

Peran Bahan Organik dalam Mempertahankan dan Perbaiki Kesuburan Tanah Perantanian; Review

(Role of Organic Materials in Maintaining and Improving Agricultural Soil Fertility; A Review)

Marwan Yani Kamsurya^{1*}, Samin Botanri¹

¹Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Darussalam Ambon. Jl. Waehakila Puncak Wara, Batu Merah, Ambon 97128.

*Email: marwanyani@gmail.com

Abstract

Soil with high organic matter content can guarantee the level of agricultural productivity. The presence of adequate soil organic matter content is one of the keys to agricultural sustainability. Agricultural practices that ignore the addition of soil organic matter content or agricultural activities that are not able to maintain soil organic matter content will lead to a decline in productivity and become a fragile agriculture in the long term. Agricultural soils with high organic matter content should be maintained and soils with low organic matter content should be improved. Agricultural practices like this can ensure the sustainability of agricultural productivity for the future interests of local, national and global communities. Maintaining soil organic matter content or increasing organic matter content in agricultural practices is not widely found, but in the long term it is necessary to understand and raise awareness of the parties, especially farmers, scientists in agriculture, and agricultural and environmental observers to make an effort to grow and increase awareness of the community. parties who care about the sustainability of our agriculture in the future, that the role of organic matter is one of the keys to the sustainability of environmentally friendly agriculture in the future.

Keywords: Agriculture, organic matter, productivity, soil, sustainable.

Abstrak

Tanah dengan kandungan bahan organik yang tinggi dapat menjamin tingkat produktifitas pertanian. Keberadaan kandungan bahan organik tanah yang memadai merupakan salah satu kunci keberlanjutan pertanian. Praktek pertanian yang mengabaikan penambahan kandungan bahan organik tanah atau kegiatan pertanian yang tidak mampu mempertahankan kandungan bahan organik tanah maka praktek pertanian tersebut akan mengarah pada kemunduran produktifitas dan menjadi pertanian yang rapuh untuk jangka panjang. Tanah pertanian dengan kandungan bahan organik tinggi patut dipertahankan dan tanah dengan kandungan bahan organik yang rendah harus ditingkatkan. Praktek pertanian seperti inilah yang dapat menjamin keberlanjutan produktifitas pertanian untuk kepentingan masa depan masyarakat lokal, nasional, maupun global. Mempertahankan kandungan bahan organik tanah ataupun meningkatkan kandungan bahan organik dalam praktek pertanian tidak banyak ditemukan, namun dalam jangka panjang diperlukan pemahaman dan kesadaran para pihak, terutama petani, ilmuwan di bidang pertanian, dan pemerhati pertanian dan lingkungannya untuk melakukan suatu upaya menumbuhkan dan meningkatkan kesadaran para pihak yang peduli dengan kelangsungan pertanian kita dimasa datang, bahwa peran bahan organik merupakan salah satu kunci keberlanjutan pertanian ramah lingkungan di masa depan.

Kata kunci: Bahan Organik, Pertanian, Petani, Produktifitas, Tanah

I. Pendahuluan

Sebagian besar (sekitar 70 %) lahan pertanian, baik lahan basah atau sawah maupun lahan kering memiliki kandungan bahan organik tanah (*soil organic matter / SOM*) yang rendah, pada

umunya kurang dari 2%. Terbaikannya pengembalian bahan organik ke dalam tanah dan intensifnya penggunaan pupuk kimia pada lahan pertanian telah menyebabkan mutu fisik dan kimiawi tanah menurun. Fenomena ini oleh sebagian ahli sering disebut sebagai gejala tanah menjadi kelelahan lahan (*land fatigue*). SOM merupakan salah satu penampung karbon terbesar di permukaan bumi. Jumlah karbon di dalam tanah diperkirakan 2500 Pg C, 1550 Pg C yang dianggap organik. Jumlah ini diperkirakan dua kali jumlah CO₂ di atmosfer dan sekitar tiga kali jumlah biomassa di darat. Oleh Karena itu SOM merupakan konstituen penting dari siklus karbon di bumi (Yoshida *et al.* 2018).

Vasile *et al.* (2015) menyebutkan bahwa dalam pengelolaan pertanian yang dilakukan secara intensif dengan menggunakan input buatan dalam jumlah banyak telah mampu menghasilkan produksi pertanian dalam jumlah besar dan memungkinkan untuk mencukupi bahan makanan guna memenuhi kebutuhan global dimasa sekarang ini, tetapi praktek pertanian dengan penggunaan lahan seperti ini telah mengarah pada kerusakan lingkungan dan degradasi sumberdaya ekosistem. Dalam kajian yang dilakukan didapatkan bahwa dengan penggunaan bahan organik dalam sistem pertanian yang dilakukan dibandingkan dengan sistem pertanian secara konvensional yakni dengan menggunakan input buatan, ternyata didapatkan bahwa dengan sistem pertanian organik mampu memberikan hasil yang lebih efisien. Fakta ini telah merubah praktek pertanian yang dilakukan oleh banyak petani beralih ke sistem pertanian berbasis bahan organik. Praktek pertanian ini telah meningkatkan pula pertumbuhan daerah di berbagai wilayah di Rumania.

Pertanian organik merupakan suatu sistem produksi pertanian yang berasaskan daur ulang secara hayati. Daur ulang hara dapat melalui sarana limbah pertanian dan ternak, serta limbah lainnya yang mampu memperbaiki status kesuburan dan struktur tanah. Daur ulang hara merupakan teknologi tradisional yang sudah cukup lama dikenal, merupakan suatu sistem yang berusaha untuk mengembalikan semua jenis bahan organik ke dalam tanah, baik dalam bentuk limbah pertanian maupun ternak yang selanjutnya bertujuan memberi makanan pada tanaman. Sistem pertanian organik merupakan salah satu alternatif solusi untuk membatasi kemungkinan dampak negatif yang ditimbulkan akibat budidaya dengan input kimiawi.

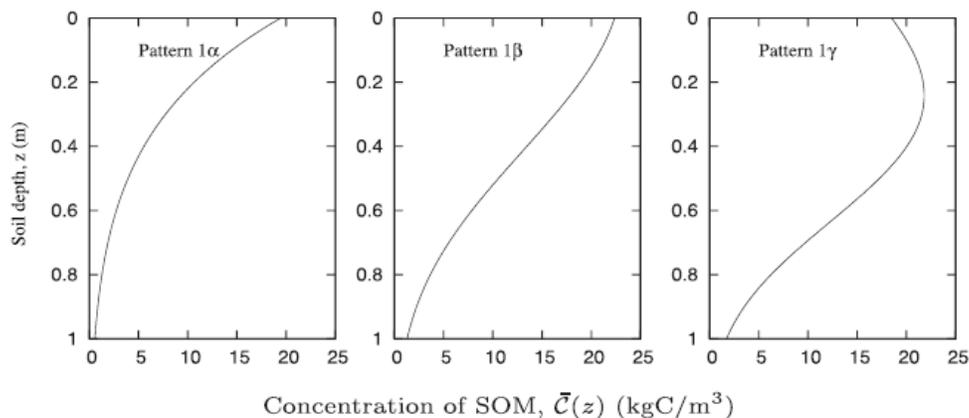
II. Bahan Organik Tanah Pertanian

Tanah dengan kandungan bahan organik yang tinggi ditemukan pada lahan hutan, merupakan lahan yang belum pernah dibuka atau dimanfaatkan untuk kegiatan pertanian atau peruntukkan penggunaan lainnya. Kandungan bahan organik tanah di lahan hutan dapat mencapai 3-5 %. Tingginya kandungan bahan organik tanah pada lahan hutan karena secara kontinu terus terjadi penumpukan serasah atau sisa-sisa bahan tumbuhan hutan yang jatuh ke permukaan tanah. Bahan tumbuhan yang jatuh ini kemudian mengalami perombakan atau dekomposisi menjadi bahan penyusun tanah dan mengalami proses mineralisasi membebaskan unsur hara untuk dimanfaatkan oleh tumbuhan itu dan tumbuhan atau vegetasi lain disekitarnya. Hasil kajian Shen *et al.* (2018) yang dilakukan di Selandia Baru dapat dijelaskan bahwa dengan adanya penggunaan lahan, maka akan terjadiperubahan kandungan bahan organik tanah. Tanah-tanah yang dibiarkan untuk padang rumput memiliki kandungan bahan organik tanah yang cukup tinggi karena masukan bahan organik tanah tetap terjadi dari hasil tutupan lahan. Berlainan dengan lahan terbuka atau lahan yang secara terus menerus digarap, dimana tidak terjadi masukan bahan organik atau masukan bahan organik sangat minim, maka memiliki kandungan bahan organik tanah yang rendah.

Berlainan dengan kandungan bahan organik tanah di lahan pertanian yang senantiasa mengalami pengurangan. Terjadinya pengurangan kandungan bahan organik tanah pada tanah-

tanah pertanian, dikarenakan laju penambahan bahan organik tanah yang berasal dari masukan sisa tanaman pada umumnya lebih rendah dibandingkan dengan laju perombakan melalui dekomposisi dan mineralisasi. Pada lahan pertanian terjadi proses panen, dimana bahan tanaman separoh atau sebagian besar dibaha keluar. Praktek ini tanpa disadari adalah merupakan pengangkutan bahan organik dari lahan pertanian ke luar lahan pertanian, akibatnya sumber bahan organik pada tanah pertanian menjadi berkurang.

Penumpukan bahan organik tanah menyebar mulai dari atas permukaan tanah sampai dengan ke dalam lapisan tanah bagian bawah. Bartsev dan Pochekutov (2016) dengan menggunakan model baru dalam pendugaan sebaran bahan organik tanah didapatkan pola kandungan bahan organik yang meningkat dengan bertambahnya kedalaman tanah. Berdasarkan hasil kajiannya didapatkan tiga pola distribusi bahan organik tanah sebagaimana tersaji dalam gambar 1.



Sumber : Bartsev dan Pochekutov (2016)

Gambar 1. Pola model distribusi bahan organik tanah menurut kedalam tanah

Penumpukan bahan organik tanah yang semakin tinggi ke lapisan tanah yang semakin dalam dapat dipahami dikarenakan dinamika bahan organik tanah yang dapat bergerak mengikuti aliran air perkolasi ke lapisan yang lebih dalam. Hal ini dikarenakan apabila terjadi hujan yang kemudian volume air meningkat, maka bahan organik dengan masa yang lebih kecil dibandingkan dengan masa air, maka material tersebut akan terapung dan dapat mengikuti aliran air yang bergerak mengikuti air perkolasi karena pengaruh gravitasi. Dengan berjalannya waktu, secara terus menerus maka akan terjadi penumpukan bahan organik di lapisan yang lebih dalam. Fenomena seperti ini hanya dimungkinkan terjadi pada lahan datar, kecil kemungkinan dapat ditemukan pada lahan dengan kemiringan besar, dikarenakan pada lahan dengan kemiringan besar bahan organik dapat mudah terangkut oleh aliran permukaan, apalagi lahan baru dibuka atau tidak tertutup vegetasi.

III. Peran Bahan Organik untuk Kelangsungan Tanah Pertanian

Karbon organik tanah (SOC / soil organic Carbon) merupakan ukuran bahan organik tanah (SOM / soil organic matter) yang secara luas dianggap sebagai ukuran penting kualitas tanah karena peran SOM berperan dalam proses fisik, kimia dan biologis tanah (Doran dan Parkin, 1994; Gregorich et al., 1994; Baldock dan Skjemstad, 1999 dalam Cotching, 2018). Perubahan status SOM telah dikaitkan dengan peningkatan atau penurunan perilaku tanah pertanian. Bahan organik

memiliki peranan yang cukup besar dalam perbaikan sifat fisika, kimia, dan biologi tanah. Bahan organik mampu memperbaiki aerasi tanah, penetrasi akar, penyerapan air, dan mengurangi pergerakan permukaan tanah. Penambahan bahan organik pada tanah berpasir dapat memperbaiki retensi unsur hara dan air. Pemberian bahan organik akan membantu meningkatkan kesuburan tanah melalui pelepasan nitrogen dan unsur hara lainnya secara perlahan-lahan melalui proses mineralisasi. Bahan organik sebagai sumber energi bagi mikroorganisme dapat memacu pengeluaran enzim yang dapat menambah jumlah hara tersedia dalam tanah. Penambahan bahan organik secara tunggal dapat meningkatkan P-tersedia serta P-anorganik dalam tanah.

Cotching (2018) menjelaskan bahwa SOM merupakan reservoir atau tempat penyimpanan nutrisi tanaman di dalam tanah, dan memiliki peranan penting dalam menjaga kekenyalan tanah, membantu penyaringan udara dan air, mempromosikan retensi air, mengurangi erosi dan mengendalikan dampak penggunaan pestisida. Warna gelap tanah dengan kandungan bahan organik tinggi dapat membantu penyerapan panas, sehingga bertindak sebagai reservoir panas. Pemahaman tentang organisme dalam tanah dan biologi tanah sangat relevan untuk mempertahankan atau meningkatkan hasil dan mengurangi kerugian dari penyakit yang ditularkan melalui tanah dalam sistem produksi sereal dan padang rumput di Australia. SOM adalah sumber daya dinamis dan berubah yang memainkan peranan dalam menjaga keseimbangan antara penambahan bahan organik baru dan hilangnya bahan organik sebagai materi sudah ada di tanah yang sebagian dikendalikan oleh aktivitas biologis yang hidup. Efek potensial SOM pada kapasitas produktif tanah memiliki kepentingan praktis dan ekonomis bagi petani dan orang lain yang memiliki kepentingan dalam pengelolaan lahan.

Dengan adanya pengaruh bahan organik terhadap perbaikan aerasi tanah, maka ketersediaan Oksigen bagi tanaman sawa dapat terpenuhi. Hal ini disebabkan karena penambahan bahan organik ke dalam tanah, seperti halnya kotoran ayam dapat memperbaiki sifat fisika tanah. Perbaikan sifat fisik tanah yang dimaksud dapat berupa perbaikan sifat struktur, *bulk density* (kepadatan lindak), kandungan air tanah, dan warna tanah. Penambahan bahan organik ke dalam tanah dapat berfungsi sebagai bahan pengikat dalam pembentukan agregat tanah. Wood et al, (2020) mengemukakan bahwa penambahan bahan organik ke dalam tanah dapat berfungsi sebagai regulator, yakni berperan dalam memperbaiki struktur tanah. Struktur tanah yang dimaksud berupa pembentukan agregat tanah. Perubahan sifat ini selanjutnya dapat membentuk pori-pori tanah, baik makro maupun mikro yang seimbang. Keseimbangan pori dapat berperan dalam penyimpanan air dan udara (draenase dan aerasi) di dalam tanah yang seimbang pula. Dengan kata lain dapat memperbaiki kondisi drainase dan aerasi di dalam tanah. Apabila kandungan air dan udara di dalam tanah seimbang, maka kandungan air tanah senantiasa dapat memenuhi kebutuhan tanaman. Selain itu kandungan oksigen dalam tanah juga dapat memenuhi kebutuhan tanaman, sehingga respirasi akar dapat berlangsung dengan baik. Kandungan air dan udara atau oksigen yang cukup selanjutnya dapat mendukung pertumbuhan tanaman sawi secara baik.

Dalam kaitan dengan penambahan bahan organik tanah seperti halnya kotoran ayam yang dapat memperbaiki *bulk density* (kepadatan lindak) atau dikenal secara umum berupa kepadatan tanah, artinya tanah-tanah yang memiliki kandungan bahan organik tinggi, maka tanah-tanah tersebut menjadi gembur atau kepadatannya rendah (Tadini *et al.* 2018). Tanah yang memiliki kepadatan rendah (gembur) akan mudah ditembusi oleh sistem perakaran tanaman. Apabila sistem perakaran berkembang dengan baik, maka akan melakukan fungsi penyerapan, unsur hara, air, dan fungsi respirasi dengan baik. Dengan demikian, maka pertumbuhan dan produksi akan menjadi lebih baik, apabila dibandingkan dengan tanpa diberikan penambahan bahan organik.

Penambahan bahan organik ke dalam tanah dapat pula memperbaiki kandungan air tanah di dalam tanah. Hal ini dikarenakan bahan organik memiliki kemampuan dalam menyimpan air empat kali lebih besar dibandingkan bobotnya. Apabila kandungan air di dalam tanah memadai, maka kebutuhan air tanaman akan terpenuhi. Dengan terpenuhinya kebutuhan air tanaman, maka adaptasi tanaman terhadap kondisi lingkungan akan semakin baik (Schjonning *et al.* 2017). Selain itu jika kadungan air tanah cukup, maka proses fotosintesis akan berjalan maksimal, dengan demikian fotosintat cukup untuk menopang pertumbuhan tanaman.

Pada sisi lain penambahan bahan organik dapat merubah warna tanah. Diketahui bahwa warna tanah antara lain dapat dijadikan petunjuk mengenai banyak sedikitnya kandungan bahan organik tanah. Tanah-tanah dengan kandungan bahan organik tinggi pada umumnya berwarna hitam kecoklatan. Tanah-tanah yang memiliki warna seperti ini biasanya berupa tanah pada lapisan top soil, karena lapisan ini mendapat masukan bahan organik dari serasah yang jatuh dari vegetasi yang tumbuh di atasnya. Dengan makin tinggi taraf dosis bahan organik daun gamal yang diaplikasikan, maka warna tanah akan semakin mengarah ke kehitaman.

Masukan bahan organik tanah dapat juga memperbaiki sifat kimia tanah. Dengan adanya penambahan bahan organik kotoran ayam besar kemungkinan terjadi peningkatan pH tanah dan sifat-sifat kimia tanah yang lainnya. Hal dikarenakan bahan organik dapat memperbaiki kondisi kemasaman tanah. Purwaningrahayu *et al.* (2015) menjelaskan bahwa penggunaan bahan organik pada tanah masam dapat diperhitungkan sebagai *discount factor* dosis kapur, artinya bahan organik memiliki peranan yang mirip atau sama dengan pemberian kapur dalam peningkatan pH tanah pada umumnya. Hal ini berarti bahwa penambahan bahan organik dapat memperbaiki pH tanah, dimana pada umumnya pH yang baik bagi pertumbuhan dan produksi yang baik berada pada kisaran pH antara 5,5 - 6,5.

Peran bahan organik dalam perbaikan sifat tanah dijelaskan pula oleh Kölbl *et al.* (2018) yang menggunakan masukan bahan organik dalam remediasi tanah sulfat masam di Jerman. Tanah sulfat masam yang mengalami oksidasi (mengering) dapat menyebabkan terbentuknya pirit (oksidasi pirit) dikarenakan adanya pembentukan bahan sulfur dengan kemasaman dapat mencapai kurang dari 4 (pH <4). Dengan adanya perlakuan organic Carbon (OC) yang tinggi mampu meningkatkan pH tanah dengan cepat mencapai pH $\geq 6,0$ dalam 3 minggu setelah penambahan OC kedua. Dengan adanya penambahan OC rendah menunjukkan peningkatan pH lebih yang lambat, mencapai nilai antara pH 5,5 dan 6,0 setelah satu tahun. Perlakuan kontrol memiliki nilai pH <5,0 pada akhir percobaan. Hasil ini memberikan gambaran bahwa tanah-tanah dengan kondisi pH yang rendah dapat dipulihkan kondisi pH nya dengan menggunakan input organik. Apabila kondisi kemasaman telah mengalami perubahan pada kisaran antara 5,5 s/d 6,5 maka merupakan suatu kondisi kisaran pH yang sesuai bagi kebanyakan tanaman pertanian.

IV. Dekomposisi dan Mineralisasi Bahan Organik untuk Penyerapan Hara

Bahan organik dalam bentuk yang utuh belum dapat dimanfaatkan dalam pertumbuhan tanaman pertanian. Misalnya bagian tanaman dalam bentuk daun, ranting, cabang, batang atau dalam bentuk serasah lainnya tidak dapat secara langsung digunakan oleh tanaman untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman, kecuali pemanfaatan dalam bentuk bahan penutup tanah (mulsa). Bahan organik sebagai sumber unsur hara bagi tanaman baru dapat dimanfaatkan oleh tanaman setelah melalui tahapan proses perombakan dari ukuran yang besar menjadi ukuran yang lebih kecil, kemudian dari ukuran ini dilanjutkan kedalam proses mineralisasi

untuk menghasilkan unsur hara dalam bentuk ion agar dapat dimanfaatkan atau diserap oleh tanaman.

Konversi bahan organik dalam tanah menjadi bentuk sederhana berupa senyawa anorganik seperti amonium dan nitrat supaya dapat diserap tanaman, terjadi melalui proses yang dikenal dengan istilah mineralisasi. Proses mineralisasi ini dilakukan oleh berbagai macam organisme tanah seperti jamur, bakteri, dan hewan tanah yang secara kolektif disebut sebagai organisme pelaku dekomposisi (Moinet *et al.* 2018).

Frouz (in press) menjelaskan bahwa fauna tanah mengkonsumsi sejumlah besar serasah dan bahkan dapat mengkonsumsi seluruh litterfall (seresah) selama bertahun-tahun pada beberapa ekosistem. Interaksi efisiensi fauna bisa mencapai 50% tetapi biasanya jauh lebih kecil. Fauna tanah dapat mempengaruhi dinamika zat organik tanah (SOM) tidak hanya dengan merubah litter tetapi juga dengan memodifikasi tanah. Pemrosesan sampah oleh fauna biasanya menghasilkan peningkatan aktivitas mikroba dalam feses jangka pendek, aktivitas ini kemudian menurun sehingga kotoran dalam jangka panjang bisa terurai lebih banyak secara perlahan-lahan dari kondisi asli. Lapisan kotoran dengan tanah liat selama perjalanan melalui cacing tanah mengurangi mikroba akses ke serasah serta kondisi untuk aktivitas mikroba dengan mengurangi penggunaan nutrisi dan oksigen. Pada skala yang lebih besar, fauna tanah mempengaruhi pencucian dan pelepasan zat organik partikulat (POM), yang pada gilirannya berperan dalam aktivitas mikroba di dalam tanah. Fauna juga mempengaruhi distribusi bahan organik dalam profil tanah dan menentukan serasah terurai pada permukaan tanah atau sebagai POM terikat dengan partikel tanah, yang secara substansial mempengaruhi komunitas mikroba dan tingkat dekomposisi.

Secara umum kecepatan dekomposisi dipengaruhi oleh kelembaban dan suhu tanah (Merino *et al.* 2018), mudah tidaknya bahan diserang oleh mikroorganisme dan hewan tanah, yakni komposisi sifat fisik dan kimia bahan yang disebut dengan kualitas. Parameter yang menyebabkan bahan mudah atau sulitnya terdekomposisi adalah kandungan N, Lignin dan polifenol (Handayanto, 1995). Hasil studi Markiewicz *et al.* (in press pada jurnal Applied Soil Ecology) yang dilakukan di Polandia dan Rumania dijelaskan bahwa pelapukan bahan humus mengalami penghambatan dengan meningkatnya kandungan senyawa asam humat (*humat acid*). Humus merupakan bahan organik yang tersisa yang sulit sekali mengalami perombakan lebih lanjut. Hal ini dimungkinkan karena adanya hambatan dalam proses penguraian karena adanya proteksi dari senyawa asam humat.

Berdasarkan hasil kajian Qiu *et al.* (2018) yang dilakukan di China diungkapkan bahwa mineralisasi Soil organic matter (SOM) dipengaruhi oleh berbagai faktor abiotik dan biotik. Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan menunjukkan bahwa mineralisasi SOM di sawah yang tergenang lebih rendah dibandingkan dengan tanah marjinal yang berdekatan pada wilayah agro-ekosistem subtropis. Faktor utama yang berkontribusi pada perbedaan laju mineralisasi SOM dilakukan riset dengan membandingkan efek faktor biotik dan abiotik pada mineralisasi SOM antara tanah gambut dan tanah padi. Pemodelan persamaan struktural mengungkapkan bahwa, di antara faktor abiotik, suhu memberikan efek tidak langsung pada mineralisasi SOM dengan mempengaruhi faktor biotik di kedua tanah .

Dalam jangka pendek pergantian bahan organik tanah yang disebabkan oleh penambahan karbon organik segar adalah merupakan dua aspek proses penguraian yang didorong oleh komposisi dan fungsi komunitas pengurai tanah. Kesamaan fisikokimia antara senyawa organik yang ditambahkan dan fraksi bahan organik tanah telah diindikasikan sebagai faktor pengarah penting PE (efek pangkasan / priming effect). Secara umum, respirasi C yang berasal dari serasah dan yang berasal dari SOM adalah yang terendah ketika beech litter ditambahkan, dan lebih rendah

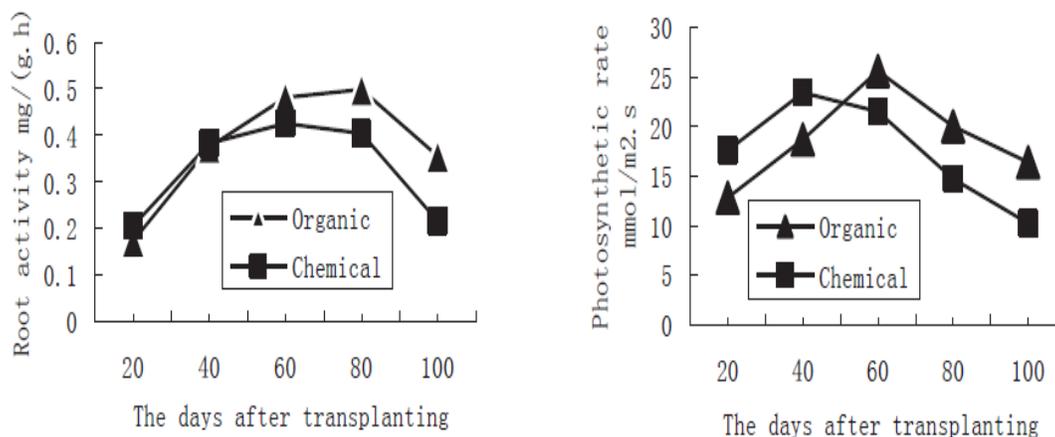
di tanah hutan daripada di tanah subur atau padang rumput. Selain itu umumnya sedikit meningkatkan respirasi dari turunan-serasah C, tetapi tidak memiliki efek pada turunan SOM C. Semua jenis serasah menginduksi PE positif di semua tanah. Dalam studi itu ditemukan hubungan positif antara serasah dan prima HFA, hasilnya menunjukkan bahwa tingkat kedua dekomposisi serasah dan PE dapat dipengaruhi dengan cara yang sama oleh kombinasi tanaman pekarangan. Hubungan positif ini menghilang ketika N ditambahkan. Komunitas pengurai sampah khusus yang mendorong HFA dapat lebih mempercepat mineralisasi tanah C melalui peningkatan induksi PE. Oleh karena itu, dampak dari komunitas pengurai khusus pada dinamika kolam C tanah mungkin lebih besar dari yang diharapkan dari HFA dekomposisi sampah saja.

Suatu studi yang dilakukan di Inggris untuk menjelaskan pengaruh logam berat dalam menghambat laju dekomposisi bahan organik dilaporkan oleh Enya *et al.* (2020). Hasil studi yang dilakukan menunjukkan bahwa logam berat Arsenik dan tembaga memiliki efek penghambatan yang paling kuat pada tanah yang tergenang. Sementara efek penghambatan oleh logam berat kromium relative lebih lemah, hal ini dikarenakan oleh adanya konversi Cr (VI) yang sifatnya sangat beracun menjadi Cr (III) yang kurang beracun dalam kondisi tereduksi (terendam). Selain itu logam berat Timbal juga memiliki kapasitas penghambatan terhadap dekomposisi bahan organik yang lemah karena kelarutannya yang rendah. Hal yang menarik adalah fenomena pada kondisi lapangan, pH, Eh dan EC memainkan peran yang lebih penting, dibandingkan dengan logam berat yang terdapat dalam tanah dataran banjir muara Mersey Inggris.

Dengan demikian, maka kecepatan dekomposisi dan mineralisasi bahan organik ditentukan oleh sifat bahan tanaman itu sendiri, yang ditentukan oleh 1). banyak sedikitnya kandungan Karbon berbanding Nitrogen (C/N rasio), 2). kandungan lignin dan polifenol, 3). Peran organisme pelaku dekomposisi, seperti cacing, rayap, semut, cendawan, bakteri, dan mikroba lainnya, 4). Kondisi lingkungan seperti temperatur, curah hujan, dan kelembaban, 5). Adanya kandungan logam berat, seperti Arsen, Tembaga, Cromium, dan Timbal, dan 6). Sifat kimia lingkungan seperti tingkat kemasaman tanah, potensial redoks (Eh), dan konduktivitas listrik (EC).

V. Peran Bahan Organik bagi Pertumbuhan Tanaman

Pemanfaatan bahan organik untuk memperbaiki pertumbuhan dan produksi tanaman pada umumnya terjadi melalui perbaikan bahan organik tanah. Dengan adanya penambahan atau peningkatan bahan organik tanah, maka akan terjadi perbaikan sifat-sifat tanah yang berkaitan dengan kesuburan tanah, baik yang menyangkut sifat fisik tanah, kimia, maupun biologi tanah. Perbaikan kesuburan tanah inilah yang kemudian menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang menyangkut perbaikan sifat akar, batang, daun, buah dan biji. Hasil penelitian Liu *et al.* (2011) di China menunjukkan bahwa penggunaan bahan organik pangkasan dibandingkan dengan pemupukan kimiawi terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman stevia, tampak bahwa pada stadia awal pengaruh perlakuan pupuk kimia lebih baik pengaruhnya terhadap diameter pucuk, tinggi tanaman, dan berat kering (g/tan) sampai dengan 60 hari setelah transplanting (penanaman), namun setelah itu pengaruh perlakuan bahan organik pangkasan lebih baik daripada pengaruh pupuk kimiawi (lihat Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk kimia relatif baik untuk jangka pendek tetapi tidak dijamin untuk keperluan jangka panjang. Sebaliknya pengaruh bahan organik pangkasan lebih baik untuk kepentingan jangka panjang.



Sumber : Liu *et al.* (2011)

Gambar 2. Pengaruh penggunaan pupuk kimia dan pupuk organik terhadap pertumbuhan tanaman Stevia

Hasil penelitian Yusuf, *et al.* (2007) yang mencobakan pengaruh daun gamal sebagai kompos yang diaplikasikan bagi tanaman jagung menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan dan produksinya. Diperoleh juga bahwa dengan penggunaan pupuk kompos pada taraf dosis 6-8 ton/ha dapat memberikan hasil yang terbaik. Demikian juga dengan hasil penelitian Jayadi (2009) yakni melalui penggunaan pupuk padat, tanaman jagung memberikan respons yang positif terhadap pemberian pupuk tersebut. Penggunaan pupuk organik, baik dalam bentuk padat maupun cair memberikan pengaruh yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan pupuk anorganik. Hasil penelitian yang dilaporkan Yuliana *et al.* (2013) dengan menggunakan bokashi sebagai pupuk organik mampu meningkatkan produksi tanaman jagung sebesar 23,86% dibandingkan dengan tanpa penggunaan bokashi.

Studi yang dilakukan Jiang, *et al.* 2019 di China mengenai peran bahan organik terhadap perbaikan sifat fisiko-kimia tanah menunjukkan bahwa faktor yang sangat menonjol selama penelitian yaitu adanya peningkatan total Kjeldahl nitrogen (TKN) mencapai 57%, peningkatan suhu sebesar 39%, dan pH turun ke taraf 3%. Hasil akhir dari penelitian ini adalah adanya peningkatan total fosfor (TP), kalium total (TK), dan TKN berturut-turut masing-masing sebesar 34,84%, 43,66%, dan 65,91%, sedangkan bahan organik turun 61,79%. Kompos akhir memiliki C/N 6,91 (<15) dan indeks perkecambahan 97,81% (> 80%). Fosfor, Kalium, dan Nitrogen merupakan unsur hara makro penting yang memainkan peranan penting dalam pertumbuhan tanaman. Apabila unsur hara ini berada dalam jumlah yang kurang, maka pertumbuhan tanaman akan terganggu. Fosfor berperan dalam mendorong pertumbuhan sistem perakaran tanaman dan memacu pembungaan dan pembuahan tanaman. Kalium berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman agar tidak mudah patah atau rebah, meningkatkan ketahanan terhadap serangan organisme pengganggu, baik hama maupun penyakit. Nitrogen berperan dalam menyusun klorofil, sehingga jika tanaman kekurangan unsur hara ini, maka tanaman akan tampak klorosis. Dari hasil riset ini walaupun tampak bahan organik turun tetapi masih berada dalam proporsi yang cukup tinggi, yakni mencapai 62%. Jumlah bahan organik yang tinggi ini merupakan masukan yang baik untuk perbaikan sifat-sifat fisiko kimia tanah yang selanjutnya memberikan kontribusi positif bagi perbaikan pertumbuhan dan produksi tanaman. Rasio CN yang rendah

yang tidak mencapai 10 merupakan petunjuk baik bagi kelangsungan proses mineralisasi jangka panjang, karena unsur hara yang terkandung di dalamnya akan dilepas secara perlahan untuk dapat dimanfaatkan oleh tanaman dalam menopang pertumbuhannya.

Hasil studi Dultz *et al.* (2018) yang dilakukan di Jerman dengan menggunakan bahan organik sebagai bahan pembentuk agregat tanah sangat penting karena agregat tanah berperan dalam membentuk pori-pori tanah. Pori-pori tanah ini memainkan peranan dalam membentuk tata air dan tata udara sehingga dapat membantu pemenuhan kebutuhan air dan udara bagi tanaman. Diketahui secara umum bahwa air berperan dalam proses fotosintesis, apabila air berada dalam jumlah terbatas maka hasil akhir fotosintat berkurang dan sebaliknya bila air berada dalam jumlah yang cukup dan pada sisi lain semua kondisi dalam keadaan yang baik, maka pertumbuhan dan produksi tanaman yang diharapkan dapat dicapai.

VI. Kesimpulan

Kandungan bahan organik tanah yang tinggi merupakan kunci keberlanjutan pertanian. Aktifitas pertanian yang tidak mampu mempertahankan kandungan bahan organik tanah dapat mengarah pada kemunduran produktifitas pertanian. Patut dijadikan pegangan bahwa tanah pertanian dengan kandungan bahan organik tinggi musti diupayakan untuk terus dipertahankan dan tanah dengan kandungan bahan organik yang rendah harus ditingkatkan. Praktek pertanian semacam ini yang dapat menjamin keberlanjutan produktifitas pertanian untuk kepentingan masa depan masyarakat dalam jangka panjang

Daftar Pustaka

- Bartsev, S.I., and Pochekutov, A.A., 2016. The vertical distribution of soil organic matter predicted by a sample continuous model of soil organic matter transformation. *Journal Ecological Modelling*, Vol. 238 : 95-98.
- Cotching, W. E. (2018). Organic matter in the agricultural soils of Tasmania, Australia—A review. *Geoderma*, 312, 170-182.
- Dultz, S., Steinke, H., Mikutta, R., Woche, S.K., and Guggenberger, G., 2018. Impact of organic matter types on surface charge and aggregation of goethite. *Journal Colloids and Surface A*, vol. 554 : 156-168. Journal homepage : www.elsevier.com/locate/colsurfa.
- Enya, O., Heaney, N., Iniyama, G., Lin, C. (2020). Effects of heavy metals on organic matter decomposition in inundated soils: microcosm experiment and field examination. *Science of the total environment*, 724, 138223.
- Handayanto, E; Cadish, G and Giller, K.E, 1995. Decomposition and mineralizayion of selected legume hedgerow tree pruning. In soil management in sustainable agriculture (Eds. H.F. Cooc and H. Lee) pp : 113-120. Wye Collage University of London, Press UK.
- Jayadi, M. (2009). Pengaruh pupuk organik cair daun gamal dan pupuk anorganik terhadap pertumbuhan tanaman jagung. *Jurnal agrisistem*, 5(2), 115-122.
- Jiang, Z., Yunyu Lu, Jiaqi Xu, Mingqi Li, Shan, G, and Qunliang Li., 2019. Exploring the characterisitcs of dissolved organic matter and succession of bacterial community during composting. *Bioresource Technology*, 292 : 1-10.
- Liu, X., Ren, G., & Shi, Y. (2011). The effect of organic manure and chemical fertilizer on growth and development of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Energy Procedia*, 5, 1200-1204.

- Kolb, E. W., & Turner, M. S. (2018). *The early universe*. CRC press.
- Markiewicz, M., Hulisz, P., Charzyński, P., and Piernik, A. (in press). Characteristics of soil organic matter of edifisol an axample of techno humus system. *Journal Applied Soil Ecology*. Journal homepage : www.elsevier.com/locate/apsoil.
- Merino, A., Founturbel, M.T., Femandez, C., and Chavez-Vergara, B., 2018. Inferring change in soil organic matter in post-wildfire soil burn severity levels in a temperate climate. *Journal Sciece of the Total Environment*, vol. 627 : 622-632.
- Moinet, G. Y., Hunt, J. E., Kirschbaum, M. U., Morcom, C. P., Midwood, A. J., Millard, P. (2018). The temperature sensitivity of soil organic matter decomposition is constrained by microbial access to substrates. *Soil Biology and Biochemistry*, 116, 333-339.
- Schjønning, P., McBride, R. A., Keller, T., Obour, P. B. (2017). Predicting soil particle density from clay and soil organic matter contents. *Geoderma*, 286, 83-87.
- Syekhfani. 1997. Hara-Air-Tanah-Tanaman. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang.
- Purwaningrahayu, R. D., Sebayang, H. T., Syekhfani, S., & Aini, N. (2015). Resistance level of some soybean (*Glycine max* L. Merr) genotypes toward salinity stress. *Berkala Penelitian Hayati*, 20(2), 7-14.
- Qiu, H., Ge, T., Liu, J., Chen, X., Hu, Y., Wu, J., ... Kuzyakov, Y. (2018). Effects of biotic and abiotic factors on soil organic matter mineralization: experiments and structural modeling analysis. *European Journal of Soil Biology*, 84, 27-34.
- Tadini, A.M., Nicolodelli, G., Senesi, G. S., Ishida, D.A., Montes, C.R., Lucas, Y., Mounier, S., Guimaraes, F.E.G., and Milori, D.M.B.P., 2018. Soil organic matter in pozdol horizons of the Amazon region : Humification, recalcitrance, and dating. *Journal Science of the Total Environment*, vol. 613-614 : 160-167.
- Yoshida, H., Sazawa, K., Wada, N., Hata, N., Marumo, K., Fukushima, M., and Kuramitz, H. 2018. Changes in the chemical composition of soil organic matter including water-soluble component during incubation: A case study of coniferous and broadleaf forest soils. *Journal Catena*, Vol. 171 : 22-28.
- Yuliana A, I, Sumarni T, dan Fajriani S, 2013. Upaya peningkatan hasil tanaman jagung (*Zea mays* L) dengan pemupukan Bokashi dan *Crotalaria juncea*. *J Produksi Tamaman*, Vol. 1 (1) : 36-44.
- Yusuf L, Mulyati A.M, dan Sanaba A.H, 2007. Pengaruh Dosis Pupuk Organik Padat Daun Gamal Terhadap Tanaman Sawi. *Jurnal Agrisistem* Vol. 3 No. 2 : 80-89.
- Vasile, A.J., Popescu, Cr., Andreea Ion, R., and Dobre, I., 2015. From konvensional to organic in Rumanian agriculture-impact assessment of a land use changing paradigm. *Journal Land Use Police*, vol. 46 : 258-266.
- Wood, S. A., Tirfessa, D., Baudron, F. (2018). Soil organic matter underlies crop nutritional quality and productivity in smallholder agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 266, 100-108.