

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Pengertian Lahan Sawah**

Tanah sawah didefinisikan sebagai tanah yang digunakan untuk bertanam padi sawah yang digenangi, baik terus-menerus sepanjang tahun maupun bergiliran dengan tanaman palawija. Istilah tanah sawah bukan merupakan istilah taksonomi, tetapi merupakan istilah umum seperti halnya tanah hutan, tanah perkebunan, tanah pertanian, dan sebagainya. Segala macam jenis tanah dapat disawahkan asalkan air cukup tersedia. Padi sawah juga ditemukan pada berbagai macam iklim yang jauh lebih beragam dibandingkan dengan jenis tanaman lain, sehingga tidak mengherankan bila sifat tanah sawah sangat beragam sesuai dengan sifat tanah asalnya (Hardjowigeno *et al.* 2004).

Menurut Biro Pusat Statistik (2014) menyatakan bahwa luas lahan sawah di Indonesia sekitar 8.132.345 ha dari total luas lahan tersebut sebagian besar terkonsentrasi di Pulau Jawa yang meliputi Jawa Barat seluas 925.565 ha, Jawa Tengah seluas 1.101.851 ha dan terluas di Jawa Timur mencapai 1.152.875 ha; sedangkan sisanya di Banten 191.020 ha dan D.I. Yogyakarta 71.868 ha. Lahan sawah di Pulau Jawa menghadapi tantangan yang berat, misalnya terjadinya alih fungsi lahan dari lahan sawah menjadi lahan non sawah, baik untuk perumahan, jalan, industri, dan kegiatan ekonomi lainnya. Alih fungsi lahan sawah tersebut terjadi pada lahan sawah yang terletak pada lokasi yang cukup strategis di sekitar jalur utama perekonomian.

Luas kepemilikan lahan sawah di Indonesia relatif sempit hanya sekitar 0,3 ha per keluarga petani. Luas kepemilikan lahan

sawah petani Indonesia lebih sempit dibandingkan dengan Thailand yang luas kepemilikan lahan oleh petani sebesar 3 ha, sedangkan bila mengacu ke Eropa rata-rata 50 ha per keluarga petani. Salah satu faktor yang membuat produk pertanian Indonesia sulit bersaing dengan produk pertanian dari negara lain adalah sempitnya luas kepemilikan lahan pertanian oleh petani (<http://agrofarm.co.id/read/pertanian/747/luas-kepemilikan-lahan-petani-indonesia-kalah-dengan-thailand/#.VYtnQEb3Zf4>)

## 1.2 Produktivitas Lahan Sawah

Tingkat produktivitas padisawah di Indonesia bervariasi tergantung jenis tanah dan tingkat pengelolaannya. Produktivitas lahan sawah terendah 27,81 ku/ha di Bangka Belitung dan tertinggi 59,53 ku/ha di Jawa Barat, dengan rata-rata produktivitas padi nasional 51,52 ku/ha pada tahun 2013 (BPS 2014). Dalam 3 tahun terakhir terjadi peningkatan produktivitas padi sawah nasional dari 49,80 ku/ha pada tahun 2011 meningkat menjadi 51,36 ku/ha pada tahun 2012 dan melandai sekitar 51,52 ku/ha pada tahun 2013.

Tingkat produktivitas padi sawah mengalami *leveling off*/stagnan mulai tahun 1990an. Artinya peningkatan *input*, terutama pupuk N,P, K tidak lagi diikuti dengan peningkatan produktivitas yang nyata. Salah satu penyebab dari *leveling off* adalah pemberian pupuk yang tidak sesuai dengan ketersediaan hara tanah dan kebutuhan tanaman, atau yang akhir-akhir ini disebut pemupukan yang tidak berimbang. Untuk memperoleh tingkat produktivitas padi yang sama diperlukan *input* lebih banyak atau penambahan *input* yang banyak tidak diimbangi dengan penambahan hasil padi secara proporsional (Setyorini *et*

a/. 2004).Jerami padi/sisa panen sebagian besar dibakar, atau diangkut keluar untuk pakan ternak, bahan baku budi daya jamur, dan keperluan industri.Apabila keadaan ini terus berlanjut dapat menyebabkan terjadinya penurunan kadar bahan organik tanah sawah, ketidakseimbangan hara dalam tanah, dan penurunan tingkat kesuburan tanah. Jerami selain sebagai sumber bahan organik, juga sebagai sumber hara bagi tanaman, utamanya hara kalium.

## II. LAHAN SAWAH TERDEGRADASI

Degradasi tanah adalah proses terganggunya salah satu atau lebih fungsi lingkungan/hidrologi yang melekat pada tanah. Fungsi tersebut meliputi tanah sebagai sarana penghasil biomassa, penyaring, penyangga, pentransformasi (air, hara, polutan), habitat hayati, dan sumber genetik (<http://www.unescap.org/stat/envstat/stwes-04.pdf>). Menurut International Soil Reference and Information Center (ISRIC) 46,4% tanah di Asia telah terdegradasi dan mengalami penurunan produktivitas, karena telah mengalami kemunduran fungsi biologis tanah. Sebesar 15,1% tanah tersebut tidak bisa lebih lama dipakai sebagai tanah pertanian, karena telah kehilangan fungsi biologisnya (<http://www.goodplanet.info/eng/Pollution/Soils/Soil-degradation/%28theme%29-1662>).

Menurut FAO (1977) lahan kritis diartikan juga sebagai lahan terdegradasi, yaitu tanah telah mengalami penurunan kemampuan tanah secara aktual maupun potensial untuk memproduksi barang dan jasa. Arsyad (1989) menyamakan antara degradasi tanah dengan kerusakan tanah yaitu hilang atau menurunnya fungsi tanah sebagai matrik tempat akar tanaman berjangkar dan air tanah tersimpan serta tempat unsur-unsur hara yang dibutuhkan tanaman.

Di Indonesia Luas lahan sawah terdegradasi mencapai 4.477.459 ha, dimana seluas 1.777.679 ha mengalami degradasi berat dan sisanya terdegradasi ringan-sedang. Lahan sawah terdegradasi dicirikan oleh penurunan produktivitas tanah, kandungan C-organik dan unsur-unsur hara makro, seperti P dan K, serta berubahnya lapisan bidang olah menjadi dangkal

(Mulyani *et al.* 2012). Luasnya lahan sawah terdegradasi bisa mengganggu target pencapaian swasembada beras, dan pencapaian surplus 10 juta ton beras pada tahun 2014 dan tahun berikutnya. Teknologi pemulihan lahan sawah terdegradasi dengan memanfaatkan sumberdaya pertanian perlu dilakukan untuk mempertahankan keberlangsungan produktivitas tanah yang tinggi. Teknologi tersebut antara lain dengan penerapan pemupukan berimbang, mengintensifkan penggunaan jerami dan berkesinambungan (Sukristiyonowibowo *et al.* 2013).



Gambar 1. Pembakaran limbah jerami di lahan sawah P. Lombok, Nusa Tenggara Barat

### **2.1 Indikator Lahan Sawah Terdegradasi**

Pembangunan pertanian konvensional tidak menjamin keberlanjutan program pembangunan pertanian. Atmojo (2006) mengemukakan bahwa setelah lebih dari 30 tahun menerapkan pembangunan pertanian nasional, diketahui beberapa indikator yang memprihatinkan dari degradasi lahan yakni :

1. Tingkat produktivitas lahan menurun.
2. Tingkat kesuburan lahan merosot.
3. Konversi lahan pertanian semakin meningkat.

4. Luas dan kualitas lahan kritis semakin meluas.
5. Tingkat pencemaran dan kerusakan lingkungan pertanian meningkat.
6. Daya dukung lingkungan merosot.
7. Tingkat pengangguran di pedesaan meningkat.
8. Daya tukar petani berkurang.
9. Penghasilan dan kesejahteraan keluarga petani menurun.
10. Kesenjangan antar kelompok masyarakat meningkat.

Pencemaran pada lahan sawah umumnya disebabkan oleh limbah industri dan aktivitas budidaya yang menggunakan bahan-bahan agrokimia seperti pupuk dan pestisida yang kurang terkendali. Pada masa Revolusi Hijau (1970-1980) telah berhasil merubah pola pertanian dunia secara spektakuler, yaitu dengan penggunaan agrokimia, baik berupa pupuk kimia maupun obat-obatan (insektisida). Dampak yang dirasakan dari Revolusi Hijau tersebut menghasilkan produksi pangan meningkat dengan tajam, namun dampak negatif dari penggunaan agrokimia terus-menerus menyebabkan pencemaran air, tanah, penurunan hasil pertanian, gangguan kesehatan petani, menurunnya keanekaragaman hayati, ketidak berdayaan petani dalam pengadaan bibit, pupuk kimia, dan dalam menentukan komoditas yang akan ditanam (Atmojo 2006).

#### *a. Perubahan Sifat Kimia Tanah*

Akibat pengelolaan hara yang kurang tepat disentra-sentra produksi padi, pembakaran jerami sisa panen atau diangkut keluar lahan pertanian dalam jangka panjang dapat menurunkan kadar bahan organik tanah sawah. Hasil kajian Kasno *et al.* (2003) menunjukkan bahwa sekitar 65% tanah sawah di Indonesia berkadar C-organik di bawah batas kritis (<2%), dan hanya 35%

yang berkadar C-organik > 2 %, inipun terjadi pada lahan sawah yang bergambut. Hasil kajian Balai Penelitian Tanah (2009) menunjukkan 49,5% lahan sawah beririgasi teknis di Kab. Karawang mempunyai kadar bahan organik rendah dan rendah-sedang, 30,6% lahan sawah berkadar bahan organik sedang-tinggi dan tinggi, serta sisanya (19,9%) berkadar bahan organik sedang.

Fox dan Kamprath (1972) menyatakan bahwa penggunaan varietas unggul disertai pemupukan anorganik takaran tinggi dalam jangka panjang dapat menyebabkan unsur-unsur hara lain dan unsur makro sekunder dan mikro ikut terkuras. Pengelolaan lahan tanpa mengindahkan kaidah-kaidah cara pengelolaan yang benar dan tepat akan mempercepat terjadinya degradasi lahan/tanah yang ditunjukkan dengan menurunnya tingkat produktivitas tanaman khususnya padi sawah.

#### *b. Perubahan Sifat Fisika Tanah*

Perubahan sifat fisik tanah terjadi sebagai akibat dari pengelolaan lahan secara intensif tanpa memperhatikan kaidah-kaidah pengolahan tanah yang benar. Pada lahan sawah intensifikasi degradasi lahan dicirikan terjadinya perubahan sifat fisik tanah seperti pendangkalan lapisan olah, tanah menjadikeras akibat pemadatan yang menyebabkan tanah berat apabila diolah. Selain itu terbentuk lapisan padas yang dangkal, sehingga perakaran padi terganggu.

Degradasi sifat fisik tanah pada umumnya disebabkan karena memburuknya struktur tanah. Penurunan kestabilan agregat tanah berkaitan dengan penurunan kandungan bahan

organik tanah, aktivitas perakaran dan mikroorganisme tanah. Penurunan ketiga agen pengikat tanah tersebut, selain menyebabkan agregat tanah mudah pecah juga menyebabkan terbentuknya kerak di permukaan tanah (*soil crusting*) yang mempunyai sifat padat dan keras bila kering. Upaya perbaikan degradasi sifat fisik tanah ditujukan pada perbaikan struktur tersebut (Suprayogo *et al.* 2001).

### *c. Perubahan Sifat Biologi Tanah*

Salah satu indikator tanah subur adalah aktivitas mikrobiologi dalam tanah dapat berkembang dengan baik. Mikroba dalam melakukan proses dekomposisi bahan organik akan melepaskan zat-zat hara ke dalam larutan dalam tanah dan menjadikan bahan organik menjadi bentuk yang lebih sederhana dan bersifat koloid. Pada areal pertanian yang tingkat pengelolaan bahan agrokimia (pupuk dan pestisida) intensif biasanya tidak terkontrol atau cenderung berlebihan. Penggunaan agrokimia yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya degradasi di lahan-lahan pertanian. Pestisida seringkali mengandung logam berat yang bersifat toksik bagi tanaman dan pencemar bagi tanah dan air. Dampak penggunaan agrokimia berlebihan dapat menurunkan kualitas lahan dan hasil pertanian serta gangguan kesehatan petani. Pada lahan yang terdegradasi, secara biologi sangat tidak menguntungkan bagi lingkungan hidup organisme karena berdampak terhadap menurunnya kelimpahan organisme dan keanekaragaman hayati yang pada akhirnya berdampak pada sifat tanah yang lain (<https://novakusuma.wordpress.com/2012/04/06/degradasi-lahan/>). Menurut Lal (2000) degradasi terhadap biologi yang berhubungan dengan menurunnya kualitas



dan kuantitas bahan organik tanah, aktivitas biotik, dan keragaman spesies fauna tanah.

### **III. TEKNIK PENGAMBILAN CONTOH TANAH PADA LAHAN SAWAH TERDEGRADASI**

Secara umum tanah mempunyai fungsi sebagai tempat tegaknya/berdirinya tanaman, sebagai pemasok kebutuhan hara dan air untuk pertumbuhan tanaman. Tanah berperan penting dalam menentukan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Tingkat kesuburan tanah dapat diketahui melakukan analisis tanah di laboratorium. Tingkat kesuburan dapat digolongkan pada rendah, sedang dan tinggi. Contoh tanah dianalisis di laboratorium harus dapat mempresentasikan dari areal lahan yang akan diteliti.

Pengambilan contoh tanah merupakan tahapan terpenting di dalam kegiatan penelitian tanah. Analisis kimia dari contoh tanah yang diambil diperlukan untuk mengukur kadar hara, menetapkan status hara tanah dan dapat digunakan sebagai petunjuk penggunaan pupuk dan kapur secara efisien, rasional, dan menguntungkan. Hasil analisis tanah tidak akan berarti apabila contoh tanah yang diambil tidak mewakili areal yang diteliti karena tidak dilakukan dengan cara benar. Oleh karena itu pengambilan contoh tanah merupakan tahapan terpenting di dalam penelitian.

#### **3.1 Pengambilan Contoh Tanah Komposit**

Pentingnya tingkat kepercayaan contoh tanah sangat ditentukan pada saat pengambilan contoh tanah di lapangan, oleh karena itu cara pengambilan contoh tanah harus mengikuti prosedur

baku dan handal sehingga contoh tanah komposit yang diambil memiliki tingkat kepercayaan dan keterwakilan yang tinggi terhadap areal yang ditentukan. Pengambilan dan persiapan contoh tanah atau tanaman adalah merupakan tahap kegiatan yang amat penting dalam keseluruhan kegiatan analisis. Kesalahan yang dilakukan dalam tahap ini umumnya berkisar 87,8% dari kesalahan total analisis (<http://surveyortanah.blogspot.com/2008/12/cara-pengertian-waktu-pengambilan.html>). Oleh karena itu, kekeliruan dalam pengambilan contoh tanah atau tanaman membuat hasil analisis, dan data yang dihasilkan tidak ada artinya. Ketepatan dan ketelitian penggunaan metode analisis yang terbaik sekalipun, apabila pengambilan dan persiapan contoh tidak benar menyebabkan data yang dihasilkan tidak ada artinya.

Contoh tanah yang diambil merupakan komposit yaitu gabungan dari contoh-contoh individu atau subsampel yang diambil pada lapisan olah dengan kedalaman tertentu. Umumnya untuk kepentingan evaluasi kesuburan tanah untuk tanaman pangan biasanya diambil pada kedalaman 0-20 cm atau 0-30 cm. Contoh tanah untuk tanaman tahunan biasanya diambil pada dua kedalaman yaitu 0-20 cm dan 20-40 cm.

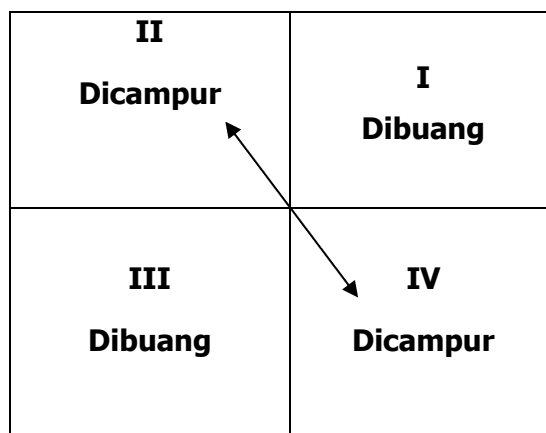
Pengambilan contoh tanah dapat dilakukan sesuai kebutuhan yang diinginkan, semakin intensif pengelolaan lahan maka perubahan atau dinamika hara dalam tanah semakin cepat berubah. Pengambilan contoh yang dilakukan waktu yang terlalu dekat tidak dianjurkan seperti setiap musim karena tidak ekonomis. Pengambilan contoh tanah idealnya dengan tujuan mengevaluasi status kesuburan tanah dapat dilakukan minimal setiap 2 tahun sekali. Lahan-lahan yang pengelolaannya tidak

intensif dapat dilakukan pengambilan contoh sekitar 4 tahun sekali. Pelaksanaan *sampling* tanah yang baik adalah pada saat kondisi tanah dalam keadaan kapasitas lapang pada lahan kering dan saat setelah panen pada lahan sawah.

Beberapa jenis contoh tanah yaitu 1) *tanah bulk*, tanah yang diambil untuk kepentingan percobaan di *green house*/rumah kaca. Contoh tanah biasanya diambil pada kedalaman lapisan olah  $\pm$  20 cm, jumlah contoh yang diambil tergantung keperluan penelitian yang akan dilaksanakan; 2) *tanah utuh*, diambil menggunakan ring sample untuk mengukur sifat fisika tanah, kedalaman contoh yang diambil disesuaikan berdasarkan keperluan, dapat dilakukan satu, dua atau tiga kedalaman (0-15 cm, 15-30 cm, atau 30-45 cm); dan 3) *tanah komposit*, diambil untuk menilai tingkat kesuburan tanah yaitu: tekstur, pH, C-organik, N-total, P- dan K-potensial, P-tersedia, Kation dapat tukar (Ca, Mg, K, dan Na), Kapasitas Tukar Kation (KTK), Kejenuhan Basa (KB), Al- dan H<sub>dd</sub>). Kedalaman yang diambil untuk lahan sawah terdegradasi pada lapisan olah 0-20 cm dan 20-40 cm.

Contoh tanah komposit yang berasal dari 10 anak contoh/subsampil setelah diaduk merata dalam ember plastik kemudian diletakkan pada hamparan atau diambil dan diaduk merata sampai homogen. Untuk mempermudah pengiriman contoh perlu dikurangi sampai  $\frac{1}{2}$  - 1 kg per contoh. Dalam memperkecil ukuran contoh metode yang dilakukan dengan cara *quatering* yaitu memperkecil ukuran dengan cara membagi empat bagian contoh tanah menjadi empat *quadran* (Gambar 1). Contoh tanah komposit setelah diaduk dalam dihamparkan pada lembaran plastik. Setelah dibagi empat bagian, contoh

tanah komposit yang terletak berlawanan yaitu *quadran* II dan IV dicampur, sedangkan contoh tanah komposit pada *quadran* I dan III dibuang. Contoh tanah dari *quadran* II dan IV setelah dicampur merata, dilakukan lagi pembagian secara *quatering*, sehingga diperoleh jumlah contoh tanah komposit yang lebih sedikit. Proses *quatering* dapat dilakukan berulang-ulang sehingga diperoleh contoh komposit dengan volume atau berat yang diinginkan.



Gambar 1. Mengurangi volume contoh tanah komposit secara *Quartering*

Hal yang perlu diperhatikan dalam pengambilan contoh tanah komposit:

1. Hindari mengambil contoh tanah dari galengan, selokan, bibir teras, tanah tererosi sekitar rumah dan jalan, bekas pembakaran sampah/sisa tanaman/jerami, bekas penimbunan pupuk, kapur dan bahan organik, dan bekas penggembalaan ternak.

2. Permukaan tanah yang akan diambil contohnya harus bersih dari rumput-rumputan, sisa tanaman, bahan organik/ serasah, dan batu- batuan atau kerikil.
3. Alat- alat yang digunakan bersih dari kotoran-kotoran dan tidak berkarat. Kantong plastik yang digunakan sebaiknya masih baru, belum pernah dipakai untuk keperluan lain.

Persiapan contoh tanah untuk keperluan analisis di laboratorium perlu ditangani secara baik untuk menghindari terjadinya kontaminasi. Kontaminasi dapat terjadi pada saat penjemuran ataupun pada saat penggilingan. Untuk menghindari terjadinya kontaminasi dalam *prosesing* contoh tanah perlu penanganan yang baik dan hati-hati. Persiapan contoh tanah sebagai awal sebelum contoh dianalisis di laboratorium terdiri atas beberapa tahapan kegiatan:

1. Contoh tanah dari lapangan biasanya dalam keadaan basah/melumpur terutama yang berasal dari lahan sawah atau kandungan kadar air masih tinggi dari lahan kering sehingga tidak dapat dilakukan proses penggilingan.
2. Contoh-contoh tanah komposit sebelum digiling terlebih dahulu dikeringanginkan dan tidak boleh langsung terkena sinar matahari.
3. Contoh tanah ditumbuk atau digiling menggunakan alat mekanik selanjutnya disaring menggunakan ayakan dengan diameter lubang saringan 1mm.
4. Contoh tanah yang sudah halus dicampur secara merata selanjutnya diambil sebanyak 250 gram, kemudian dimasukkan kedalam kantong plastik selanjutnya siap untuk dianalisis.

### 3.2 Pengambilan Contoh Tanah Fisika

Contoh tanah untuk analisis fisika tanah umumnya menggunakan tabung (ring), agar contoh tanah tersebut tidak terganggu, namun ada juga contoh tanah diambil secara terganggu. Contoh tanah tidak terganggu (*undisturbed soil sample*) digunakan untuk menetapkan jenis analisis BD, struktur pori, Porositas, pF, permeabilitas dan agregat tanah. Contoh tanah yang tidak terganggu digunakan untuk menetapkan jenis analisis tekstur, plastisitas, dispersi, perkolasi dan lain-lain. Empat hal yang perlu diperhatikan dalam pengambilan contoh tanah, antara lain: 1) waktu pengambilan contoh tanah, seperti contoh tanah diambil pada musim hujan atau kemarau; sebelum atau sesudah pengolahan tanah dan sebagainya; 2) kedalaman contoh tanah; 3) tempat pengambilan, seperti pada di dalam atau di antara barisan tanaman. Sifat-sifat fisik tanah yang dapat ditetapkan di laboratorium mencakup berat volume (BV), berat jenis partikel (PD = *particle density*), tekstur tanah, permeabilitas tanah, stabilitas agregat tanah, distribusi ukuran pori tanah termasuk ruang pori total (RPT), pori drainase, pori air tersedia, kadar air tanah, kadar air tanah optimum untuk pengolahan, plastisitas tanah, pengembangan atau pengerutan tanah (COLE = *coefficient of linear extensibility*), dan ketahanan geser tanah.

Contoh tanah yang diambil merupakan tahapan penting dalam penetapan sifat-sifat fisik tanah di laboratorium, sehingga hasilnya harus dapat menggambarkan keadaan sesungguhnya sifat fisik tanah di lapangan. Keuntungan penetapan sifat-sifat fisik tanah yang dilakukan di laboratorium dapat dikerjakan lebih cepat, dan dalam jumlah contoh tanah relatif lebih

banyak. Kerugiannya adalah contoh tanah yang diambil di lapangan bersifat destruktif, karena dapat merusak permukaan tanah, seperti terjadinya lubang bekas pengambilan contoh tanah (Gambar 2). Untuk itu pengambilan contoh tanah diharapkan jangan sampai merusak perakaran tanaman dan memperhatikan waktu pengambilan misalnya contoh tanah diambil pada saat sebelum tanam/perlakuan atau setelah panen.

Hasil analisis sifat fisik tanah sangat bervariasi, hal ini dapat dipengaruhi oleh keadaan pengolahan tanah dan drainase seperti yang terjadi pada lahan sawah terdegradasi. Penutupan tajuk tanaman dan penggunaan pembenah tanah dapat secara nyata berpengaruh terhadap hasil analisis sifat fisik tanah. Sebagai contoh pengolahan tanah adalah mencampur tanah, yang berarti cenderung mengurangi variasi berat isi tanah menurut ruang dan berubah menurut waktu akibat proses pemadatan. Salah satu hal yang penting dan perlu mendapatkan perhatian dalam pengambilan contoh tanah adalah ukuran dan jumlah contoh agar diperoleh tingkat keterwakilan yang memadai berdasarkan heterogenitas tanah.



Gambar 2. Pengambilan contoh tanah utuh, perlu dilakukan secara berkali-kali.

Porositas tanah adalah salah satu sifat fisik tanah yang memiliki heterogenitas tanah yang tinggi. Porositas tanah dapat berbeda dalam jarak, hanya beberapa sentimeter bahkan milimeter. Jika nilai porositas tanah ditetapkan berdasarkan volume contoh tanah yang kecil atau tidak memadai, maka sangat besar kemungkinannya nilai porositas yang ditetapkan terlalu kecil atau terlalu besar dari yang sebenarnya. Hal tersebut akan menyebabkan kesalahan dalam menginterpretasi berbagai aspek tanah yang berkaitan dengan pori tanah seperti perkolasi, pencucian, aliran permukaan, dan lain-lain. Volume dan jumlah contoh tanah yang terlalu besarpun tidak diinginkan karena akan menyulitkan dalam menanganinya yang akan mempengaruhi kualitas data. Volume dan jumlah contoh tanah yang sedikit adalah yang baik, namun hasil analisisnya mendekati kondisi sifat tanah sebenarnya, yang ditunjukkan oleh perbedaan yang kecil antara hasil pengukuran satu dan lainnya (Peck 1980).

Contoh tanah yang baik adalah tanah yang ada dalam tabung tetap seperti keadaan lapangan (tidak terganggu), maka perbandingan antara luas permukaan tabung logam bagian luar (tebal tabung) dan luas permukaan tabung bagian dalam tidak lebih dari 0,1. Perbandingan luas permukaan tabung bagian dalam dan tabung bagian luar dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{D_1^2 - D_d^2}{D_d^2} < 0,1$$

dimana:  $D_1$  adalah diameter tabung bagian luar;  $D_d$  adalah tabung bagian dalam



Dalam pengambilan contoh tanah untuk analisis sifat fisika tanah diperlukan teknik dengan cara yaitu: 1)ratakan dan bersihkan permukaan tanah dari rumput atau serasah;2)gali tanah sampai kedalaman tertentu (5-10 cm) di sekitar calon tabung tembaga diletakkan, kemudian ratakan tanah dengan pisau; 3)letakkan tabung di atas permukaan tanah secara tegak lurus dengan permukaan tanah, kemudian dengan menggunakan balok kecil yang diletakkan di atas permukaan tabung, tabung ditekan sampai tiga perempat bagian masuk ke dalam tanah; 4)letakkan tabung lain di atas tabung pertama, dan tekan sampai 1 cm masuk ke dalam tanah; 5)pisahkan tabung bagian atas dari tabung bagian bawah; 6)gali tabung menggunakan sekop, ujung sekop harus lebih dalam dari ujung tabung agar tanah di bawah tabung ikut terangkat;7) iris kelebihan tanah bagian atas terlebih dahulu dengan hati-hati agar permukaan tanah sama dengan permukaan tabung, kemudian tutuplah tabung menggunakan tutup plastik yang telah tersedia,kemudian iris dan potong kelebihan tanah bagian bawah dengan cara yang sama dan tutuplah tabung; 8)cantumkan label di atas tutup tabung bagian atas contoh tanah yang berisi informasi kedalaman, tanggal, dan lokasi pengambilan contoh tanah (Gambar 3).



Gambar 3. Tabung (ring) tembaga atau besi dengan tutup

Tanah sebagai media tumbuh mempunyai dampak terhadap pertumbuhan tanaman. Tanaman dapat tumbuh, tetapi



Gambar 4. Lahan sawah pada saat musim kemarau

pertumbuhannya tidak normal, tentu ada masalah yang terjadi pada tanah. Begitu juga sebaliknya tanaman dapat tumbuh dengan baik, karena tanah sebagai media tumbuh dapat menunjang pertumbuhan tanaman. Hal inilah yang perlu diperhatikan dalam

pengambilan contoh tanah sifat fisika tanah pada lahan sawah terdegradasi. Masalah yang timbul dalam lahan sawah adalah pengolahan tanah, lapisan kedap, dan masalah infiltrasi. Tanah memadat, apabila kering terjadi retak (Gambar 4), sehingga mengganggu pertumbuhan akar. Selain itu terjadinya lapisan kedap yang dangkal akibat pengolahan tanah, sehingga mengganggu perkembangan akar tanaman. Penetapan sifat fisika tanah yang diperlukan adalah BD, pF, dan permeabilitas serta pengukuran infiltrasi tanah. Pengambilan contoh tanah dilakukan pada saat tanaman padi menjelang panen. Hal ini dilakukan agar tanah tidak terganggu akibat kegiatan panen yang menyebabkan terjadinya pemadatan tanah.

### **3.3 Pengambilan Contoh Tanah untuk Analisis Biologi Tanah**

Berbagai jenis mikrobtanah telah diketahui bermanfaat bagi kesuburan tanah dan tanaman seperti mikrob penambat  $N_2$ , pelarut P, dan penghasil hormon pertumbuhan. Di dalam tanah, keadaan mikrob sangat beragam baik jumlah jenis, kepadatan populasi, maupun aktivitasnya. Keanekaragaman ini berkaitan dengan perbedaan kandungan dan jenis bahan organik, kadar air, jenis penggunaan tanah, tingkat pengelolaan tanah, dan kandungan senyawa pencemar. Dengan pertimbangan keanekaragaman ini, metode pengambilan contoh tanah yang akurat sangat diperlukan agar waktu, tenaga, dan biaya yang dicurahkan lebih efektif dan efisien. Terlalu banyak contoh merupakan pemborosan, tetapi bila jumlah contoh tidak cukup, informasi yang diperoleh bisa tidak bermanfaat. (Husen 2004). Untuk mengetahui gambaran dari keadaan sesungguhnya kesehatan dan kualitas tanah di lapangan diperlukan teknik pengambilan contoh tanah yang tepat, karena cara pengambilan contoh tanah akan sangat berpengaruh terhadap hasil analisis.

Pengambilan contoh tanah untuk analisis biologi tanah dapat dilakukan dengan cara: 1) sistematis; 2) random/acak; 3) komposit; dan 4) bebas, tergantung pada tujuan dan sasaran yang ingin dicapai (Wollum 1994). Untuk contoh tanah lahan sawah terdapat dua contoh tanah yang dapat diambil, yakni contoh tanah non-rizosfir dan contoh tanah rizosfir.

#### 1. Contoh tanah non-rizosfir

Tanah non-rizosfir merupakan bagian tanah tanpa mengikutsertakan akar dan tanah yang melekat pada akar. Tempat pengambilan contoh tanah terlebih dahulu dibersihkan dari serasah. Semua contoh individu digabung dan

dicampur merata di dalam ember plastik bersih. Sebanyak  $\pm$  100 gr tanah diambil dan dimasukkan ke dalam kantong plastik atau botol, kemudian diberi label.

## 2. Contoh tanah rizosfir

Rizosfir didefinisikan sebagai porsi tanah yang langsung dipengaruhi oleh akar tanaman. Batas rhizosfir dimulai dari permukaan akar sampai ke batas dimana akar tidak lagi mempengaruhi kehidupan mikrob. Pengambilan contoh tanah rizosfir dilakukan dengan cara menggali tanah di sekitar perakaran secara perlahan-lahan menggunakan sekop, atau sendok tanah atau spatula. Akar dipisahkan dari bongkahan tanah besar dan membiarkan sebanyak mungkin tanah yang melekat pada akar (Gambar 5).



Gambar 5. Pengambilan contoh tanah di lahan sawah (a) dan contoh tanah rizosfir padi sawah (b) (Foto: Ety Pratiwi)

### Peralatan yang diperlukan

- ☐ Sekop atau sendok tanah

- ☐ Bor tanah
- ☐ Kantong plastik contoh atau botol selai
- ☐ Pisau/gunting
- ☐ Ember atau baskom plastik
- ☐ Kotak es
- ☐ Alkohol 90-95%
- ☐ Kertas/karton label
- ☐ Selotip

Bahan dan peralatan yang akan digunakan harus dalam kondisi bersih dan steril. Sterilisasi alat dapat dilakukan dengan mencuci peralatan menggunakan air bersih, kemudian dibilas atau diusap dengan kapas beralkohol dan dievaporasi dengan nyala api.

Baik contoh tanah non-rizosfir atau pun contoh tanah rizosfir diambil dari beberapa titik sebagai subsampel, pada kedalaman tertentu (misal 0 - 20 cm). Contoh tanah untuk analisis biologi dimasukkan ke dalam kantong plastik, tidak diikat rapat, dan diberi label. Selama pengangkutan hingga analisis dilakukan tanah disimpan ke dalam kotak es atau termos berisi es pada suhu 4-15 °C agar tanah tidak cepat kering dan terhindar dari suhu tinggi (Gambar 6). Untuk menghindari kontaminasi dengan contoh tanah komposit berikutnya, semua peralatan yang digunakan dicuci dengan air dan disterilkan kembali. Ukuran (berat atau volume) tiap contoh tanah yang diperlukan untuk analisis mikrob cukup kira-kira 100 gram tanah/contoh.



Gambar 6. Penempatan contoh tanah di kantong plastik dan penyimpanannya di dalam termos berisi es (Foto: Etty Pratiwi dan Edi Husen)

Contoh tanah dikemas menggunakan kantong plastik, kemudian diberi label yang berisikan informasi tentang: 1) lokasi; 2) tanggal pengambilan; 3) rizosfir dari tanaman yang diambil; dan 4) catatan lain yang dianggap perlu (antara lain ketinggian, jenis tanaman termasuk indikasi geografis, atau iklim mikro setempat). Label ditempatkan di dalam atau di luar kantong plastik. Jika label dimasukkan ke dalam kantong plastik bersamaan dengan dimasukkannya contoh tanah, maka label dalam ini perlu dibungkus dengan kantong plastik kecil, agar informasi yang telah tercatat tidak hilang karena terganggu oleh kelembapan air tanah. Masing-masing contoh tanah dicatat secara rinci dan tidak boleh tercampur satu sama lain dan tidak mengalami perubahan apapun selama dalam perjalanan.

#### *Penyimpanan*

Analisis mikrob dari suatu contoh tanah harus dilakukan secepat mungkin untuk mengurangi pengaruh penyimpanan terhadap populasi mikrob. Penyimpanan contoh tanah untuk analisis mikrob tidak dianjurkan. Namun apabila jumlah contoh terlalu banyak dan tidak memungkinkan untuk segera memproses dan menganalisisnya, maka sebagian contoh dapat disimpan pada kondisi yang sesedikit mungkin terjadinya perubahan. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa tekstur tanah, kandungan air awal, dan suhu penyimpanan berpengaruh terhadap

parameter biomassa dan aktivitas mikrob (Foster 1980). Contoh tanah yang disimpan pada suhu 2 - 4°C dapat bertahan selama 3 bulan (Stotzky *et al.* 1962).

### *Pengukuran Mikrob Tanah*

Pengukuran atau penetapan mikrob tanah dilakukan menggunakan metode agar tuang atau *plate count* pada media selektif (Tabel 1).

Tabel 1. Media selektif untuk menetapkan populasi mikrob

No.	Jenis Mikrob	Media Selektif	Metode
1	Total bakteri	Tryptone Soya Agar atau Nutrient Agar	Teknik cawan sebar
2	Total fungi	Potato Dextrose Agar + Congo red	Teknik cawan sebar
3	Total <i>Actinomycetes</i>	Actinomycetes Isolation Agar	Teknik cawan sebar
4	Total mikrob pelarut P	Pikovskaya Agar	Teknik cawan sebar
5	Total mikrob selulolitik	Carboxymethylcellulose (CMC) Agar	Teknik cawan sebar
6	Total <i>Azospirillum</i> sp.	N-free Bromthymol Blue Semi Solid Agar	<i>Most Probable Number</i>
7	Total yeast	Yeast Extract Peptone Dextrose (YPD) Agar	Teknik cawan sebar

### *Pengukuran Jumlah Mikrob Tanah*

Alat dan bahan:

- a. Tabung reaksi
- b. Cawan Petri berisi mediaselektif
- c. *Colony counter*
- d. *Micro tip*
- e. Pipet mikro
- f. Akuades steril

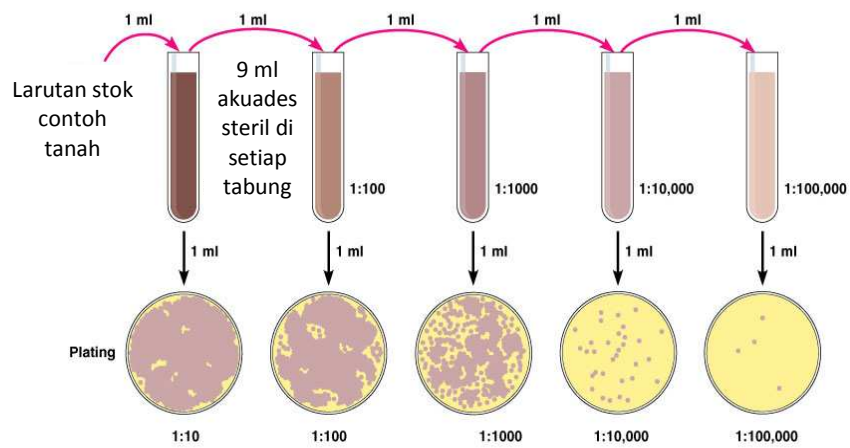
#### *Cara Penghitungan Mikrob*

- a. Timbang contoh tanah sebanyak 1 gram, lalu dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer berisi 99 ml akuadessteril sebagai larutan induk (*stock solution*) lalu dikocok hingga tercampur.
- b. Siapkan tabung reaksi untuk ulangan dan pengencer larutan tanah induk. Tuangkan 1 ml larutan dari larutan induk ke dalam tabung reaksi yang telah berisi 9 ml akuades steril, setelah itu berturut-turut pada tabung reaksi berikutnya ditambahkan 1 ml larutan dan mencapai volume akhir 10 ml dengan menambahkan akuades steril dengan tingkat pengenceran  $10^2$ ,  $10^3$ ,  $10^4$ ,  $10^5$ , dan  $10^6$  (Gambar 7).
- c. Secara aseptik sebanyak 0,1 ml setiap pengenceran dituang dan disebar di atas cawan Petri berisi media selektif (Tabel 1 dan Gambar 8), lalu diinkubasi pada suhu ruang ( $28 \pm 2^\circ\text{C}$ ) atau di inkubator selama 2-5 hari sampai terlihat koloni mikrob.
- d. Koloni dihitung menggunakan alat *colony counter*

Jumlah bakteri, *yeast*, fungi, *Actinomycetes*, mikrob pelarut P dan mikrob selulolitik dicatat sebagai satuan pembentuk koloni



atau *colony forming unit* (cfu) per g tanah, sedangkan jumlah *Azospirillum* dicatat sebagai MPN/g tanah.



Gambar 7. Serial pengenceran untuk penghitungan mikrob dari contoh tanah (Sumber: <http://classes.midlandstech.edu/carterp/courses/bio225/chap06/Microbial%20Growth%20ss5.htm>)

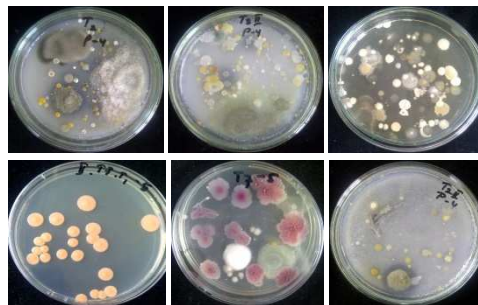


a]

[b]



[c]



[d]

Gambar 8. Tahap-tahap penghitungan populasi mikrob dari contoh tanah (Foto: Etty Pratiwi)

- a. Penimbangan contoh tanah untuk serial pengenceran
- b. Pengenceran dan *plating* contoh tanah yang telah diencerkan pada media padat
- c. Cawan Petri diinkubasi di dalam inkubator
- d. Jenis-jenis mikrob yang tumbuh pada media padat di cawan Petri

## **IV. PENGELOLAAN LIMBAH PERTANIAN *INSITU***

### **4.1 Pengembalian Sisa Tanaman**

Pengelolaan lahan sawah terutama intensifikasi saat ini tidak memberi kesempatan lahan untuk memulihkan kesuburan tanah. Tanah sawah dipacu agar indek pertanaman (IP) bisa menjadi 3 kali. Artinya tanaman padi bisa ditanam pada lahan sawah 2-3 kali setahun. Waktu yang diperlukan untuk persiapan tanam terbatas, apalagi untuk pengomposan dan pemulihan aktivitas mikroba dalam tanah. Keadaan ini sudah terjadi di hampir semua areal lahan sawah intensifikasi. Program IP (indeks pertanaman) padi yang ditingkatkan dari IP-2 menjadi IP-3 pada areal lahan sawah yang cukup tersedia air, menyebabkan pengolahan lahan tanpa jeda waktu yang cukup. Ditinjau dari aspek target produksi tentu saja peningkatan IP sangat diperlukan untuk mencapai target produksi padi nasional. Apabila ditinjau dari aspek pengelolaan lahan yang berkelanjutan, tanah tidak diberi kesempatan untuk memulihkan kesuburannya secara alami, dan jangka panjang juga akan menyebabkan degradasi lahan.

Pengelolaan lahan yang baik adalah terjaganya tingkat kesuburan tanah yang dicirikan oleh tingkat produktivitas tanaman (padi) yang tetap tinggi dan berkelanjutan. Tingkat kesuburan tanah khususnya pada lahan sawah adalah pengelolaan lahan yang memperhatikan pengembalian unsur hara yang terangkut ke luar dan mengembalikannya baik dalam bentuk pupuk organik, atau pupuk anorganik dan menjaga agar sisa panen tidak terangkut ke luar dari lahan sawah.

Pemberian bahan organik dalam bentuk pupuk kandang, pengembalian sisa panen dalam bentuk jerami segar atau yang

sudah dikomposkan merupakan suatu tindakan yang perlu dilakukan untuk tetap mempertahankan kesuburan tanah. Pentingnya pengembalian bahan organik atau sisa tanaman setelah panen karena fungsi bahan organik dapat memperbaiki kesuburan tanah melalui perbaikan sifat fisik, sifat kimia dan menjaga agar aktivitas mikrobiologi di dalam tanah dapat terjaga dengan baik. Kandungan bahan organik yang tinggi dalam tanah akan memiliki kemampuan tanah menahan air yang tinggi (Gambar 9).

Jerami hasil panen cukup melimpah dan dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber kalium, sehingga dapat menghemat penggunaan pupuk kalium. Kandungan hara kalium dalam jerami berkisar 1,2-1,7% (Dobermann dan Fairhurst 2000 *dalam* Arafah dan Sirappa 2003). Apabila jerami kering sisa hasil panen rata-rata menghasilkan 5 t/ha, maka sumbangan kalium apabila jerami dikembalikan ke lahan sawah setara dengan 60-85 kg K/ha.



Gambar 9. Jerami sisa panen yang melimpah sebagai sumber bahan organik *insitu* yang belum dimanfaatkan

#### **4.2 Teknologi Pengomposan Jerami**

Secara alami bahan-bahan organik akan mengalami penguraian di alam dengan bantuan mikroba maupun biota tanah lainnya. Lebih dari 60% limbah organik terutama jerami terdiri atas selulosa yang relatif sulit dan lama untuk terombak menjadi kompos. Proses pengomposan limbah jerami yang terjadi secara alami dapat berlangsung sangat lama (sekitar 6 bulan) mengingat C/N ratio jerami padi tergolong tinggi, yakni lebih dari 50.

Pada prinsipnya teknologi pengomposan didasarkan pada proses penguraian bahan organik yang terjadi secara alami. Proses penguraian dioptimalkan sedemikian rupa sehingga pengomposan dapat berjalan dengan lebih cepat dan efisien. Untuk mempercepat proses pengomposan dapat menggunakan teknologi pengomposan yang mudah, praktis dan cepat, diantaranya menggunakan bioaktivator atau dekomposer. Bioaktivator merupakan formula inokulan dengan bahan aktif strain-strain terpilih dari mikroba-mikroba selulolitik yang telah diuji aktivitas enzim-enzimnya dalam merombak selulosa alami. Umumnya mikroba yang digunakan sebagai komponen bioaktivator adalah dari kelompok fungi selulolitik bermiselium, diantaranya *Trichoderma* sp., *Aspergillus niger*, dan *Chaetomium* sp. Aplikasi bioaktivator pada limbah jerami padi dapat mengurangi lamanya proses pengomposan, yang semula 6 bulan menjadi hanya sekitar 3 minggu atau bahkan 2 – 3 minggu.

Bioaktivator dapat dikemas dalam bentuk padat atau cair. Bioaktivator yang dikemas dalam bentuk padat umumnya menggunakan gambut atau kompos yang kaya bahan organik sebagai bahan pembawa, sedangkan bioaktivator cair menggunakan larutan yang banyak mengandung nutrisi

terutama gula (misalnya tetes tebu) sebagai bahan pembawa. Diharapkan melalui introduksi teknologi pengomposan jerami secara *insitu* ini diharapkan limbah jerami dapat diolah menjadi pupuk organik tanpa harus mengeluarkan banyak biaya.

#### **4.3 Faktor yang Mempengaruhi Pengomposan**

Setiap jenis organisme yang berperan dalam proses perombakan bahan organik membutuhkan kondisi lingkungan yang sesuai agar proses dekomposisi bahan berjalan dengan sempurna. Pada kondisi lingkungan yang sesuai, mikroorganisme dekomposer bekerja dengan baik sehingga akan menghasilkan kompos yang sempurna dan proses pengomposan akan berjalan cepat. Apabila kondisi lingkungan kurang sesuai atau tidak sesuai maka proses dekomposisi bahan organik akan berjalan lambat dan kompos yang dihasilkan tidak sempurna. Dengan demikian kondisi yang optimum untuk proses pengomposan sangat menentukan tingkat keberhasilan proses pengomposan. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses pengomposan antara lain:

##### *a. Rasio C/N bahan yang dikomposkan*

Rasio C/N bahan yang dikomposkan berkisar antara 30: 1 hingga 40:1. Mikroba membutuhkan senyawa C sebagai sumber energi dan menggunakan N untuk sintesis protein. Pada rasio C/N di antara 30 s/d 40 mikroba mendapatkan cukup C untuk energi dan N untuk sintesis protein. Apabila rasio C/N terlalu tinggi, mikroba akan kekurangan N untuk sintesis protein sehingga dekomposisi berjalan lambat.

Masalah utama dalam pengomposan terjadi jika rasio C/N bahan tinggi, terutama jika bahan yang mengandung kadar kayu tinggi (sisa gergajian kayu, ranting, ampas tebu, dsb). Untuk

menurunkan rasio C/N diperlukan perlakuan khusus, misalnya menambahkan mikroorganisme selulolitik (Toharisman *et al.* 1991) atau dengan menambahkan kotoran hewan karena kotoran hewan mengandung banyak senyawa nitrogen.

#### *b. Ukuran bahan yang dikomposkan*

Ukuran bahan yang dikomposkan akan menentukan cepat atau lambatnya proses pengomposan oleh mikroorganisme pendekomposisi. Bahan yang dikomposkan semakin kecil menyebabkan permukaan area lebih luas sehingga akan meningkatkan kontak antara mikroba dengan bahan sehingga proses dekomposisi akan berjalan lebih cepat. Ukuran bahan yang dikomposkan juga menentukan besarnya ruang antar bahan. Untuk meningkatkan luas permukaan dapat dilakukan dengan memperkecil ukuran bahan yang dikomposkan.

#### *c. Kondisi Aerasi*

Pada pengomposan secara aerob, proses dekomposisi bahan organik dapat berjalan dengan cepat/baik apabila kondisi lingkungannya cukup oksigen. Aerasi secara alami akan terjadi pada saat terjadi peningkatan suhu yang menyebabkan udara hangat keluar dan udara yang lebih dingin masuk ke dalam tumpukan kompos. Aerasi ditentukan oleh porositas dan kandungan air bahan (kelembapan). Apabila kondisi aerasi terhambat, maka yang terjadi adalah proses dekomposisi secara anaerob, sehingga akan menghasilkan bau yang tidak sedap. Selain itu untuk menciptakan kondisi aerasi yang baik dapat dilakukan dengan cara pembalikan atau mengalirkan udara di dalam tumpukan kompos.

#### *d. Porositas*

Porositas adalah ruang di antara bahan yang dikomposkan dalam tumpukan. Porositas dihitung dengan mengukur volume rongga dibagi dengan volume total. Rongga-rongga antara bahan ini akan diisi oleh air dan udara. Pada kondisi yang ideal, udara akan mensuplai oksigen untuk proses pengomposan. Apabila rongga dijenuhi oleh air, maka pasokan oksigen akan berkurang dan proses pengomposan juga akan terganggu.

#### *e. Kelembapan*

Kelembapan memegang peranan yang sangat penting dalam proses metabolisme mikroba dan secara tidak langsung berpengaruh pada suplai oksigen. Mikroorganisme dapat memanfaatkan bahan organik apabila bahan organik tersebut larut di dalam air. Kelembapan 40 - 60 % adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroba. Apabila kelembapan di bawah 40%, aktivitas mikroba akan mengalami penurunan dan akan lebih rendah lagi pada kelembapan 15%. Apabila kelembapan lebih besar dari 60%, hara akan tercuci, volume udara berkurang, akibatnya aktivitas mikroba akan menurun dan akan terjadi fermentasi anaerobik yang menimbulkan bau tidak sedap.

#### *f. Temperatur/suhu*

Panas dihasilkan dari aktivitas mikroba dalam proses dekomposisi. Terdapat hubungan langsung antara peningkatan suhu dengan konsumsi oksigen. Semakin tinggi temperatur akan semakin banyak konsumsi oksigen dan akan semakin cepat pula proses dekomposisi. Peningkatan suhu dapat terjadi dengan cepat pada tumpukan kompos. Temperatur yang berkisar antara



30 - 60°C menunjukkan aktivitas pengomposan yang cepat. Suhu yang lebih tinggi dari 60°C akan membunuh sebagian mikroba dan hanya mikroba termofilik saja yang akan tetap bertahan hidup. Suhu yang tinggi juga akan membunuh mikroba-mikroba patogen tanaman dan benih-benih gulma.

#### *g. pH kompos*

Proses pengomposan dapat terjadi pada kisaran pH yang lebar. pH yang optimum untuk proses pengomposan berkisar antara 6,5 sampai 7,5. pH kotoran ternak umumnya berkisar antara 6,8 hingga 7,4. Proses pengomposan sendiri akan menyebabkan perubahan pada bahan organik dan pH bahan itu sendiri. Sebagai contoh, proses pelepasan asam-asam organik, dapat menyebabkan penurunan pH (pengasaman), sedangkan produksi amonia dari senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen akan meningkatkan pH pada fase-fase awal pengomposan. pH kompos yang sudah matang biasanya mendekati netral.

#### *h. Kandungan Hara*

Kandungan P dan K juga penting dalam proses pengomposan dan biasanya terdapat di dalam kompos-kompos yang berasal dari kotoran ternak. Selama proses pengomposan hara tersebut akan dimanfaatkan oleh mikroba.

#### *i. Kandungan Bahan Berbahaya*

Beberapa bahan organik mungkin mengandung bahan-bahan yang berbahaya bagi kehidupan mikroba, biasanya bahannya dikomposkan berasal dari sampah kota. Logam-logam berat yang dianggap berbahaya yang tergolong B3 (beracun, berbau, berbahaya) yaitu Pb, Cd, As, Cr. Logam-logam berat

tersebutakan mengalami imobilisasi selama proses pengomposan.

*j. Lama pengomposan*

Waktu yang diperlukan dalam proses pengomposan bervariasi sangat tergantung pada jenis bahan yang dikomposkan, metode pengomposan yang dipergunakan dan dengan atau tanpa penambahan aktivator pengomposan. Secara alami pengomposan akan berlangsung cukup lama bisa mencapai lebih dari 3 bulan tergantung dari bahan yang dikomposkan. Dengan menggunakan bioktivor proses pengomposan dapat dipercepat hanya 2-3 minggu saja

### **3.4 Pengomposan Jerami**

*a. Pengomposan jerami padi dengan cara ditanamkan di lahan sawah*

- ☐ Jerami padi ditanamkan di lahan sawah, lalu ditaburi dengan bioaktivator (padat atau cair). Banyaknya bioaktivator padat yang digunakan adalah 2% dari berat bahan yang akan dibuat kompos, sedangkan dosis bioaktivator cair adalah sebanyak 1 liter untuk setiap ton jerami padi
- ☐ Jerami yang telah ditaburi dengan bioaktivator ini dibiarkan di lahan sawah sampai sekitar 3 minggu

*b. Pengomposan jerami padi insitu di lahan sawah*

- ☐ Jerami padi dikumpulkan di area pengomposan dan disusun lapis demi lapis (Gambar 10).



Gambar 10. Limbah jerami padi sisa hasil panen dikumpulkan di area pengomposan

- ☐ Jerami padi dibasahi dengan air hingga lembap, lalu ditaburi dengan bioaktivator. Banyaknya bioaktivator yang digunakan adalah 0,5 - 1,0% dari berat bahan yang akan dibuat kompos (Gambar 11).
- ☐ Bioaktivator ditaburkan secara merata di atas serasah, lapis demi lapis. Setiap lapis mempunyai ketebalan  $\pm$  25 cm.
- ☐ Penutupan limbah jerami (Gambar 12).



Gambar 11. Penyiraman dan pemberian bioaktivator pada limbah jerami padi



Gambar 12. Penutupan limbah jerami padi yang telah diberi bioaktivator menggunakan plastik

### ***c. Pengomposan jerami di luar lahan sawah***

Penetapan lokasi pengomposan jerami pada tegalan disekitar lahan sawah lebih baik dibandingkan dengan di lahan sawah karena tidak mengganggu saat pengolahan tanah sawah (Gambar 13). Selain itu proses pengomposan dengan cara ini akan menghasilkan kompos jerami dengan tingkat kematangan relatif lebih merata karena setiap lapisan jerami dapat diatur seragam ketebalannya.



Gambar 13. Pengomposan jerami pada lahan tegalan disekitar lahan sawah

Langkah-langkah pengomposan di luar lahan sawah:

- a. Berangkasan ditumpuk hingga mencapai ukuran  $\pm 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$ .
- b. Tumpukan tersebut ditutup dengan terpal/daun kelapa atau plastik untuk menjaga kelembapan dan menghindari paparan sinar matahari langsung.
- c. Pembalikan berangkasan dilakukan setiap minggu. Kompos dianggap matang bila brangkasan telah berubah warna, tekstur menjadi lebih remah, dan tidak bau. Syarat utama kompos matang yang diisyaratkan oleh SNI 9-7030-2004

([http://sisni.bsn.go.id/index.php?/sk\\_main/surat\\_keputusan/sksni/1/71](http://sisni.bsn.go.id/index.php?/sk_main/surat_keputusan/sksni/1/71)) adalah sebagai berikut (Gambar 14):

1. Nilai C/N rasio di bawah 20.
2. Suhu kompos sesuai dengan suhu tanah.
3. Berwarna kehitaman sesuai dengan warna tanah.
4. Berbau tanah.



brangkasan segar

kompos matang

Gambar 14. Ciri-ciri warna kompos yang masih mentah (kiri) dan kompos matang (kanan)



Gambar 15. Kompos jerami yang sudah matang dicirikan dengan volume yang menyusut dan berwarna kecoklat-coklatan

Beberapa cara sederhana untuk mengetahui tingkat kematangan kompos antara lain:

1. *Dicium*

Kompos yang sudah matang berbau seperti tanah dan harum. Apabila kompos tercium bau yang tidak sedap, berarti terjadi fermentasi anaerobik dan menghasilkan senyawa-senyawa berbau yang mungkin berbahaya bagi tanaman. Apabila kompos masih berbau seperti bahan mentahnya berarti kompos belum matang.

2. *Warna kompos*

Warna kompos yang sudah matang adalah coklat kehitam-hitaman. Apabila kompos masih berwarna hijau atau warnanya mirip dengan bahan mentahnya berarti kompos tersebut belum matang.

3. *Penyusutan*

Terjadi penyusutan volume/bobot kompos seiring dengan kematangan kompos. Besarnya penyusutan tergantung pada karakteristik bahan mentah dan tingkat

kematangankompos(Gambar 15).Penyusutan berkisar antara 20 – 40 %. Apabila penyusutannya masih kecil/sedikit,kemungkinan proses pengomposan belum selesai dan kompos belum matang.

#### 4. *Suhu*

Suhu kompos yang sudah matang mendekati suhu awal pengomposan. Suhu kompos yang masih tinggi, atau di atas 50°C, menandakan proses pengomposan masih berlangsung aktif.

#### 5. *Kandungan air*

Kompos yang sudah matang memiliki kandungan air maksimum 50%.

## **V. PEMULIHAN LAHAN SAWAH TERDEGRADASI DENGAN KOMPOS JERAMI**

Pemanfaatan bahan organik dalam sistem pertanian padi sawah merupakan faktor yang sangat penting. Bahan organik sangat diperlukan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Bahan organik dapat berfungsi (1) menyimpan air tersedia lebih banyak, mengurangi penguapan, membuat kondisi tanah mudah untuk pergerakan akar tanaman baik untuk tanah liat berat maupun tanah berpasir; (2) menyediakan hara makro dan mikro bagi tanaman dalam batas tertentu; (3) meningkatkan daya menahan kation (KTK) dan anion (KTA) sehingga hara tidak mudah hilang dari tanah; (4) menetralkan keracunan Al dan Fe; (5) dan sebagai media tumbuh mikroorganisme tanah, seperti organisme penambat N udara, pelarut P (Makarim dan Suhartatik 2006).

### **5.1 Perbaikan Sifat Kimia Tanah**

Bahan organik atau jerami dalam bentuk segar atau kompos apabila diberikan ke lahan sawah merupakan sumber C-organik dalam tanah, selain itu pemberian jerami dapat memberikan sumbangan hara makro maupun mikro walaupun jumlahnya relatif kecil apabila dibandingkan dengan pemberian pupuk anorganik. Fungsi bahan organik khususnya jerami di lahan sawah memiliki peranan penting dalam mempertahankan tingkat ketersediaan kalium dalam tanah sawah. Tingginya kandungan kalium dalam jerami merupakan sumber kalium yang dapat mengurangi penggunaan pupuk K yang bersumber dari pupuk anorganik.

Bahan organik juga dapat merubah sifat kimia tanah, yaitu melalui proses dekomposisi yang dilakukan oleh mikroba



yang memang selalu menempel pada bahan organik. Proses dekomposisi akan melepaskan zat-zat hara ke dalam larutan di dalam tanah dan juga menjadikan bahan organik menjadi bentuk yang lebih sederhana dan bersifat koloid. Kondisi ini akan meningkatkan kemampuan absorpsi tanah yang berkaitan juga dengan kapasitas tukar kation (KTK) tanah karena meningkatnya luas permukaan partikel tanah. Hal ini menjadikan tanah mempunyai kemampuan menyimpan unsur-unsur hara yang semakin baik, mengurangi penguapan nitrogen, maupun pencucian hara-hara kation lain.

Pengembalian jerami ke lahan sawah sebagai sisa panen dapat memperlambat pemiskinan K dan Si pada tanah sawah. Hasil penelitian Adiningsih (1984) mendapatkan pengembalian jerami setelah 4 musim dapat meningkatkan kadar C-organik, K dapat ditukar, Mg dapat ditukar, kapasitas tukar kation (KTK) tanah dan Si tersedia. Menurut Agus dan Widiyanto (2004) pengembalian jerami 4 t/ha ke lahan sawah dapat memberikan sumbangan hara yang terkandung didalamnya setara dengan 30 kg N, 2 Kg P, 93 kg K, 10 kg Ca, 6 kg Mg, 1 kg S, dan unsur mikro seperti Fe, Mn, Cu, Zn, Si, Cu, B, Cl, dan Cu.

## **5.2 Perbaikan Sifat Fisika Tanah**

Pemberian kompos jerami pada lahan sawah setelah musim tanam ke dua berpengaruh positif terhadap perbaikan sifat fisik tanah seperti perbaikan BD tanah terjadi penurunan dari 0,84 g/cc sebelum penelitian menjadi 0,71 g/cc setelah 2 kali panen. pemberian jerami padi ke lahan sawah baik dalam bentuk segar atau yang sudah dikomposkan dapat menurunkan BD tanah

rata-rata 15-23% sedangkan ruang pori total dan pori aerasi yang meningkat rata-rata 10% (Erfandi dan Nurjaya 2014).

Secara fisik bahan organik mampu mereduksi pemadatan tanah khususnya yang bertekstur liat akibat kelebihan kapur. Hal tersebut karena bahan organik memiliki sifat yang dapat memperbaiki agregat tanah sehingga mempengaruhi kemantapan agregat dan porositas tanah (<https://novakusuma.wordpress.com/2012/04/06/degradasi-lahan/>)

### **5.3 Perbaikan Sifat Biologi Tanah**

Jerami merupakan sumber bahan organik dalam tanah yang memiliki peranan penting terhadap aktivitas mikroba dalam tanah. Tanah merupakan tempat hidup yang paling ideal bagi bakteri karena mengandung bahan organik, anorganik, dan mineral yang berlimpah. Setiap elemen tanah memiliki jenis, populasi dan sifat genetik yang berbeda. Keanekaragaman mikroorganisme pada tanah : bakteri, algae, mold, protozoa, amuba, actinomycetes flagellata, dan ciliata.

Pemberian bahan organik dalam bentuk kompos jerami dapat meningkatkan jumlah populasi mikroba selulolitik (fungi dan bakteri) pada lahan sawah. Pada perlakuan kontrol (jerami tidak dikembalikan ke lahan) jumlah populasi fungi dan bakteri selulolitik *indigenous* rata-rata tergolong rendah, masing-masing hanya  $1,00 \times 10^2$  cfu/ g tanah dan  $2,00 \times 10^2$ . Setelah ditambahkan kompos, fungi dan bakteri selulolitik meningkat menjadi lebih dari  $10^4$  dan  $10^5$  cfu/g tanah. Populasi bakteri penambat  $N_2$ , populasi mikroba pelarut P dan MPN bakteri *Azospirillum* masing-masing adri  $2,00 \times 10^2$  cfu/g tanah;  $2,53 \times 10^6$  cfu/g tanah dan;  $2,4 \times 10^3$  MPN//g tanah masing-masing

meningkat menjadi  $1,71 \times 10^8$  cfu/g tanah;  $4,72 \times 10^7$  cfu/g tanah dan  $7,40 \times 10^4$  MPN/g tanah (Balai Penelitian Tanah, 2014). Peningkatan mikroba (khususnya fungi bermiselial seperti micorhiza, dll) akan meningkatkan kemantapan agregasi partikel-partikel penyusun tanah. Mikroba dan miseliana, yang berupa benang-benang, akan berfungsi sebagai perajut/perekat/glue antar partikel tanah. Dengan demikian menyebabkan struktur tanah menjadi lebih baik karena ketahanannya menghadapi tekanan erodibilitas (perusakan) tanah. Kemampuan merubah sifat biologi tanah ke arah positif sehingga meningkatkan populasi mikroba yang menguntungkan tanaman sehingga tanaman tumbuh sehat tanpa perlu pupuk buatan dan pestisida (<http://kebumaren.blogspot.com/2009/01/memahami-konsep-kesuburan-tanah.html>).

#### **5.4 Perbaikan produktivitas tanaman**

Pengelolaan lahan sawah yang benar mensyaratkan penggunaan pupuk organik dan anorganik secara proporsional sebagai sumber hara tanaman sehingga kebutuhan hara makro maupun mikro dapat terpenuhi. Pupuk organik mengandung hampir semua hara esensial sehingga selain dapat mensuplai hara makro, juga dapat menyediakan unsur mikro. Tanaman selama pertumbuhannya memerlukan 16 unsur hara makro primer/sekunder (N, P, K, Ca, Mg, dan S) dan mikro (B, Cu, Zn, Fe, Mo, Mn, Cl, Na, Co, Si) untuk mendukung pertumbuhannya. Dengan demikian pemanfaatan pupuk organik dapat mencegah kekahatan unsur mikro pada tanah marginal atau tanah yang telah diusahakan secara intensif akibat dari pemupukan yang kurang berimbang.

Fungsi bahan organik di dalam tanah yaitu dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi. Oleh karena itu pengembalian jerami sisa panen ke lahan sawah dapat mengembalikan peranan hayati tanah bagi kesuburan tanah-tanaman. Pada kondisi sifat fisik dan kimia yang baik, maka aktivitas berbagai komunitas hayati tanah seperti mikroba, mikroflora, dan fauna tanah saling mendukung bagi keberlangsungan proses siklus hara, membentuk *biogenic soil structure* (Witt 2004) yang mengatur terjadinya proses-proses fisik, kimia, dan biologi tanah. Berbagai mikroba tanah *plant growth promoting rhizobacteria* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan meningkatkan kesuburan tanah melalui produksi berbagai senyawa penting seperti zat organik pelarut hara, fitohormon, dan antipatogen. Kemampuan mikroba dalam menambat N<sub>2</sub>, melarutkan P tak tersedia menjadi tersedia, menghasilkan zat tumbuh alami dan merombak bahan organik sangat berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah. Berbagai mikroorganisme dapat meningkatkan kesuburan tanah, melalui produksi berbagai senyawa penting seperti zat organik pelarut hara, fitohormon, dan antipatogen.

Kadar bahan organik tanah berkorelasi positif dengan produktivitas tanaman padi sawah dimana makin rendah kadar bahan organik makin rendah pula produktivitas lahan (Karama *et al.* 1990). Pertumbuhan tanaman yang optimal harus didukung oleh faktor genetik tanaman (varietas), tanah, lingkungan (iklim), dan manajemen pengelolaan termasuk pemupukan. Melalui perbaikan sifat kimia, fisika, dan mikrobiologi tanah menjadikan tanah sebagai media tempat pertumbuhan tanaman yang optimal. Penanaman varietas unggul disertai dengan pemberian berdasarkan tingkat ketersediaan hara dalam tanah

dan kebutuhan hara tanaman merupakan pendekatan yang tepat untuk mencapai tingkat produktivitas tanaman yang tinggi.

## **VI. PENGOLAHAN TANAH SAWAH**

### **6.1 Persemaian**

Dalam pembuatan persemaian dipilih varietas unggul dan disesuaikan dengan kebiasaan petani setempat dipilih varietas unggul yang terjamin kualitasnya (benih berlabel). Sebelum disebar di lahan pembibitan, benih padi dikecambahkan terlebih dahulu. Benih yang telah dikecambahkan disebar merata dipermukaan tanah. Persemaian dibuat sedemikian rupa, umur tanaman padi sebelum pindah tanaman berumur 17 hari setelah semai.

### **6.2 Pengolahan tanah**

Pengolahan tanah dilakukan sesuai dengan kebiasaan petani setempat, minimal dilakukan dua kali yaitu pengolahan pertama tanah disingkal dan pengolahan tanah kedua tanah digaru dan diratakan, sehingga mudah dalam menentukan apakah tanaman padi akan ditanam secara tegel atau legowo.

### **6.3 Pengembalian Kompos Jerami ke Lahan Sawah**

Jerami selain sebagai sumber bahan organik, juga memiliki kandungan kalium tergolong tinggi. Peranan bahan organik juga dapat mengembalikan unsur hara mikro yang diperlukan tanaman. Kompos jerami diberikan ke lahan sawah setelah pengolahan tanah pertama dengan cara disebar secara merata. Selanjutnya kompos jerami dicampur secara merata bersamaan dengan pengolahan tanah ke dua. Agar jerami yang diberikan ke lahan sawah dapat langsung menyediakan hara untuk tanaman,

terlebih dahulu harus dikomposkan sehingga sumber K yang terdapat dalam jerami dan unsur hara lainnya dapat terurai dan diserap oleh tanaman.

Pemberian kompos jerami ke lahan sawah sebaiknya diberikan sebelum tanam atau pada pengolahan tanah pertama, setelah pengolahan pertama kompos jerami disebar merata di permukaan tanah, selanjutnya kompos jerami akan tercampur merata pada pengolahan ke dua. Biasanya pemberian kompos jerami ke lahan sawah diberikan minimal satu minggu sebelum tanam (Gambar 16).

Dalam pengelolaan lahan sawah, pendekatan pemupukan sebaiknya dilakukan melalui pendekatan pengelolaan hara terpadu yaitu dengan memadukan pemberian pupuk organik dan anorganik. Pemenuhan kebutuhan hara makro dengan hanya mengandalkan pupuk anorganik saja tidak cukup, oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan hara makro harus diimbangi dengan pemberian pupuk anorganik.



Gambar 16. Aplikasi kompos jerami pada lahan sawah setelah pengolahan tanah pertama

#### **6.4 Pemupukan**

Pemupukan urea bisa berdasarkan Bagan Warna Daun (BWD), atau secara konvensional dengan dosis antara 250-300 kg/ha. Apabila menggunakan BWD, pemupukan pertama diberikan saat tanaman berumur 7 HST dengan takaran 100 kg/ha selanjutnya dimonitor berdasarkan BWD yang dimulai pada umur 21 hari setelah tanam (HST), selanjutnya dimonitor setiap 7-10 hari. Apabila warna daun di bawah skala 4, pupuk urea perlu ditambahkan dengan takaran sesuai yang tertera pada BWD.

Pemupukan secara konvensional, pupuk urea diberikan minimal 2 kali, pemupukan pertama diberikan saat tanaman berumur 7-10 HST dan pemupukan ke dua diberikan pada saat tanaman menjelang primordia sekitar 35-40 HST masing-masing dengan setengah dosis. Pemupukan SP-36 dan KCl diberikan saat tanaman berumur 7-10 hari setelah tanam, dengan cara disebar di atas permukaan tanah. Pupuk KCl diberikan 2 kali, yaitu saat tanaman berumur 7-10 HST dan pada saat menjelang primordia, masing-masing dengan setengah dosis.

### **6.5 Penanaman**

Tanaman padi ditanam tergantung kebiasaan setempat jangan terlalu tua atau terlalu muda, apabila ditanam terlalu muda sangat riskan terhadap serangan keong emas sedangkan bibit padi ditanam tua menyebabkan jumlah anakan tidak akan optimal. Idealnya bibit padi ditanam pada umur 15 – 17 hari setelah sebar (HSS) dengan jarak tanam disesuaikan dengan kebiasaan petani yaitu dengan sistem tegel 25 cm x 25 cm atau legowo dengan jumlah 2 bibit per lubang. Bibit padi dicabut dengan hati-hati, supaya akar tidak terganggu.

## **6.6 Penyulaman**

Penyulaman dilakukan segera setelah terlihat ada tanaman padi yang mati pada umur tanaman kurang dari 7 HST, sehingga pertumbuhannya tidak berbeda atau ketinggalan. Gunakan bibit yang sama dengan yang ditanam.

## **6.7 Penyiangan**

Penyiangan dilakukan sesuai dengan keadaan setempat, prinsipnya dijaga agar gulma (rumput, dan tanaman varietas lain) tidak mengganggu tanaman pokok.

## **6.8 Pemberantasan hama dan penyakit**

Pemberantasan hama dan penyakit dilakukan tepat pada waktunya, dengan cara melakukan monitoring secara berkala sesuai petunjuk konsep pengendalian hama terpadu.

## **6.9 Penghitungan neraca hara**

Untuk mengevaluasi pemupukan yang dilakukan apakah berdampak terhadap kondisi keharaan dalam tanah dapat dilakukan melalui perhitungan neraca hara. Perhitungan neracahara yaitu dengan menghitung selisih antara *input* hara dikurangi *output* hara. *Input* hara terdiri atas hasil analisis tanah awal, pupuk, jerami, pupuk kandang, dan air pengairan. *Output* hara terdiri atas hara yang terangkut jerami, gabah, dan air pengairan. Neraca hara dihitung menurut Dierolf *et al.* (2000) sebagai berikut:

**Neraca hara = *Input* – *Output***

***Input*** = pupuk, jerami, pupuk kandang dan air

**Perkiraan kehilangan:** N = 25% dari total *input* N



P= 0% dari total *input* P

K = 10% dari total *input* K

## VII. PENUTUP

Praktik pertanian yang kurang tepat dapat menyebabkan lahan menjadi terdegradasi. Degradasi lahan dapat disebabkan oleh penanaman secara monokultur, pengolahan tanah, dan pengangkutan biomassa tanaman ke luar lahan secara terus menerus serta kualitas air irigasi yang jelek, penggunaan pupuk/pestisida yang kurang tepat, dan adanya zat polutan. Akibat dari degradasi tanah menyebabkan penurunan kualitas air dan keanekaragaman hayati dan hasil tanaman.

Degradasi lahan dapat juga disebabkan oleh pengurasan dan defisit hara karena terbawa oleh panen lebih banyak dari yang diberikan, pemupukan tidak berimbang sehingga hara tertentu berlebihan dan hara lainnya kekurangan, terjadinya penurunan bahan organik serta terjadinya erosi akibat pengelolaan lahan yang tidak memperhatikan kaidah-kaidah konservasi. Untuk menanggulangi lahan-lahan sawah yang terdegradasi diperlukan teknologi pemulihan lahan terdegradasi dengan memanfaatkan sumberdaya pertanian yang dapat mempertahankan keberlangsungan produktivitas tanah yang tinggi. Pada prinsipnya pengelolaan lahan sawah yang baik adalah memaksimalkan pemanfaatan bahan organik secara *in situ* dan mengurangi penggunaan pupuk kimia anorganik.

Pemulihan lahan sawah merupakan serangkaian kegiatan penanganan lahan sawah yang meliputi kegiatan perencanaan, pelaksanaan, evaluasi, dan pemantauan. Dalam arti luas "pemulihan lahan sawah terdegradasi" adalah serangkaian kegiatan penanganan lahan akibat terganggunya salah satu atau lebih fungsi lingkungan yang melekat pada tanah. Saat ini, petani lebih mengedepankan penggunaan pupuk makro sebagai sumber

hara tanaman, sedangkan pengembalian jerami sebagai sisa hasil panen jarang dilakukan. Keadaan ini dalam jangka panjang tidak menguntungkan kesuburan dan keseimbangan hara dalam tanah.

Jerami padi di sentra-sentra lahan sawah melimpah dan belum dikelola dan dimanfaatkan secara optimal. Jerami cenderung diangkut keluar lahan digunakan untuk industri kertas, pakan ternak, dan sebagai media industri jamur merang. Selain itu, pembakaran jerami semakin meluas dengan alasan untuk mempermudah cara pengolahan lahan dengan traktor. Pemahaman tersebut perlu diluruskan dengan cara mensosialisasikan teknologi pengomposan jerami agar dapat dikembalikan ke lahan sawah. Hasil penelitian Erfandi dan Nurjaya (2014) mendapatkan bahwa aplikasi jerami padi yang dikomposkan secara *insitu* pada lahan sawah dapat memperbaiki sifat fisik tanah dan meningkatkan hasil padi. Aplikasi jerami lebih efektif apabila jerami padi segar diberikan bersamaan dengan penggunaan pupuk kandang, karena selain meningkatkan hasil padi juga dapat memperbaiki sifat fisik tanah.

Teknologi pengomposan jerami dengan menggunakan dekomposer dalam bentuk padatan atau cair sudah banyak tersedia. Pengomposan jerami dapat lebih cepat dengan menggunakan dekomposer. Pengembalian kompos jerami dapat meningkatkan kandungan K tanah, sehingga dapat mencegah terjadinya pengurasan kalium dan mengembalikan unsur hara mikro ke dalam tanah akibat pemberian pupuk hara makro yang terus menerus.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonymous. *The growth of bacterial cultures*. <http://classes.midlandstech.edu/carterp/courses/bio225/c/hap06/Microbial%20Growth%20ss5.htm>. Diunduh pada 24 Februari 2016.
- Agus, F. dan Widiyanto. 2004. *Petunjuk Praktis Konservasi Tanah Lahan Kering*. World Agroforestry Centre. Bogor. 102 pp. ([www.worldagroforestrycentre.org/sea](http://www.worldagroforestrycentre.org/sea)).
- Arafah dan M.P. Sirappa. 2003. "Kajian Penggunaan Jerami dan Pupuk N, P dan K pada Lahan Sawah Irigasi". dalam *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 4 (1): 15-24.
- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press. 290 hal.
- Atmojo, S.W. 2006. "Degradasi Lahan dan Ancaman bagi Pertanian". dalam *Solo Pos*, Selasa, 7 November 2006.
- Balai Penelitian Tanah. 2007. *Petunjuk Penggunaan Perangkat Uji Tanah Kering (Upland Soil Teskit Versi 1.0)*. Balai Penelitian Tanah, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. 2007
- Balai Penelitian Tanah. 2009. *Laporan Tahunan*. Balai Penelitian Tanah. Bogor
- Balai Penelitian Tanah. 2014. *Laporan Tahunan*. Balai Penelitian Tanah. Bogor
- Biro Pusat Statistik. 2014. *Statistik Indonesia*. Biro Pusat Statistik, Jakarta.
- Erfandi, D. dan Nurjaya. 2014. "Potensi jerami Padi untuk Perbaikan Sifat Fisik Tanah pada Lahan Sawah Terdegradasi, Lombok Barat". dalam "*Prosing Seminar Nasional Pertanian Organik. Inovasi Teknologi Pertanian Organik*". Bogor 18-19 Juni 2014. h. 262-270.
- FAO. 1977. *FAO Soil Bulletin: "Assesing Soil Degradation"*. UN. Rome. 83p.

- FAO. 1977. FAO Soil Bulletin: "Assesing Soil Degradation". UN. Rome. 83p.
- Foster N.W., *et al.* 1980. "Microbial activity in a *Pinus banksiana* Lamb. Forest floor amended with nitrogen and carbon". dalam *Canadian Journal of Soil Science* 60: 199–209.
- Fox, F.R., and Kamprath. 1972. "Micronutrient Soil Test". in J.J. Mortvedt, P.M. *et al* (eds.). *Micronutrient in Agriculture*. SSSA Inc. Madison Wisconsin, USA.
- Hardjowigeno S, *et al.* 2004. "Morfologi dan Klasifikasi Tanah Sawah". dalam *Buku Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya*. Pusat Penelitian dan Pengembanaan Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian. Deotremen Pertanian. 2004
- Husen, E. 2004. "Prosedur Pengambilan Contoh Tanah untuk Analisis Mikrob". *Leaflet*. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Lal. 2000. "Soil Management in The Developing Countris" dalam *Soil Science*, 165(1):57-72
- (<http://surveyortanah.blogspot.com/2008/12/cara-pengertian-waktu-pengambilan.html>). Cara, Pengertian, Waktu Pengambilan Contoh Tanah. Diunduh pada tanggal 3 Agustus 2015.
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Soil\\_retrogression\\_and\\_degradation](http://en.wikipedia.org/wiki/Soil_retrogression_and_degradation)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Land\\_degradation](http://en.wikipedia.org/wiki/Land_degradation)
- <http://www.goodplanet.info/eng/Pollution/Soils/Soil-degradation/%28theme%29/1662>
- <http://www.unescap.org/stat/envstat/stwes-04.pdf>
- <http://agrofarm.co.id/read/pertanian/747/luas-kepemilikan-lahan-petani-indonesia-kalah-dengan-thailand/#.VYtnQEb3Zf4>
- <https://novakusuma.wordpress.com/2012/04/06/degradasi-lahan/>

- Karama, S.S., *et al.* 1990. "Penggunaan Pupuk Organik pada Tanaman Pangan". dalam *Prosiding Lokakarya Nasional Penggunaan Pupuk V.* hal:395-425. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Kasno, A. 2003. "Status C-organik Lahan Sawah di Indonesia". dalam *Prosiding Kongres Nasional VIII Himpunan Ilmu Tanah Indonesia (HITI)*. Padang 21-23 Juli 2003.
- Makarim, A.K. dan E. Suhartatik. 2006. Budi Daya Padi dengan Masukan *insitu* Menuju Pertanian Masa Depan. dalam *Iptek Tanaman Pangan*, No.1
- MulyaniA, *et al.* 2012. "Karakteristik dan Sebaran Lahan Sawah Terdegradasi di 8 Provinsi Sentra Produksi Padi". dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pemupukan dan Pengelolaan Lahan Terdegradasi*. Bogor 29-30 Juni 2012. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian.
- Peck. A. J. 1980. "Field Variability of Soil Physical Properties".p.189-221. dalam: *Advances in Irrigation* No.2. New York: Academic press, ,
- Rukmana, R. 1995. *Teknik Pengelolaan Lahan Berbukit dan Kritis*. Penerbit Kanisius.
- Setyorini D, *et al.* 2004. "Teknologi Pengelolaan Hara Lahan Sawah Intensifikasi". dalam *Buku Lahan sawah dan Teknologi Pengelolaannya*, hal. 137-167. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat
- Setyorini D, *et al.* 2006. "Pengembangan Pupuk Majemuk NPK Pusri untuk Tanaman Pangan dan Hortikultura serta Pembentukan Desa Binaan Pusri". Balai Penelitian Tanah. Badan Litbang Pertanian.
- Sri Adiningsih, J. 1984. "*Pengaruh Beberapa Faktor terhadap Penyediaan Kalium Tanah Sawah Daerah Sukabumi dan Bogor*". Disertasi Fakultas Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Sukristionubowo, *et al.* 2013. "Pengaruh Pemupukan NPK, Kapur dan Kompos Jerami terhadap Kesuburan Tanah,

- Pertumbuhan dan Hasil Padi Varietas Ciliwung yang Ditaman pada Pada Sawah Bukan Baru". Dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pemupukan dan Pengelolaan Lahan Terdegradasi*. Bogor 29-30 Juni 2012. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian.
- Suprayogo D, *et al.* 2001. "Degradasi Sifat Fisis Tanah sebagai Akibat Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Sistem Kopi Monokultur: Kajian Perubahan Makro Porositas Tanah". dalam *Jurnal Penelitian Pertanian Universitas Brawijaya*. hal 60-68
- Toharisman, A. Suhadi, dan M. Mulyadi. 1991. "Pemakaian Blotong untuk Meningkatkan Kualitas Tebu di Lahan Kering". dalam *Pertemuan Teknis TT/I1991*. Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia, Pasuruan.
- Witt, B. 2004. *Using Soil Fauna to Improve Soil Health*. <http://www.hort.agri.umn.edu/h5015/97papers/witt/html> (21-4-2007).
- Shahbazi F, *et al.* 2013. "Geostatistical Analysis for Predicting Soil Biological Maps Under Different Scenarios of Land Use". dalam *Europe J. Soil Biol.* 55:20-27.
- Stotzky G, *et al.* 1962. "Microbial Changes and Occurring in Soil as a Result of Storage. dalam *Plant Soil*, 16:1-18.
- Wollum, A.G. 1994. "Soil Sampling for Microbiological Analysis". dalam: *Methods of Soil Analysis, Part 2, Microbiological and Bio-chemical Properties*. SSSA Book Series No.5. Soil Science Society of America, Madison, WI, pp. 2-13.