

ISBN: 978-602-19392-1-9

Prosiding Seminar Nasional

PENGEMBANGAN EKONOMI KREATIF BERBASIS KOMODITAS PERTANIAN DI INDONESIA



Tim Penyunting :

Kusnandar | Sapja Anantanyu | Sri Marwanti

Suwarto | Agustono | Wiwit Rahayu

Widiyanto | Susi Wuri Ani



PROGRAM STUDI AGRIBISNIS FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET (UNS) SURAKARTA
Tahun 2013

KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum wr. wb.

Pemerintah Indonesia telah membuat cetak biru pembangunan industri kreatif 2009-2025. Ini berarti, pemerintah Indonesia telah memandang penting bahwa industri yang akan berkembang ke depan harus dibangun dengan motor penggerak kreativitas (*creativity based*). Sampai dengan akhir periode 2010-an, sumbangan industri kreatif dalam PDB (*Product Domestic Bruto*) sekitar 6,8 persen. Angka ini menurut catatan Badan Pusat Statistik menunjukkan trend yang positif. Industri kreatif sangat strategis jika dipahami sebagai upaya bangsa Indonesia dalam melepaskan dari turbolensi adanya krisis global.

Industri kreatif oleh pemerintah Indonesia digolongkan ke dalam beberapa subsektor industri antara lain periklanan, kerajinan, seni pertunjukan, film, video dan fotografi, televisi dan radio, arsitektur, desain, musik, layanan komputer, *fashion*, pasar barang seni, permainan interaktif, penerbitan dan percetakan, serta penelitian dan pengembangan yang akan menyusun gugusan ekonomi kreatif.

Pertanyaan besarnya adalah: "Bagaimana upaya membangun industri kreatif sektor pertanian yang secara faktual telah menghidupi hampir 62% penduduk Indonesia? Potensi sumberdaya pertanian terpasang Indonesia adalah: luas Indonesia meliputi 1,3% permukaan Bumi, di dalamnya terdapat 10% jenis tumbuhan berbunga di dunia, 12% jenis mamalia di dunia, 16% jenis reptil dan amfibia di dunia, 17% jenis unggas di dunia, dan lebih dari 25% jenis ikan di dunia. Luas hutan tropis di Indonesia (\pm 112 juta ha) adalah sebagai hutan dengan nomor dua terluas setelah Brazilia. Bentang daratan dan lautan yang luas dengan pantai terpanjang di dunia (80.000 km), posisi tropis, fluktuasi musim yang rendah, serta kesuburan tanah dan keragaman hayati alamiah (*biodiversity*) nomor 2 terbesar di dunia menjadi modal besar bagi Indonesia dalam memposisikan sebagai negara yang berhasil menyejahterakan penduduknya.

Mega potensi tersebut sangat layak bagi bangsa ini untuk mensyukurinya dalam bentuk mengoptimalkan kecerdasannya dalam mengembangkan ekonomi kreatif berbasis komoditas pertanian. Berkenaan dengan menyambut Dies Natalis UNS ke 37 yang mendorong akselerasi menuju *World Recognition University*, maka Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian UNS, bekerja sama dengan Perhimpunan Ekonomi Pertanian Indonesia (PERHEPI) Komisariat daerah Surakarta dan Himpunan Pengusaha Muda (HIPMI) Surakarta

Formulasi Pupuk Cair Lengkap dari Ekstrak Krandalit Ayamaru, Fraksi Humat dan Kalium untuk Tanaman Ubijalar pada Ultisols

Ishak MUSAAD, Wasgito Purnomo, Budi Santoso
Fakultas Pertanian dan Teknologi Pertanian Universitas Negeri Papua Manokwari
e-mail:ishakmusaad@yahoo.com; Hp:081320551650

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui formula yang tepat dariimbangan ekstrak krandalit, fraksi humat dan Kalium (K) sebagai pupuk cair lengkap untuk tanaman ubijalar pada Ultisols di Papua Barat. Ekstrak krandalit dihasilkan dari Tanah Endapan Fosfat Krandalit (TEFK) Ayamaru mengandung P, Ca, Mg, dan beberapa hara mikro Fe, Cu, Zn, Mn, dan Ni. Percobaan pot di rumah plastik menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat ulangan terdiri atas tujuh perlakuan yaitu : A_0 = tanpa pemberian pupuk, A_1 = 100% ekstrak krandalit + 0% fraksi humat + 0% K; A_2 = 80% ekstrak krandalit + 10% fraksi humat + 10% K; A_3 = 60% ekstrak krandalit + 20% fraksi humat + 20% Kalium; A_4 = 40% ekstrak krandalit + 30% fraksi humat + 30% K; A_5 = 20% ekstrak krandalit + 40% fraksi humat + 40% K; A_6 = 0% ekstrak krandalit + 50% fraksi humat + 50% K. Takaran masing-masing perlakuan adalah 100 L ha⁻¹. Variabel pengamatan terdiri atas: pH, C-organik, N-total, P-tersedia, A_{db} panjang sulur, bobot kering tanaman, panjang dan bobot kering akar. Data dianalisis dengan Uji F, dilanjutkan dengan Uji DMR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian formula pupuk cair lengkap dari ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium berpengaruh sangat nyata ($p=0,0018$) meningkatkan P-tersedia sebesar 3,3 ppm P, dan bobot kering ubijalar dari rerata 10,4 g tanaman⁻¹ menjadi 13,6 g tanaman⁻¹ atau sebesar 30% ($p=0,0042$). Formula 80% ekstrak krandalit + 10% fraksi humat + 10% kalium berpengaruh lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya sehingga dapat digunakan sebagai pupuk cari lengkap untuk tanaman ubijalar pada Ultisols.

Kata kunci: formulasi, ekstrak krandalit, humat, kalium, ubijalar

PENDAHULUAN

Ubijalar merupakan komoditi pangan lokal yang penting di Papua karena merupakan makanan pokok sebagian besar penduduk asli Pegunungan Tengah Papua. Pengembangan komoditi ubijalar di Papua sesuai dengan program diversifikasi pangan non beras sehingga kecukupan ubijalar sepanjang tahun akan menunjang ketahanan pangan baik regional maupun nasional. Permasalahan yang dihadapi oleh subsektor tanaman pangan, termasuk dalam pengembangan komoditi ubijalar adalah adanya kesenjangan produktivitas di tingkat petani, dibandingkan potensi yang dapat dicapai jika dilakukan input teknologi yang tepat. Penyebabnya antara lain rendahnya kesuburan tanah, terutama pada Ultisol yang penyebarannya cukup luas. Grunwald (2002) mengemukakan bahwa tanah mineral masam misalnya Ultisols memiliki potensi kesuburan fisika, kimia, dan biologi tanah sangat rendah sampai sedang. Kendala utama bagi pertumbuhan tanaman adalah kekurangan P, keracunan Al dan Mn, serta defisiensi Ca dan Mo yang berdampak kepada menurunnya produksi dan kualitas hasil tanaman.

Pemupukan P pada tanah mineral masam sering tidak efisien karena adanya jerapan P pada permukaan mineral lempung dan fiksasi oleh Al, dan Fe (Tan, 1993), sehingga perlu diberikan dalam takaran tinggi. Hara P yang dapat diserap tanaman akibat pemberian pupuk P hanya 15 sampai 20%, sisanya akan terjerap di antara koloid tanah dan mengendap sebagai residu (Buckman and Brady, 1982; Jones, 1991). Salah satu kendala pada tanah mineral masam adalah kandungan bahan organik umumnya kurang dari 2% sehingga pemberian pupuk anorganik perlu diimbangi dengan input bahan organik.

Endapan Fosfat Krandalit merupakan salah satu fosfat alam yang terdapat di Ayamaru Kabupaten Maybrat Provinsi Papua Barat, hingga saat ini belum dimanfaatkan kecuali sebagai lahan pertanian tradisional. Endapan fosfat ini mengandung beberapa unsur hara makro dan mikro seperti P, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, dan Ni yang cukup tinggi namun kelarutannya rendah. Tanah Endapan Fosfat Krandalit berpotensi untuk digunakan sebagai salah satu pupuk alternatif melalui input teknologi untuk meningkatkan kelarutannya agar lebih efisien. Penelitian untuk memanfaatkan endapan fosfat krandalit sebagai pupuk P sudah banyak dilakukan, salah satunya dengan cara ekstraksi setelah diaktivasi melalui proses termal untuk menghasilkan pupuk cair lengkap (Musaad, 2009).

Ubijalar menyerap hara cukup tinggi dari dalam tanah, dan penanamannya umumnya dilakukan pada lahan yang miskin hara (Karamoy, 1998). Jumlah total unsur hara yang diambil per ton ubi segar tanaman ubijalar pada saat panen adalah 9.87 kg N ha⁻¹, 2.70 kg P ha⁻¹, dan 13.98 kg K ha⁻¹ (Karamoy, 1998). Dalam hasil panen 15 ton ha⁻¹ ubijalar, unsur hara yang

terangkut diperkirakan sebesar 70 kg N, 20 kg P dan 110 kg K. Oleh karena itu peranan pupuk baik organik maupun anorganik cukup penting dalam upaya meningkatkan hasil ubijalar dan keseimbangan hara dalam tanah. Bagaimana pengaruh pemberian ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium terhadap sifat-sifat kimia tanah dan pertumbuhan ubijalar pada tanah mineral masam. Tujuan penelitian ini adalah : (1). Mengetahui beberapa sifat-sifat kimia tanah, dan (2). Mengetahui pertumbuhan ubijalar akibat pemberian formula ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium pada Ultisols Warmare.

METODE PENELITIAN

Percobaan pot dilaksanakan di Screenhouse Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Negeri Papua Manokwari, dari tanggal 10 Agustus sampai 5 Oktober 2011. Analisis tanah, tanaman dan pupuk, dilaksanakan di Laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat (Puslittanak) Bogor, dan Laboratorium Tanah Universitas Negeri Papua Manokwari. Percobaan pot dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas tujuh perlakuan dengan empat ulangan, yaitu : A_0 = Tanpa pemberian pupuk; A_1 = 100% ekstrak krandalit + 0% fraksi organik + 0% kalium; A_2 = 80% ekstrak krandalit + 10% fraksi organik + 10% kalium; A_3 = 60% ekstrak krandalit + 20% fraksi organik + 20% kalium; A_4 = 40% ekstrak krandalit + 30% fraksi organik + 30% kalium; A_5 = 20% ekstrak krandalit + 40% fraksi organik + 40% kalium; A_6 = 0% ekstrak krandalit + 50% fraksi organik + 50% kalium. Takaran masing-masing perlakuan 100 liter ha⁻¹.

Endapan Fosfat Krandalit (EFK) diambil dari Desa Soroan Ayanaru. Contoh endapan fosfat krandalit diambil pada kedalaman 20 sampai 100 cm. Endapan Fosfat Krandalit (EFK) diayak dengan menggunakan ayakan 100 mesh, kemudian diproses secara termal pada suhu 600 °C selama 1 jam. Contoh EFK termal yang telah siap digunakan ditimbang dan dimasukkan ke dalam botol kocok untuk diekstraksi dengan menggunakan HCl 1,0% (v/v). Perbandingan EFK termal dengan pelarut yang diuji adalah 1 : 10 (w/v). Ekstraksi dilakukan selama 1 jam dengan menggunakan alat pengocok mekanik (*shaker*), dilanjutkan dengan penyaringan secara bertahap (Musaad, 1996).

Bahan organik dibersihkan dari kotoran yang mengganggu, kemudian ditumbuk dan disaring hingga lolos ayakan berdiameter lubang 0,5 mm. Bahan organik tersebut ditimbang dan dilarutkan dalam larutan NaOH 0,5 M dengan perbandingan 1 : 10 (w/v). Selanjutnya bahan organik difraksinasi sesuai prosedur (Stevenson, 1982). Tanah mineral masam diambil dari Desa Tanah Merah Warmare Manokwari. Contoh tanah komposit dikering anginkan,

dibersihkan dan kemudian diayak dengan ayakan berdiameter lubang 2 mm, lalu ditimbang seberat 8 kg pot⁻¹ berdasarkan berat kering mutlak.

Setiap pot ditanami 2 stek ubijalar, bibit stek diusahakan seragam, kemudian ditanam pada 2 MST (Minggu Setelah Tanam) dengan meninggalkan satu tanaman terbaik per pot. Pada saat tanam juga dilakukan pemberian pupuk dasar urea dengan dosis 100 kg ha⁻¹. Semua pupuk perlakuan dilarutkan ke dalam 100 mL aquades untuk setiap pot percobaan, kemudian diaplikasikan lewat tanah dengan cara membuat lubang tugal sekitar 5 cm dari tanaman. Frekwensi pemberian urea dan perlakuan dilakukan 2 kali yaitu pada 2 dan 4 MST, masing-masing dengan takaran 50% dari takaran perlakuan.

Variabel pertumbuhan yang diukur meliputi panjang sulur, bobot basah dan bobot kering sulur (tanaman). Beberapa sifat kimia tanah yang diukur terdiri atas : pH, N-total, P-tersedia, K-total dan Al_{dd}. Data variabel respons hasil percobaan diolah berdasarkan analisis statistik. Pengaruh perlakuan terhadap beberapa sifat-sifat kimia tanah dan komponen pertumbuhan tanaman menggunakan analisis ragam. Perbedaan rerata perlakuan diuji menggunakan Uji Duncan (DMRT) pada taraf kepercayaan 95%, menggunakan program analisis statistik *Costat*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Sifat Kimia Tanah

Pengaruh formula pupuk cair terhadap sifat-sifat tanah, terkait dengan adanya residu pupuk yang tertinggal didalam tanah akibat perlakuan. Beberapa sifat kimia tanah akibat perlakuan formula pupuk cair lengkap dari ekstrak krandalit, fraksi humat, dan kalium, disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Beberapa sifat kimia tanah akibat pembarian ekstrak krandalit, fraksi Humat dan kalium pada Ultisols

Perl.	Sifat Kimiawi Tanah					
	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	C-Org (%)	N-total (%)	Al _{dd} cmol kg ⁻¹	P-tersedia (ppm)
A ₀	4,57a	4,35a	0,45a	0,09a	1,89a	2,60b
A ₁	4,67a	4,37a	0,47a	0,10a	1,77a	5,79a
A ₂	4,67a	4,42a	0,51a	0,10a	1,88a	5,95a
A ₃	4,65a	4,40a	0,64a	0,11a	1,88a	2,93b
A ₄	4,65a	4,45a	0,49a	0,09a	1,79a	2,68b

A ₅	4,60a	4,47a	0,63a	0,11a	1,82a	1,30b
A ₆	4,57a	4,45a	0,51a	0,11a	1,56a	3,04b

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan 5%.

1.) Reaksi tanah (pH H₂O dan pH KCl)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium tidak berpengaruh nyata ($p=0,0673ns$; $0,0685ns$) terhadap pH (H₂O) dan pH-KCl. Pada Tabel 1 tampak bahwa pH H₂O tertinggi dicapai pada perlakuan A₁ dan A₂, kemudian diikuti secara berturut-turut oleh perlakuan A₃, A₄, A₅, serta A₆ dan A₀. Pengaruh ekstrak krandalit ini terutama berasal dari kandungan fosfor dan kalsium yang tinggi pada EFK.

2.) C-Organik

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium tidak berpengaruh nyata ($p=0,126ns$) terhadap status C-organik. Hal ini di duga karena konsentrasi bahan organik yang diberikan sangat rendah sehingga belum mampu meningkatkan C-Organik secara signifikan. Konsentrasi fraksi organik yang terdapat pada perlakuan A₂, A₃, A₄, A₅ dan A₆ yang masih rendah ini lebih diharapkan untuk mengurangi fiksasi P. Musaad (2009) menyarankan bahwa untuk mengantisipasi dampak pengaruh Al dan Fe terlarut terkait dengan penggunaan EFK dapat dilakukan dengan penambahan fraksi humat. Bahan organik tanah memiliki gugus-gugus fungsional yang sangat reaktif yakni gugus karboksilat -COOH, -OH (fenolik, alkoholik, quinon, dan eter) yang biasanya saling berikatan dalam berbagai kombinasi. Kombinasi ikatannya atau posisi relatif gugus fungsional didalam asam-asam organik sangat penting artinya dalam hubungannya dengan penetralan keracunan Al dan Fe bagi tanaman (Sanches, 1992).

3.) N-Total

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium tidak berpengaruh nyata ($p=0,716ns$) terhadap status N-total. Hal ini diduga karena dosis bahan organik yang diberikan masih kurang memadai serta kandungan N bahan organik yang rendah sehingga belum mampu meningkatkan N-organik yang merupakan komponen utama N-tanah. Tabel 1 memperlihatkan terjadi peningkatan persen N-total meskipun relatif rendah. Persen N-total

tertinggi dicapai pada perlakuan A₅ (0,115), diikuti berturut-turut oleh perlakuan A₆ (0,11), A₂ (0,10), A₁ dan A₃ (0,11), dan terendah perlakuan A₄ dan A₀ (0,09). Dari data diatas dapat dilihat bahwa N-total tertinggi terdapat pada perlakuan dengan persentase bahan organik yang lebih tinggi (A₅ dan A₆), mengingat N-Organik merupakan bentuk N dalam tanah yang utama (Hardjowigeno, 1987). Unsur N berperan sebagai penyusun semua protein, klorofil dan asam-asam nukleat, serta berperan penting dalam pembentukan koenzim (Hardjowigeno, 1987; Hanafiah, 2004). Nitrogen sangat berperan terhadap bagian vegetatif tanaman (daun dan pucuk). Kekurangan N menyebabkan tanaman kerdil, pertumbuhan akar terbatas daun-daun kuning dan gugur (Hardjowigwigeno, 1987)

4.) Aluminium dapat dipertukarkan (Al_{dd})

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium tidak berpengaruh nyata ($p=0,954ns$) terhadap status Al_{dd}. Tabel 1 terlihat bahwa status Al_{dd} tertinggi dicapai pada perlakuan A₀ (1,89), diikuti berturut-turut oleh perlakuan A₂ dan A₃ (1,88), A₅ (1,82), A₄ (1,79), A₁ (1,77) dan terendah perlakuan A₆ (1,56). Lebih rendahnya Al_{dd} pada tanah yang diberi perlakuan dibanding kontrol diduga disebabkan oleh meningkatnya unsur fosfat dan bahan organik, sehingga Al³⁺ mengendap membentuk Al(OH)₃ dan berdampak menurunkan konsentrasi Al_{dd}. Menurut Hanafiah (2004), pemakaian pupuk fosfat, pupuk organik, berpengaruh menurunkan kelarutan Al, sebaliknya pemakaian KCl meningkatkan kelarutan Al. Penurunan Al_{dd} pada percobaan ini menunjukkan adanya perbaikan terhadap sifat kimia tanah.

5.) P-tersedia

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium berpengaruh sangat nyata ($p=0,0018^{**}$) terhadap status P-tersedia, dimana P-tersedia tertinggi diperoleh pada perlakuan A₂ (5,96) yang berbeda nyata dengan perlakuan A₆ (3,05), perlakuan A₃ (2,93), perlakuan A₄ (2,69), A₀ (2,60) dan perlakuan A₅ (1,30). Meningkatnya P-tersedia pada perlakuan A₂ dan A₁ selaras dengan tingginya persentase ekstrak krandalit yang mengandung P dengan kelarutan tinggi karena telah diaktivasi melalui perlakuan termal dan diekstraksi. Sedangkan lebih tingginya P-tersedia pada perlakuan A₂ dari pada perlakuan A₁ disebabkan oleh adanya kombinasi fraksi organik dalam perlakuan A₂ yang tidak terdapat pada perlakuan A₁. Menurut Stevenson (1982) bahwa bahan organik memiliki kemampuan dalam mengkelat oksida bermuatan positif dan kation-kation terutama Al dan Fe

terjadi peningkatan terhadap bobot akar akibat perlakuan dibandingkan kontrol. Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa bobot akar tertinggi pada perlakuan A₂, diikuti berturut-turut oleh perlakuan A₁, perlakuan A₅, perlakuan A₆, perlakuan A₃, perlakuan A₀ dan terendah perlakuan A₄.

KESIMPULAN

1. Pemberian ekstrak krandalit Ayamaru, fraksi humat dan kalium berpengaruh signifikan terhadap meningkatnya status P-tersedia tanah tetapi tidak memberikan pengaruh terhadap perbaikan sifat kimiawi tanah lainnya seperti pH-H₂O, pH-KCl, persen C-organik, N-total dan Al_{ad}.
2. Pemberian ekstrak krandalit, fraksi humat dan kalium berpengaruh sangat signifikan terhadap bobot kering trubus ubijalar, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap panjang sulur, bobot akar dan panjang akar.
3. Perlakuan A₂ (80% EFK : 10% fraksi organik : 10% kalium) meningkatkan status P- tersedia dan bobot trubus sehingga merupakan formula terbaik pada Ultisols.

DAFTAR PUSTAKA

- Buckman Harry O. and Brady, Nyle C., 1982. *Ilmu Tanah*. Bhratara Karya aksara-Jakarta (Terjemahan Soegiman).
- Hanafiah, K.A. 2004. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Penerima Insentif Penulisan Buku ajar Tahun 2008 dari Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Dirjen Dikti Depdiknas. Divisi Buku Perguruan Tinggi. Penerbit PT Raja Grafindo Persada-Jakarta.
- Jones, J.B., B. Wolf and A.H. Mills. 1991. *Plant Analysis Handbook. A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretatio Guide*. Micro-Macro Publishing, Inc. 7-9, 181-188.
- Karamoy, L.T. 1998. *Pengaruh Pemupukan Fosfor Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Ubijalar (Ipomea batatas (L.) Lamb)*. Tesis Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Magister Sains Pada Program Studi Ilmu Tanaman (ITN). Program Pascasarjana KPK-IPB Unsrat Manado
- Musaad, I. 2009. *Beberapa Sifat Kimia Tanah, Konsentrasi P, Al dan Fe serta Hasil Jagung (Zea mays L.) Akibat Pemberian Ekstrak Krandalit dan Fraksi humat Pada Humic Hapludults*. Disertasi PPS Unpad.

- Musaad, I. 1996. *Pengaruh Pemanasan dan Pengasaman Terhadap Tahana (status) Fosfat Tanah Endapan Fosfat Krandallt Ayamuru Sorong*. Bulletin Penelitian Pascasarjana UGM. 9 (3B), Agustus 1996.h. 333-337.
- Rukmi, 2009. *Pengaruh Pemupukan Kalium dan Fosfat Terhadap Pertumbuhan dan hasil Ubijalar*. Fakultas Pertanian Universitas Muria Kudus.
- Stevenson, F.J. 1982. *Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reactions*. A Wileyinterseience publication. John Wiley & Sons, New York.
- Suntoro, W. A. 2003. *Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya*. Pidato Pengukuhan Guru Besar Ilmu Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta. 4 Januari 2003. Sebelas Maret University Press, 2003.
- Tan, 1993. *Environmental Soil Science*. Marcel Dekker. Inc. New York
- Tisdale, S. L. dan W. L. Nelson, 1975. *Soil Fertility and Fertilizers*. McMillan Publ. Co. Inc., New York.