

Pengaruh Mulsa Serutan Kayu Dan Polyacrylamide Dalam Campuran Hydroseeding Terhadap Perubahan Sifat Kimia Tanah Inceptisol

Asep Sunandar^{1*)} dan Sri Yeni Mulyani¹⁾

¹⁾Pusat Litbang Jalan dan Jembatan
Jl. A.H. Nasution 264 Bandung

*Penulis untuk korespondensi: asep.sunandar@pusjatan.pu.go.id

Diterima 4 September 2017/Disetujui 22 Desember 2017

ABSTRACT

Erosion on road-side slopes can lead to destructive landslides. Hence, it is imperative to overcome erosion on road-side slopes and or road-side cliffs seriously. Hydroseeding is a technology that can be applied to address erosion on steep slopes as well as on vast areas. Hydroseeding refers to an alternative technology using a traditional method of seeding by a mixture of other substances such as tackifiers (chemical compound used for adhesive), fertilizer, mulch, water and other substances which are being pumped by using hydraulic pump. This research aims to determine the best dosage of mulch, wood shavings and polyacrylamide as base ingredients for hydroseeding to improve its chemical characteristics. The research is using randomized single group using mulch wood shavings with polyacrylamide with 16 attempts and 3 repeats. The results of the research show that mulch wood shaving and polucarcrylamide in hydroseeding mixture can improve the chemical characteristic of C-organic soil, N-total, C/N rasion and CEC. The treatment of P (mulch wood shavings 28.30 grams/pot dan polyacrylamide 0.19 grams/pot) can yield the best results in view of the C-organic with the percentage level at 2.65 percent, N-total at 0.35 percentage, C/N rasion with percentage at 7.66 percent and CEC of soil at 21.23 cmol per kg.

Keywords: Hydroseeding, Wood chip Mulching, Polyacrylamide, C-organic, N-total, CEC, dan C/N rasio

ABSTRAK

Erosi pada lereng jalan merupakan awal dari terjadinya longsor yang dapat membuat kerusakan yang sangat besar. Oleh karenanya penanganan erosi pada lereng atau tebing jalan perlu ditanggapi dengan serius. Salah satu teknologi yang dapat diterapkan untuk menangani masalah erosi yang terjadi pada lereng yang curam dan dalam areal yang luas adalah hydroseeding. Hydroseeding merupakan teknologi alternatif penaburan benih secara tradisional dengan mencampurkan bahan lainnya seperti tackifier (bahan perekat), pupuk, mulsa, air, atau bahan lainnya yang disemprotkan menggunakan pompa hidrolis (Siswomartono, 1989). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dosis terbaik daripada campuran mulsa serutan kayu dan polyacrylamide sebagai bahan hydroseeding untuk memperbaiki kimia. Metode Penelitian yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK) faktor tunggal antara mulsa serutan kayu dengan Polyacrylamide dengan 16 perlakuan dan 3 ulangan. Hasil Penelitian menunjukkan mulsa serutan kayu dan polyacrylamide yang digunakan sebagai bahan campuran hydroseeding dapat memperbaiki sifat kimia tanah C-organik, N-total, C/N rasio dan KTK (kemampuan Tukar Kation). Perlakuan P (mulsa serutan kayu 28,30 gram/pot dan polyacrylamide 0,19 gram/pot) mampu memberikan hasil terbaik terhadap C-organik dengan persentase 2,65 %, N-total dengan persentase 0,35 %, C/N rasio dengan persentase 7,66 dan KTK tanah dengan persentase 21,23 cmol/kg.

Kata Kunci: Hydroseeding, Mulsa serutan kayu, Polyacrylamide, C-organik, N-total, KTK, dan C/N rasio

PENDAHULUAN

Erosi di lereng atau tebing jalan, pada umumnya terjadi pada permukaan lereng yang terbuka (tidak ada tanaman). Hal ini terjadi karena tidak adanya penghalang air hujan yang jatuh ke permukaan tanah, sehingga aliran permukaan tersebut menjadi lebih cepat dan pada akhirnya akan mengerosi permukaan lereng jalan. Erosi pada lereng jalan merupakan awal dari terjadinya longsor yang dapat membuat kerusakan yang sangat besar. Selain itu, secara keseluruhan erosi yang terjadi

menyebabkan kemunduran sifat tanah dan sedimentasi (Wudiato, 1989). Pada saat terjadi erosi, tanah mengalami kemunduran yang salah satunya adalah sifat kimia tanah. Beberapa unsur kimia tanah yang berfungsi menjaga kestabilan tanah, menahan erosi dan menyediakan unsur hara esensial bagi tanaman ikut hanyut terbawa aliran air hujan (Arsyad, 2010). Unsur hara tersebut antara lain C-organik, N total, C/N dan KTK tanah.

Penanganan erosi pada lereng atau tebing jalan umumnya sudah banyak dilakukan di antaranya dengan

metode vegetatif, mekanik dan kimia. Di antara ketiga metode tersebut, metode vegetatif dianggap paling ramah lingkungan dan membutuhkan biaya yang relatif kecil. Namun demikian metode vegetatif ini bila dilakukan secara konvensional akan membutuhkan waktu yang cukup lama dan membahayakan keselamatan pekerja bilamana lereng atau tebing jalan yang ditangani memiliki kemiringan lebih dari 60 derajat (curam). Salah satu metoda vegetatif yang dapat diterapkan untuk menangani masalah erosi tersebut adalah teknologi *hydroseeding*. Teknologi *hydroseeding* merupakan teknologi alternatif penanaman dengan menggunakan bahan seperti biji tanaman, bahan perekat (*polyacrilamide*), pupuk, mulsa, air, atau bahan lainnya yang disemprotkan menggunakan pompa hidrolik (Siswomartono, 1989). Masing-masing bahan *hydroseeding* tersebut memiliki peranan dalam memperbaiki sifat kimia tanah dan pada akhirnya akan mempengaruhi tingkat kestabilan tanah terhadap erosi (Sunandar, 2013). Namun demikian komposisi campuran bahan *hydroseeding* khususnya mulsa serutan kayu dan *polyacrilamide* belum diketahui.

Secara mandiri, mulsa serutan kayu sebagai bahan organik dapat mempertahankan tingkat kesuburan tanah serta meningkatkan nilai C-organik, N-total dan KTK tanah (Chroma, *et al.*, 2006). Mulsa organik dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) yang mampu mengikat kation menjadi lebih tinggi dan hara yang terkandung dalam bahan organik menjadi tidak mudah tercuci (Rosmarkam dan Nasih, 2002). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hanafiah (2005) bahwa bahan organik dapat berperan bagi kimia tanah sebagai penyumbang ion – ion hara tersedia, menghasilkan humus yang berperan sebagai koloidal yang dapat meningkatkan KTK tanah 30 kali lebih besar.

Pemberian pemantap *polyacrilamide* (PAM) dapat meningkatkan KTK tanah, C-organik, N-total dalam tanah dan sedikit C/N rasio tanah karena peningkatan C-organik lebih kecil dibandingkan dengan peningkatan N-total, sehingga dapat menyediakan senyawa-senyawa yang di perlukan dalam pertumbuhan tanaman (El-Hady dan Abo-Sedera, 2006).

Pemberian PAM sebanyak 2 gram dan mulsa organik 2 Kg dapat meningkatkan KTK, N, C-organik dan beberapa sifat kimia tanah lainnya serta dapat menurunkan pH tanah dibandingkan dengan tanpa pemberian mulsa atau PAM atau dengan cara pemberian tunggal (El-Hady dan Abo-Sedera, 2006). Pemberian kombinasi beberapa mulsa organik dan PAM secara signifikan mengurangi jumlah aliran permukaan yang tererosi dan sedimentasi (Mc Laughlin dan Richard, 2006). Komposisi campuran terbaik dalam campuran *hydroseeding* yaitu, PAM 3 gram/m² dan mulsa serutan kayu 350 gram/m², sedangkan kebutuhan rumput signal 22 gram/m² dan pupuk kandang 500 gram/m². Campuran beberapa bahan dalam *hydroseeding* tersebut mampu memberikan kelekatan dan penutupan mulsa yang terbaik (Kusminingrum dan Sunandar, 2014).

Berdasarkan uraian tersebut, perlu adanya penelitian untuk mengetahui komposisi mulsa serutan kayu dan PAM dalam campuran *hydroseeding* yang tepat untuk memperbaiki sifat kimia tanah seperti C-organik, N total, C/N dan KTK. Adanya perbaikan kandungan sifat kimia tanah diharapkan besarnya erosi permukaan lereng atau tebing jalan dapat dikurangi sehingga tidak lagi mengganggu atau membahayakan pengguna jalan dan masyarakat yang tinggal sekitar jalan serta dapat mengurangi biaya pemeliharaan jalan.

Hydroseeding

Hydroseeding adalah proses penanaman dengan menggunakan campuran yang terdiri dari biji tanaman, perekat, mulsa, pupuk dan air. Campuran tersebut kemudian diangkat dalam tangki truk atau trailer dan disemprotkan di atas lahan yang telah dipersiapkan dalam tapak yang seragam (Riyanto, dkk., 2010). Teknik *hydroseeding* sangat cocok di terapkan pada areal yang luas dan kondisi tanah dengan lereng yang terjal, hal ini jika dilakukan dengan penanaman secara tradisional akan sangat menyulitkan bahkan membahayakan jiwa seseorang.

Mulsa Serutan Kayu

Mulsa yang sering digunakan dalam campuran *hydroseeding* yaitu, mulsa jerami padi, sekam padi, limbah kertas, dan limbah serutan kayu. Serutan kayu merupakan salah satu limbah pertanian dari hasil industri kayu yang keberadaannya sangat melimpah di Indonesia yang dapat dijadikan sebagai mulsa organik. Dalam mulsa serutan kayu terdapat unsur – unsur kimia penyusun kayu yaitu, C (50%), H (6%), N (0,05 – 0,10%), Abu (0,20 – 0,50%) dan sisanya merupakan oksigen (Dumanauw, 2001).

Tabel 1. Analisis Fisik Mulsa Organik Serutan Kayu

No.	Parameter	Nilai
1.	Panjang serat	0,99 mm
2.	Diameter serat	24,20 µm
3.	Masa jenis	0,38 gram/ml
4.	Kadar Abu	2,59 %

Sumber : Laboratorium Pusat Litbang Jalan dan Jembatan (2013).

Nilai yang tertera pada tabel analisis fisik mulsa serutan kayu di atas sesuai dengan persyaratan penggunaan bahan mulsa pada *Hydroseeding* di mana pada panjang serat mulsa serutan kayu yang di sarankan adalah 0,5 cm – 1 cm, diameter serat 18 µm – 30 µm, masa jenis 0,3 gram/ml – 0,7 gram/ml, kadar abu 2,0 % - 4,0 % (PUSJATAN, 2013). Persyaratan tersebut dibuat sesuai dengan ukuran nozle pada tangki alat *Hydroseeding* agar tidak tersumbat pada saat proses penyemprotan berlangsung.

Mulsa serutan kayu merupakan jenis mulsa yang memiliki ketahanan terhadap daya tumbuk air hujan dan lama mengalami proses dekomposisi sehingga dapat berperan dalam memperkecil erosi tanah selama proses perkecambahan tanaman sampai dewasa. Mulsa serutan kayu merupakan limbah dari hasil industri kayu yang dapat mudah dijumpai hampir di seluruh wilayah Indonesia. Mulsa yang terkandung dalam campuran *Hydroseeding* dapat membantu dalam menjaga kelembaban benih (Kusminingrum dan Sunandar, 2014).

Salah satu sifat bahan organik yang penting bagi peningkatan sifat kimia tanah adalah nisbah C/N yang menentukan besaran bahan organik yang dapat diberikan pada tanah. Nisbah C/N pada tanaman muda berkisar 15%, serbuk gergaji 200% dan bahan organik tanah 10% sampai 12% (Munawar, 2011). Menurut Shiga (1997) dalam sariief (2011) Rasio C/N serbuk gergaji sebesar 242,00%, pupuk kandang unggas 10,70%, pupuk kandang sapi 15,50% dan kulit kayu 198,00%. Kualitas dari bahan organik yang baik yaitu yang memiliki nilai C/N rasio 12-15 % (Novizan, 2002)

Bahan organik yang memiliki kandungan C/N rasio 10-20 % mampu melepaskan unsur hara yang terikat pada humus melalui proses mineralisasi sehingga dapat dibutuhkan oleh tanaman. Dengan penambahan bahan organik yang memiliki C/N rasio yang tinggi pada tanaman, maka akan terjadi persaingan memperebutkan unsur hara dengan mikroorganisme yang akan merombak bahan organik tersebut (Novizan, 2002). Mikroorganisme akan mati jika C/N rasio rendah sehingga terjadi inmeralisasi N menjadi senyawa yang sederhana (Sutanto, 2005).

Penggunaan mulsa mampu menekan laju erosi hingga 62% dibandingkan dengan pemulsaan biasa yang ditaburkan di atas tanah. Hal ini karena mulsa yang disemprotkan pada tanah mempunyai daya hantar sehingga menempel dengan kuat pada tanah dan mulsa tersebut dapat menjadi bahan organik yang dibutuhkan oleh tanaman. Mulsa organik juga dapat mengurangi laju aliran permukaan karena sifatnya sebagai bahan organik sehingga memacu pertumbuhan akar tanaman yang membuat pori tanah menjadi baik (Morris, 2007)

Bahan Pemantap Tanah *Polyacrylamide* (PAM)

Bahan pemantap tanah dapat digolongkan menjadi dua yaitu, pemantap tanah alami dan sintesis. Bahan pemantap alami yang banyak digunakan adalah kapur pertanian, fosfat alam, zeolit, emulsi aspal, lateks atau skim lateks. Bahan pemantap tanah sintetis yang sudah banyak di pasaran adalah, PAM, *vinyl acetate malic acid copolymer* (VAMA), *natrium polyacrylonitrile* (HPAN) dan *hydrostock* (Juarsah, 2013).

Berdasarkan peraturan menteri pertanian nomor : 28 Tahun 2009, bahan pemantap tanah adalah bahan – bahan sintetis atau alami, organik atau mineral yang berbentuk padat atau cair yang mampu memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Menurut Sutono dan Abdurachman (1997) bahan pembenah tanah adalah

bahan-bahan sintetis atau alami yang dapat memperbaiki sifat-sifat tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman. Bahan pemantap tanah yang sering digunakan dalam campuran *Hydroseeding* adalah PAM dan lateks. PAM adalah polymer non-hidrophobik yang mempunyai bagian aktif amide yang mengikat bagian-bagian – OH pada butir liat melalui ikatan hidrogen (Arsyad, 2010).

Pada umumnya bahan pemantap tanah memiliki sifat pencegah erosi dengan memantapkan agregat tanah, mengubah sifat hidrophobik atau hidrophilik tanah dan mengurangi atau meningkatkan KTK tanah. Faktor yang mempengaruhi preprat ini dalam perbaikan struktur tanah antara lain, berat moleku/l polymer, kandungan air dalam tanah yang optimum dan konsentrasi emulsi yaitu, tanah dengan berkadar liat tinggi membutuhkan konsentrasi lebih kecil dibanding tanah berpasir.

Pemberian bahan pemantap tanah memberikan pengaruh yang cukup baik dalam membantu perkecambahan benih, hal tersebut dapat terlihat ketika bahan pemantap tanah dicampur dengan air dan berubah menjadi gel.

Pemberian bahan pemantap tanah pada teknik *Hydroseeding* dapat menekan erosi lebih besar dibandingkan tanpa penggunaan bahan pemantap tanah. Energi yang dihasilkan dari proses penyemprotan pada teknik *Hydroseeding* memungkinkan mulsa yang digunakan dapat menempel maksimal pada tanah meskipun dengan kemiringan lereng yang mencapai 45⁰, namun dengan penambahan perekat pada bahan campuran *Hydroseeding* akan memperkuat mulsa menempel pada tanah sehingga dapat menekan erosi lebih besar lagi (Morris, 2007)

Campuran Mulsa Serutan Kayu dan PAM

Menurut Kusminingrum dan Sunandar (2014) mulsa serutan kayu yang dikombinasikan dengan PAM memiliki daya rekat yang kuat pada tanah sehingga tidak mudah tergerus oleh air hujan. Mulsa serutan kayu juga lama mengalami proses pelapukan dibanding dengan jenis mulsa lainnya seperti, mulsa jerami padi, mulsa sekam padi ataupun jenis mulsa organik lainnya. Hal tersebut memungkinkan kombinasi keduanya mampu melindungi permukaan tanah dari terpaan air hujan selama pertumbuhan tanaman menjadi dewasa.

Pemulsaan organik yang ditambahkan perekat yang disemprotkan ke tanah mampu menekan erosi hingga 81,25% dibandingkan dengan pemulsaan biasa dengan penaburan di atas tanah atau mulsa yang disemprotkan tanpa perekat (Morris, 2007). Campuran mulsa organik dan bahan perekat mampu menyediakan unsur hara bagi tanaman dan mengikatnya dengan vegetasi yang dihasilkan.

Karbon Organik Tanah (C)

Karbon adalah komponen utama dari bahan organik. Senyawa karbon atau biasa dikenal dengan senyawa organik adalah suatu senyawa yang unsur-unsur penyusunnya terdiri dari atom karbon dan atom-atom

hydrogen, oksigen, nitrogen, sulfur, halogen, atau fosfor. Peredaran karbon selama pelapukan jaringan tanaman sangat penting karena sebagian besar energi yang diperlukan oleh flora dan fauna tanah berasal dari oksidasi karbon (CO_2). CO_2 yang dihasilkan tanah akan dibebaskan ke udara, kemudian dapat digunakan oleh tanaman (Yani, 2003).

Keluarnya karbon organik tanah dari profil tanah hanya melalui emisi gas CO_2 ke udara setelah proses pelapukan. Pencucian karbon organik dari lapisan atas ke lapisan yang lebih dalam tidak dapat dikatakan sebagai pencucian karbon karena tidak keluar dari profil tanah. Penelitian yang dilakukan tidak menemukan bahan organik padat maupun bahan organik terlarut ataupun bahan organik yang mengendap dalam air sungai (Yulnafatmawita, dkk., 2007)

Unsur karbon di dalam tanah terbagi dalam 4 wujud, yaitu wujud mineral karbonat, wujud padat (arang, grafit dan batu bara), wujud humus (sisa-sisa tanaman dan hewan serta mikroorganisme yang telah mengalami perubahan) dan wujud berupa sisa-sisa tanaman dan hewan yang telah mengalami dekomposisi di dalam tanah (Watoni dan Buchari, 2000).

Menurut Utami dan Handayani (2003), budidaya organik nyata meningkatkan kandungan karbon tanah. Karbon merupakan komponen paling besar dalam bahan organik sehingga pemberian bahan organik akan meningkatkan kandungan karbon tanah. Tingginya karbon tanah ini akan mempengaruhi sifat tanah menjadi lebih baik, baik secara fisik, kimia dan biologi. Karbon merupakan sumber makanan mikroorganisme tanah, sehingga keberadaan unsur ini dalam tanah akan memacu kegiatan mikroorganisme sehingga meningkatkan proses dekomposisi tanah dan juga reaksi-reaksi yang memerlukan bantuan mikroorganisme, misalnya pelarutan P, fiksasi N dan sebagainya.

Nitrogen Total (N)

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara esensial yang keberadaannya sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Nitrogen dalam tanah dapat diperoleh melalui penambatan N bebas yang terdapat di udara atau melalui pemupukan dan pemberian bahan organik lainnya. Nitrogen merupakan penyusun protein dan asam nukleik serta protoplasma, nitrogen diambil oleh tanaman dalam bentuk amonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-) (Sarief, 1993). Tanaman dapat menyerap nitrogen selain dalam bentuk amonium dan nitrat juga dalam bentuk urea $\text{CO}(\text{N}_2)_2$ (DIRJEN Pendidikan Tinggi, 1991).

Nitrat yang diserap oleh tanaman berasal dari dekomposisi bahan organik, baik yang berasal dari tumbuhan ataupun binatang. Nitrat yang diadsorpsi oleh akar tanaman akan menuju kebagian atas tanaman, dengan demikian proses asimilasi nitrat pada tanaman tingkat tinggi terjadi pada bagian daun, walaupun asimilasi nitrat juga terjadi pada bagian tanaman lainnya. Pada proses asimilasi amonia terjadi di dalam sel-sel tanaman. Amonia dihasilkan melalui fotorespirasi dari

siklus oksidasi karbon (C), asimilasi amonia terjadi dengan cepat dan dalam jumlah yang sedikit di dalam jaringan tanaman (DIRJEN Pendidikan Tinggi, 1991).

Bahan organik dengan kandungan C/N kurang dari 20, maka akan terjadi mineralisasi N yang baik, sedangkan apabila nilai C/N lebih dari 30 akan terjadi imobilisasi N (Hanafiah, 2005). Tanaman yang tumbuh di lahan kering dapat menyerap ion nitrat NO_3^- relatif lebih besar jika dibandingkan dengan ion NH_4^+ . Hal ini karena senyawa organik seperti asam nukleat dan asam amino larut dapat diserap langsung oleh tanaman (Yuwono dan Rosmarkam, 2002).

Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Kapasitas Tukar Kation (KTK) suatu tanah adalah kemampuan koloid tanah dalam menyerap dan mempertukarkan kation dan dinyatakan dalam miliekuivalen per 100 gram tanah. Besar kecilnya KTK tanah dapat dipengaruhi oleh: reaksi tanah, tekstur atau jumlah liat (semakin halus tekstur tanah, semakin tinggi KTK), jenis mineral liat, bahan organik dan pengapuran serta pemupukan yang diberikan (DIRJEN Pendidikan Tinggi, 1991).

Koloid tanah pada umumnya bermuatan negatif dan dapat menyerap kation-kation pada permukaannya yang disebut dengan misel. Pada keadaan alami kation yang dijerap adalah Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , K^+ , Na^+ , namun hampir semua kation dapat dijerap oleh misel. Cara pertukaran kation pada misel dapat terjadi antara (1) kation pada misel dengan kation dalam larutan, (2) kation pada suatu misel dengan kation pada misel lainnya, (3) kation dari tempat yang berbeda pada satu misel yang sama (DIRJEN Pendidikan Tinggi, 1991).

Koloid humus terbentuk dari proses *humifikasi*, yaitu perombakan bahan organik dan kemudian terurai menjadi humus. Humus adalah bahan organik yang tidak dapat melapuk lagi dan dapat mengikat serta mempertukarkan kation-kation. Koloid humus dapat mengikat ion-ion lebih banyak dibandingkan dengan liat dengan berat yang sama, selain itu daya menahan air pada humus lebih besar daripada liat (Sarief, 1993).

Kapasitas tukar kation termasuk sifat kimia tanah yang sangat penting keberadaannya bagi tanaman. Tanah yang memiliki KTK tinggi dapat dikatakan tanah yang memiliki produktivitas tinggi dan tingkat kesuburan tanah yang tinggi. KTK yang tinggi akan mampu menyerap, menyimpan dan menyediakan unsur hara yang cukup bagi tanaman (Sarief, 1993).

Nilai KTK bahan organik yang terdapat dalam tanah bervariasi antara 200-3000 me/100g tanah, sedang nilai KTK liat hanya berkisar antara < 10 sampai > 100 me/100g tanah sehingga nilai KTK bahan organik dalam tanah dapat 2-10 kali KTK liat (Hanafiah, 2005). Tanah dengan KTK tinggi mampu menyerap dan menyediakan unsur hara yang baik dari pada tanah dengan KTK rendah. Tanah dengan KTK dan kejenuhan basa yang tinggi dapat meningkatkan kesuburan tanah (Harjodjoweno, 2003).

Dari uraian latar belakang dan permasalahan yang terjadi di atas dapat diduga bahwa kombinasi terbaik antara serutan kayu dengan PAM dalam campuran *hydroseeding* terhadap C-organik, N total, C/N dan KTK, adalah serutan kayu 350 gram m⁻² dengan 3 gram m⁻². Kombinasi tersebut diharapkan dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam menurunkan besar tanah tererosi

BAHAN DAN METODE 9

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kaca Pusat Litbang Jalan dan Jembatan (Puslitbang) Bandung yang berada pada ketinggian 791 meter diatas permukaan laut (dpl), dari bulan Desember 2014 sampai dengan Maret 2015. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Konservasi dan Fisika Tanah, serta Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran.

Kegiatan percobaan yang dilakukan meliputi pengambilan sampel tanah untuk percobaan, persiapan bahan campuran *hydroseeding*, persiapan media tanam, pembuatan aplikasi *hydroseeding*, penanaman, pemeliharaan, pemanenan, pengamatan serta analisis akhir

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah *inceptisol* berasal dari Lingkar Gentong Tasikmalaya, serutan kayu, pemantap tanah *polyacrylamide*, biji rumput signal, pupuk kandang dan air.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah wadah atau pot plastik ukuran 17 cm x 37 cm, gelas ukur, timbangan analitik, ring sampel, timbangan kasar, oven dan alat bantu lainnya.

Untuk membuktikan kombinasi terbaik antara

Tabel 2. Kombinasi Perlakuan Mulsa Serutan Kayu dan *Polyacrilamide*.

Perlakuan	Campuran Bahan <i>hydroseeding</i>	
	Mulsa Serutan Kayu gram / m ²	PAM (<i>Polyacrylamide</i>) gram / m ²
A	0	0
B	0	1
C	0	2
D	0	3
E	250	0
F	250	1
G	250	2
H	250	3
I	350	0
J	350	1
K	350	2
L	350	3
M	450	0
N	450	1
O	450	2
P	450	3

serutan kayu dan PAM dalam campuran *hydroseeding* terhadap sifat kimia tanah, metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktor tunggal dengan perlakuan kombinasi antara mulsa serutan kayu dan *polyacrylamide* yang terdiri dari 16 perlakuan dan 3 ulangan (Tabel 2).

Keterangan:

A.(Mulsa 0 gram/pot dan *Polyacrylamide* 0 gram/pot), B(Mulsa 0 gram/pot dan *Polyacrylamide* 0,06 gram/pot), C.(Mulsa 0 gram/pot dan *Polyacrylamide* 0,13 gram/pot), D.(Mulsa 0 gram/pot dan *Polyacrylamide* 0,19 gram/pot), E.(Mulsa 15,73 gram/pot dan *Polyacrylamide* 0 gram/pot), F.(Mulsa 15,73 gram/pot dan *Polyacrylamide* 0,06 gram/pot), G.(Mulsa 15,73 gram/pot dan *Polyacrylamide* 0,13 gram/pot), H.(Mulsa 15,73 gram/pot dan *Polyacrylamide* 0,19 gram/pot), I.(Mulsa 22,02 gram/pot dan *Polyacrylamide* 0 gram/pot), J.(Mulsa 22,02 gram/pot dan *Polyacrylamide* 0,06 gram/pot), K.(Mulsa 22,02 gram/pot dan *Polyacrylamide* 0,13 gram/pot), L.(Mulsa 22,02 gram/pot dan *Polyacrylamide* 0,19 gram/pot), M.(Mulsa 28,30 gram/pot dan *Polyacrylamide* 0 gram/pot), N.(Mulsa 28,30 gram/pot dan *Polyacrylamide* 0,06 gram/pot), O.(Mulsa 28,30 gram/pot dan *Polyacrylamide* 0,13 gram/pot), P.(Mulsa 28,30 gram/pot dan *Polyacrylamide* 0,19 gram/pot).

Pengamatan yang akan dilakukan dalam penelitian ini meliputi: (a) Bobot isi (g cm⁻³) dengan metode bongkahan, (b) Stabilitas agregat tanah dengan metode *loveday*, (c) Porositas tanah (%) dengan metode gravimetrik dan (d) C-organik (%) dengan metode *Walkley dan Black*.

Data yang terkumpul diolah berdasarkan prosedur analisis sidik dengan uji F pada taraf 5% untuk mengetahui pengaruh perbedaan rata – rata perlakuan. Bila perlakuan berpengaruh nyata maka akan dilanjutkan dengan perbandingan nilai tengah menurut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

C-Organik Tanah

Hasil analisis rata-rata pengaruh pemberian bahan campuran *hydroseeding* mulsa serutan kayu dan *polyacrylamide* terhadap C-Organik tanah untuk setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil analisis ragam tersebut menunjukkan pemberian bahan campuran *hydroseeding* mulsa serutan kayu dan *polyacrylamide* memberikan pengaruh nyata terhadap C-organik tanah.

Uji DMRT 5% menunjukkan hasil C-organik tanah tertinggi didapatkan oleh perlakuan M3P3 (mulsa serutan kayu 28,30 gram/pot dan *polyacrylamide* 0,19 gram/pot) dengan rata-rata presentase C-organik tanah adalah 2,65 % dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Tabel 3. Pemberian bahan campuran *hydroseeding* mulsa serutan kayu dan *polacrylamide* terhadap C-organik tanah.

PERLAKUAN		MULSA	PAM	Rata-rata C-organik tanah %
KODE		gr/pot	gr/pot	
10	A (M0P0)	0	0	0,87 f
	B (M0P1)	0	0.06	0,94 f
	C (M0P2)	0	0.13	1,24 e
	D (M0P3)	0	0.19	1,36 de
	E (M1P0)	15.73	0	0,88 f
	F (M1P1)	15.73	0.06	1,35 de
	G (M1P2)	15.73	0.13	1,53 d
	H (M1P3)	15.73	0.19	1,60 cd
	I (M2P0)	22.02	0	0,93 f
	J (M2P1)	22.02	0.06	1,53 d
	K (M2P2)	22.02	0.13	1,59 cd
	L (M2P3)	22.02	0.19	1,77 c
	M (M3P0)	28.30	0	1,17 e
	N (M3P1)	28.30	0.06	2,09 b
	O (M3P2)	28.30	0.13	2,14 b
	P (M3P3)	28.30	0.19	2,65 a
Koefisien Keragaman (%)				8,59%

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom utama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata pada taraf 5% uji DMRT

Dari hasil tersebut dapat di duga semakin banyak pemberian mulsa organik dan bahan pembenah tanah dapat meningkatkan C-organik tanah hal ini sejalan dengan pendapat Harsono (2012) Pemberian bahan organik dapat meningkatkan C-organik tanah dan pemberian bahan pembenah tanah berupa *polyacrylamide* mengikat unsur hara sekitar sehingga tidak mudah tercuci yang berdampak pada meningkatnya C-organik tanah, KTK, N-total dan beberapa sifat kimia lainnya (El-Hady dan Abo-Sedera, 2006).

Peningkatan C-organik dalam tanah terjadi akibat meningkatnya kandungan bahan organik dalam tanah melalui proses dekomposisi mulsa serutan kayu yang diberikan sehingga menghasilkan senyawa-senyawa organik dan senyawa tersebut diikat oleh PAM yang diberikan bersamaan dengan mulsa.

Dalam proses perombakan bahan organik sangat tergantung pada suhu di sekitarnya, semakin tinggi suhu akan semakin mempercepat proses perombakan bahan organik (Suryani, 2007). Dekomposisi bahan organik di wilayah tropika bisa mencapai 2-5 X lebih cepat dibandingkan dengan wilayah sedang (Supriyadi, 2008).

Hasil analisis pada mulsa yang digunakan menunjukkan nilai C yang cukup tinggi hal ini yang dapat menyumbang ketersediaan C pada tanah meningkat dibandingkan dengan analisis pada tanah awal yang mempunyai kandungan C sangat rendah. Sifat dari bahan pembenah tanah PAM sebagai perekat

dapat menahan bahan organik dan unsur hara yang terdapat dalam mulsa serutan kayu tidak mudah tercuci atau hilang.

Kandungan bahan organik dalam tanah rata – rata menunjukkan nilai 2% - 10% namun peranan bahan organik sangat penting bagi ketersediaan senyawa – senyawa kimia dalam tanah seperti karbon (C) di mana bahan organik adalah merupakan sumber karbon tersedia bagi tanah dan tumbuhan (Bot dan Benites., 2005).

Analisis N-total Tanah

Hasil analisis ragam menunjukkan pemberian bahan campuran *hydroseeding* mulsa serutan kayu dan *polacrylamide* memberikan pengaruh nyata terhadap N-total tanah dan dapat dilihat pada Tabel 4.

Uji DMRT 5% menunjukkan hasil N-total tanah tertinggi didapatkan oleh perlakuan P (mulsa serutan kayu 28,30 gram/pot dan *polyacrylamide* 0,19 gram/pot) dengan rata-rata persentase N-total tanah adalah 0,35 % dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Pelepasan N oleh bahan organik yang diberikan akan berdampak pada meningkatnya kandungan N dalam tanah, semakin banyak bahan organik yang diberikan akan semakin meningkatkan kandungan N dalam tanah. Setiap perubahan kadar bahan organik akan merubah kadar N-organik yang akan berdampak berubahnya kadar N dalam tanah. Kandungan C-organik tinggi yang terdapat dalam mulsa akan mendukung keberadaan

Tabel 4. Pemberian bahan campuran *hydroseeding* mulsa serutan kayu dan *polacrylamide* terhadap N-total tanah.

PERLAKUAN			Rata-rata N-total tanah %	
KODE	MULSA gr/pot	PAM gr/pot		
A (M0P0)	0	0	0.08	F
B (M0P1)	0	0.06	0.09	Ef
C (M0P2)	0	0.13	0.12	E
D (M0P3)	0	0.19	0.14	De
E (M1P0)	15.73	0	0.09	Ef
F (M1P1)	15.73	0.06	0.14	De
G (M1P2)	15.73	0.13	0.16	D
H (M1P3)	15.73	0.19	0.18	Cd
I (M2P0)	22.02	0	0.10	Ef
J (M2P1)	22.02	0.06	0.17	D
K (M2P2)	22.02	0.13	0.18	Cd
L (M2P3)	22.02	0.19	0.21	C
M (M3P0)	28.30	0	0.14	De
N (M3P1)	28.30	0.06	0.26	B
O (M3P2)	28.30	0.13	0.28	B
P (M3P3)	28.30	0.19	0.35	A
Koefisien Keragaman (%)			3.59%	

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom utama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata pada taraf 5% uji DMRT

mikroorganisme penambat N yang akan menambah N tersedia dalam tanah (Antari, dkk., 2012). Jasad mikro tersebut mendapat energi dari bahan organik dan memperoleh N dari udara (Leiwakabessy, 1988).

Mulsa serutan kayu membutuhkan waktu lebih dari 10 minggu untuk terdekomposisi (Kusminingrum dan Sunandar, 2013) itu artinya pada saat dilakukan pemanenan proses dekomposisi pada mulsa serutan kayu masih berlangsung. Mulsa serutan kayu mengandung C dan N yang cukup tinggi, selain mendapatkan N yang dibawa oleh mulsa, tanah juga mendapatkan N dari udara melalui bantuan mikroorganisme. Mikroorganisme membutuhkan C yang cukup banyak untuk dirinya dalam memineralisasi N (Aprianis, 2011). Hal ini yang diduga kandungan N dalam tanah masih terdapat dalam jumlah yang banyak.

Polyacrylamide merupakan senyawa yang dapat mengikat air dalam jumlah besar dan air merupakan pelarut unsur hara dalam tanah, oleh sebab itu *polyacrylamida* mengikat unsur hara yang terkandung dalam air. Sehingga pada konsentrasi *polacrylamida* yang tinggi pengikatan unsur hara dapat lebih besar dibandingkan dengan *polyacrylamida* dalam jumlah yang kecil.

Karakteristik pertumbuhan pada rumput signal adalah perlambatan pada saat pertumbuhan awal dan berangsur cepat setelah beberapa minggu. Tanaman mengabsorpsi N dalam jumlah banyak yaitu pada saat tanaman muda, semakin tua tanaman akan mengalami

perlambatan dalam mengabsorpsi N (Nyakpa, dkk., Seribu Sembilan Ratus Delapan Puluh Delapan). Proses ini didukung juga dengan proses dekomposisi mulsa pada saat awal pertumbuhan rumput, ketersediaan unsur hara melalui mulsa yang diberikan belum tersedia untuk tanaman, sehingga pada saat pemanenan N yang terkandung dalam tanah masih tinggi.

Erosi menyebabkan kerusakan dan kehilangan unsur hara pada tanah yang dapat menurunkan produktivitas tanah. Pemberian mulsa dan perekat pada teknik *hydroseeding* menghasilkan vegetasi yang dapat 12 injang pengikatan partikel N dalam tanah sehingga pada saat terjadinya aliran permukaan tidak bar 11 unsur N yang terbawa (Morris 2007).

Analisis C/N ratio Tanah

Hasil analisis ragam menunjukkan pemberian bahan campuran *hydroseeding* mulsa serutan kayu dan *polacrylamide* memberikan pengaruh nyata terhadap C/N ratio tanah dan dapat dilihat pada Tabel 5.

Uji DMRT 5% menunjukkan hasil C/N ratio tanah terbaik didapatkan oleh perlakuan P (mulsa serutan kayu 28,30 gram/pot dan *polyacrylamide* 0,19 gram/pot) dengan rata-rata persentase C/N ratio tanah adalah 7,66 namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan L (mulsa serutan kayu 22,02 gram/pot dan *polyacrylamide* 0,19 gram/pot), M (mulsa serutan kayu 28,30 gram/pot dan *polyacrylamide* 0 gram/pot), N (mulsa serutan kayu

Tabel 5. Pemberian bahan campuran *hydroseeding* mulsa serutan kayu dan *polacrylamide* terhadap C/N ratio tanah.

PERLAKUAN				Rata-rata C/N ratio tanah
KODE	MULSA gr/pot	PAM gr/pot		
A (M0P0)	0	0	10.84	A
B (M0P1)	0	0.06	10.41	Ab
C (M0P2)	0	0.13	10.38	Ab
D (M0P3)	0	0.19	9.50	Bc
E (M1P0)	15.73	0	9.78	b
F (M1P1)	15.73	0.06	9.91	ab
G (M1P2)	15.73	0.13	9.63	Bc
H (M1P3)	15.73	0.19	8.75	C
I (M2P0)	22.02	0	9.27	Bc
J (M2P1)	22.02	0.06	8.99	Bc
K (M2P2)	22.02	0.13	8.99	Bc
L (M2P3)	22.02	0.19	8.60	Cd
M (M3P0)	28.3	0	8.34	Cd
N (M3P1)	28.3	0.06	8.13	Cd
O (M3P2)	28.3	0.13	7.76	D
P (M3P3)	28.3	0.19	7.66	D
Koefisien Keragaman (%)			15.55%	

Keterangan :

* Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom utama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata pada taraf 5% uji DMRT

* Nilai terkecil adalah menunjukkan hasil terbaik

28,30 gram/pot dan *polyacrylamide* 0,06 gram/pot) dan O (mulsa serutan kayu 28,30 gram/pot dan *polyacrylamide* 0,13 gram/pot).

Dari data di atas dapat diduga bahwa semakin banyak pemberian mulsa serutan kayu dan *polyacrylamide*, maka nilai C/N rasio pada tanah semakin menurun. Hal ini disebabkan karena proses dekomposisi terus berjalan selama penelitian berlangsung, di mana mikroorganisme sangat memerlukan karbon (C) dalam mineralisasi N yang membuat rasio C/N semakin rendah (Aprianis, 2011).

Kecepatan pelapukan mulsa sangat dipengaruhi dari C/N rasio yang dimiliki oleh mulsa tersebut. Bahan yang memiliki C/N rasio kecil akan lebih cepat mengalami pelapukan dibanding dengan bahan yang memiliki C/N rasio yang besar dan kualitas dari bahan organik sangat ditentukan oleh nilai N yang terdapat pada bahan tersebut (Antari, dkk., 2012).

Mulsa serutan kayu dan *polyacrylamide* yang diberikan merupakan sumber bahan organik berupa karbon yang akan termineralisasi menjadi senyawa organik lainnya seperti N, semakin banyak bahan organik yang diberikan maka karbon tersedia semakin besar dan mineralisasi N yang terjadi akan meningkatkan N tersedia dalam tanah yang juga akan berkorelasi dengan nilai C/N rasio yang dihasilkan.

Analisis KTK tanah

Hasil analisis ragam menunjukkan pemberian bahan campuran *hydroseeding* mulsa serutan kayu dan *polacrylamide* memberikan pengaruh nyata terhadap KTK tanah dan dapat dilihat pada Tabel 6.

Terlihat dari tabel di atas, setelah Uji DMRT 5% menunjukkan hasil KTK tanah tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan P (mulsa serutan kayu 28,30 gram/pot dan *polyacrylamide* 0,19 gram/pot) dengan rata-rata persentase KTK tanah adalah 21,23 %, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan N (mulsa serutan kayu 28,30 gram/pot dan *polyacrylamide* 0,06 gram/pot) dan perlakuan O (mulsa serutan kayu 28,30 gram/pot dan *polyacrylamide* 0,13 gram/pot).

Hal ini diduga pengaruh mulsa serutan kayu sebagai bahan organik dalam campuran bahan *hydroseeding* yang mengalami proses dekomposisi mempengaruhi KTK dalam tanah menjadi lebih besar, sehingga semakin banyak pemberian bahan organik akan semakin meningkatkan KTK dalam tanah. Bahan organik dapat menghasilkan humus yang mempunyai KTK jauh lebih tinggi (DIRJEN Pendidikan Tinggi, 1991). Bahan pembenah tanah yang dapat bersifat hidrofobik maupun hidrofilik dapat meningkatkan KTK

Tabel 6. Pemberian bahan campuran *hydroseeding* mulsa serutan kayu dan *polacrylamide* terhadap KTK tanah.

KODE	PERLAKUAN		Rata-rata KTK tanah cmol/kg	
	MULSA gr/pot	PAM gr/pot		
A (M0P0)	0	0	15.23	D
B (M0P1)	0	0.06	17.07	C
C (M0P2)	0	0.13	18.10	Bc
D (M0P3)	0	0.19	18.92	B
E (M1P0)	15.73	0	17.29	C
F (M1P1)	15.73	0.06	18.79	B
G (M1P2)	15.73	0.13	19.09	B
H (M1P3)	15.73	0.19	19.37	B
I (M2P0)	22.02	0	17.99	Bc
J (M2P1)	22.02	0.06	19.28	B
K (M2P2)	22.02	0.13	19.47	B
L (M2P3)	22.02	0.19	19.72	B
M (M3P0)	28.30	0	18.69	B
N (M3P1)	28.30	0.06	19.81	Ab
O (M3P2)	28.30	0.13	20.05	Ab
P (M3P3)	28.30	0.19	21.23	A
Koefisien Keragaman (%)			16.90%	

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom utama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata pada taraf 5% uji DMRT

tanah (Arsyad, 2000). Pemulsaan organik dapat meningkatkan kapasitas tukar kation tanah karena sumber bahan organik yang dibawa oleh mulsa (Harsono, 2012).

Proses dekomposisi pada mulsa serutan kayu menghasilkan N, unsur N yang dapat diserap oleh tanaman adalah dalam bentuk NH_4^+ dan NO_3^- . Sebagian Ion – ion NH_4^+ akan berada dalam larutan tanah dan sebagian dapat dijerap oleh ion K^+ yang berada pada lapisan kristal laticce, karena ion – ion K^+ dan NH_4^+ memiliki valensi yang sama (Nyakpa, dkk., 1988). Atau juga ion Ca^{2+} yang dapat dijerap oleh NH_4^+ (DIRJEN Pendidikan Tinggi, 1991).

Polyacrylamide dapat mengikat air dalam jumlah yang besar. Molekul air tersusun atas satu atom oksigen yang mengikat dua buah atom hidrogen dan kedua atom H membentuk sudut 105° di mana muatan negatif lebih dominan. Dalam keadaan seperti itu kation – kation seperti K^+ , Na^+ dan Ca^{2+} akan tertarik dan terhidrasi ke arah kutub negatif molekul air dengan menjerap H^+ (DIRJEN Pendidikan Tinggi, 1991).

Pemilihan mulsa organik yaitu mulsa serutan kayu untuk tujuan konservasi dinilai sangat tepat karena mulsa serutan kayu lama mengalami dekomposisi dibandingkan dengan jenis mulsa lainnya yang biasa digunakan dalam campuran *hydroseeding*, sehingga dapat melindungi tanaman dan tanah dari benturan air hujan selama masa pertumbuhan tanaman, dan setelah

itu hasil daripada pelapukan mulsa serutan kayu dapat memberikan jumlah KTK lebih besar dibandingkan dengan mulsa organik tanpa melalui proses pelapukan (Lumbanraja, 2012).

Bahan utama mulsa serutan kayu yang berasal dari kayu jati memiliki kadar selulosa (40-50 %), hemiselulosa (20-30 %), lignin (20-33-%) dan beberapa senyawa kimia lainnya (Yudanto dan Kusumaningrum., 2009). Kandungan tersebut yang mempengaruhi percepatan dekomposisi sama halnya seperti rasio C/N. kandungan lignin dalam kayu dapat mengadsorpsi kation-kation dalam tanah melalui ionisasi gugus karboksil ($-\text{COOH} - \text{COO}^- + \text{H}^+$) dan gugus hidroksil (OH) seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , K^+ , Na^+ (Aplimugiv 13 2014).

Nilai karbon yang terdapat dalam tanah atau pada suatu bahan organik sangat menentukan besaran KTK yang tersedia karena karbon sangat berkaitan erat dengan unsur KTK. Pada hasil analisis bahan pemantap tanah yang digunakan menunjukkan nilai C-organik yang tinggi dapat menyebabkan KTK yang tersedia pada bahan tersebut juga tinggi dan pada mulsa serutan kayu kandungan karbon sangat tinggi dan hal ini yang dapat menyediakan KTK lebih besar daripada bahan pembenah tanah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa kombinasi 22,09 g pot⁻¹ atau 450 gram m⁻² serutan kayu dengan PAM 0,19 g pot⁻¹ atau 3 gram m⁻² memberikan hasil yang terbaik terhadap C-organik, N-total, C/N rasio dan KTK.

Saran

Saran untuk penelitian ini adalah Teknologi *Hydroseeding* dapat diterapkan untuk penanganan erosi permukaan lereng jalan pada jenis-jenis tanah *inceptisol* yang tersebar di Indonesia.

UCAPAN TERIMAKASIH

PenulismengucapkanterimakasihkepadaBapak Muhammad Idris, Hikmat Iskandar danIbu Nanny Kusminingrumatasbimbingan yang telahdiberikankepada kami.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrinal.S., Amrizal dan Gusmini. 2009. Perbaikan Sifat Fisika-Kimia Tanah Psamment Melalui Pemulsaan Organik dan Penerapan Teknik Olah Tanah Konservasi Pada Budidaya Jagun;j,Solum Vol 9 No.I:25-35.Melalui <http://faperta.unand.ac.id> (Diakses 05 Desember 2014).
- Antari, R., Wawan dan G.M.E., Manurung. 2012. Pengaruh Pemberian Mulsa Organik Terhadap SifatFisik dan Kimia Tanah serta Pertumbuhan Akar Kelapa Sawit. Fakultas Pertanian, Universitas Riau. Melalui <http://jom.unri.ac.id>(diakses 17 januari 2015)
- Alplimugiwara.2014. Makalah Tanah.melalui <http://aplimuginawa.blogspot.com>(diakses 14 juni 2015)
- Aprianis, Y.2011. Produksi dan laju Dekomposisi Serasah Acacia crassicarpa A.Cunn, di PT, Apari Abadi. Riau. Balai Penelitian Hutan Penghasil Serat. Melalui <http://forda-mof.org> (diakses 14 juni 2015)
- Arsyad S.1989. Konservasi Tanah dan Air. Bogor:IPB Press.
- _____. 2000. Konservasi Tanah dan Air. Bogor: IPB Press.
- _____. 2010. Konservasi Tanah dan Air. Bogor: IPB Press
- Balai Penelitian Tanah (Balittanah). 2005. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Bogor.
- BBC, 2011. Indonesia Negara rawan Bencana. Melalui <<http://bbc.com>> (diakses Januari 2016)
- Buchkman, H. O, dan N.C, Brady. 1982. Ilmu Tnah. Terjemahan oleh Soegiman. Jkarta. Bratara Karya Karsa.
- Darussalam D. 2011. Pendugaan Potensi Serapan Karbon Pada Tegakan Pinus di KPH Cianjur Perum Perhutani Unit III Jawa Barat dan Banten [Skripsi]. Bogor: Bogor Agricultural University.
- Hanafiah, A.K. 2005. Dasar-Dsar Ilmu Tanah. Jakarta:PT Raja Grafindo Persada.
- Harjowigeno, S. 1995. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo, Jakarta.
- Harsono. P. 2012. Mulsa Organik: Pengaruhnya Terhadap Lingkungan Mikro, Sifat Kimia Tanah dan Keragaman Cabai Merah di Tanah Vertisol Sukoharjo Pada Musim Kemarau. J.Hort, Indonesia3 (1): 35-41. April 2012.
- _____. 2003. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Akademika Pressindo, Jakarta.
- Heru Dwi Riyanto. 2010. Teknik Rehabilitasi Lahan dengan Sistem Hydroseeding. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Jakarta.
- Nanny Kusminingrum dan Asep Sunandar. 2014. Komposisi Campuran Biji Rumput Untuk Bahan Pengendali Erosi Permukaan Dengan Teknologi Hidrosiding. Prosiding Kolokium Jalan dan Jembatan ke-7. ISBN :978-602-264-038-7.
- Ningsih, W. 2007. Evaluasi Senyawa Fenolik pada Biji Kecambah dan Tempe Kacang Tunggak. Departemen Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor. Skripsi (Tidak Dipublikasikan)
- Oyo, T. Hidayat, Ida Heliati dan Ihat Solihat. 1997. Teknik Budidaya Rumput Brachiaria Decumbens. Lokakarya Fungsional Non Peneliti, Balai Penelitian Ternak, Ciawi.
- Pamungkas., M.Y. 2004. Pengaruh Tingkat Kepadatan Tanah Terhadap Pertumbuhan Tanaman dan Karakteristik Umbi Lobak. Departemen Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor. Skripsi (Tidak Dipublikasikan)

- Parloyo. 2005. Analisis Indeks Kualitas Tanah Pertanian di Lahan Pasir Pantai Samas, Yogyakarta. Jurnal Ilmu Pertanian Vol 12 (2). Hal: 140-151.
- Pravin R, C., D. V. Ahire, V. D. Ahire, M. Chkaravarty and S. Maity. 2013. Soil Bulk Density as Related to Soil Texture, Organic Matter Content and Available Total Nutrients of Coimbatore Soil. International Journal of Scientific and Research Publication. 3 (2).
- Puslitbang Jalan. 2013 . Aplikasi Teknologi Hidro seeding Rumput Bahi untuk Penanganan Erosi Permukaan Lereng Jalan. Badan Penelitian dan Pengembangan Jalan, Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Resman, S. A. Syaradz dan B. H. Sunarminto. 2006. Kajian Beberapa Sifat Kimia dan Fisika Inceptisol Pada Toposekuen Lereng Selatan Gunung Merapi Kabupaten Sleman. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan Vol 6 (2). Hal:101-108.
- Russel, R. S. 1977. Plant Root System. Their Function and Interaction with The Soil. McGraw-Hill Book, Company, UK.
- Thomas, R.S., R.L Franson and G.J. Bethelenfalvay. 1993. Separation Of VAM Fungus and Root Effect on Soil Agregation. Soil Sci. Edition :57: 77-31.
- Sarief, E. S. 1989. Fisika- Kimia Tanah Pertanian. C. V. Pustaka Buana, Bandung.
- Santi, L. P., A. Dariah dan D. H. Goenadi. 2008. Peningkatan Kemantapan Agregat Tanah Mineral oleh Bakteri Penghasil Ekspolisakarida. Jurnal Litbang Pertanian Vol 76 (2). Hal : 93-103.
- Siregar, M. E. 1997. Produktivitas dan Kemampuan Menahan Erosi Species Rumput dan Leguminosa Terpilih Sebagai Pakan Ternak yang Ditanam Pada Tampingan Teras Bangku di DAS Citanduy, Ciamis.
- Subagyo. 2000. Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Sutono dan A. Abdurachman. 1997. Pemanfaatan Soil Conditioner dalam Upaya Merehabilitasi Lahan Terdegradasi. Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat: Cisarua, Bogor. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor. Hlm 107-122.
- Soareas S, B. 2002. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang dan Jenis Mulsa Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Putih (*Allium sativum L*) Varietas Lokal Sanur. Fakultas Pertanian. Universitas Udayana Bali. Skripsi (Tidak dipublikasikan).
- Soepardi, G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Departemen Ilmu-Ilmu Tanah. Institute Pertanian Bogor, Bogor.
- Soil Survey Staff. 2010. Keys Soil Taxonomy. United States Departemen of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, New York, Eleventh Edition.
- Stevenson, F. T. 1994. Humus Chemistry. John Wiley and Sons, New York.
- Sukardi, M dan Efendi, S. 1992. Sumberdaya Lahan/Tanah Indonesia. Pusat Penelitian Tanah Agroklimat. Badan Penelitian Bogor, Bogor.
- Sukmana. 1984. Pengaruh Berat Isi Terhadap Distri 15 16 Ukuran Pori dan Pertumbuhan Tanaman Padi Kacang Tanah. Prosiding No. 4 Pusat Penelitain Tanah, Bogor.
- Suprayono, D. 1999. Alteration of Interactions Between Macrofauna, Soil Structures, and Infiltration Processes For Soil Structures of Agriculture Lands on Slopes. Proceeding of Workshop Management of Agrobiodiversity in Indonesia for Sustainable Land Use and Global Enviromental Benefit, Bogor.
- Sarief, E. S. 1985. Ilmu Tanah Pertanian. C. V. Pustaka Buana, Bandung.
- _____. 1989. Kesuburan dan Pemupukan dan Tanah Pertanian. Pustaka Buana, Bandung.
- Satari, G., T. Nurmala, O. A. A. Mihadja, A. W. Irwan dan A. Wahyudin. 2004. Dasar-Dasar Agronomi. Pustaka Giratuna, Bandung.
- Seta, A. K. 1987. Konservasi Sumberdaya Tanah. Kalam Mulia, Jakarta.
- Sutedjo. 2002. Pupuk dan Cara Pemupukan. Rineka Cipta, Jakarta
- Suardjo, H., A. Abdurachman dan Sutono. 1984. Pengaruh Mulsa dan Pengelolaan Tanah terhadap Produktivitas Tanah Pedsolik Merah Kuning Lampung. Jurnal Litbang Pertanian. Vol 3. Hal: 12-16.
- Yang Li Xia, Sun. Ye, Fei Fei and Luo, S. 2011. Ploacrilamide Molecular Formulation Effect On Erosion Control Of Disturbed Soil On Sleep Rocky Slopes. Canadian Journal of Soil Science. Edition 62:77-85.
- Yulianda. 2009. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Caisin (*Brassica juncea L*) Berdasarkan Variasi Mulsa

dan Jarak Tanam. Online kim. urg. ac. Id/index.
php.KIMFIIP/article/download/2445/2424.
(Diakses 22 Oktober 2014)

Yuwono N.W. dan Rosmarkan. 2002. Ilmu Kesuburan
Tanah. Kanisius, Yogyakarta.