

## Pemanfaatan PCO Plus dengan N-P-K Untuk Perbaikan Sifat Kimia Inceptisols Bekas Galian Batu Bata pada Pertanaman Cabai Merah Besar

Emma Trinurani Sofyan<sup>1\*)</sup> dan Stefina Liana Sari<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Departemen Ilmu Tanah dan Manajemen Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Jl Jatinangor-Sumedang Km.21 Jatinangor, 45363. 082121177970.

<sup>2)</sup>Pascasarjana Jurusan Ilmu Tanah dan Manajemen Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Jl Jatinangor-Sumedang Km.21 Jatinangor, 45363. 085659223202.

\*Penulis untuk korespondensi: emma\_trinurani@yahoo.com

Diterima 23 Juni 2017/Disetujui 30 Juni 2017

### ABSTRAK

*Inceptisols merupakan salah satu jenis tanah dengan sebaran yang cukup luas di Indonesia. Pemanfaatannya untuk pertanian pun masih luas, salah satunya Inceptisols di Kecamatan Wanaraja Kabupaten Garut. Namun eksploitasi tanah secara terus-menerus dalam jumlah yang sangat besar melalui penggalian untuk pembuatan batu bata merah terjadi di wilayah ini dan mengakibatkan menipisnya lapisan tanah karena hilangnya top soil (lapisan atas) dengan kedalaman 2 – 4 meter. Sehingga tanah kehilangan kesuburannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan PCO plus bersama N-P-K terhadap beberapa sifat kimia tanah Inceptisols bekas galian batu bata merah. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2017 sampai dengan Mei 2017 di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Rancangan yang digunakan adalah RAK sederhana dengan 10 perlakuan tanah terdegradasi bekas galian batu bata dan 1 perlakuan tanah normal yang diulang 3 kali dengan susunan perlakuan sebagai berikut; A = Kontrol (tanah terdegradasi, tanpa pupuk), B = 0% PCO + 1 NPK, C = 0.25% PCO + 1 NPK, D = 0.50% PCO + 1 NPK, E = 0.75% PCO + 1 NPK, F = 1.00% PCO + 1 NPK, G = 0.5% PCO + 3/4 NPK, H = 0.5% PCO + 1/2 NPK, I = 0.5% PCO + 1/4 NPK, J = 0.5 PCO + 0 NPK, dan K = 1 NPK tanah normal. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan PCO plus bersama dosis N-P-K yang lebih tinggi (konsentrasi 0.5%, 0.75%, dan 1.00% bersama N-P-K standar) berpengaruh terhadap peningkatan C-organik, KTK dan KB tanah serta penyerapan N, P dan K oleh tanaman pada tanah terdegradasi bekas galian batu bata merah, akan tetapi peningkatan tersebut belum mampu mengembalikan sifat kimia tanah (C-organik, KTK dan KB tanah) serta penyerapan N, P dan K seperti pada tanah normal.*

*Kata kunci : pupuk cair organik, pupuk N-P-K, sifat kimia tanah*

### PENDAHULUAN

Inceptisols merupakan salah satu jenis tanah dengan sebaran yang cukup luas di Indonesia. Pemanfaatannya untuk pertanian masih luas, salah satunya Inceptisols di Kecamatan Wanaraja Kabupaten Garut yang terbentuk dari letusan gunung api di sekelilingnya. Namun eksploitasi tanah secara terus-menerus dalam jumlah yang sangat besar melalui penggalian untuk pembuatan batu bata merah terjadi di wilayah ini.

Penggalian ini menyebabkan tanah kehilangan kemampuannya untuk membentuk struktur kembali, sehingga tanah-tanah yang sebelumnya merupakan kawasan pertanian ini dapat digolongkan menjadi tanah terdegradasi. Gejala fisik yang tampak jelas adalah semakin menipisnya lapisan tanah karena hilangnya *top soil* (lapisan atas), terbentuknya lubang lubang bekas galian dengan kedalaman 2 – 4 meter dengan luas beragam. Tanaman yang tumbuh di atasnya menunjukkan gejala pertumbuhan yang tidak normal serta hasil panen yang menurun signifikan. Berdasarkan data analisis Laboratorium Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian

Universitas Padjadjaran (2016), tanah bekas galian batu bata merah di Wanaraja Kabupaten Garut memiliki sifat kimia kurang subur dan pemanfaatan kembali untuk bidang pertanian memerlukan pemulihan dan input pupuk yang cukup.

Formula pupuk cair organik (PCO) plus merupakan salah satu temuan yang dapat menjadi solusi. Formula ini merupakan hasil dari pengelolaan limbah ternak sapi secara optimal yaitu dengan cara mengubah limbah padat menjadi cair dengan tambahan molase sehingga menjadi senyawa organik yang mampu berperan sebagai pembenah tanah dengan kandungan C-organik tinggi, dapat meningkatkan KTK tanah juga diperkaya dengan bahan mineral (Permentan Nomor 70, 2011) untuk melengkapi kebutuhan unsur hara makro dan mikro tersedia bagi tanaman. Formula PCO plus, dapat menjadi alternatif pemanfaatan kembali tanah Inceptisol bekas galian batu bata yang kurang subur untuk bidang pertanian, khususnya untuk komoditas hortikultura.

Cabai merah (*Capsicum annum*. L) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang penting di Indonesia. Penggunaan lahan untuk komoditas ini di

Kabupaten Garut cukup luas pula. Penggalian tanah untuk pembuatan batu bata berdampak pada penyempitan dan penutrunan produktivitas cabai. Sehingga pemanfaatan PCO *plus* untuk mengembalikan kesuburan tanah dapat menjadi solusi peningkatan kembali produksi cabai di Indonesia yang sampai saat ini belum mampu memenuhi kebutuhan cabai nasional.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2017 sampai dengan Mei 2017 yang terdiri atas beberapa rangkaian kegiatan di laboratorium dan lapangan. Formulasi pupuk organik cair dan analisis kandungan hara PCO, dilakukan di Laboratorium Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor. Aplikasi pada tanaman cabai menggunakan polybag dengan media tanah Inceptisol terdegradasi akibat galian batu bata merah yang berasal dari Wanaraja Kabupaten Garut. Pelaksanaan penanaman dilakukan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran Jatinangor yang terletak pada ketinggian  $\pm$  768 meter di atas permukaan laut. Kegiatan setelah penanaman adalah analisis jaringan tanaman di Laboratorium Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor.

Bahan yang digunakan dalam percobaan ini antara lain kotoran sapi yang berasal dari Kabupaten Garut, tanah Inceptisol Wanaraja, Kabupaten Garut, bahan-bahan mineral sumber hara tambahan pupuk (Molase sebagai sumber karbon organik, ZA  $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$  sebagai sumber nitrogen dan sulfur, Sp-36 dan KCl sebagai sumber fosfor dan kalium, serta  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , dan  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  sebagai sumber hara mikro besi, mangan, tembaga, seng, natrium, cobalt dan molybdenum dan benih cabai merah besar yang digunakan adalah varietas Unpad CB1.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen Rancangan Acak Kelompok (RAK) Sederhana atau *Simple Randomize Block Design* yang terdiri dari kombinasi perlakuan konsentrasi PCO dan dosis N-P-K. Total perlakuan kombinasi berjumlah 10 dengan uraian sebagai berikut: A = Kontrol (tanah terdegradasi, tanpa pupuk), B = 0% PCO + 1 NPK, C = 0.25% PCO + 1 NPK, D = 0.50% PCO + 1 NPK, E = 0.75% PCO + 1 NPK, F = 1.00% PCO + 1 NPK, G = 0.5% PCO + 3/4 NPK, H = 0.5% PCO + 1/2 NPK, I = 0.5% PCO + 1/4 NPK, J = 0.5 PCO + 0 NPK, dan K = 1 NPK tanah normal. Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali, sehingga secara keseluruhan jumlah unit percobaan adalah 10 x 3, yaitu 30 unit percobaan. Setiap unit percobaan merupakan 2 individu tanaman, 1 tanaman untuk pengamatan hingga penghitungan *fruitset*, dan satu sampel lainnya merupakan sampel destruksi untuk

analisis jaringan tanaman yang akan dilakukan pada vegetatif maksimum.

Pengambilan data vegetatif dilakukan setiap minggu, dan pengambilan sampel untuk analisis kandungan hara tanah dilakukan pada vegetatif maksimum dimana tanaman menyerap unsur hara dalam keadaan maksimum. Data yang diperoleh selanjutnya diolah menggunakan *software* statistik SPSS melalui uji F untuk mengetahui adanya perbedaan respons setelah perlakuan diberikan. Apabila terdapat beda nyata maka pengujian dilanjutkan dengan uji lanjut jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Awal Tanah Bekas Galian Batu Bata Merah

Analisis awal tanah terdegradasi bekas galian batu bata merah ini menunjukkan sifat kimia yang kurang subur akibat hilangnya *top soil* atau lapisan tanah atas. Kandungan C-organik sangat rendah (0,79 %), Kapasitas Tukar Kation (KTK) sangat (15.85 cmol/kg), Kejenuhan Basa (KB) rendah (22.65 %), Unsur hara makro N-total rendah (0.14%), P-tersedia sangat rendah (2,76 ppm) dan K-tersedia rendah (0.29 cmol/kg) serta jumlah kation yang dapat dipertukarkan berada pada kisaran rendah hingga sedang (COA, 2016). *Top soil* merupakan bagian dari tanah yang paling penting berkaitan dengan pengelolaan tanah untuk pertanian dan pengendalian degradasi. *Top soil* memiliki bahan organik dan jumlah mikroorganisme terbesar dengan unsur hara tersedia yang tinggi. Hal ini menyebabkan *top soil* pada umumnya lebih subur dengan kemampuan menyimpan air yang baik sehingga memungkinkan *top soil* lebih produktif bagi pertumbuhan tanaman (FAO, 1998; Koenig dan Isaman, 2010). Hilangnya *top soil* mengakibatkan kesuburan tanah menurun drastis dibandingkan tanah normal yang belum dilakukan penggalian.

### C-organik Tanah

Analisis statistik terhadap kandungan C-organik tanah ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan C-organik dalam tanah pada berbagai perlakuan

Perlakuan	C-organik (%)	Kriteria
A Kontrol (tanpa pupuk)	0.71	a Sangat rendah
B 0 POC + 1 NP	0.72	a Sangat rendah
C 0.25 PCO + 1 NPK	0.81	ab Sangat rendah
D 0.50 PCO + 1 NPK	0.89	b Sangat rendah
E 0.75 PCO + 1 NPK	1.13	cd Rendah
F 1.00 PCO + 1 NPK	1.32	d Rendah
G 0.5 PCO + 3/4 NPK	1.05	cd Rendah
H 0.5 PCO + 1/2 NPK	0.90	b Sangat rendah
I 0.5 PCO + 1/4 NPK	0.87	b Sangat rendah
J 0.5 PCO + 0 NPK	0.85	b Sangat rendah
K 1 NPK tanah normal	1.71	e Rendah

Kandungan C-organik tanah bekas galian batu bata merah meningkat dengan adanya perlakuan PCO plus berbagai konsentrasi. Tanah normal (perlakuan K) memiliki kandungan C-organik tertinggi dibandingkan semua perlakuan. Akan tetapi peningkatan C-organik tanah bekas galian batu bata yang tertinggi terlihat pada perlakuan F, E dan G. Perlakuan tersebut merupakan kombinasi konsentrasi PCO plus bersama N-P-K yang tertinggi pula. Dengan kata lain peningkatan kandungan C-organik tanah bekas galian batu bata dengan aplikasi PCO plus bersama NPK belum mampu menyetarai tanah normal namun kriteria penilaian ketiga perlakuan tersebut (E, F dan G) masih berada dalam range yang sama “rendah” dengan tanah normal (bukan tanah galian).

**KTK Tanah**

Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah pada berbagai perlakuan PCO plus dapat disimak pada Tabel 2. KTK tanah terdegradasi bekas galian batu bata merah meningkat dengan aplikasi PCO plus bersama N-P-K dibandingkan dengan kontrol (perlakuan A) dan N-P-K saja (perlakuan B). Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan dengan KTK tertinggi adalah perlakuan K (tanah normal). Perlakuan penambahan PCO plus bersama N-P-K pada tanah bekas galian batu bata dapat meningkatkan KTK tanah bekas galian batu bata merah, namun peningkatan tersebut belum mampu mengimbangi KTK pada tanah normalnya.

Tabel 2. Kapasitas Tukar Kation tanah pada berbagai perlakuan

Perlakuan	KTK Tanah (cmol/kg)	Kriteria
A Kontrol (tanpa pupuk)	15.97	a Rendah
B 0 POC + 1 NPK	16.11	ab Rendah
C 0.25 PCO + 1 NPK	17.82	b Sedang
D 0.50 PCO + 1 NPK	20.17	d Sedang
E 0.75 PCO + 1 NPK	21.65	e Sedang
F 1.00 PCO + 1 NPK	22.34	e Sedang
G 0.5 PCO + 3/4 NPK	19.44	cd Sedang
H 0.5 PCO + 1/2 NPK	18.51	bc Sedang
I 0.5 PCO + 1/4 NPK	18.02	bc Sedang
J 0.5 PCO + 0 NPK	17.77	b Sedang
K 1 NPK tanah normal	25.34	f Tinggi

Keterangan: KTK hasil analisis tanah awal = 15.25 cmol/kg

Peningkatan KTK tertinggi pada tanah bekas galian batu bata merah ditunjukkan oleh perlakuan E dan F yang merupakan konsentrasi PCO plus tertinggi yaitu konsentrasi PCO 0.5% dan 1.0% bersama 1 dosis N-P-K atau dengan dosis standar petani. Akan tetapi berdasarkan kriteria penilaian hasil analisis pada Tabel 2 terlihat bahwa perlakuan C hingga J masih berada pada kisaran kriteria “sedang”, berbeda dengan tanah normal yang menunjukkan kriteria “tinggi”.

**Kejujahan Basa**

Beberapa perlakuan PCO Plus berpengaruh signifikan terhadap peningkatan persentase KB tanah. Pada Tabel 3 dapat dilihat perbedaan KB berbagai perlakuan konsentrasi PCO Plus dengan N-P-K. Seperti halnya peningkatan C-Organik dan KTK tanah, dalam hal ini konsentrasi PCO Plus bersama dosis N-P-K yang tertinggi pada tanah bekas galian (Perlakuan E dan F) menunjukkan peningkatan nilai KB yang signifikan dibandingkan dengan control maupun aplikasi N-P-K dosis rekomendasi saja. Akan tetapi apabila dibandingkan dengan tanah normal, peningkatan KB pada aplikasi PCO Plus belum memenuhi (masih pada kriteria sedang) karena persentase kejujahan basa pada tanah normal sangat tinggi.

Tabel 3. Kejujahan Basa tanah pada berbagai perlakuan

Perlakuan	KB (%)	Kriteria
A Kontrol (tanpa pupuk)	22.50	a rendah
B 0 POC + 1 NP	25.32	ab rendah
C 0.25 PCO + 1 NPK	28.75	ab rendah
D 0.50 PCO + 1 NPK	41.60	bc sedang
E 0.75 PCO + 1 NPK	43.42	c sedang
F 1.00 PCO + 1 NPK	49.83	d sedang
G 0.5 PCO + 3/4 NPK	42.67	bc sedang
H 0.5 PCO + 1/2 NPK	42.27	bc sedang
I 0.5 PCO + 1/4 NPK	41.17	bc sedang
J 0.5 PCO + 0 NPK	40.19	b sedang
K 1 NPK tanah normal	88.83	e Sangat tinggi

Meningkatnya kandungan C-organik, KTK dan KB tanah bekas galian batu bata merah setelah aplikasi PCO plus berkaitan dengan komponen bahan penyusun PCO plus diantaranya bahan organik yang tinggi dan sumber hara mineral yang ditambahkan. Proses mineralisasi bahan organik akan melepas mineral tanaman dengan lengkap. Sumber muatan negatif dari dari senyawa organik PCO terutama gugus karboksil dan gugus fenol dapat meningkatkan KTK tanah inceptisol (Ikbel dkk, 2015). Selanjutnya, sejumlah unsur-unsur dari bahan mineral yang ditambahkan juga menjadi suplay hara diantaranya termasuk kation-kation basa yang dapat tersedia dalam larutan tanah.

**Kandungan N, P dan K Tanaman Cabai**

Hasil uji statistika dari serapan N, P, dan K pada Tabel 4 berikut menunjukkan angka yang signifikan. Hal ini berarti bahwa pemberian PCO plus bersama N-P-K mampu meningkatkan penyerapan hara N, P dan K pada tanaman cabai. Kandungan N-total jaringan tanaman tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan E dan F yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan G. Perlakuan lainnya yang menggunakan 0,5 % PCO plus (perlakuan D, G, H dan I) menunjukkan kandungan N tanaman yang setara dengan kandungan N pada tanah normal (perlakuan K). Hal ini menandakan bahwa aplikasi PCO plus dapat meningkatkan penyerapan N tanaman cabai pada tanah bekas galian batu bata merah.

Tabel 4. Hasil analisis kandungan N, P dan K tanaman cabai masing-masing perlakuan perlakuan

Perlakuan	N-total	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
A Kontrol (tanpa pupuk)	3.90 a	0.37 a	2.13 a
B 0 POC + 1 NPK	4.36 b	0.69 b	2.80 b
C 0.25 PCO + 1 NPK	4.53 b	0.75 bc	2.96 b
D 0.50 PCO + 1 NPK	4.77 c	0.92 cd	3.53 c
E 0.75 PCO + 1 NPK	5.04 d	0.87 cd	4.46 e
F 1.00 PCO + 1 NPK	5.05 d	0.93 d	4.26 de
G 0.50 PCO + 3/4 NPK	4.86 cd	0.89 cd	3.67 cd
H 0.50 PCO + 1/2 NPK	4.77 c	0.86 c	3.96 cd
I 0.50 PCO + 1/4 NPK	4.72 c	0.85 c	3.76 cd
J 0.50 PCO + 0 NPK	4.39 b	0.63 b	2.87 b
K 1 NPK tanah normal	4.77 c	0.95 e	3.60 c

Kandungan P tanaman cabai dengan aplikasi PCO *plus* meningkat dibandingkan dengan control dan pemberian NPK saja pada tanah bekas galian batu bata. Akan tetapi kandungan P tanaman tanah terdegradasi dengan PCO *plus* ini belum mampu meningkatkan P setara dengan tanah normal. Hal tersebut dapat ditelaah dari Tabel 4 bahwa kandungan P tanaman tertinggi ialah perlakuan K (tanah normal) yang hasilnya berbeda nyata dengan semua perlakuan. Pada tanah terdegradasi, kandungan P tanaman yang tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan dengan dosis pupuk tertinggi pula, yaitu perlakuan F, dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan D, E dan G. Pengurangan dosis NPK pada dosis PCO *plus* yang sama menunjukkan penurunan kandungan P jaringan tanaman.

Kalium pada jaringan tanaman tertinggi juga ditunjukkan oleh perlakuan konsentrasi PCO *plus* bersama dosis N-P-K tertinggi yaitu perlakuan E dan F hingga melebihi kandungan K tanaman pada tanah normal. Pemberian PCO *plus* 0,5 % (G, H dan I) bersama pengurangan dosis N-P-K pada Tabel 4, sudah menunjukkan nilai yang setara (tidak berbeda nyata) dengan perlakuan pembandingan pada tanah normal (perlakuan K). Hal tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan PCO *plus* pada tanah terdegradasi bekas galian batu bata merah diperlukan dalam konsentrasi 1 % untuk mendapatkan kandungan K tanaman maksimum apabila diaplikasikan bersama N-P-K yang biasa digunakan petani setempat.

Unsur hara yang rendah pada tanah inceptisol bekas galian batu bata merah meningkat dengan penambahan PCO *plus* bersama N-P-K. C-organik tanah merupakan kompleks dari senyawa organik pada berbagai tahap dekomposisi (Smith dkk., 2012), dengan sifat amfoter yang dimilikinya, dapat meningkatkan pH tanah inceptisol yang bersifat agak masam sehingga kelarutan hara yang siap diserap tanaman meningkat. Sumber muatan negatif humus dari POC *plus* terutama gugus karboksil dan gugus fenol dapat meningkatkan KTK tanah inceptisol. Selanjutnya, menurut Ikbek dkk., (2015) sejumlah unsur-unsur hasil mineralisasi senyawa organik dan dari bahan mineral yang ditambahkan juga hara dari pupuk anorganik N-P-K menjadi suplay hara yang dapat tersedia dalam larutan tanah dan salah satu penyebab meningkatnya KB. Unsur hara tersebut dalam

bentuk ion-ion tersedia bagi tanaman yang dapat melakukan penetrasi langsung pada jaringan tanaman, sehingga tanaman dapat lebih banyak menyerap hara yang dibutuhkannya.

### KESIMPULAN

Meningkatnya kandungan C-organik, KTK dan KB tanah terdegradasi bekas galian batu bata merah mengakibatkan peningkatan kesuburan tanah pula yang selanjutnya meningkatkan kelarutan hara bagi tanaman. perlakuan PCO *plus* bersama dosis N-P-K yang lebih tinggi (konsentrasi 0.5%, 0.75%, dan 1.00% bersama N-P-K standar) berpengaruh terhadap peningkatan C-organik, KTK dan KB tanah serta penyerapan N, P dan K oleh tanaman pada tanah terdegradasi bekas galian batu bata merah, akan tetapi peningkatan tersebut belum mampu mengembalikan sifat kimia tanah (C-organik, KTK dan KB tanah) serta penyerapan N, P dan K seperti pada tanah normal.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2016. Certificate Of Soil Analysis No. 053-2016. Soil Fertility Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Padjadjaran.
- Eviati dan Sulaeman. 2009. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman Air dan Pupuk. Edisi 2. Balai Penelitian Tanah; Bogor.
- Food and Agriculture Organization. 1998. Topsoil Characterization For Sustainable Land Management. Land and Water Development Division Soil Resources Management and Conservation Service. Rome.
- Ikbek, Z., Abbes C, Ouled S. W., Hasnaoui F, Hasnaoui B, and Smiti. 2015. Nitrogen and Organic Matter Mineralization in the Tunisian Cork Oak Forest: A Laboratory Study. Open Journal of Forestry, 2015, 5, 287-295
- Koenig, Rich and Von Isaman. 2010. Topsoil Quality Guidelines for Landscaping. Merrill Cazier Library. United State.
- Food And Agriculture Organization. 1998. Topsoil Characterization For Sustainable Land Management. Land and Water Development Division Soil Resources, Management and Conservation Service. Rome.
- Smith, P., Davies, C. A., Ogle, S., Zanchi, G., Bellarby, J., Bird, N., Boddey, R. M., McNamara, N. P., Powlson, D., Cowie, A., van Noordwijk, M., Davis, S. C., Richter, D. d. B., Kryzanowski, L., van Wijk, M. T., Stuart, J., Kirton, A., Eggar, D., Newton-Cross, G., Adhya, T. K., and Braimoh, A. K.: Towards an integrated global framework to assess the impacts of land use and management change on soil carbon: current capability and future vision, Glob. Change Biol., 18, 2089–2101, 2012.