba dalam menciptakan formula pupuk organik yang aman bagi tanaman, masyarakat, dan lingkungan.

Untuk menciptakan jenis pupuk organik yang aman bagi lingkungan, tidaklah sulit yaitu hanya memanfaatkan bahan-bahan organik alam yang melimpah ruah di muka bumi ini dan difermentasi dengan menggunakan mikroorganisme tanah sehingga terjadi proses pengomposan dalam jangka waktu yang cepat. Hasil pengomposan tersebut adalah pupuk organik padat yang siap untuk digunakan. Pupuk merupakan

suatu nutrisi yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan. Pupuk secara umum dibedakan menjadi dua yaitu pupuk anorganik dan pupuk organik. Pupuk anorganik merupakan pupuk yang terbuat dari bahan-bahan kimia aktif seperti pestisida yang diproduksi oleh pabrik-pabrik kimia yang beredar dipasaran. Sedangkan pupuk organik yaitu pupuk yang terbuat dari pe¹lapukan organisme tumbuhan atau hewan. Terdapat dua macam pupuk organik yaitu pupuk organik padat dan organik cair. Pupuk organik padat merupakan pupuk organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan, dan kotoran manusia yang berbentuk padat sedangkan pupuk organik cair merupakan larutan yang berasal dari pembusukan bahan-bahan organik. Kelebihan pupuk organik cair adalah mampu memberikan hara bagi tanaman tanpa merusak unsur hara di dalam tanah dan lebih mudah diserap oleh tanaman².

Masyarakat Ambon, khususnya di daerah Nania sampai Laha merupakan

² Honcamp, F. 1931. Historisches über die Entwicklung der Pflanzenernährungslehre, Düngung und Düngemittel. In F. Honcamp (Ed.). Handbuch der Pflanzenernährung und Düngelehre, Bd. I und II. Springer, Berlin

masyarakat petani ladang yang memerlukan pupuk dalam kegiatan pertanian yang menjadi mata pencaharian utamanya. Pada saat ini, mayoritas masyarakat petani sedang menghadapi kendala berkaitan dengan minimnya persediaan pupuk anorganik. Keterbatasan persediaan pupuk anorganik ini memaksa warga masyarakat kembali mengandalkan penggunaan pupuk kandang. Masalah yang dihadapi adalah pembuatan pupuk kandang secara konvensional memakan waktu cukup lama untuk matang, yaitu sekitar 2-3 bulan.

Salah satu teknologi pembuatan pupuk organik yang telah dikembangkan dan disosialisasikan oleh Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian adalah teknologi *fine compost*³. Pada dasarnya, teknologi ini ditujukan untuk mempercepat proses pembuatan kompos (matang dalam waktu 3 minggu), dan sekaligus meningkatkan kualitas kompos yang dihasilkan⁴. Teknologi ini cukup sederhana,

³ Redaksi AgroMedia. 2008. Cara Praktis Membuat Kompos. AgroMedia Pustaka. Jakarta

⁴ Macdonald, 1989. An overview of crop inoculation, p. 1-9. In R.Campbell and R.M. Macdonald (Eds.). Microbial Inoculation of Crop Plants. IRL Press, Oxford

1

dan bahan-bahan yang diperlukan juga sangat mudah didapatkan di sekitar Pasar Mardika. Oleh karena itu, melalui Program Penelitian Berbasis Masyarakat (PPBM) diharapkan permasalahan sampah di Pasar Mardika dapat diselesaikan sekaligus dimanfaatkan menjadi pupuk organik yang dapat membantu untuk mencukupi kebutuhan pupuk masyarakat setempat, ataupun dikemas sebagai komoditas yang memiliki nilai jual.

BAB II SEJARAH PERKEMBANGAN PUPUK ORGANIK DAN HAYATI

Sejarah penggunaan pupuk pada dasarnya merupakan bagian daripada sejarah pertanian itu sendiri. Penggunaan pupuk diperkirakan sudah mulai pada permulaan dari manusia mengenal bercocok tanam >5.000 tahun yang lalu. Bentuk primitif dari pemupukan untuk memperbaiki kesuburan tanah terdapat pada kebudayaan tua manusia di negeri-negeri yang terletak di daerah aliran sungai-sungai Nil, Euphrat, Indus, di Cina, Amerika Latin, dan sebagainya (Honcamp, 1931). Lahan-lahan pertanian yang terletak di sekitar aliran-aliran sungai tersebut sangat subur karena menerima endapan lumpur yang kaya hara melalui banjir yang terjadi setiap tahun.

Di Indonesia sebenarnya pupuk organik itu sudah lama dikenal para petani. Mereka bahkan hanya mengenal pupuk organik sebelum Revolusi Hijau turut melanda pertanian di Indonesia. Setelah Revolusi Hijau kebanyakan petani lebih suka menggunakan pupuk buatan karena praktis

menggunakannya, jumlahnya jauh lebih sedikit dari pupuk organik, harganya pun relatif murah karena di subsidi, dan mudah diperoleh. Kebanyakan petani sudah sangat tergantung kepada pupuk buatan, sehingga dapat berdampak negatif terhadap perkembangan produksi pertanian, ketika terjadi kelangkaan pupuk dan harga pupuk naik karena subsidi pupuk dicabut.

Tumbuhnya kesadaran akan dampak negatif penggunaan pupuk buatan dan sarana pertanian modern lainnya terhadap lingkungan pada sebagian kecil petani telah membuat mereka beralih dari pertanian konvensional ke pertanian organik. Pertanian jenis ini mengandalkan kebutuhan hara melalui pupuk organik dan masukan-masukan alami lainnya. Penggunaan pupuk hayati untuk membantu tanaman memperbaiki nutrisinya sudah lama dikenal. Pupuk hayati pertama yang dikomersialkan adalah rhizobia, yang oleh dua orang ilmuwan Jerman, F. Nobbe dan L. Hiltner, proses menginokulasi benih dengan biakan nutrisinya dipatenkan. Inokulan ini dipasarkan dengan nama Nitragin, yang sudah sejak lama diproduksi di Amerika Serikat.

Pada tahun 1930-an dan 1940-an berjuta-juta ha lahan di Uni Sovyet yang ditanami dengan berbagai tanaman diinokulasi dengan *Azotobacter*. Bakteri ini diformulasikan dengan berbagai cara dan disebut sebagai pupuk bakteri Azotobakterin. Pupuk bakteri lain yang juga telah digunakan secara luas di Eropa Timur adalah fosfobakterin yang mengandung bakteri *Bacillus megaterium* (Macdonald, 1989). Bakteri ini diduga menyediakan fosfat yang terlarut dari pool tanah ke tanaman. Tetapi penggunaan kedua pupuk ini kemudian terhenti. Baru setelah terjadinya kelangkaan energi di dunia karena krisis energi pada tahun 1970-an dunia memberi perhatian terhadap penggunaan pupuk hayati. Pada waktu pertama kali perhatian lebih dipusatkan pada pemanfaatan rhizobia, karena memang tersedianya nitrogen yang banyak di atmosfer dan juga pengetahuan tentang bakteri penambat nitrogen ini sudah banyak dan pengalaman menggunakan pupuk hayati penambat nitrogen sudah lama.

Di Indonesia sendiri pembuatan inokulan rhizobia dalam bentuk biakan murni rhizobia pada agar miring telah mulai sejak tahun 1938 (Toxopeus, 1938), tapi hanya

untuk keperluan penelitian. Sedangkan dalam skala komersial pembuatan inokulan rhizobia mulai di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta sejak tahun 1981 untuk memenuhi keperluan petani transmigran (Jutono, 1982). Pada waktu itu inokulan diberikan kepada petani sebagai salah satu komponen dalam paket yang diberikan dalam proyek intensifikasi kedelai. Penyediaan inokulan dalam proyek ini berdasarkan pesanan pemerintah kepada produsen inokulan, yang tadinya hanya satu produsen saja menjadi tiga produsen. Inokulan tidak tersedia di pasar bebas, tetapi hanya berdasarkan pesanan. Karena persaingan yang tidak sehat dalam memenuhi pesanan pemerintah ini, dan baru berproduksi kalau ada proyek, mengakibatkan ada produsen inokulan yang terpaksa menghentikan produksi inokulannya, pada hal mutu inokulannya sangat baik. Perkembangan penggunaan inokulan selanjutnya tidak menggembirakan. Baru setelah dicabutnya subsidi pupuk dan tumbuhnya kesadaran terhadap dampak lingkungan yang dapat disebabkan pupuk buatan, membangkitkan

kembali perhatian terhadap penggunaan
pupuk hayati.

BAB III

PERANAN PUPUK ORGANIK DAN PUPUK HAYATI

Berbagai hasil penelitian mengindikasikan bahwa sebagian besar lahan pertanian intensif menurun produktivitasnya dan telah mengalami degradasi lahan, terutama terkait dengan sangat rendahnya kandungan C- organik dalam tanah, yaitu $<2\%$, bahkan pada banyak lahan sawah intensif di Jawa kandungannya $<1\%$. Padahal untuk memperoleh produktivitas optimal dibutuhkan C-organik $>2,5\%$. Di lain pihak, sebagai negara tropika basah yang memiliki sumber bahan organik sangat melimpah, tetapi belum dimanfaatkan secara optimal.

Bahan/pupuk organik sangat bermanfaat bagi peningkatan produksi pertanian baik kualitas maupun kuantitas, mengurangi pencemaran lingkungan, dan meningkatkan kualitas lahan secara berkelanjutan. Penggunaan pupuk organik dalam jangka panjang dapat meningkatkan produktivitas lahan dan dapat mencegah degradasi lahan. Sumber bahan untuk pupuk

organik sangat beranekaragam, dengan karakteristik fisik dan kandungan kimia/hara yang sangat beragam sehingga pengaruh dari penggunaan pupuk organik terhadap lahan dan tanaman dapat bervariasi. Pupuk organik atau bahan organik tanah merupakan sumber nitrogen tanah yang utama, selain itu peranannya cukup besar terhadap perbaikan sifat fisika, kimia biologi tanah serta lingkungan. Pupuk organik yang ditambahkan ke dalam tanah akan mengalami beberapa kali fase perombakan oleh mikroorganisme tanah untuk menjadi humus atau bahan organik tanah.

Bahan dasar pupuk organik yang berasal dari sisa tanaman umumnya sedikit mengandung bahan berbahaya. Namun penggunaan pupuk kandang, limbah industri dan limbah kota sebagai bahan dasar kompos/pupuk organik cukup mengkhawatirkan karena banyak mengandung bahan berbahaya seperti misalnya logam berat dan asam-asam organik yang dapat mencemari lingkungan. Selama proses pengomposan, beberapa bahan berbahaya ini justru terkonsentrasi dalam produk akhir pupuk. Untuk itu diperlukan seleksi bahan dasar kompos yang

mengandung bahan-bahan berbahaya dan beracun (B3).

Bahan/pupuk organik dapat berperan sebagai “pengikat” butiran primer menjadi butir sekunder tanah dalam pembentukan agregat yang mantap. Keadaan ini besar pengaruhnya pada porositas, penyimpanan dan penyediaan air, aerasi tanah, dan suhu tanah. Bahan organik dengan C/N tinggi seperti jerami atau sekam lebih besar pengaruhnya pada perbaikan sifat-sifat fisik tanah dibanding dengan bahan organik yang terdekomposisi seperti kompos. Pupuk organik/bahan organik memiliki fungsi kimia yang penting seperti: (1) penyediaan hara makro (N, P, K, Ca, Mg, dan S) dan mikro seperti Zn, Cu, Mo, Co, B, Mn, dan Fe, meskipun jumlahnya relatif sedikit. Penggunaan bahan organik dapat mencegah kahat unsur mikro pada tanah marginal atau tanah yang telah diusahakan secara intensif dengan pemupukan yang kurang seimbang; (2) meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah; dan (3) dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion logam yang meracuni tanaman seperti Al, Fe, dan Mn.

Pertanian konvensional yang telah dipraktekkan di Indonesia sejak Revolusi

Hijau telah banyak mempengaruhi keberadaan berbagai mikroba berguna dalam tanah. Mikroba-mikroba ini mempunyai peranan penting dalam membantu tersedianya berbagai hara yang berguna bagi tanaman. Praktek inokulasi merupakan suatu cara untuk memberikan atau menambahkan berbagai mikroba pupuk hayati hasil skrining yang lebih unggul ke dalam tanah. Bahan organik juga berperan sebagai sumber energi dan makanan mikroba tanah sehingga dapat meningkatkan aktivitas mikroba tersebut dalam penyediaan hara tanaman. Jadi penambahan bahan organik di samping sebagai sumber hara bagi tanaman, sekaligus sebagai sumber energi dan hara bagi mikroba Penggunaan pupuk organik saja, tidak dapat meningkatkan produktivitas tanaman dan ketahanan pangan. Oleh karena itu sistem pengelolaan hara terpadu yang memadukan pemberian pupuk organik/pupuk hayati dan pupuk anorganik dalam rangka meningkatkan produktivitas lahan dan kelestarian lingkungan perlu digalakkan. Hanya dengan cara ini keberlanjutan produksi tanaman dan kelestarian lingkungan dapat dipertahankan. Sistem pertanian yang disebut sebagai LEISA (low external input and

sustainable agriculture) menggunakan kombinasi pupuk organik dan anorganik yang berlandaskan konsep *good agricultural practices* perlu dilakukan agar degradasi lahan dapat dikurangi dalam rangka memelihara kelestarian lingkungan.

Pemanfaatan pupuk organik dan pupuk hayati untuk meningkatkan produktivitas lahan dan produksi pertanian perlu dipromosikan dan digalakkan. Program pengembangan pertanian yang mengintegrasikan ternak dan tanaman (*crop-livestock*) serta penggunaan tanaman legum baik berupa tanaman lorong (*alley cropping*) maupun tanaman penutup tanah (*cover crop*) sebagai pupuk hijau maupun kompos perlu diintensifkan.

Data tentang penggunaan pupuk organik dan hayati sampai sekarang sulit diperoleh. Penyebabnya antara lain: 1). karena kebanyakan pupuk organik dan pupuk hayati diproduksi oleh pengusaha kecil dan menengah, 2). pupuk organik banyak diproduksi *in situ* untuk digunakan sendiri, dan 3). jumlah penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati masih sangat terbatas. Pupuk organik komersial yang kebanyakan diproduksi *ex situ* dipakai untuk tanaman hias pot di kota-kota besar. Baru pada tahun-tahun

terakhir ini perusahaan pupuk BUMN Pupuk Sriwijaya sudah mulai memproduksi pupuk organik. Penggunaan pupuk organik yang diproduksi secara *in situ* dilakukan pada tingkat usaha tani dengan menggunakan limbah pertanian/limbah ternak yang ada di usaha tani yang bersangkutan. Beberapa perusahaan pertanian/perkebunan seperti kelapa sawit, nanas, jamur merang mengolah limbahnya menjadi kompos untuk kebutuhan sendiri.

Penggunaan pupuk hayati pernah terdata dengan baik beberapa waktu, yaitu ketika pupuk hayati (inokulan rhizobia) merupakan salah satu komponen paket produksi untuk proyek intensifikasi kedelai pemerintah. Pemerintah mengadakan kontrak pesanan inokulan untuk seluruh areal intensifikasi kedelai. Karena adanya sistem kontrak ini beberapa pabrik inokulan berdiri karena dengan sistem ini produksi inokulan mereka terjamin pembelinya. Pada periode 1983-1986, inokulan (Legin) sebanyak 68.034,67 kg telah digunakan untuk menginokulasi tanaman kedelai seluas 453.564 ha pada 25 provinsi di Indonesia (Sebayang and Sihombing, 1987). Pada musim tanam tahun 1997/1998, jenis inokulan

lain (pupuk hayati majemuk Rhizoplus) sebanyak 41.348,75 kg digunakan untuk menginokulasi 330.790 ha kedelai di 26 provinsi (Saraswati *et al.*, 1998).

Perkembangan penggunaan inokulan Legin tiap tahun sejak tahun 1981-1995 tidak menunjukkan tendensi meningkat seperti diperlihatkan pada Tabel 1. Pencanaan “*Go-organic 2010*” oleh Departemen Pertanian diharapkan akan menunjang perkembangan pupuk organik dan hayati di Indonesia. Selain itu juga mulai dilaksanakannya sistem pertanaman padi SRI oleh para petani mendorong mulai dproduksiya kompos *in situ* oleh para petani.

BAB IV LIMBAH ORGANIK

Hasil survey menyatakan sebagian besar lahan di Indonesia kandungan C-Organiknya sangat rendah, kurang dari 2%. Sedangkan tanah yang subur kandungan C-organik tanahnya adalah 5%. Dengan kandungan C-organik yang rendah itu respon tanah terhadap pupuk kimia semakin menurun. Kesuburan (fisik dan biologi) tanah pun anjlok. Bahan organik adalah sesuatu yang utuh atau sebagian dari makhluk hidup, baik berupa kotoran maupun makhluk hidup itu sendiri yang sudah mati. Perombakan bahan organik oleh biota perombak (makro maupun mikro organisme) akan menghasilkan humus yang kaya akan bahan makanan bagi tanaman. Disamping itu bahan organik tanah juga dapat meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan mengkelat beberapa unsur hara sehingga menjadi tersedia bagi tanaman. Pupuk organik juga dapat memperbaiki struktur tanah serta daya pegang air tanah

A. Pemanfaatan Bahan Organik

1. Definisi Limbah Bahan organik

Dalam KBBI, limbah organik diartikan sebagai bahan yang dibuang karena tidak terpakai lagi misalnya kotoran, daun dan kertas atau bahan alami yang tersedia di alam yang dapat merusak atau tidak keseimbangan suatu ekosistem alami⁵. Jutono, mendefinisikan limbah organik sebagai bahan atau material yang sementara waktu tidak dapat digunakan lagi dan harus dibuang atau dimusnahkan⁶. Atau bahan yang dapat dimanfaatkan menjadi bahan yang lebih berguna serta mendatangkan keuntungan bagi masyarakat yang memanfaatkannya. Cattelan *et all*, menyatakan bahwa limbah organik adalah suatu bahan yang terbuang dari aktivitas manusia maupun proses alam yang belum memiliki nilai ekonomi⁷ dan Saraswati, mendefinisikan limbah organik sebagai

⁵ Sofian. 2006. Sukses Membuat Kompos dari Sampah. AgroMedia Pustaka. Jakarta.

⁶ Jutono. 1982. The application of *Rhizobium*-inoculant on soybean in Indonesia. Ilmu Pert. (Agric. Sci.) 3(5): 215-222

⁷ Cattelan, A.J., P.G. Hartel, and J.J. Fuhrmann. 1999. Screening for plant growth-promoting rhizobacteria to promote early soybean growth. Soil Sci.Soc.Am.J. 63: 1.670-1.680.

sumber daya yang tidak siap pakai dan dengan adanya sentuhan teknologi sederhana maka limbah organik tersebut dapat memberikan keuntungan dan kegunaan bagi masyarakat. Contoh limbah organik yaitu daun atau serasah, kertas, kayu, tempurung kelapa, dan berbagai jenis tanaman lainnya yang bertindak sebagai sumber pencemar bagi alam⁸.

Bahan organik merupakan bahan yang bisa didaur ulang atau diolah menjadi material yang lebih berguna serta lebih bermanfaat bagi masyarakat. Terkadang kita hanya dikecohkan dengan pengertian bahwa bahan organik adalah bahan sisa atau sampah sisa dari buangan organik, padahal semua tanaman merupakan bahan organik, misalnya eceng gondok merupakan sumber bahan organik, sehingga dapat dibuat menjadi produk organik dengan kandungan bahan organik yang tinggi serta potensial sebagai sumber ekonomi keluarga.

⁸ Saraswati, R., D.H. Goenadi, D.S. Damardjati, N. Sunarlim, R.D.M. Simanungkalit, dan Djumali Suparyani. 1998. Pengembangan Rhizo-plus untuk Meningkatkan Produksi, Efisiensi Pemupukan Menunjang Keberlanjutan Sistem Produksi Kedelai, Laporan Akhir Penelitian Riset Unggulan Kemitraan I Tahun (1995/1996-1997-1998). Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan.

Limbah organik pada umumnya adalah limbah (buangan) hasil industri, misalnya industri makanan (plastik), industri tekstil (senyawa karbohidrat, protein, lemak, zat organik aromatik) dan limbah organik dari rumah tangga yang sebagian besar berupa karbohidrat, seperti sisa makanan, daun, batang dan sebagainya. Berdasarkan definisi di atas, maka dapat disimpulkan bahwa limbah organik merupakan bahan atau material yang diperoleh dari suatu proses dan dibuang sehingga dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan, akan tetapi dapat diolah atau didaur ulang.

2. Jenis dan Karakteristik Limbah organik

Secara umum, jenis limbah organik dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu limbah organik (limbah organik basah) dan limbah organik (limbah organik kering). Limbah organik basah adalah limbah organik yang berasal dari makhluk hidup, seperti daun-daunan, limbah organik rumah tangga dan lain-lain. Limbah organik jenis ini dapat terdegradasi, sebaliknya limbah organik kering seperti kertas, plastik, kaleng dan lainnya merupakan limbah organik yang tidak dapat terdegradasi secara alami. Macdonald, membedakan limbah organik padat menjadi

beberapa jenis, antara lain: 1). Kandungan zat kimia, berdasarkan kandungan zat kimia yang terkandung di dalam limbah organik dibedakan menjadi dua jenis yaitu limbah organik organik dan limbah organik anorganik; 2). Mudah/sukarnya terbakar, ini didasarkan atas dapat atau tidaknya dibakar, yang dibedakan menjadi limbah organik yang mudah terbakar dan limbah organik yang sulit terbakar; 3). Mudah atau sukarnya membusuk, dibedakan menjadi limbah organik yang mudah membusuk dan sukar membusuk⁹.

Berdasarkan sumbernya bahan organik dapat dibedakan atas tiga yaitu: organik alam, organik manusia dan organik konsumsi. Limbah organik alam merupakan limbah organik yang diproduksi dikehidupan liar diintegrasikan melalui proses daur ulang alami, seperti halnya daun kering dan semua jenis tanaman yang merupakan sumber pencemaran bagi lingkungan seperti tanaman eceng gondok, tanaman *limnocaris flava*, dan beberapa tanaman lainnya. Limbah organik manusia (*human waste*) adalah istilah yang

⁹ Macdonald, 1989. An overview of crop inoculation, p. 1-9. *In* R.Campbell and R.M. Macdonald (Eds.). *Microbial Inoculation of Crop Plants*. IRL Press, Oxford

biasa digunakan terhadap hasil-hasil pencernaan manusia seperti feces dan urin. Limbah organik manusia dapat menjadi bahaya serius bagi kesehatan karena dapat digunakan sebagai vektor penyakit yang disebabkan oleh virus dan bakteri. Limbah organik konsumsi merupakan limbah organik yang dihasilkan oleh manusia sebagai pengguna barang, dengan kata lain adalah limbah organik yang dibuang di tempat limbah organik.

3. Dampak Yang ditimbulkan oleh Penumpukan Limbah organik

Menurut Simanungkalit, berbagai aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhannya dapat berdampak negatif terhadap lingkungannya. Setiap aktivitas manusia dapat menghasilkan buangan atau limbah organik. Pencemaran yang dapat ditimbulkan oleh limbah organik adalah pencemaran tanah, air, dan udara¹⁰.

¹⁰ Simanungkalit, R.D.M and R. Saraswati 1993. Application of biotechnology on biofertilizer production in Indonesia. pp. 45-57. In S. Manuwoto, S. Sularso, and K. Syamsu (Eds.). Proc. Seminar on Biotechnology: Sustainable Agriculture and Alternative Solution for Food Crisis. PAU-Bioteknologi IPB, Bogor.

a. Pencemaran Tanah

Menurut Simanungkalit, pencemaran tanah banyak disebabkan oleh limbah organik organik dan anorganik yang bersal dari rumah tangga, pasar, industri, kegiatan pertanian dan sebagainya. Menurut Subba Rao, pencemaran tanah dapat terjadi baik secara langsung maupun tidak langsung. Pencemaran secara langsung, misalnya karena buangan limbah, sedangkan pencemaran secara tidak langsung misalnya melalui air¹¹.

b. Pencemaran air

Menurut Mustofa, mengemukakan bahwa pencemaran air adalah penambahan bahan berbahaya merugikan atau tidak disukai air dalam konsentrasi yang cukup untuk merugikan, mempengaruhi kegunaan atau kualitas air. Salah satu sumber pencemar dan dapat dikatakn sebagai limbah adalah tanaman eceng gondok atau nama latinnya adalah *Eichornia crasipper* sangat berbahaya bagi keseimbangan ekosistem perairan tawar, karena dapat merusak salah satu rantai makanan atau jaring-jaring

¹¹ Subba Rao, N.S. 1982. Biofertilizer in Agriculture. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi.

makanan yang ada di perairan. Misalnya tanaman eceng gondok yang menutupi permukaan danau atau sungai, maka aktivitas fitoplankton untuk berfotosintesis akan terhambat sehingga terjadi kematian secara massal pada konsumen tingkat I, II dan konsumen lainnya.

c. Pencemaran Udara

Menurut Syamsuri, dkk, pencemaran udara selain disebabkan oleh asap kendaraan dan industri, juga disebabkan oleh bau busuk dari limbah organik. Bau busuk dari limbah organik terutama berasal dari limbah organik organik yang disebabkan oleh mikroorganisme. Menurut Farid, mikroorganisme pengurai limbah organik pada umumnya adalah bakteri heterotrof. Bakteri jenis ini memanfaatkan limbah organik-limbah organik organik sebagai sumber energinya. Bakteri yang sering dijumpai dalam limbah organik yaitu bakteri Nitrit (*Nitrococcus* sp), bakteri nitrat (*Nitrobacter* sp), *Clostridium* sp dan sebagainya. Bakteri *Clostridium* merupakan mikroorganisme pembusuk utama yang berperan dalam menguraikan asam amino dalam protein makhluk hidup, baik dari limbah organik tumbuhan maupun limbah organik

hewan menjadi suatu senyawa amoniak. Senyawa inilah yang menyebabkan bau tidak sedap pada limbah organik¹².

B. Pupuk

Pupuk adalah zat hara yang ditambahkan pada tumbuhan agar berkembang dengan baik sesuai genetis dan potensi produksinya. Pupuk dapat dibuat dari bahan organik maupun non-organik (sintetis). Pupuk organik bisa dibuat dalam bermacam-macam bentuk meliputi cair, curah, tablet, pellet, briket, granul. Pemilihan bentuk ini bergantung pada penggunaan, biaya, aspek-aspek pemasaran lainnya¹³.

1. Klasifikasi Pupuk

Pupuk dalam arti luas diklasifikasikan sebagai berikut¹⁴:

¹² Nan Djuarnani, Kristian dan Budi Susilo Setiawan. 2006. Cara Cepat Membuat Kompos. AgroMedia Pustaka. Jakarta

¹³ Glick, B.R. 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. Can. J. Microbial. 4: 109-117

¹⁴ Cattelan, A.J., P.G. Hartel, and J.J. Fuhrmann. 1999. Screening for plant growth-promoting rhizobacteria to promote early soybean growth. Soil Sci.Soc.Am.J. 63: 1.670-1.680.

- a. Berdasarkan asalnya:
 - 1) Pupuk alam, yakni pupuk yang terdapat didalam alam atau dibuat dengan bahan alam tanpa proses yang berarti. Misalnya, pupuk kompos, pupuk kandang, guano, dan pupuk hijau.
 - 2) Pupuk buatan, yakni pupuk yang dibuat oleh pabrik. Misalnya, TSP, urea, rustika, NPK, dan nitroposka. Pupuk ini dibuat oleh pabrik dengan mengubah sumber daya alam melalui proses fisika ataupun kimia.
- b. Berdasarkan senyawanya :
 - 1) Pupuk organik yakni pupuk yang berupa senyawa organik. Kebanyakan pupuk alam tergolong pupuk organik. Misalnya, pupuk kandang, dan kompos.
 - 2) Pupuk anorganik atau mineral, yakni pupuk dari senyawa anorganik. Hampir semua pupuk buatan tergolong pupuk anorganik.
- c. Berdasarkan cara fasanya
 - 1) Pupuk padat, yakni pupuk yang umumnya mempunyai kelarutan beragam mulai yang mudah larut dalam air sampai yang sukar larut air.

- 2) Pupuk cair, yakni pupuk berupa cairan yang cara penggunaannya dilarutkan terlebih dahulu dengan air.
- d. Berdasarkan cara penggunaannya :
- 1) Pupuk daun, yakni pupuk yang cara pemupukannya dilarutkan terlebih dahulu dalam air, kemudian disemprotkan pada permukaan daun.
 - 2) Pupuk akar atau pupuk tanah, yakni pupuk yang diberikan kedalam tanah disekitar akar agar diserap oleh akar tanaman.
- e. Berdasarkan reaksi fisiologisnya
- 1) Pupuk yang mempunyai reaksi fisiologis asam, yakni pupuk yang bila diberikan kedalam tanah ada kecenderungan tanah menjadi lebih asam (pH menjadi lebih rendah). Misalnya ZA dan urea.
 - 2) Pupuk yang mempunyai reaksi fisiologis basa, yakni pupuk yang bila diberikan ketanah menyebabkan pH tanah cenderung naik. Misalnya, pupuk chili saltpeter dan kalsium sianida.
- f. Berdasarkan macam hara tanaman :
- 1) Pupuk makro, yakni pupuk yang mengandung hara makro saja,

misalnya NPK, nitroposka, dan gandsalin.

- 2) Pupuk mikro, yakni pupuk yang hanya mengandung hara mikro saja, misalnya mikrovet, mikroplek, dan metalik.
- 3) Campuran makro dan mikro, misalnya pupuk gandsalin, bayfolan, dan rustika. Dalam penggunaannya, kedua jenis pupuk ini sering dicampur dan ditambahkan dengan zat pengatur tubuh (hormone tubuh).

2. Pengertian Pupuk Organik

Pupuk merupakan bahan yang ditambahkan ke dalam tanah untuk menyediakan unsur hara yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Penggolongan pupuk umumnya didasarkan pada sumber bahan yang digunakan, cara aplikasi, bentuk dan kandungan unsur haranya. Berdasarkan bentuknya, pupuk organik dibedakan menjadi dua, yakni pupuk cair dan padat¹⁵. Pupuk cair

¹⁵ Simanungkalit, R.D.M and R. Saraswati 1993. Application of biotechnology on biofertilizer production in Indonesia. pp. 45-57. In S. Manuwoto, S. Sularso, and K. Syamsu (Eds.). Proc. Seminar on Biotechnology: Sustainable Agriculture and Alternative Solution for Food Crisis. PAU-Bioteknologi IPB, Bogor.

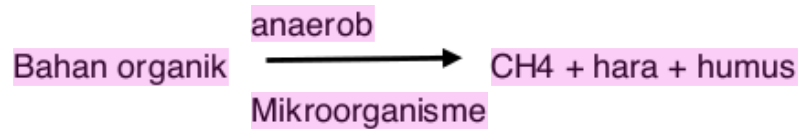
adalah larutan yang berisi satu atau lebih pembawa unsur yang dibutuhkan tanaman yang mudah larut. Kelebihan pupuk cair adalah mampu memberikan hara sesuai kebutuhan tanaman. Selain itu, pemberiannya dapat lebih merata dan kepekatannya dapat diatur sesuai kebutuhan tanaman¹⁶.

Pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari tanaman atau kotoran hewan yang telah melalui proses rekayasa dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan untuk mensuplai bahan organik untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah¹⁷. Menurut Purwasmita pupuk organik merupakan hasil akhir dari penguraian bagian-bagian atau sisa tanaman dan binatang (mahluk hidup) misalnya pupuk kandang, pupuk hijau, kompos, bungkil,

¹⁶ FNCA Biofertilizer Project Group. 2006. Biofertilizer Manual. Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA). Japan Atomic Industrial Forum, Tokyo.

¹⁷ Simanungkalit, R.D.M and R. Saraswati 1993. Application of biotechnology on biofertilizer production in Indonesia. pp. 45-57. In S. Manuwoto, S. Sularso, and K. Syamsu (Eds.). Proc. Seminar on Biotechnology: Sustainable Agriculture and Alternative Solution for Food Crisis. PAU-Bioteknologi IPB, Bogor.

2 guano, dan lain sebagainya. Proses penguraian senyawa organik oleh bakteri menjadi pupuk dapat digambarkan sebagai berikut:¹⁸



Agar dapat disebut sebagai pupuk organik, pupuk yang dibuat dari bahan alami tersebut harus memenuhi beberapa persyaratan antara lain:

- 1) Zat N harus dalam bentuk senyawa organik yang dapat dengan mudah diserap oleh tanaman.
- 2) Pupuk tersebut tidak meninggalkan sisa asam organik didalam tanah.
- 3) Mempunyai kadar C organik yang tinggi seperti hidrat arang.

Pupuk organik memiliki banyak keunggulan, antara lain:

- 1) Dapat memperbaiki struktur tanah

¹⁸ Purwasasmita, M. 2009. Mikroorganisme Lokal Sebagai Pemicu Siklus Kehidupan Dalam Bioreaktor Tanaman. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia, 19-20 Oktober 2009

- 2) Memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro yang lengkap
- 3) Ramah lingkungan
- 4) Murah dan mudah didapat bahkan dapat dibuat sendiri
- 5) Mampu menyerap dan menampung air lebih lama dibanding dengan pupuk anorganik
- 6) Membantu meningkatkan jumlah mikroorganisme pada media tanaman, sehingga dapat meningkatkan unsur hara pada tanaman (Pranata, 2004).

Pupuk organik dapat meningkatkan anion-anion utama untuk pertumbuhan tanaman seperti nitrat, fosfat, sulfat, borat, dan klorida serta meningkatkan ketersediaan hara makro untuk kebutuhan tanaman dan memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Pupuk organik cair merupakan salah satu jenis pupuk yang banyak beredar di pasaran. Pupuk organik cair lebih mudah terserap oleh tanaman karena unsur-unsur di dalamnya sudah terurai. Tanaman menyerap hara terutama melalui akar namun daun juga memiliki kemampuan menyerap hara, oleh sebab itu pupuk cair dapat disemprotkan pada daun. Keuntungan dari penggunaan pupuk organik cair, kita dapat melakukan tiga

2 macam proses dalam sekali pekerjaan, yaitu memupuk tanaman, menyiram tanaman, dan mengobati tanaman¹⁹.

Berdasarkan sumber bahan yang digunakan, pupuk dapat dibedakan menjadi pupuk anorganik dan pupuk organik. Pupuk anorganik adalah pupuk yang berasal dari bahan mineral dan telah diubah melalui proses produksi dipabrik sehingga menjadi senyawa kimia yang mudah diserap tanaman. Sementara itu, pupuk organik adalah pupuk yang terbuat 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. Jika dilihat dari bentuknya, pupuk organik dibedakan menjadi dua, yakni pupuk organik padat dan cair²⁰.

¹⁹ Redaksi ¹Agromedia. 2008. Cara Praktis Membuat Kompos. AgroMedia Pustaka. Jakarta

²⁰ Subba Rao, N.S. 1982. Biofertilizer in Agriculture. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi.

3. Pupuk Organik padat

Pupuk organik padat adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan, dan manusia yang berbentuk padat. Dari bahan asalnya, pupuk organik padat dibedakan lagi menjadi pupuk kandang, humus, kompos dan pupuk hijau²¹.

a. Pupuk Kandang

Pupuk kandang adalah pupuk yang bahan dasarnya berasal dari kotoran ternak, baik kotoran padat maupun campuran sisa makanan dan air seni ternak. Hampir semua kotoran hewan dapat digunakan sebagai bahan baku pupuk kandang. Kotoran hewan seperti kambing, domba, sapi, ayam merupakan kotoran yang paling sering digunakan untuk dijadikan pupuk kandang. Pupuk kandang tidak hanya membantu pertumbuhan, tetapi juga dapat membantu menetralkan racun logam berat didalam tanah. Selain itu, pupuk kandang dapat memperbaiki struktur tanah, membantu penyerapan unsur hara dan

²¹ Purwasasmita, M. 2009. Mikroorganisme Lokal Sebagai Pemicu Siklus Kehidupan Dalam Bioreaktor Tanaman. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia, 19-20 Oktober 2009

mempertahankan suhu tanah. Pupuk kandang yang telah siap digunakan memiliki cirri dingin, remah, wujud aslinya sudah tidak tampak, dan baunya telah berkurang. Jika belum memiliki cirri-ciri tersebut, pupuk kandang belum bisa digunakan. Para petani biasanya menggunakan pupuk kandang dengan cara disebar dan dibenamkan. Namun, penggunaan yang paling baik adalah cara dibenamkan. Pasalnya, penguapan unsur hara akibat proses kimia dalam tanah dapat dikurangi²².

b. Pupuk Hijau

Pupuk hijau merupakan pupuk yang berasal dari tanaman atau bagian tanaman tertentu yang masih segar, lalu dibenamkan ke dalam tanah. Bagian tanaman yang sering digunakan untuk pupuk hijau adalah daun, tangkai dan batang yang masih muda. Umumnya, semua jenis tanaman bisa dijadikan sebagai pupuk hijau. Namun, jenis tanaman yang paling bagus untuk pupuk hijau

²² Sebayang, K. dan D.A. Sihombing 1987. The technology impact on soybean yield in Indonesia. pp. 37-48. *In* J.W.T. Bottema, F. Dauphin, and G. Gijbers (Eds.). Soybean Research and Development in Indonesia. CGPRT Centre, Bogor.

adalah jenis tanaman yang akarnya bersimbiosis dengan mikroorganisme pengikat nitrogen. Pupuk hijau bermanfaat untuk meningkatkan bahan organik tanah dan unsur hara, khususnya nitrogen.

c. Kompos

Kompos berasal dari sisa bahan organik, baik dari tanaman, hewan, dan limbah organik yang telah mengalami dekomposisi atau fermentasi. Pada dasarnya, pupuk kandang dan pupuk hijau merupakan bagian dari kompos. Jenis tanaman yang sering digunakan untuk kompos diantaranya adalah jerami, sekam padi, pelepah pisang, gulma, sayuran busuk, sisa tanaman jagung dan sabuk kelapa. Sementara itu, bahan dari hewan ternak yang sering digunakan untuk kompos diantaranya kotoran ternak, urin, pakan ternak yang terbuang dan cairan biogas.

d. Humus

Humus merupakan hasil dekomposisi tumbuhan berupa daun, akar, cabang, ranting dan bahan secara alami. Proses dekomposisi ini dipengaruhi oleh cuaca diatas permukaan tanah dan dibantu oleh mikroorganisme tanah. Antara humus dengan pupuk hijau sebenarnya memiliki kemiripan.

Perbedaannya hanya terletak pada prosesnya. Humus terbentuk secara alami dan sebagian besar terjadi di hutan. Sementara itu, pupuk hijau terbentuk dengan bantuan “campuran tangan” manusia.

4. Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair adalah larutan dari hasil pembusukan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan dan manusia yang kandungan unsur haranya lebih dari satu unsur. Kelebihan dari pupuk organik ini adalah mampu mengatasi defisiensi hara secara cepat, tidak bermasalah dalam pencucian hara, dan juga mampu menyediakan hara secara cepat. Jika dibandingkan dengan pupuk anorganik, pupuk organik cair umumnya tidak merusak tanah dan tanaman meskipun sudah digunakan sesering mungkin. Selain itu, pupuk ini juga memiliki bahan pengikat sehingga larutan pupuk yang diberikan ke permukaan tanah bisa langsung dimanfaatkan oleh tanaman.

BAB V

UNSUR HARA, EM4, DAN FERMENTASI

A. Hara Nitrogen

Nitrogen merupakan unsur hara utama bagi tumbuhan yang pada umumnya sangat diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian vegetatif tanaman, seperti daun batang dan akar tetapi kalau terlalu banyak dapat menghambat pembuangan dan pembuahan pada tanaman. Defisiensi menyebabkan kecepatan pertumbuhan sangat terganggu dan tanaman kurus kering. N merupakan unsur dalam molekul klorofil sehingga defisiensi N mengakibatkan daun menguning atau mengalami klorosis. Ini biasanya dimulai dari daun bagian bawah dan defisiensi yang kuat menyebabkan coklat dan mati.

Fungsi nitrogen pada tanaman sebagai berikut

- a. Untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman.
- b. Dapat menyehatkan pertumbuhan daun, daun tanaman lebar dengan warna yang lebih hijau, kekurangan nitrogen

2

menyebabkan khlorosis (pada daun muda berwarna kuning).

- c. Meningkatkan kadar protein dalam tubuh tanaman
- d. Meningkatkan kualitas tanaman penghasil daun-daunan.
- e. Meningkatkan berkembangbiaknya mikroorganisme didalam tanah.

2

B. Hara Fosfor

Fosfor terdapat dalam bentuk phitin, nuklein dan fosfide merupakan bagian dari protoplasma dan inti sel. Sebagai bagian dari inti sel sangat penting dalam pembelahan sel demikian pula bagi perkembangan jaringan meristem. Fosfor diambil tanaman dalam bentuk $H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{2-} . Secara umum fungsi fosfor sebagai berikut:

- a. Dapat mempercepat pertumbuhan akar semai
- b. Dapat mempercepat serta memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa
- c. Dapat mempercepat pembungaan dan pemasakan buah biji atau gabah
- d. Dapat meningkatkan produksi biji-biji.

Toxopeus mengatakan bahwa kekurangan fosfor dapat menyebabkan

2 tanaman menjadi kerdil, pertumbuhan tidak baik, pertumbuhan akar atau ranting meruncing, pemasakan buah terlambat, warna daun lebih hijau dari pada keadaan normalnya, daun yang tua tampak menguning sebelum waktunya serta hasil buah atau biji menurun. Hara fosfor yang terdapat dalam pupuk cair akan lebih efektif penggunaannya dibandingkan dengan pupuk padat karena pengaplikasiannya yang langsung pada tanaman mengakibatkan fosfor tidak akan mudah tercuci oleh air dan dapat langsung diserap oleh tanaman²³.

2 C. Hara Kalium

Kalium merupakan unsur kedua terbanyak setelah nitrogen dalam tanaman. Kalium diserap dalam bentuk K^+ monovalensi dan tidak terjadi transformasi K dalam tanaman. Bentuk utama dalam tanaman adalah K^+ monovalensi, kation ini unik dalam sel tanaman. Unsur K sangat berlimpah dan mempunyai energi hidrasi rendah sehingga tidak menyebabkan polarisasi molekul air.

²³ Toxopeus, H.J. 1938. Over het voorkomen van de knolltjesbacterien van kedelee in verband met de wenschelijk van enten van het zaaizaad. Landbouw 14: 197-217

2

Jadi unsur ini dapat berinterferensi dengan fase pelarut dari kloroplas. Cattelan, menyatakan bahwa peranan kalium pada tanaman adalah sebagai berikut:

- a. Membentuk protein dan karbohidrat
- b. Mengeraskan jerami dan bagian bawah kayu dari tanaman
- c. Meningkatkan retensi tanaman terhadap penyakit.
- d. Meningkatkan kualitas biji/buah.

Sebayang menyatakan bahwa peranan unsur K dalam tanaman dapat dikelompokkan menjadi empat²⁴:

- a. Netralisasi Asam Organik: Karena kelimpahannya ion bermuatan positif ini dapat menyeimbangi muatan negatif gugus-gugus anion dari molekul seperti asam-asam organik.
- b. Ion K aktif dalam osmosis: Ion K berperan vital dalam hubungannya dengan air, ion K meningkatkan turgor sel pada titik-titik tumbuh dan membantu dalam pemekaran sel.

1

²⁴ Sebayang, K. dan D.A. Sihombing 1987. The technology impact on soybean yield in Indonesia. pp. 37-48. In J.W.T. Bottema, F. Dauphin, and G. Gijsbers (Eds.). Soybean Research and Development in Indonesia. CGPRT Centre, Bogor

- 2
- c. Peran dalam transpor pada membran sel: Gradien elektrokemis tidak stabil menyebrangi membran oleh pergerakan ion H, ion K bergerak dengan arah berlawanan terhadap gerakan ion H. Ini penting dalam bekerjanya kloroplas (fotosintesis), mitokondria (respirasi) dan transport translokasi floem.
 - d. Aktivitas enzim: Lebih dari 60 enzim membutuhkan ion monovalensi untuk aktivitasnya. Dalam hampir setiap kasus, ion K adalah ion yang paling efisien dalam mempengaruhi aktivitas enzim tersebut.

Pupuk organik memiliki keunggulan, yaitu: Mengandung unsur hara makro dan mikro lengkap, tetapi jumlahnya sedikit, Dapat memperbaiki struktur tanah, sehingga tanah menjadi gembur, Memiliki daya simpan air (*water holding capacity*) yang tinggi, Beberapa tanaman yang dipupuk dengan pupuk organik lebih tahan terhadap serangan hama, Meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah yang menguntungkan, Memiliki residual effect yang positif, sehingga tanaman yang ditanam pada musim

berikutnya tetap bagus pertumbuhan dan produktivitasnya²⁵.

D. Effective Microorganism (EM-4)

EM-4 adalah kultur campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. Sebagian besar mengandung mikroorganisme *Lactobacillus* sp. bakteri penghasil asam laktat, serta dalam jumlah sedikit bakteri fotosintetik *Streptomyces* sp. dan ragi. EM-4 mampu meningkatkan dekomposisi limbah dan sampah organik, meningkatkan ketersediaan nutrisi tanaman serta menekan aktivitas serangga hama dan mikroorganisme patogen²⁶.

EM-4 diaplikasi sebagai inokulan untuk meningkatkan keragaman dan populasi mikroorganisme di dalam tanah dan tanaman,

²⁵ Saraswati, R., D.H. Goenadi, D.S. Damardjati, N. Sunarlim, R.D.M. Simanungkalit, dan Djumali Suparyani. 1998. Pengembangan Rhizo-plus untuk Meningkatkan Produksi, Efisiensi Pemupukan Menunjang Keberlanjutan Sistem Produksi Kedelai, Laporan Akhir Penelitian Riset Unggulan Kemitraan I Tahun (1995/1996-1997-1998). Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan

²⁶ Anonym. *Apakah EM4 itu?*. (<http://www.songgolangit.20m.com>. 2010). h.1. (23 Mei 2010)

yang selanjutnya dapat meningkatkan kesehatan, pertumbuhan, kuantitas dan kualitas produksi tanaman secara berkelanjutan²⁷. EM-4 juga dapat digunakan untuk mempercepat pengomposan sampah organik atau kotoran hewan, membersihkan air limbah, serta meningkatkan kualitas air pada tambak udang dan ikan. *Effective Mikroorganism* (EM4) merupakan mikroorganisme yang dapat meningkatkan mikroba tanah, memperbaiki kesehatan dan kualitas tanah serta mempercepat proses pengomposan. Mikroorganisme ini memberikan pengaruh yang baik terhadap kualitas

Pembuatan kompos/pupuk organik tidak terlepas dari proses pengomposan yang diakibatkan oleh mikroba yang berperan sebagai pengurai atau dekomposer berbagai limbah organik yang dijadikan bahan pembuat kompos. Aktivator mikroba memiliki peranan penting karena digunakan untuk mempercepat pertumbuhan kompos. Dipasaran saat ini tersedia banyak produk-produk dekomposer untuk mempercepat

²⁷ *Ibid.* h. 2

2

proses pengomposan misalnya EM-4, orga-Dec, M-Dec, Probion, dan lain-lain.

EM-4 merupakan kultur campuran mikroorganisme yang menguntungkan dan bermanfaat bagi kesuburan tanah maupun pertumbuhan dan produksi tanaman, serta ramah lingkungan. Mikroorganisme yang ditambahkan akan membantu memperbaiki kondisi biologis tanah dan dapat membantu penyerapan unsur hara. EM-4 mengandung mikroorganisme fermentasi dan sintetik yang terdiri dari bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp*), bakteri fotosintetik (*Rhodopseudomonas sp*), *Actinomyces sp*, *Streptomyces sp*, dan ragi (*yeast*). EM-4 mempunyai beberapa manfaat diantaranya:

- a. Memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologis tanah.
- b. Meningkatkan ketersediaan nutrisi dan senyawa organik pada tanah.
- c. Mempercepat pengomposan sampah organik atau kotoran hewan.
- d. Membersihkan air limbah dan meningkatkan kualitas air pada perikanan.
- e. Menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dan meningkatkan produksi tanaman serta menjaga kestabilan produksi.

Fungsi mikroorganisme dalam EM-4 adalah:

Bakteri fotosintesis

- a. Membentuk zat-zat yang bermanfaat dari sekresi akar tumbuhan, bahan organik dan gas-gas berbahaya (misalnya hydrogen sulfida) dengan menggunakan sinar matahari dan panas bumi sebagai sumber energi. Zat-zat bermanfaat itu antara lain asam amino, asam nukleik, zat-zat bioaktif dan gula. Semuanya mempercepat pertumbuhan dan perkembangan tanaman.
- b. Meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme lainnya.

Bakteri asam laktat

- a. Menghasilkan asam laktat dari gula.
- b. Menekan pertumbuhan mikroorganisme yang merugikan misalnya Fusarium.
- c. Meningkatkan percepatan perombakan bahan organik.
- d. Dapat menghancurkan bahan-bahan organik.

Ragi

- a. Membentuk zat antibakteri dan bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman dari asam-asam amino dan gula yang dikeluarkan oleh bakteri fotosintesis.

- 2
- b. Meningkatkan jumlah sel aktif dan perkembangan akar.

Actinomycetes

- a. Menghasilkan zat-zat antimikroba dari asam amino yang dihasilkan oleh bakteri fotosintesis dan bahan organik.
- b. Menekan pertumbuhan jamur dan bakteri.

Jamur fermentasi

- a. Menguraikan bahan organik secara tepat untuk menghasilkan alkohol, ester dan zat-zat antimikroba.
- b. Menghilangkan bau serta mencegah serbuan serangga dan ulat yang merugikan.

E. Fermentasi

Arti kata fermentasi selama ini berubah-ubah. Kata fermentasi berasal dari Bahasa Latin "*fervere*" yang berarti merebus (*to boil*). Arti kata dari Bahasa Latin tersebut dapat dikaitkan dengan kondisi cairan bergelembung atau mendidih. Keadaan ini disebabkan adanya aktivitas ragi pada ekstraksi buah-buahan atau biji-bijian. Gelembung-gelembung karbondioksida

dihasilkan dari katabolisme anaerobik terhadap kandungan gula²⁸.

Perubahan arti kata fermentasi sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh para ahli. Arti kata fermentasi berubah pada saat Gay Lussac berhasil melakukan penelitian yang menunjukkan penguraian gula menjadi alkohol dan karbondioksida. Selanjutnya Pasteur melakukan penelitian mengenai penyebab perubahan sifat bahan yang difermentasi, sehingga dihubungkan dengan mikroorganisme dan akhirnya dengan enzim²⁹. Untuk beberapa lama fermentasi terutama dihubungkan dengan karbohidrat, bahkan sampai sekarang pun masih sering digunakan. Padahal pengertian fermentasi tersebut lebih luas lagi, menyangkut juga perombakan protein dan lemak oleh aktivitas mikroorganisme. Meskipun fermentasi sering dihubungkan dengan pembentukan gas yang disebabkan oleh mikroorganisme yang hidup, pada saat ini pembentukan gas maupun terdapatnya sel mikroorganisme hidup tidak merupakan

²⁸ Debby Sumantri. 2009. Pengertian Teknologi Fermentasi. <http://software-komputer.blogspot.com/2007/08/pengertian-teknologi-fermentasi.html>. (12 Juli 2010).

²⁹ *Ibid*

kriteria yang esensial. Dalam beberapa proses fermentasi misalnya fermentasi asam laktat, tidak ada gas yang dibebaskan.

BAB VI RISET TENTANG PUPUK ORGANIK

Limbah organik yang diambil dari pasar Mardika Ambon difermentasi dengan menggunakan EM4 pada konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% memperlihatkan kondisi visual yang berbeda. Data hasil pengamatan visual pupuk organik padat dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut

Tabel 4.1. Pengamatan Visual Pupuk Organik Padat Berbahan Dasar Limbah Pasar Mardika

Konsentrasi EM4	Parameter Ukur				
	Lama Fermentasi	Suhu Akhir	Warna	Kondisi Fisik	Keremahan
5%	4 minggu	30 °C	Coklat tua	Partikel agak halus	Agak Remah
10%	4 minggu	28 °C	Coklat tua	Partikel agak halus	Agak Remah
15%	4 minggu	27 °C	Coklat tua	Partikel agak	Remah

				halus	
20%	3 minggu	27 °C	Hitam	Partikel agak halus	Remah
25%	2 minggu	27 °C	Hitam	Partikel agak halus	Remah

Tabel 4.1¹ menunjukkan bahwa konsentrasi EM4 25% lebih baik dari konsentrasi lainnya dalam hal lama fermentasi, suhu akhir fermentasi, warna, kondisi/ukuran partikel, dan keremahan pupuk organik. Konsentrasi EM4 5%, 10%, dan 15% memberikan hasil yang hampir sama baik dari segi lama fermentasi, suhu akhir fermentasi, warna, ukuran partikel, dan keremahan pupuk organik. Selain mengamati data visual pupuk organik padat, dalam penelitian ini dilakukan pengamatan visual pupuk organik cair yang terlihat pada Tabel 4.2 berikut

Tabel 4.2. Pengamatan Visual Pupuk Organik Cair Berbahan Dasar Limbah Pasar Mardika

Konsentrasi EM4	Parameter Ukur ¹			
	Lama Fermentasi	Suhu Akhir	Warna	Aroma
5%	4 minggu	30 °C	Coklat	Berbau menyengat
10%	4 minggu	28 °C	Coklat	Berbau menyengat
15%	4 minggu	27 °C	Coklat	Berbau menyengat
20%	3 minggu	27 °C	Coklat tua	Berbau menyengat
25%	2 minggu	27 °C	Coklat tua	Berbau menyengat

¹ Tabel 4.2 menunjukkan bahwa konsentrasi EM4 25% lebih baik dari konsentrasi lainnya dalam hal lama fermentasi, suhu akhir fermentasi, warna, kondisi/ukuran parikel, dan keremahan pupuk organik. Konsentrasi EM4 5%, 10%, dan 15% memberikan hasil yang hampir sama baik dari segi lama fermentasi, suhu akhir fermentasi,

warna, dan aroma. Selain mengamati data visual pupuk organik padat dan cair, dalam penelitian ini dilakukan pengukuran kadar N, P, dan K pada pupuk organik padat maupun organik cair yang dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut

Tabel 4.3. Kadar N, P, dan K Pupuk Organik Padat

Konsentrasi EM4	Parameter Ukur dalam ppm		
	N	P	K
5%	186	189	638
10%	213	201	702
15%	237	231	745
20%	275	227	7856
25%	286	239	856

Tabel 4.3 memperlihatkan kandungan N, P, dan K pada pupuk organik padat dengan perlakuan konsentrasi EM4. Kadar Nitrogen pada tiap perlakuan berbeda-beda dengan nilai N, P, dan K tertinggi pada perlakuan EM4 25% dan terendah pada perlakuan EM4 5%. Selain data kandungan N, P, dan K pada pupuk organik padat, dalam penelitian ini juga dianalisis kadar N, P, dan K pada pupuk organik cair yang dapat dilihat pada Tabel berikut

Tabel 4.4. Kadar N, P. dan K Pupuk Organik Cair

Konsentrasi EM4	Parameter Ukur dalam ppm		
	N	P	K
5%	216	207	675
10%	231	231	746
15%	276	235	789
20%	287	246	846
25%	296	259	870

Tabel 4.4 tersebut menunjukkan bahwa pupuk organik cair berbahan dasar limbah sampah dari pasar mardika mengandung nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman, dalam hal ini adalah nitrogen, posfor, dan kalium. Kadar N, P, dan K tertinggi diperoleh pada perlakuan EM4 konsentrasi 25% dan kadar N, P, dan K terendah diperoleh pada perlakuan EM4 5%.

Pupuk organik menurut Barbarick merupakan sisa tanaman, hewan dan sampah organik lainnya yang biasa ditambahkan kedalam tanah sebagai sumber hara tanaman dan juga untuk memperbaiki sifat fisik tanah. Pupuk organik ini tidak mengandung unsur hara dalam jumlah yang besar namun penambahan bahan organik kedalam tanah dapat menurunkan defisiensi Nitrogen pada tanaman. Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari sisa-sisa

tanaman, hewan atau manusia seperti pupuk kandang, pupuk hijau, dan kompos baik yang berbentuk cair maupun padat. Pupuk organik mengandung hara makro dan mikro rendah sehingga perlu diberikan dalam jumlah banyak. Manfaat utama pupuk organik adalah dapat memperbaiki kesuburan kimia, fisik dan biologis tanah, selain sebagai sumber hara bagi tanaman. Pupuk organik dapat dibuat dari berbagai jenis bahan, antara lain sisa panen (jerami, brangkasan, tongkol jagung, bagas tebu, sabut kelapa), serbuk gergaji, kotoran hewan, limbah media jamur, limbah pasar, limbah rumah tangga dan limbah pabrik, serta pupuk hijau. Karena bahan dasar pembuatan pupuk organik bervariasi, kualitas pupuk yang dihasilkan juga beragam sesuai dengan kualitas bahan asalnya³⁰.

Beberapa peran pupuk organik di dalam tanah antara lain adalah (1) Memperbaiki struktur tanah; pengolahan tanah menjadi lebih mudah karena tanah menjadi lebih ringan dan gembur. (2) Pupuk organik mengandung unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan oleh tanaman. (3)

³⁰ Nan Djuarnani, Kristian dan Budi Susilo Setiawan. 2006. Cara Cepat Membuat Kompos. AgroMedia Pustaka. Jakarta

Mikrobia-mikrobia yang terdapat dalam pupuk organik membantu meningkatkan kesuburan tanah melalui pengikatan Nitrogen, dan juga membantu dalam proses mineralisasi senyawa-senyawa kimia dalam tanah. (4) Pupuk organik juga mengandung hormon-hormon dan zat antibiotik yang penting bagi pertumbuhan tanaman³¹.

Hasil penelitian tentang kondisi visual pupuk padat dan cair yang dihasilkan setelah proses fermentasi dengan menggunakan EM4 pada konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% memperlihatkan hasil yang berbeda baik dari lama fermentasi, suhu akhir fermentasi, warna pupuk, dan aroma pupuk. Perbedaan yang timbul disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang terdapat di dalam EM4 yang terlibat langsung dalam memfermentasi bahan organik menjadi unit-unit sederhana. Makin tinggi konsentrasi EM4 yang digunakan dalam memfermentasi bahan organik, maka jumlah mikroorganisme yang ada di dalam EM4 semakin besar, sehingga proses fermentasi akan berlangsung dengan cepat. Suhu akhir fermentasi merupakan

³¹ FNCA Biofertilizer Project Group. 2006. Biofertilizer Manual. Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA). Japan Atomic Industrial Forum, Tokyo.

1 salah satu indikator bahwa proses fermentasi berlangsung dengan baik. Diakhir fermentasi suhu akan turun sampai kisaran suhu kamar yang mengindikasikan bahwa pupuk organik yang dihasilkan siap untuk digunakan dan bisa diserap oleh akar tumbuhan.

Selain suhu akhir fermentasi, warna pupuk dan aroma pupuk dapat dijadikan sebagai indikator kualitas suatu pupuk organik. Warna yang sama dengan warna dasar bahan organik sebelum diferementasi menunjukkan bahwa aktivitas mikroorganisme dalam memfermentasi bahan organik lambat dan berpengaruh terhadap kualitas pupuk. Aroma yang menyengat menunjukkan bahwa masih terdapat gas yang dihasilkan mikroorganisme setelah memfermentasi bahan organik dan hal ini bisa bersifat racun bagi tumbuhan.

Pupuk organik merupakan pupuk yang terbuat dari bahan-bahan organik seperti kotoran hewan dan tanaman yang telah mengalami perombakan oleh mikroorganisme pengurai. Pupuk organik ini terbuat dari limbah organik berupa sisa sayur dan buah yang membusuk yang diambil dari pasar Mardika Ambon. Limbah merupakan hasil samping dari sayur dan buah (akar,

batang, bagian daun yang busuk, dan buah yang telah membusuk. Dalam limbah organik berupa sayur dan buah banyak sekali senyawa organik yang terkandung di dalamnya seperti karbohidrat, protein dan lemak.

1. Fermentasi Limbah

Tahap awal penelitian ini adalah fermentasi limbah yang sebelumnya diambil dari pasar Mardika Ambon. Limbah dari proses pemisahan bagian sayur dengan akar dan batang, atau pemisahan bagian sayur dan buah yang telah membusuk. Limbah tersebut mengandung bahan organik yang tinggi seperti protein, karbohidrat dan lemak. Diantara senyawa-senyawa tersebut protein dan karbohidrat yang jumlahnya paling besar yang mencapai 40-60 % protein, 25-50 % karbohidrat dan 10 % lemak³².

EM4 merupakan bioaktivator yang mengandung banyak sekali mikroorganisme pemecah bahan-bahan organik. Margaretha dan Itang berpendapat bahwa

³² Kloepper, J.W. 1993. Plant growth-promoting rhizobacteria as biological control agents. p. 255-274. In F.Blaine Metting, Jr. (Ed.). Soil Microbiology Ecology, Applications in Agricultural and Environmental Management. Marcel Dekker, Inc., New York.

1 mikroorganisme dapat meningkatkan penyerapan unsur hara, karena mikroorganisme dapat meningkatkan penyerapan karbohidrat dan beberapa unsur lainnya. Dalam limbah sayur maupun buah terdapat bahan-bahan organik seperti nitrogen (N) untuk pertumbuhan tunas, batang dan daun; fosfor (P) untuk merangsang pertumbuhan akar, buah dan biji; dan kalium (K) untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama penyakit yang dibutuhkan tanaman. Namun tidak dapat langsung diserap oleh tanaman karena masih dalam bentuk senyawa yang perlu dipecah menjadi bentuk ion-ion yang mudah diserap tanaman. Dengan adanya fermentasi, zat-zat tersebut dapat diserap dengan mudah oleh tanaman.

Proses fermentasi limbah sayur dan buah dilakukan selama 14 sampai 28 hari yang berfungsi menguraikan unsur-unsur organik yang ada dalam limbah tersebut sehingga dapat diserap oleh tanaman disekitarnya. Penambahan EM4 berfungsi untuk mengaktifkan bakteri pelarut, meningkatkan kandungan humus tanah sehingga mampu menguraikan bahan organik menjadi asam amino yang mudah

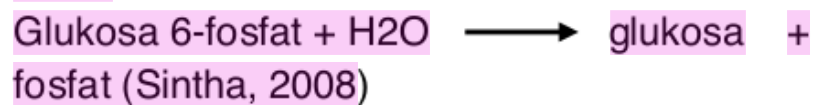
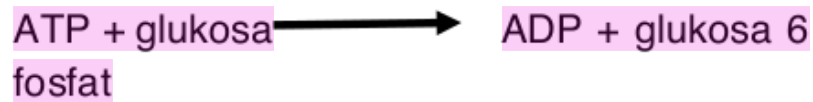
1 diserap oleh tanaman dalam waktu cepat. Bila pupuk yang berasal dari limbah organik dalam bentuk cair disemprotkan dalam tanaman akan meningkatkan jumlah klorofil sehingga akan berpengaruh pada proses fotosintesis pada tanaman. Menurut Koepper, proses fermentasi lebih cepat pada lingkungan kedap udara (anaerob). Fermentasi dapat menghasilkan sejumlah senyawa organik seperti asam laktat, asam nukleat, biohormon, dan lain sebagainya yang mudah diserap oleh akar tanaman. Senyawa organik ini juga dapat melindungi tanaman dari hama penyakit. Reaksi yang terjadi dalam proses fermentasi untuk mendapat hara nitrogen (N) adalah:³³



1
³³ Kloepper, J.W., R.M. Zablotowicz, E.M. Tipping, and R. Lifshitz. 1991. Plant growth promotion mediated by bacterial rhizosphere colonizers. p. 315-326. *In* D.L. Keister and P.B. Cregan (Eds.). *The Rhizosphere and Plant Growth*. Kluwer Academic Pub., Dordrecht.

2

Sedangkan untuk mendapatkan hara fosfor sebagai berikut:

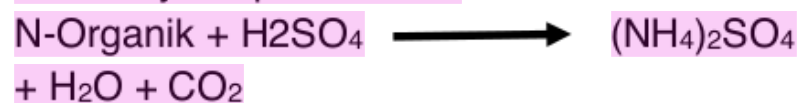


2. Analisis Kadar Nitrogen Pupuk

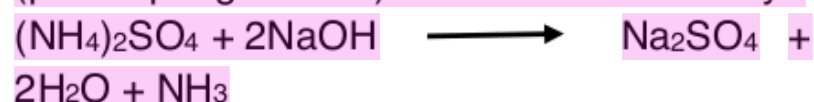
Nitrogen adalah salah satu unsur zat yang sangat dibutuhkan dalam proses pertumbuhan tanaman yaitu sebagai penyusun protein yang merupakan senyawa dengan berat molekul tertinggi yang terdiri atas rantai asam amino yang terikat dengan ikatan peptida. Nitrogen memegang peranan penting dalam penyusunan klorofil yang menjadikan tanaman berwarna hijau. Nitrogen yang diserap oleh akar tanaman dalam bentuk NO_3^- (nitrat) dan NH_4^+ (amonium), akan tetapi nitrat ini segera tereduksi menjadi amonium melalui enzim yang mengandung molibdenum. Apabila unsur nitrogen yang tersedia lebih banyak dari unsur lainnya maka akan dapat dihasilkan protein lebih banyak. Semakin tinggi pemberian nitrogen maka semakin cepat sintesis karbohidrat yang dilakukan oleh tanaman.

2

Penentuan kadar nitrogen pada pupuk padat dan cair dari limbah sayur dan buah dengan menggunakan metode kjeldahl meliputi proses tiga tahapan yaitu proses destruksi, proses destilasi dan proses titrasi. Pada proses destruksi pupuk organik ditambahkan dengan asam sulfat pekat, dan tembaga (II) sulfat yang berfungsi sebagai katalisator agar berjalan lebih cepat. Pada proses ini terjadi dekomposisi nitrogen dengan bantuan asam sulfat pekat. Hasil akhirnya adalah larutan amonium sulfat. Reaksinya seperti berikut



Kemudian dilanjutkan dengan proses destilasi dengan menambahkan natrium hidroksida dan asam borat yang ditetesi dengan indikator Conway sebagai penampung destilatnya. Destilasi ini dilakukan dengan penambahan basa berlebihan dengan tujuan untuk mengkonversi NH_4^+ ke NH_3 diikuti dengan mendidihkan dan mengkondensasi NH_3 ke larutan penerima (penampung destilat) asam borat. Reaksinya



2

Kemudian larutan berubah menjadi berwarna hijau. Hal tersebut dikarenakan amonia dari proses destilasi diikat oleh asam borat yang membentuk amonium borat yang berwarna hijau. Kemudian proses terakhir yaitu titrasi dengan menggunakan asam sulfat 0,0470 N. Titik akhir titrasi ditandai dengan perubahan warna dari hijau menjadi merah muda. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi EM4 memberikan pengaruh terhadap kadar Nitrogen pada pupuk organik padat dan cair berbahan dasar limbah sayur dan buah.

Nitrogen dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar, umumnya menjadi faktor pembatas pada tanah-tanah yang tidak dipupuk. Unsur N memiliki mobilitasnya tinggi dalam tanaman, dialihtempatkan dari daun yang tua ke daun yang muda. Kadar Nitrogen rata-rata dalam jaringan tanaman adalah 2%-4% berat kering. Dalam tanah, kadar Nitrogen sangat bervariasi tergantung pada pengelolaan dan penggunaan lahan tersebut. Untuk pertumbuhan yang optimum selama fase vegetatif, pemupukan N harus diimbangi dengan pemupukan unsur lain. Sebagai contoh, penyerapan nitrat untuk sintesis

menjadi protein dipengaruhi ketersediaan K^{+34} .

1 Nitrogen yang tidak sempurna diserap oleh akar sehingga keberadaannya dalam tanaman terlalu rendah akan menurunkan 1 aktifitas sitokinin. Turunnya aktifitas sitokinin tersebut menyebabkan terganggunya metabolisme protein di daun karena sitokinin akan bertindak sebagai regulator dalam pembentukan senyawa protein tanaman. Sedangkan gugus Nitrogen organik pada glutamat dan glutamin dapat digunakan untuk sintesis amida lain, sebagaimana ureida, asam amino dan senyawa dengan berat molekul (BM) tinggi seperti protein³⁵. Nitrogen juga penting sebagai penyusun enzim yang sangat besar perannya dalam proses metabolisme tanaman, karena enzim tersusun dari protein. Sebagai pelengkap bagi perannya dalam sintesa protein, Nitrogen merupakan bagian tak terpisahkan dari molekul klorofil dan karenanya suatu

1 ³⁴ FNCA Biofertilizer Project Group. 2006. Biofertilizer Manual. Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA). 1
Ja¹n Atomic Industrial Forum, Tokyo

³⁵ Macdonald, 1989. An overview of crop inoculation, p. 1-9. In R.Campbell and R.M. Macdonald (Eds.). Microbial Inoculation of Crop Plants. IRL Press, Oxford.

1 pemberian N dalam jumlah cukup akan mengakibatkan pertumbuhan vegetatif yang vigor dan warna hijau segar³⁶.

2 3. Analisis Kadar Fosfor Pupuk

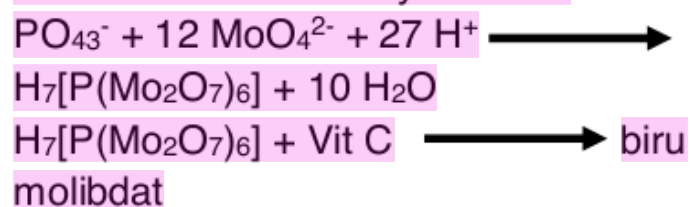
Fosfor pada tanaman berfungsi dalam pembentukan bunga, buah dan biji serta mempercepat pematangan buah. Fosfor yang diserap tanaman dalam bentuk HPO_4^{2-} dan H_2PO_4^- karena dalam bentuk inilah tanaman dapat menyerap. Tahap analisis kadar fosfor yaitu dengan destruksi yang bertujuan untuk mengoksidasi senyawa organik yang terdapat dalam sampel pupuk cair dengan menggunakan asam nitrat pekat dan HClO_4 pekat. Kemudian sampel didestruksi hingga sampel hanya tersisa 0,5 ml. Pada awal destruksi timbul gas berwarna kecoklatan dan menimbulkan bau yang sangat menyengat. Kemudian setelah larutan tersisa 0,5 mL dinginkan dan kemudian diencerkan dengan aquades hingga tanda batas. Pengukuran kuantitatif kadar fosfor dengan spektrofotometri UV-Vis dengan menggunakan campuran larutan amonium

³⁶ Cattelan, A.J., P.G. Hartel, and J.J. Fuhrmann. 1999. Screening for plant growth-promoting rhizobacteria to promote early soybean growth. *Soil Sci.Soc.Am.J.* 63: 1.670-1.680.

2

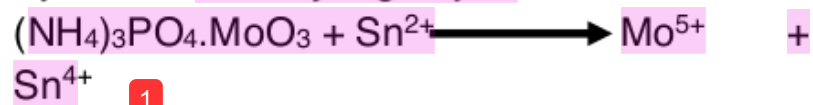
molibdat, asam sulfat 5 N asam askorbat dan kalium antimonit tartrat (pereaksi pembangkit warna) dan akan menimbulkan warna biru pada larutan tersebut. Kemudian mengukur absorbansi pada panjang gelombang maksimum 713 nm.

Dalam medium asam ortofosfat membentuk kompleks yang berwarna kuning dengan molibdat. Dengan adanya asam askorbat dan antimonit tartrat kompleks fosfomolibdat berwarna biru terbentuk. Antimonit tartrat ditambahkan untuk melengkapi reduksi kompleks fosfomolibdenum kuning menjadi kompleks fosfomolibdenum biru. Antimonit tartrat meningkatkan intensitas warna biru dan menyebabkan pengukuran absorbansi yang lebih sensitif. Rekasinya adalah



Agar absorbansinya dapat diukur, kompleks fosfomolibdat tersebut harus direduksi oleh agen pereduksi yaitu asam askorbat. Dengan penambahan pereduksi itu akan terbentuk larutan berwarna biru yang

² merupakan molibdenum(V), menurut Nan Djuarnani reaksi yang terjadi adalah³⁷:



¹ Dalam pertumbuhannya tanaman memerlukan tiga unsur hara penting, yaitu nitrogen (N), fosfat (P), dan kalium (K). Peranan utama nitrogen (N) adalah untuk merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, terutama pada fase vegetatif, khususnya batang, cabang, dan daun. Selain itu, nitrogen pun berperan penting dalam pembentukan hijau daun (klorofil) yang sangat berguna dalam proses fotosintesis. Fungsi lainnya ialah membentuk protein, lemak, dan berbagai persenyawaan organik lainnya. Unsur fosfor (P) bertugas mengedarkan energi keseluruh bagian tanaman, berguna untuk merangsang pertumbuhan dan perkembangan akar, khususnya akar benih dan tanaman muda. Selain itu, fosfor juga berfungsi sebagai bahan mentah untuk pembentukan sejumlah protein tertentu, membantu asimilasi dan pernapasan, mempercepat pembungaan dan

³⁷ Nan Djuarnani, Kristian dan Budi Susilo Setiawan. 2006. Cara Cepat Membuat Kompos. AgroMedia Pustaka. Jakarta

1
pembuahan, serta mempercepat pemasakan biji dan buah.

P dibutuhkan tanaman dalam jumlah relatif besar, sedikit lebih kecil dibawah N dan K, setara dengan S, Ca dan Mg. Fosfat: unsur P sangat reaktif, di alam ditemukan dalam bentuk gugus fosfat, ATP: transfer energi, NADP: fotosintesis, Asam nukleat: bahan DNA, RNA, dan Lemak fosfat (phospholipids): membran sel dan organ dalam sel. Unsur fosfor (P) memiliki sifat mobilitas dalam tanaman, mudah dipindahkan dari bagian daun yang tua ke titik tumbuh. Gejala klorosis: tanaman kerdil, pertumbuhan akar buruk, kedewasaan terlambat, warna daun hijau kelam, muncul warna keunguan misalnya pada jagung. Jika P berlebihan meskipun tidak secara langsung meracuni tanaman, akan menyebabkan merangsang pertumbuhan organisme perairan, mempercepat eutrofikasi, P tanah yang berlebih meningkatkan pengangkutan P dalam sedimen, air limpasan.

Kebanyakan P diserap dalam bentuk ion anorganik orthofosfat: HPO_4^{2-} atau H_2PO_4^- . Jumlahnya tergantung pH larutan, pada pH 7,2 jumlahnya setara, HPO_4^{2-} lebih banyak jika kondisi tanah alkalin, sedangkan H_2PO_4^-

lebih banyak jika kondisi tanah masam. Akar juga menyerap beberapa fosfat organik: asam nukleat, fitin, kontribusi terhadap keseluruhan hara P masih kecil. Penyerapan H_2PO_4^- lebih cepat dibanding HPO_4^{2-} , hal ini terkait dengan muatan divalen vs. monovalen. Keseimbangan kation/anion: penyerapan fosfat meningkatkan penyerapan Ca, Mg, K, keseimbangan muatan, pengakutan kooperasi; penyerapan fosfat dapat menghambat penyerapan nitrat dan sulfat, penghambatan kompetisi. pH risosfer: akar melepas HCO_3^- (OH^-)

4. Analisis Kadar Kalium

Kalium dapat diserap tanaman dalam bentuk K^+ . Menurut Subba Rao kalium banyak terdapat pada sel-sel muda atau bagian tanaman yang banyak mengandung protein, inti-inti sel tidak mengandung kalium. Pada sel-sel ini terdapat sebagian ion dalam cairan sel dan keadaan demikian merupakan bagian terpenting dalam melaksanakan tekanan turgor yang disebabkan oleh tekanan osmosis. Selain itu ion kalium memiliki fungsi fisiologis yang khusus pada asimilasi zat arang yang berarti apabila tanaman tidak mendapat kalium maka asimilasi akan terhenti. Serta menyebabkan daun berwarna

2 kuning, tidak tahan terhadap kering dan mudah terserang penyakit³⁸.

Penentuan kadar K menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA). Sebelum dianalisis terlebih dahulu sampel didestruksi dengan tujuan mengoksidasi senyawa organik yang terdapat dalam sampel dengan menggunakan asam kuat HNO₃ dan HClO₄. Pada saat destruksi timbul asap berwarna kuning kecoklatan kemudian dilanjutkan hingga sampel tersisa 0,5 mL pada labu ukur 50 mL. Kemudian setelah dingin diencerkan dengan aquades hingga tanda batas agar tidak mengkristal. Setelah itu didiamkan semalaman agar mengendap setelah itu diambil 1 mL dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL dan diencerkan dengan aquades sampai tanda batas sehingga didapat larutan yang jernih kemudian diukur dengan spektrofotometer serapan atom. 2 Mikroorganisme memerlukan waktu untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan sekitar setelah itu melakukan metabolisme dan melakukan aktivitas meningkatkan ukuran sel. Setelah itu menggunakan karbon dan

1
³⁸ Subba Rao, N.S. 1982. Biofertilizer in Agriculture. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi

2

sampah untuk memperbanyak diri. Namun proses ini tidak terjadi karena masuknya udara kedalam alat fermentasi yang berakibat pada perkembangbiakan terganggu sehingga penguraian bahan organik tidak dapat bekerja dengan optimum.

Kalium merupakan unsur ketiga yang penting setelah N dan P. Kalium berfungsi antara lain untuk meningkatkan proses fotosintesis, mengefisienkan penggunaan air, mempertahankan turgor, membentuk batang yang lebih kuat, sebagai aktivator bermacam sistem enzim, memperkuat perakaran sehingga tanaman lebih tahan rebah dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit. Meskipun pada kenyataannya total K yang diserap oleh tanaman lebih besar daripada N maupun P, namun demikian perhatian mengenai kalium sampai saat ini masih kurang dibandingkan kedua unsur tersebut.

Sebelum tahun 70-an pemupukan K tidak dimasukkan dalam paket program BIMAS maupun INMAS. Penggunaan pupuk K baru dimulai dengan adanya program INSUS dan SUPRA INSUS yang dimulai pada tahun 1977. Mengingat dinamika keseimbangan K dalam tanah yang cepat dan

sumbangan K dalam air irigasi yang cukup tinggi, maka dosis pemupukan K mungkin akan berbeda untuk setiap lokasi. Hasil penelitian di lahan sawah irigasi menunjukkan bahwa respon tanaman padi terhadap pemupukan K bervariasi, walaupun demikian respon terhadap pemupukan K pada umumnya hanya dijumpai pada tanah dengan kandungan K rendah.

Pada tanah berpasir dengan KTK rendah dan cadangan K rendah, tanah masam yang telah terdegradasi lanjut, tanah sawah dengan jenis mineral liat 2:1 (montmorilonit), tanah dengan rasio $(Ca+Mg)/K$ dalam larutan tinggi, dan tanah sawah yang drainasenya buruk sering kali kekurangan K. Kekurangan kalium menyebabkan: (1) pinggir daun berwarna kuning kecoklatan disertai bercak warna jingga terutama pada daun tua, tanaman tumbuh kerdil dan daun-daun terkulai, (2) sering terjadi rebah karena N/K rasio tinggi, penuaan daun lebih cepat (*leaf senescence*), (3) kehampaan gabah tinggi dan pengisian gabah tidak sempurna (banyak butir hijau), (4) pertumbuhan akar tidak sehat (banyak akar yang busuk karena kehilangan daya oksidasi, sehingga serapan hara terganggu), dan (5)

tanaman mudah terserang penyakit seperti blas, busuk batang, dan bercak daun; terlebih bila dipupuk N berlebihan.

Kalium merupakan unsur hara esensial yang digunakan hampir pada semua proses untuk menunjang hidup tanaman. Petani sering menyebut bahwa kalium adalah unsur hara mutu, karena berpengaruh pada ukuran, rasa, bentuk, warna dan daya simpan. Kalium (K) merupakan unsur hara utama ketiga setelah N dan P. Kalium mempunyai valensi satu dan diserap dalam bentuk ion K^+ . Kalium tergolong unsur yang mobil dalam tanaman baik dalam sel, dalam jaringan tanaman, maupun dalam xylem dan floem. Kalium banyak terdapat dalam sitoplasma.

Tanaman menyerap kalium dalam bentuk ion K^+ . Kalium di dalam tanah ada dalam berbagai bentuk, yang potensi penyerapannya untuk setiap tanaman berbeda-beda. Ion-ion K^+ di dalam air tanah dan ion-ion K^+ yang di adsorpsi, dapat langsung diserap. Di samping itu tanah mengandung juga persediaan mineral tertentu dalam bentuk berbagai macam silikat, dimana kalium membebaskan diri sebagai akibat dari pengaruh iklim.

Persediaan mineral dalam bentuk kalium ini terutama penting bagi tanah liat dari laut yang masih muda. Bertambah banyak persediaan ini di dalam tanah, maka akan lebih banyak pula kalium di bebaskan sebagai akibat dari pengaruh iklim yang diserap oleh tanaman.

Secara umum fungsi Kalium bagi tanaman, antara lain: membentuk dan mengangkut karbohidrat, sebagai katalisator dalam pembentukan protein, mengatur kegiatan berbagai unsur mineral, menetralkan reaksi dalam sel terutama dari asam organik, menaikkan pertumbuhan jaringan meristem, mengatur pergerakan stomata, memperkuat tegaknya batang sehingga tanaman tidak mudah roboh, mengaktifkan enzim baik langsung maupun tidak langsung, meningkatkan kadar karbohidrat dan gula dalam buah, membuat biji tanaman menjadi lebih berisi dan padat, meningkatkan kualitas buah karena bentuk, kadar, dan warna yang lebih baik, membuat tanaman menjadi lebih tahan terhadap hama dan penyakit, dan membantu perkembangan akar tanaman. Defisiensi/kekurangan Kalium memang agak sulit diketahui gejalanya, karena gejala ini jarang ditampakkan ketika tanaman masih muda yaitu: Daun-daun

berubah jadi mengerut atau keriting (untuk tanaman kentang akan menggulung) dan kadang-kadang mengkilap terutama pada daun tua, tetapi tidak merata. Selanjutnya sejak ujung dan tepi daun tampak menguning, warna seperti ini tampak pula di antara tulang-tulang daun pada akhirnya daun tampak bercak-bercak kotor (merah coklat), sering pula bagian yang berbercak ini jatuh sehingga daun tampak bergerigi dan kemudian mati; Batangnya lemah dan pendek-pendek, sehingga tanaman tampak kerdil; Buah tumbuh tidak sempurna, kecil, mutunya jelek, hasilnya rendah dan tidak tahan disimpan, Pada tanaman kelapa dan jeruk, buah mudah gugur, Tanaman rentan terhadap penyakit, Bagi tanaman berumbi, hasil umbinya sangat kurang dan kadar hidrat arangnya demikian rendah

Di alam bebas kalium paling banyak ditemukan dalam kalium klorida (KCl). Berbagai tempat di dunia terdapat banyak tumpukan dari garam yang letaknya berbeda-beda, lapisan kalium itu adalah bagian endapan garam yang telah berlangsung selama miliunan tahun yang lalu. Berhubungan garam kalium biasanya terletak di tempat yang sangat dalam sekali.

Keberadaan kalium dapat dimanfaatkan sebagai pupuk, dengan mengelilinginya lebih dulu dalam bentuk yang agak kasar dinamakan garam kasar kalium. Garam ini mengandung sejumlah persentase kotoran yang sangat tinggi (60-80%), karena ongkos angkutnya mahal, maka dewasa ini sebagian besar dari kotoran itu dibersihkan dari produk yang sudah dibersihkan, hampir semuanya terdiri dari KCl, dengan kadar rata-rata 60% K_2O . Beberapa macam tanaman tidak tahan terhadap ion Cl^- maka sebagian dari KCl secara kimiawi ditransformasikan ke dalam kalium sulfat (K_2SO_4). Hasilnya adalah pupuk paten kalium dan kalium sulfat.

DAFTAR PUSTAKA

- Cattelan, A.J., P.G. Hartel, and J.J. Fuhrmann. 1999. Screening for plant growth-promoting rhizobacteria to promote early soybean growth. *Soil Sci.Soc.Am.J.* 63: 1.670-1.680.
- FNCA Biofertilizer Project Group. 2006. *Biofertilizer Manual*. Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA). Japan Atomic Industrial Forum, Tokyo.
- Glick, B.R. 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Can. J. Microbial.* 4: 109-117.
- Honcamp, F. 1931. Historisches über die Entwicklung der Pflanzenernährungslehre, Düngung und Düngemittel. *In* F. Honcamp (Ed.). *Handbuch der Pflanzenernährung und Düngelehre*, Bd. I und II. Springer, Berlin.
- Jutono. 1982. The application of *Rhizobium*-inoculant on soybean in Indonesia. *Ilmu Pert. (Agric. Sci.)* 3(5): 215-222.
- Kloepper, J.W. 1993. Plant growth-promoting rhizobacteria as biological control

agents. p. 255-274. *In* F.Blaine Metting, Jr. (Ed.). Soil Microbiology Ecology, Applications in Agricultural and Environmental Management. Marcel Dekker, Inc., New York.

1

Kloepper, J.W., R.M. Zablotowicz, E.M. Tipping, and R. Lifshitz. 1991. Plant growth promotion mediated by bacterial rhizosphere colonizers. p. 315-326. *In* D.L. Keister and P.B. Cregan (Eds.). The Rhizosphere and Plant Growth. Kluwer Academic Pub., Dordrecht.

Macdonald, 1989. An overview of crop inoculation, p. 1-9. *In* R.Campbell and R.M. Macdonald (Eds.). Microbial Inoculation of Crop Plants. IRL Press, Oxford.

Nan Djuarnani, Kristian dan Budi Susilo Setiawan. 2006. Cara Cepat Membuat Kompos. AgroMedia Pustaka. Jakarta

Purwasasmita, M. 2009. Mikroorganisme Lokal Sebagai Pemicu Siklus Kehidupan Dalam Bioreaktor Tanaman. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia, 19-20 Oktober 2009

1

Redaksi AgroMedia. 2008. Cara Praktis Membuat Kompos. AgroMedia Pustaka. Jakarta

Saraswati, R., D.H. Goenadi, D.S. Damardjati, N. Sunarlim, R.D.M. Simanungkalit, dan Djumali Suparyani. 1998. Pengembangan Rhizo-plus untuk Meningkatkan Produksi, Efisiensi Pemupukan Menunjang Keberlanjutan Sistem Produksi Kedelai, Laporan Akhir Penelitian Riset Unggulan Kemitraan I Tahun (1995/1996-1997-1998). Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan.

Sebayang, K. dan D.A. Sihombing 1987. The technology impact on soybean yield in Indonesia. pp. 37-48. *In* J.W.T. Bottema, F. Dauphin, and G. Gijbers (Eds.). Soybean Research and Development in Indonesia. CGPRT Centre, Bogor.

Simanungkalit, R.D.M and R. Saraswati 1993. Application of biotechnology on biofertilizer production in Indonesia. pp. 45-57. *In* S. Manuwoto, S. Sularso, and K. Syamsu (Eds.). Proc. Seminar on Biotechnology:

1

Sustainable Agriculture and Alternative Solution for Food Crisis. PAU-Bioteknologi IPB, Bogor.

Sofian. 2006. Sukses Membuat Kompos dari Sampah. AgroMedia Pustaka. Jakarta.

Subba Rao, N.S. 1982. Biofertilizer in Agriculture. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi.

Toxopeus, H.J. 1938. Over het voorkomen van de knolltjesbacterien van kedelee in verband met de wenschelijk van enten van het zaaizaad. Landbouw 14: 197-217.

PUPUK ORGANIK

ORIGINALITY REPORT

35%

SIMILARITY INDEX

35%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

jurnal.iainambon.ac.id

Internet Source

19%

2

anzdoc.com

Internet Source

16%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 11%

PUPUK ORGANIK

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

PAGE 29

PAGE 30

PAGE 31

PAGE 32

PAGE 33

PAGE 34

PAGE 35

PAGE 36

PAGE 37

PAGE 38

PAGE 39

PAGE 40

PAGE 41

PAGE 42

PAGE 43

PAGE 44

PAGE 45

PAGE 46

PAGE 47

PAGE 48

PAGE 49

PAGE 50

PAGE 51

PAGE 52

PAGE 53

PAGE 54

PAGE 55

PAGE 56

PAGE 57

PAGE 58

PAGE 59

PAGE 60

PAGE 61

PAGE 62

PAGE 63

PAGE 64

PAGE 65

PAGE 66

PAGE 67

PAGE 68

PAGE 69

PAGE 70

PAGE 71

PAGE 72

PAGE 73

PAGE 74

PAGE 75

PAGE 76

PAGE 77

PAGE 78

PAGE 79

PAGE 80

PAGE 81
