

③ B₁ = 4

PENGARUH PUPUK ORGANIK DAN SP-36 TERHADAP BEBERAPA SIFAT KIMIA ANDISOLS SERAPAN P DAN HASIL TANAMAN KUBIS (*Brassica oleracea* var. *Grand 11*)

Effects of Organic Fertilizers and SP-36 on some Soil Chemical Characteristics of and P-uptake and yield of Cabbages Grown on Andisols

Siti Mariam¹ dan Ridha Hudaya¹

ABSTRACT

The aim of the experiment was to find out the interaction effect between organic fertilizers and the dosages of P fertilizer on available P and P retention in Andisols from Pangalengan, West Java, P uptake and yield of cabbage. The experimental design was factorial randomized block which consisted of two factors. The first factor were: amendment of 20 ton ha⁻¹ of cattle manure, chicken manure, sheep manure, and straw rice compost. The second factor was application of phosphate fertilizers SP-36 in the rate of 0, 90, 180, and 270 kg/ ha P₂O₅. The results of the experiment showed that there was significant interaction effect between organic fertilizers and P fertilizer on available P, but not on pH, ZPC (pHo), P-retention, P-uptake, and yield of cabbage. Organic fertilizers amendment increased pH and ZPC (pHo) significantly. Application of 90 kg/ha P₂O₅, sheep manure or straw rice compost amendment gave the highest available P. Available P, P retention and yield of cabbage were not affected by the application of P fertilizer except at 270 kg/ha P₂O₅. The application of chicken manure and sheep manure gave the highest P uptake and yield of cabbage.

PENDAHULUAN

Andisols adalah tanah yang terbentuk dari lahar, tuffa, dan debu vulkanik yang berasal dari pegunungan bukit barisan di Sumatra dan daerah pegunungan di Pulau Jawa. Masalah yang dijumpai pada Andisols adalah rendahnya ketersediaan fosfat karena P diretensi dan difiksasi oleh mineral liat alofan dan akhirnya mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Tan, 1984). Andisols di daerah Jawa Barat khususnya di Kecamatan Pangalengan merupakan salah satu sentra penanaman kubis di Indonesia. Berdasarkan data dari Dinas Pertanian Tanaman Pangan

Kabupaten Bandung (1998) luas tanam kubis di Pangalengan 11.744 ha, panen 8.889 ha, produksi 2.682.680 ku, dan rata-rata hasil 301.79 ku ha⁻¹. Pemupukan merupakan upaya yang penting dilakukan untuk menambah unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Dosis pupuk yang dianjurkan untuk tanaman kubis adalah 100 kg ha⁻¹ Urea, 200 kg ha⁻¹ KCl, 450 kg ha⁻¹ ZA, dan 200 kg ha⁻¹ SP-36 atau setara 72 kg ha⁻¹ P₂O₅ (Direktorat Jendral Tanaman Pangan dan Hortikultura, 1995).

Pemberian pupuk organik seperti pupuk kotoran sapi, kotoran ayam, kotoran domba dan kompos jerami padi

¹ Dosen Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

dapat meningkatkan ketersediaan fosfat dalam tanah. Bahan organik dapat membentuk fosfohumik yang lebih mudah diasosiasi oleh tanaman, dan terjadinya pertukaran anion P oleh asam-asam organik yang berasal dari humus (Ismunadji dkk., 1991). Bahan organik di dalam tanah berfungsi sebagai penyangga sifat kimia tanah diantaranya meningkatkan KTK, pH, dan menambah unsur hara (Ismunadji dkk., 1991).

Interaksi yang terjadi antara pupuk organik dengan pupuk P dalam mengurangi retensi P yang tinggi adalah karena adanya asam organik dan garam organik yang berasal dari pupuk kandang yang banyak mengandung gugus-gugus karboksil sehingga akan menggantikan P yang terjerap dalam hidrous oksida Al, dan akan melepaskan $H_2PC_4^-$ yang dibutuhkan oleh tanaman (Tisdale dkk., 1990). Selanjutnya akan terbentuk kompleks organik metal antara hidrous oksida Al dengan pupuk organik (Tisdale dkk., 1990) sehingga apabila ditambah pupuk P ke dalam tanah maka P tidak dapat dijerap oleh koloid tanah. Koloid tanah tersebut terlindungi oleh pupuk organik (Tisdale dkk., 1990), dan akhirnya pupuk SP-36 yang diberikan akan menambah ketersediaan P yang terlepas dari kompleks jerapan. Ketersediaan P yang meningkat akan diikuti pula dengan serapan P yang semakin meningkat (Siregar, 1992; Tan, 1984).

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di rumah plastik Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran Jatinangor dengan ketinggian tempat 700 m dpl dari bulan Juli sampai Oktober 2000.

Tanah yang digunakan pada percobaan ini adalah Andisols asal Pangalengan yang dikoleksi dari

kedalaman 20 cm. Tanah ditumbuk, diayak dengan saringan 2 mm, dan sebanyak 10 kg dimasukkan ke dalam polibag (ukuran 40x50 cm). Pupuk organik yang akan diaplikasikan adalah kotoran sapi, kotoran domba, kotoran ayam, dan kompos jerami padi. Pupuk organik dicampur dengan tanah yang telah ditimbang di atas plastik agar tercampur rata dan diinkubasi selama 2 minggu. Bibit kubis (*Brassica oleracea*) var. Grand 11 umur 15 hari dengan 4 helai daun ditanam di dalam polibag berisi Andisols dan diberi pupuk fosfat SP-36 sesuai perlakuan serta 100 kg ha⁻¹ urea (46 %N), 200 kg ha⁻¹ KCl (60 % K₂O), 250 kg ha⁻¹ ZA (21 % N).

Penyiraman dilakukan setiap hari (pagi atau sore) sampai kapasitas lapang, melalui pipa paralon yang diletakan pada polibag. Pencegahan hama dan penyakit dilakukan dengan penyemprotan dengan dursban 20 EC dan Curacron pada saat tanaman berumur empat minggu.

Pengamatan meliputi:

- pH-tanah dan pH_o (ZPC) ditetapkan dengan menggunakan pH meter, yang dilakukan sebelum percobaan dan pada fase pertumbuhan vegetatif akhir tanaman kubis.
- Retensi P ditetapkan dengan larutan retensi fosfat dan reagen asam nitric vanadomolibdat, dilakukan sebelum percobaan dan pada akhir fase pertumbuhan vegetatif.
- P-tersedia ditetapkan dengan metode P Bray I dengan HCl 0,025 N dan NH₄ F 0,03 N, dilakukan sebelum percobaan dan pada akhir fase pertumbuhan vegetatif.
- Serapan P ditetapkan dengan destruksi basah dengan pemberian asam perklorat, dilakukan pada akhir fase pertumbuhan vegetatif.

- e. Berat krop kubis dipanen pada akhir masa generatif yaitu 3 bulan setelah tanam,

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemasaman (pH) dan Titik Muatan Nol (pHo) Tanah

Tidak terjadi interaksi antara jenis pupuk organik dengan SP 36 terhadap pH dan pHo. Pupuk fosfat SP 36 juga tidak berpengaruh terhadap titik muatan nol. Namun Jenis pupuk organik Juga berpengaruh nyata terhadap pHo tanah (Tabel 1). Di lain pihak, baik jenis pupuk organik maupun SP 36 berpengaruh nyata terhadap pH tanah (Tabel 1).

Pemberian pupuk kotoran ayam meningkatkan pH lebih tinggi daripada pupuk organik lainnya sedangkan pH tanah yang tidak diberi pupuk organik lebih rendah daripada pH tanah yang diberi pupuk organik. Menurut Wen dan Yu, 1988, mekanisme peningkatan pH tanah yang diberi pupuk organik terjadi akibat proses deprotonasi pada permukaan koloid. Peningkatan pH tanah akibat pemberian SP 36 dengan dosis

yang meningkat sampai taraf $90 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ diduga terjadi karena sebagian anion fosfat (H_2PO_4^-) yang berasal dari pupuk P akan bereaksi ion penyebab kemasaman tanah, yaitu oksida hidrat Al (Tisdale dkk., 1990). Dengan demikian, sejumlah anion OH^- akan dibebaskan ke dalam larutan sehingga pH tanah meningkat (Afif dan Torrent, 1993).

Fosfat (P) tersedia

Pada Tabel 2, tanpa pemberian pupuk P, aplikasi kompos jerami memberikan nilai P tersedia tertinggi (12.42 mg kg^{-1}), yang berbeda nyata dengan aplikasi pupuk kotoran sapi (4.39 mg kg^{-1}) maupun dengan pupuk kotoran domba (5.68 mg kg^{-1}). Pada tanah yang diberi $90 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$, pupuk kotoran domba atau kompos jerami padi menyebabkan P tersedia tertinggi yaitu secara berturut-turut 15.45 dan 16.87 mg kg^{-1} . Sedangkan aplikasi pupuk kotoran sapi dan ayam hanya menghasilkan P tersedia sebesar masing-masing 6.90 mg kg^{-1} dan 3.32 mg kg^{-1} .

Pengaruh kombinasi $90 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ dengan kompos jerami padi

Tabel 1. Pengaruh Jenis Pupuk Organik dan SP 36 Terhadap pH dan pHo Tanah

Pupuk organik (M)	pH	pHo
m_0 (tanpa pupuk organik)	5.15 a	4.18 a
m_1 (20 ton ha^{-1} pupuk kotoran sapi)	5.21 c	4.30 b
m_2 (20 ton ha^{-1} pupuk kotoran ayam)	5.27 d	4.27 ab
m_3 (20 ton ha^{-1} pupuk kotoran domba)	5.19 b	4.31 b
m_4 (20 ton ha^{-1} kompos jerami padi)	5.18 b	4.23 ab
Pupuk P (P)		
p_1 ($0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$)	5.18 a	4.22 a
p_2 ($90 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$)	5.20 b	4.26 a
p_3 ($180 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$)	5.21 b	4.29 a
p_4 ($270 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$)	5.22 b	4.25 a

Keterangan: Angka yang ditandai dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5 %

Tabel 2. Pengaruh Bahan Organik dan Pupuk P terhadap P-tersedia pada Awal Pembentukan Krop

Pupuk organik (M)	Pupuk SP-36 (P)			
	p ₁ (0 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅)	p ₂ (90 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅)	p ₃ (180 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅)	p ₄ (270 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅)
M ₀ (tanpa pupuk organik)	10.81 a AB	11.09 a ABC	3.45 a A	9.12 a A
m ₁ (kotoran sapi)	4.39 a A	6.90 a AB	3.32 a A	4.06 a A
m ₂ (kotoran ayam)	12.05 a AB	3.76 a A	6.21 a AB	9.31 a A
m ₃ (kotoran domba)	5.68 a A	15.45a C	8.24 a AB	6.17 a A
m ₄ (kompos jerami padi)	12.42 a B	16.87b C	13.99 ab B	12.97 ab A

Keterangan : angka yang ditandai oleh huruf kecil yang sama (vertikal) dan huruf besar yang sama (horizontal) tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%

terhadap serapan P (16.87 mg kg⁻¹) berbeda nyata dengan tanpa pupuk P dengan kompos jerami padi (12.42 mg kg⁻¹). Bila dosis pupuk P ditingkatkan dari 90 kg ha⁻¹ menjadi 180 kg ha⁻¹, pemberian kompos jerami padi dosis akan menurunkan P tersedia dari 16.87 menjadi mg kg⁻¹ (Tabel 2). Penurunan yang sama juga terjadi pada pemberian pupuk kotoran domba maupun tanpa pupuk organik. Namun peningkatan pupuk P dari 90 menjadi 180 kg ha⁻¹ dapat meningkatkan P tersedia jika tanah diberi pupuk kotoran ayam (Tabel 2).

Pada tanah yang diberi kompos jerami padi, aplikasi 270 kg ha⁻¹ P₂O₅, P tersedia tanah adalah 12.97 mg kg⁻¹ yang lebih rendah jika dibandingkan dengan P tersedia pada tanah yang diberi 180 kg ha⁻¹ P₂O₅.

Penurunan nilai P tersedia ini terjadi karena pada dosis 90 kg ha⁻¹ P₂O₅ merupakan batas maksimum mikroba tanah untuk menyediakan P tersedia yang dibutuhkan oleh tanaman. Pemberian kompos jerami padi dengan C/N yang tinggi yaitu 44 meningkatkan

aktivitas mikroorganisme tanah dalam perombakan pupuk organik. Nilai P tersedia yang tinggi belum tentu dapat diserap oleh tanaman seluruhnya, karena menurut Tisdale *et al.*, (1990), tanaman hanya menyerap 20 % dari P tersedia dalam tanah. Tingginya P tersedia ini karena pupuk kotoran domba telah terdekomposisi (C/N rendah) yaitu 22 sehingga mampu menyediakan P yang dibutuhkan oleh tanaman. Dengan demikian asam-asam organik yang dihasilkan mikroba dapat melarutkan P yang teretensi dalam mineral liat alofan sehingga ketersediaannya meningkat.

Retensi-P pada Awal pembentukan Krop

Tidak ada pengaruh interaksi yang nyata antara pemberian pupuk organik dengan pupuk P terhadap retensi P. Selain itu, baik pupuk organik maupun SP-36 tidak berpengaruh nyata terhadap retensi P (Tabel 3). Jika dibandingkan dengan sebelum diberi perlakuan, maka retensi P menurun sekitar 28.7%.

Retensi P merupakan suatu masalah yang cukup serius pada Andisols. Retensi P berkaitan dengan banyaknya Al dan Fe aktif dalam tanah (Tan, 1984). Namun pada Andisols Al aktif lebih berperan dalam retensi fosfat daripada Fe (Tan, 1984). Reaksi Al dan Fe aktif dalam tanah dengan fosfat terjadi dalam permukaan jerapan positif yang muncul dari alofan dan imogilit (Tan, 1984). Tingginya retensi fosfat disebabkan oleh tingginya kandungan alofan.

Pemberian pupuk organik dan pupuk P ke dalam tanah diharapkan mampu mengurangi retensi P pada andisols, tetapi kenyataannya pada andisols Pangelengan pemberian pupuk organik belum mampu mengurangi retensi P hal ini diduga kurangnya dosis pupuk organik yang diberikan ke dalam tanah sehingga asam-asam organik belum dapat menggantikan $H_2PO_4^-$ yang dijerap oleh hidrous Al.

Pengaruh Pupuk Organik dan Pupuk SP-36 terhadap Serapan-P pada Awal Pembentukan Krop

Tidak ada pengaruh interaksi yang nyata antara pemberian pupuk organik dengan pupuk P terhadap serapan P. Pengaruh mandiri dari perlakuan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4. Pemberian keempat jenis pupuk organik dapat meningkatkan serapan P pada tanaman kubis, Peningkatan serapan P tertinggi terdapat pada tanaman yang diberi pupuk kotoran ayam dan kotoran domba (18.24 dan 20.63 mg pot⁻¹) atau terjadi peningkatan serapan berturut-turut sebesar 60.70 % dan 81.76 % dibandingkan pada tanaman yang tidak diberi pupuk organik.

Peningkatan ini disebabkan oleh kualitas kedua jenis pupuk organik terakhir tersebut cukup baik, yakni rendahnya nilai C/N yaitu 15 dan 22, artinya kedua pupuk tersebut sudah terdekomposisi oleh mikroorganisme dengan baik sehingga dapat mensuplai hara ke dalam tanah dan pada gilirannya dapat merangsang serapan P yang lebih baik. Pemberian pupuk P tidak berpengaruh nyata terhadap serapan P, namun peningkatan pupuk P berpotensi meningkatkan serapan P. Fenomena ini

Tabel 3. Pengaruh Pupuk Organik dan Pupuk P Terhadap Retensi P pada Awal Pembentukan Krop

Pupuk organik (M)	Rata-rata Retensi P (%)
m ₀ (tanpa pupuk organik)	62.9 a
m ₁ (20 ton ha ⁻¹ pupuk kotoran sapi)	62.4 a
m ₂ (20 ton ha ⁻¹ pupuk kotoran ayam)	64.8 a
m ₃ (20 ton ha ⁻¹ pupuk kotoran domba)	55.8 a
m ₄ (20 ton ha ⁻¹ kompos jerami padi)	64.3 a
Pupuk P (P)	
p ₁ (0 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅)	61.3 a
p ₂ (90 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅)	63.0 a
p ₃ (180 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅)	62.1 a
p ₄ (270 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅)	61.7 a

Keterangan : Angka yang ditandai dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5 %.

Tabel 4. Pengaruh Mandiri Pupuk organik dan pupuk P Terhadap Serapan P pada Awal Pembentukan Krop

Pupuk organik (M)	Rata-rata Serapan P (mg pot ⁻¹)
m ₀ (tanpa pupuk organik)	1135 c
m ₁ (20 ton ha ⁻¹ pupuk kotoran sapi)	1457 bc
m ₂ (20 ton ha ⁻¹ pupuk kotoran ayam)	1824 ab
m ₃ (20 ton ha ⁻¹ pupuk kotoran domba)	2063 a
m ₄ (20 ton ha ⁻¹ kompos jerami padi)	1204 c
Pupuk P (P)	
p ₁ (0 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅)	1387 a
p ₂ (90 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅)	1505 a
p ₃ (180 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅)	1433 a
p ₄ (270 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅)	1821 a

Keterangan : Angka yang ditandai dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5 %.

terjadi mungkin disebabkan oleh dosis pupuk P tertinggi (270 kg ha⁻¹ P₂O₅) masih belum memadai dan selang dosisnya berada dalam kisaran yang sempit

Pengaruh Pupuk organik dan Pupuk SP-36 terhadap Hasil Tanaman Kubis (Krop) pada Akhir Percobaan

Pupuk organik dan pupuk P tidak berinteraksi dalam mempengaruhi hasil tanaman (krop). Pupuk organik berpengaruh nyata terhadap berat krop per kubis, sedangkan pupuk P sampai dosis 270 kg ha⁻¹ P₂O₅ tidak berpengaruh nyata terhadap hasil tanaman (Tabel 5).

Berdasarkan Tabel 5, pemberian pupuk kotoran ayam dan pupuk kotoran domba memberikan hasil kubis tertinggi yaitu 117.09 dan 112.86 g polibag⁻¹ atau terjadi peningkatan hasil kubis berturut-turut sebesar 110.5 % dan 103 % jika

dibandingkan tanpa pemberian pupuk organik. Pembentukan krop kubis sangat tergantung dari jumlah dan jenis pupuk organik yang diberikan. Tanpa pemberian pupuk organik, kualitas krop yang dihasilkan kurang memuaskan.

Krop kubis yang dihasilkan tidak sesuai harapan, Suhu udara Jatinangor relatif di siang hari dapat mencapai lebih dari 30°C. Suhu ini dapat menghambat pertumbuhan krop kubis karena suhu optimal tanaman sekitar 15°C – 20°C (Rukmana, 1994). Jika melebihi suhu tersebut akan menyebabkan tanaman kubis gagal membentuk krop. Berat krop kubis yang rendah juga disebabkan oleh serangan hama ulat plutella dan ulat croci, Krop kubis mengalami kerusakan cukup parah dan menurunkan hasil kubis. Menurut Rukmana (1994), serangan hama ulat plutella dan ulat croci akan mengakibatkan kegagalan panen sampai dengan 80 %.

Tabel 5. Pengaruh Mandiri Pupuk Organik dan Pupuk P terhadap Berat Krop Kubis

Pupuk organik (M)	Berat krop (g)
m ₀ (tanpa pupuk organik)	55.62 c
m ₁ (20 ton ha ⁻¹ pupuk kotoran sapi)	77.14 b
m ₂ (20 ton ha ⁻¹ pupuk kotoran ayam)	117.09 a
m ₃ (20 ton ha ⁻¹ pupuk kotoran domba)	112.86 a
m ₄ (20 ton ha ⁻¹ kompos jerami padi)	67.42 bc
Pupuk P (P)	
p ₁ (0 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅)	79.04 a
p ₂ (90 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅)	87.33 a
p ₃ (180 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅)	86.29 a
p ₄ (270 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅)	91.45 a

Keterangan : Angka yang ditandai dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5 %.

KESIMPULAN

1. Interaksi antara jenis pupuk organik dan pupuk SP-36 hanya mempengaruhi P tersedia tanah.
2. Pada aplikasi 90 kg/ha P₂O₅, pemberian pupuk kotoran domba maupun kompos jerami padi menunjukkan P tersedia yang lebih tinggi yaitu 15.45 dan 16.87 mg kg⁻¹ dibandingkan dengan pemberian pupuk kotoran sapi atau kotoran ayam (6.90 dan 3.32 mg kg⁻¹).
3. Pemberian pupuk kotoran ayam dan kotoran domba secara mandiri memberikan hasil kubis yang tinggi yaitu 117.09 dan 112.86 g polibag⁻¹ atau terjadi peningkatan hasil kubis berturut-turut sebesar 110.5 % dan 103 % jika dibandingkan kontrol.

SARAN

4. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut di lapangan untuk melihat efisiensi berbagai dosis pupuk organik yang telah terdekomposisi sempurna pada andisols asal pangalengan disertai

penambahan pupuk P sehingga dapat meningkatkan ketersediaan P.

5. Perlu dilakukan analisis andisols dalam keadaan kering udara untuk melihat sifat *irreversible drying* andisols pangalengan.
6. Perlu dilakukan pengendalian hama ulat *plutella* dan ulat *croci* yang dapat menurunkan hasil kubis yaitu dengan pemilihan varietas unggul dan suhu yang sesuai untuk pertumbuhannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afif., A. Matar, and J. Torrent. 1993. Availability of phosphorous applied to calcareous soil of West Asia and North Africa. *Soil Sci Soc. Am. J.* 57 : 756-760
- Dinas Pertanian Tanaman Pangan Kabupaten Bandung. 1998. Kabupaten Bandung dalam Angka. Badan Pusat Statistika Bandung.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dan Hortikultura. 1995. Teknologi Pemupukan Berimbang. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dan Hortikultura. Jakarta.

- Rao, N. S.S. 1990. Mikroba Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Edisi kedua. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press) Jakarta.
- Rukmana, R. 1994. Bertanam Kubis. Kanisius. Yogyakarta.
- Siregar, D. 1992. Studi Keterkaitan Beberapa Sifat Kimia Tanah dan Kadar Liat terhadap Retensi Fosfat pada Andisols dari Sekitar Jawa Barat. Disertasi. Jurusan Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Tan, K.H. 1984. Andosols. A hutchinson Ross Banchmark Book Van Nostrand Reinhold Company.
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson, and J.D. Beaton. 1990. Soil Fertility and Fertilizers. Fourth edition. Macmillan Publishing Company, Singapore.
- Wen, Q.X. and T.R. Yu. 1988. Effect of green manure on physico-chemical properties of irrigated rice soil. P. 275 - 287 in IRRI (ed.). Green Manure in Rice farming. Los Banos. Phillipines.