

**Pengaruh Pemberian Kapur dan Kompos Sisa Tanaman terhadap Aluminium Dapat Ditukar dan Produksi Tanaman Kedelai pada Tanah *Vertic Hapludult* dari Gajrug, Banten**

***The Effect of Lime and Composted Crop Residues on Aluminum Exchangeable and Soybean Yield on Vertic Hapludult from Gajrug, Banten***

U. M. Wahjudin<sup>1)</sup>

Diterima 2 Februari 2006/Disetujui 12 Oktober 2006

**ABSTRACT**

*Ultisol is a soil type with the widest distribution in Indonesia. However, ultisol is characterized with acid reaction and low content of organic matter and nutrients. Ultisol contains a high concentration of Al at a level that can interfere plant growth. The objective of this study was to evaluate the effect of lime and crop residue composts application on the activities of *exch-Al* and the soybean yield. A greenhouse experiment using *Vertic Hapludult* from Gajrug, Banten was conducted in a completely randomized design. Liming treatments with 0.0 and 20.7 tons/ha (equals to 1x *exch-Al*) were combined with the application of different crop residue compost from upland rice, corn, soybean and peanut. The dose of the compost at 0, 1 and 2% organic-C. In this study, soybean was used as the indicator plant. The results of this experiment indicated that the application of lime equal 1x *exch-Al* significantly decreased *exch-Al* and resulted in good plant growth and soybean yield. Application of different types of crop residue compost decreased *exch-Al*. On the unlimed and limed soils the application of upland rice residue compost at dose of 2% organic-C ( $D_2$ ) increased soybean yield (23.21 g/pot and 25.67 g/pot), 72.53% and 1.87% respectively.*

*Key words : Liming, crop residue compost, exchangeable aluminum (exch-Al), soybean*

**PENDAHULUAN**

Pada tahun 2025 jumlah penduduk Indonesia diperkirakan akan naik menjadi 275 juta jiwa. Kenaikan jumlah penduduk akan berpengaruh besar terhadap kenaikan permintaan terhadap kebutuhan pangan, termasuk permintaan terhadap kebutuhan kedelai. Pada tahun 2000 dengan jumlah penduduk 209 juta jiwa, kebutuhan akan kedelai mencapai 2108000 ton, sedangkan produksi kedelai yang mungkin dapat dicapai hanya diproyeksikan 1887000 ton (Rukmana dan Yuniarsih, 1996). Usaha pemerintah dalam memenuhi kebutuhan tersebut, selain mengimpor, juga meningkatkan produksi tanaman per hektar atau dengan cara menambah luas tanam dan luas panen (Baharsyah, 1995).

Di Indonesia pemanfaatan dan pembukaan tanah di lahan kering umumnya pada Ultisol dan mungkin Oxisol. Permasalahan pada Ultisol dan Oxisol adalah reaksi tanah yang masam, kandungan Al yang sangat tinggi, dan unsur hara yang rendah, sehingga diperlukan pengapuran dan pemupukan serta pengelolaan yang baik (Hardjowigeno, 1995; Satari, 1997). Ultisol adalah tanah berwarna merah kuning yang sudah mengalami proses hancuran iklim yang sudah lanjut, basa-basanya tercuci sehingga tanah bereaksi masam dan memiliki kejenuhan

Al yang tinggi (Subagyo *et al.*, 2000).

Permasalahan pada tanah yang bersuasana masam dapat ditanggulangi dengan pemberian kapur (Soepardi, 1982). Sumber kemasaman tanah yaitu Al dapat ditekan dengan pengapuran dan atau dengan pengembalian sisa tanaman ke dalam tanah tersebut (Wahjudin, 1993). Di Indonesia tanaman pangan yang diusahakan umumnya adalah padi, jagung, kedelai dan kacang tanah. Di dalam tanah bahan organik dapat mengikat senyawa atau unsur yang bersifat racun (Al, Fe, Cd dan Hg) terhadap tanaman, bahan organik penting karena dapat bereaksi dengan ion logam yang kemudian membentuk senyawa kompleks (Karama dan Darmijati, 2003).

Keuntungan memanfaatkan pupuk organik adalah mempengaruhi sifat fisik, kimia dan biologi tanah serta kondisi sosial masyarakat (Sutanto, 2002). Bahan organik yang diberikan ke dalam tanah melalui proses dekomposisi akan menghasilkan banyak asam organik yang mengandung derivat-derivat asam fenolat dan asam karboksilat (Tan, 1982; Stevenson, 1982). Asam fenolat dan asam karboksilat mempunyai gugus fungsional yang mengandung oksigen merupakan tapak reaktif dalam mengikat logam, termasuk Al (Fessenden dan Fessenden, 1986). Dengan demikian aktivitas ion Al yang bersifat racun bagi tanaman menjadi berkurang (Gerke, 1993). Kompos memiliki sifat-sifat yang

<sup>1)</sup> Staf Pengajar Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian IPB Bogor

beragam tergantung pada tingkat kematangan, komposisi bahan baku dan proses pengomposan pada saat pembuatan kompos. Penggunaan kompos yang belum matang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman sehingga produktivitasnya menurun (Anas *et al.*, 2003).

Besar pengaruh kapur dan pemberian kompos sisa tanaman terhadap ion Al dapat ditukar (Al-dd) di dalam tanah dan terhadap produksi tanaman kedelai masih belum banyak diketahui. Sejalan dengan usaha mengurangi kehilangan hara dari sistem tanah pertanian dan usaha meningkatkan produksi tanaman, maka dilakukan pemberian kapur dan pengembalian bahan organik melalui pemberian kompos sisa tanaman ke dalam tanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh pemberian kapur dan kompos sisa tanaman terhadap Al-dd didalam tanah dan terhadap produksi tanaman kedelai.

**BAHAN DAN METODE**

Penelitian dilakukan di rumah kaca dan laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian, serta laboratorium terpadu IPB. Tanah yang digunakan *Vertic Hapludult* dari Gajrug yang diambil secara komposit pada lapisan 0 - 40 cm. Metode analisis untuk C-org. Tanah adalah metode Walkey and Black, untuk C-org. tanaman dengan pengabuan kering, dan untuk Al-dd dengan metode fraksionisasi. Kapur yang digunakan sebagai

perlakuan ialah CaCO<sub>3</sub> dan kompos sisa tanaman berasal dari sisa tanaman padi, jagung, kedelai dan kacang tanah yang ditanam serta dikomposkan di Kebun Percobaan Cikarawang IPB. Penanaman kedelai dirumah kaca dilakukan pada tanggal 17 Maret 2002 yang dipertahankan 2 (dua) tanaman tiap pot/polybag dan dipanen pada tanggal 4 Juni 2002.

Dalam penelitian ini digunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan pengapuran, macam dan dosis kompos. Perlakuan kapur terdiri dari tanpa kapur (C<sub>0</sub>) dan dikapur 1x Al-dd (C<sub>1</sub>). Perlakuan macam kompos terdiri dari kompos padi (P), jagung (J), kedelai (K), dan kacang tanah (T), dan perlakuan dosis kompos yaitu 0% C-org (D<sub>0</sub>), 1% C-org (D<sub>1</sub>), dan 2% C-org (D<sub>2</sub>), dengan ulangan pada perlakuan tanpa kapur tanpa kompos (C<sub>0</sub>D<sub>0</sub>) serta dikapur tanpa kompos (C<sub>1</sub>D<sub>0</sub>) masing-masing ulangannya 12, sedangkan perlakuan lainnya yaitu yang diberi kompos masing-masing diulang sebanyak 3 kali sehingga jumlah perlakuan adalah 72 pot. Pengujian perlakuan yang berbeda dilakukan dengan Duncan`s Test.

Sesuai dengan perlakuannya, ke dalam setiap pot yang berisi tanah 10 kg BKM (Berat Kering Mutlak), pada perlakuan kapur yang C<sub>0</sub> tidak diberikan kapur (0.00 g/pot) dan bagi C<sub>1</sub> diberikan kapur 103.5 g/pot. Pada perlakuan macam kompos diberikan kompos sisa tanaman padi, jagung, kedelai, dan kacang tanah dengan bobot masing-masing dosis seperti tertera dalam Tabel 1.

Peubah yang diamati ialah (1) kandungan Al-dd dalam tanah yang telah diberi perlakuan dan (2) bobot biji kering biji kedelai.

Tabel 1. Perlakuan macam dan bobot tiap dosis kompos sisa tanaman tiap pot

Macam Kompos	Dosis Kompos (kg)		
	0% C-org	1% C-org	2% C-org
Padi	0.000	1.202	2.404
Jagung	0.000	1.215	2.430
Kedelai	0.000	0.787	1.574
K.Tanah	0.000	0.873	1.746

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Sidik ragam Al-dd didalam tanah setelah diberi perlakuan pada saat 45 hari setelah tanam (Tabel 2) dan bobot kering biji kedelai (Tabel 3) menunjukkan bahwa

perlakuan berbeda sangat nyata menurunkan Al-dd dan meningkatkan bobot kering biji kedelai. Perbedaan antar perlakuan diuji dengan Duncan`s Test yang hasilnya disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 2. Sidik ragam bobot kering biji kedelai

SK	DB	JK	KT	Fhit	P
Perlakuan	17	4114.500590	242.029446	181.05	<0.001
Galat	54	72.188985	1.336833		
Total	71	4186.689575			

R<sup>2</sup> = 0.982758

KK = 7.724828

Tabel 3. Sidik Ragam Al-dd dalam tanah setelah diberi perlakuan pada saat 45 hari setelah tanam

SK	DB	JK	KT	Fhit	P
Perlakuan	17	3646.952753	214.526633	180.16	<0.001
Galat	54	64.301025	1190760		
Total	71	3711.253778			

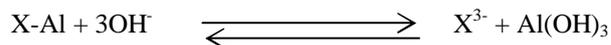
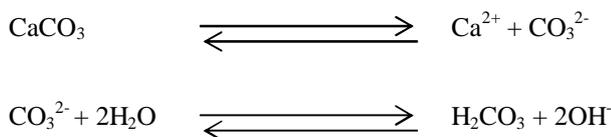
$$R^2 = 0.982674 \quad KK = 9.729517$$

Tabel 4. Hasil Duncan`s Test kandungan Al-dd di dalam tanah setelah diberi perlakuan pada saat 45 hari setelah tanam dan bobot kering biji kedelai

Perlakuan	Al-dd (Cmol(+)/kg)	Perlakuan	Biji Kedelai (g/pot)
C <sub>0</sub> D <sub>0</sub>	20.84 a	C <sub>1</sub> PD <sub>2</sub>	25.67 a
C <sub>0</sub> PD <sub>1</sub>	19.41 a	C <sub>1</sub> JD <sub>2</sub>	23.48 b
C <sub>0</sub> TD <sub>1</sub>	19.23 ab	C <sub>0</sub> PD <sub>2</sub>	23.21 b
C <sub>0</sub> KD <sub>1</sub>	17.54 bc	C <sub>1</sub> TD <sub>2</sub>	23.15 b
C <sub>0</sub> TD <sub>2</sub>	17.01 c	C <sub>0</sub> JD <sub>2</sub>	22.82 b
C <sub>0</sub> PD <sub>2</sub>	16.44 c	C <sub>1</sub> KD <sub>2</sub>	20.05 c
C <sub>0</sub> JD <sub>1</sub>	16.38 c	C <sub>0</sub> KD <sub>2</sub>	19.93 c
C <sub>0</sub> JD <sub>2</sub>	14.62 d	C <sub>1</sub> TD <sub>1</sub>	19.60 c
C <sub>0</sub> KD <sub>2</sub>	11.21 e	C <sub>1</sub> PD <sub>1</sub>	19.21 c
C <sub>1</sub> D <sub>0</sub>	6.60 f	C <sub>1</sub> JD <sub>1</sub>	18.54 cd
C <sub>1</sub> PD <sub>1</sub>	4.79 g	C <sub>1</sub> KD <sub>1</sub>	17.35 d
C <sub>1</sub> JD <sub>1</sub>	4.35 g	C <sub>0</sub> PD <sub>1</sub>	15.75 e
C <sub>1</sub> KD <sub>1</sub>	3.77 g	C <sub>0</sub> KD <sub>1</sub>	15.01 e
C <sub>1</sub> JD <sub>2</sub>	3.59 g	C <sub>0</sub> JD <sub>1</sub>	14.65 fg
C <sub>1</sub> TD <sub>1</sub>	3.35 g	C <sub>1</sub> D <sub>0</sub>	13.69 g
C <sub>1</sub> PD <sub>2</sub>	3.31 g	C <sub>0</sub> TD <sub>2</sub>	13.21 gh
C <sub>1</sub> TD <sub>2</sub>	3.01 gh	C <sub>0</sub> TD <sub>1</sub>	11.56 h
C <sub>1</sub> KD <sub>2</sub>	1.43 h	C <sub>0</sub> D <sub>0</sub>	0.32 i

- Keterangan :**
1. Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Wilayah Berganda Duncan pada taraf  $\alpha = 0.05$ .
  2. C<sub>0</sub> = tanpa kapur  
 C<sub>1</sub> = di kapur  
 P = kompos padi  
 J = kompos jagung  
 D<sub>2</sub> = diberi kompos 2 % C-org  
 K = kompos kedelai  
 T = kompos k. Tanah  
 D<sub>0</sub> = tdk diberi kompos  
 D<sub>1</sub> = diberi kompos 1 % C-org

Pemberian kapur setara 1x Al-dd (C<sub>1</sub>) sangat nyata menurunkan Al-dd di dalam tanah. Pengapuran akan mengurangi daya larut Al, Fe, Mn dan Zn (Team Studi Kapur Fakultas Pertanian IPB, 1983). Selanjutnya Kussow (1971) mengemukakan reaksi yang terjadi dalam menetralkan Al sebagai berikut:



Pada perlakuan tanpa kapur (C<sub>0</sub>) dikombinasikan dengan kompos sisa tanaman, kandungan Al-dd di dalam tanah menurun karena hanya diikat oleh asam-asam organik saja (Tabel 5). Pada yang diberikan kapur (C<sub>1</sub>) Al-dd diikat baik oleh asam-asam organik maupun oleh kapur sehingga Al-dd di dalam tanah makin rendah. Jumlah Al-dd yang diikat masing-masing kompos padi, jagung, kedelai dan kacang tanah disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Jumlah Al-dd yang diikat oleh kompos padi, jagung, kedelai, dan kacang tanah pada saat 45 hari setelah tanam.

Macam Kompos	Dosis	Al-dd Diikat (cmol(+)/kg)	
		Tanpa Kapur	Dikapur
Padi	1% C-org	1.43	1.81
	2% C-org	4.40	3.29
Jagung	1% C-org	4.46	2.25
	2% C-org	6.22	3.01
Kedelai	1% C-org	3.30	2.83
	2% C-org	9.63	5.17
Kacang Tanah	1% C-org	1.61	3.25
	2% C-org	3.83	3.59

**Keterangan :** Angka-angka diperoleh dari selisih perlakuan yang tanpa diberikan kompos dikurangi dengan yang diberikan kompos sisa tanaman

Berdasarkan Tabel 5, kompos sisa tanaman kedelai pada dosis 2% C-org mampu mengikat Al-dd sebanyak 9.63 cmol(+)/kg (tanpa kapur) dan 5.17 cmol(+)/kg (dikapur). Sebaliknya kompos padi, jagung, dan kacang tanah menunjukkan peningkatan Al-dd yang lebih rendah, baik yang diberi kapur maupun tanpa kapur.

Pengaruh kapur terhadap sifat fisik tanah sangat erat hubungannya dengan sifat biologi tanah. Agregasi zarah tanah yang semakin baik akibat pengaruh kapur akan memperbaiki aerasi dan perkolasi di dalam tanah sehingga aktivitas biologi tanah semakin baik. Keadaan ini menyebabkan proses pelapukan bahan organik menjadi cepat, sehingga asam-asam organik banyak dihasilkan yang kemudian akan mengikat Al-dd.

Proses pengikatan Al-dd oleh asam-asam organik dapat terjadi karena asam-asam tersebut mempunyai gugus fungsional yang mengandung oksigen seperti -C=, -OH, dan -COOH (Stevenson, 1982). Di dalam tanah,

kompos yang diberikan akan terdekomposisi menjadi asam humat dan asam fulvat yang kedua-duanya mengandung asam fenolat dan asam karboksilat. Asam-asam tersebut dapat berinteraksi dengan oksida dan atau hidroksida Al, baik secara dijerap maupun dikelat (Schnitzer, 1986). Aktivitas dari asam-asam ini terjadi karena adanya perubahan muatan elektron dari oksigen, baik secara polar maupun resonansi (Fessenden dan Fessenden, 1986).

Dalam Gambar 1 dan 2 pada perlakuan tanpa kapur dan tanpa kompos (CoPDo) menunjukkan pertumbuhan tanaman kedelai yang merana. Sedangkan pada perlakuan yang diberi kompos (CoPD<sub>0</sub> dan CoPD<sub>2</sub>) serta pada yang diberi kapur dan diberi kompos (C<sub>1</sub>PD<sub>1</sub> dan C<sub>1</sub>PD<sub>2</sub>) memperlihatkan pertumbuhan tanaman kedelai yang sangat baik. Hal ini antara lain disebabkan oleh turunnya atau rendahnya Al-dd didalam tanah (Tabel 4).



Gambar 1. Pengaruh dosis kompos padi terhadap pertumbuhan kedelai pada perlakuan tanpa kapur



Gambar 2. Pengaruh dosis kompos padi terhadap pertumbuhan kedelai pada perlakuan dikapur (C<sub>1</sub>)

Sejalan dengan pertumbuhan dan data dalam Tabel 4 besar pengaruh pemberian kompos sisa tanaman terhadap bobot kering biji kedelai pada tanah yang tidak

dikapur dan yang dikapur dibandingkan dengan yang tidak diberikan kompos sisa tanaman disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Besar faktor/kelipatan pengaruh pemberian kompos sisa tanaman terhadap bobot kering biji kedelai pada tanah tanpa kapur dan dikapur dibandingkan dengan perlakuan tanpa diberi kompos.

Macam Kompos	Tanpa Kapur		Macam Kompos	Dikapur	
	Dosis Kompos			Dosis Kompos	
	1% C-org	2% C-org		1% C-org	2% C-org
	-----%-----			-----%-----	
Padi	49.22	72.53	Padi	1.40	1.87
Jagung	45.78	71.31	Jagung	1.35	1.72
Kedelai	46.91	62.28	Kedelai	1.27	1.46
K. Tanah	36.13	41.28	K. Tanah	1.43	1.84

**Keterangan :** Angka-angka diperoleh dari perlakuan yang diberi kompos dibagi dengan yang tidak diberi kompos

Pada Tabel 6 terlihat bahwa pada tanah yang tanpa kapur, pemberian kompos padi terhadap bobot kering biji kedelai pengaruhnya yang terbesar kemudian diikuti oleh jagung lalu kedelai dan kacang tanah. Angka-angka diperoleh dari pengaruh yang diberikan kompos sisa tanaman dibagi dengan yang tidak diberi kompos sisa tanaman. Misalnya pada tanah yang tanpa kapur angka 49.22 diperoleh dari perlakuan C<sub>0</sub>PD<sub>1</sub> : C<sub>0</sub>PD<sub>0</sub> atau 15.75 : 0.32 = 49.22. Angka 72.53 diperoleh dari C<sub>0</sub>PD<sub>2</sub> : C<sub>0</sub>PD<sub>0</sub> atau 23.21 : 0.32 = 72.53. Pada tanah yang dikapur angka 1,35 diperoleh dari C<sub>1</sub>JD<sub>1</sub> : C<sub>1</sub>JD<sub>0</sub> atau 18.54 : 13.69 = 1,35. Angka 1.87 diperoleh dari C<sub>1</sub>PD<sub>2</sub> : C<sub>1</sub>PD<sub>0</sub> atau 25.66 : 13.69 = 1.87. Begitu selanjutnya untuk memperoleh angka di dalam Tabel 6

tersebut. Angka-angka hasil pembagian diatas pada tanah yang dikapur jauh lebih kecil daripada angka-angka pada tanah tanpa kapur. Angka-angka pada tanah yang tidak dikapur menunjukkan apabila ke dalam tanah tersebut diberikan kompos sisa tanaman dengan dosis 1% C-org. atau 2% C-org. bobot kering biji kedelai akan menjadi sama dengan kelipatan angka dalam Tabel 6 dikalikan dengan yang tanpa diberikan kompos. Lain halnya pada tanah yang dikapur angka-angka pengaruh pemberian kompos sisa tanaman bernilai kecil karena adanya pengaruh interaksi dengan kapur.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dikemukakan, dapat disimpulkan bahwa :

- Pemberian kapur setara 1x Al-dd ke dalam tanah *Vertic Hapludult* berpengaruh sangat nyata menurunkan Al-dd di dalam tanah sehingga pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai menjadi lebih baik dengan peningkatan produksi dari 0.32 g/pot menjadi 13.69 g/pot atau 42.8 kali lipat.
- Pemberian kompos sisa tanaman padi, jagung, kedelai ataupun kacang tanah ke dalam tanah *Vertic Hapludult* mengurangi kandungan Al-dd di dalam tanah yang berbeda pula.
- Pemberian kompos sisa tanaman ke dalam tanah *Vertic Hapludult* dapat meningkatkan produksi biji kedelai kering. Pada tanah yang tidak dikapur kompos sisa tanaman padi tertinggi meningkatkan bobot kering biji kedelai dari 0.32 g/pot menjadi 23.21 g/pot atau 72.53 kali lipat dan pada tanah yang dikapur dari 13.69 g/pot menjadi 25.67 g/pot atau 1.87 kali lipat.

### Saran

- Hasil penelitian ini dapat diterapkan di lapangan dengan mengembalikan sisa tanaman yang telah dikomposkan.
- Perlu mengembalikan sisa tanaman segar dengan sistem larikan lalu penanaman dapat dilakukan di tempat diantara larikan yang diberikan sisa tanaman tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anas, I., D. Utami, T. Yulawati, T. Muluk. 2003. Lobak (*Raphinus spinosum*) dan bayam (*Amaranthus* spp.) sebagai pengganti tanaman cress (*Lepidum sativum*) dalam pengujian tingkat kematangan kompos. J. Penelitian Pertanian. 22(1) : 34-40.
- Baharsyah, S. 1995. 50 Tahun Membangun Pertanian Modern Indonesia : Refleksi, Tantangan dan Prospek. Dies Natalis IPB ke-32. Bogor.
- Fessenden, R.J., J.S. Fessenden. 1986. Organic Chemistry. 3<sup>rd</sup> ed. Wadsworth, Inc., Belmont, California.
- Gerke, J. 1993. Aluminum complexation by humic substances and aluminum species in the soil solution. Geoderma 63 (1994). p. 165-175.
- Hardjowigeno, S. (1995). Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Karama, A. S., Darmijati. 2003. Leisa untuk memberdayakan ekonomi petani : Kajian Kebijakan Riset dan Teknologi. Seminar Nasional Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Petani Melalui Penerapan Konsep LEISA. Fakultas Pertanian Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga. Jawa Tengah. 1 April 2003.
- Kussow, W. R. 1971. Introduction to Soil Chemistry. Soil Fertility Project. Dept. Ilmu-ilmu Tanah. Fakultas Pertanian IPB. 112 p.
- Rukmana, R., Y. Yuniarsih. 1996. Kedelai, Budidaya dan Pascapanen. Kanisius. Yogyakarta. 92 hal.
- Satari, A. M. 1997. Peranan ilmu tanah dalam membangun pertanian tangguh. Makalah Seminar Temu Alumni Tanah Institut Pertanian Bogor. 20 September 1997. Bogor.
- Schnitzer, M. 1986. Pengikatan bahan humat. dalam Interactions of Soil Minerals with Natural Organics and Microbes. terjemahan. Goenadi, D. H., Sudarsono 1997. Interaksi Mineral Tanah Dengan Organik Alami dan Mikroba. Gajah Mada University Press. Yogyakarta, Indonesia. Hal. 119 – 156.
- Soepardi, G. 1982. Pengembangan Pertanian di Lahan Kering dan Upaya Peningkatan Produktivitas Lahan (tidak dipublikasikan).
- Stevenson, F. J. 1982. Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reactions. John Wiley and Sons, Inc., New York. 496 p.
- Subagyo, H., N. Suharta, A. B. Siswanto. 2000. Tanah-tanah pertanian di Indonesia. Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Hal. 21-65.
- Sutanto, R. 2002. Pertanian Organik Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan. Kanisius. Yogyakarta. 218 hal.
- Tan, K. H. 1982. Principles of Soil Chemistry. terjemahan. Goenadi, D. H. dan B. Radjagukguk. 1995. Dasar-dasar Kimia Tanah. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 295 hal.
- Team Studi Kapur Fakultas Pertanian IPB. 1983. Studi tata pengadaaan dan penggunaan serta dampak

kapur terhadap pendapatan petani dalam rangka pengembangan lahan kering di daerah transmigrasi. Kerjasama antara Team Studi Kapur Fakultas Pertanian dengan Proyek P3DT Dit. Perluasan Areal Pertanian, DitJen Pertanian Tanaman Pangan, Dep. Pertanian.

Wahjudin, U. M. 1993. Daya ganti pengikatan Al, Fe, dan Mn oleh sisa tanaman kacang tanah, padi dan jagung terhadap kebutuhan kapur pada tanah Podsolik dari Gajrug, dalam sistem pergiliran tanaman. *J. Ilmu Pertanian Indonesia*. 3 (1) : 1 – 7.