

# PENGUNAAN PUPUK ORGANIK DAN ANORGANIK PADA KEDELAI DI LAHAN SAWAH VERTISOL NGAWI

Runik Dyah Purwaningrahayu, Henny Kuntastuti, Andy Wijanarko,  
Abdullah Taufiq, dan Subandi

Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian

## ABSTRAK

Upaya peningkatan produktivitas tanaman dan mempertahankan kualitas kesuburan tanah merupakan aspek penting bagi pertanian berkelanjutan. Penggunaan pupuk organik dan pupuk anorganik pada kedelai diharapkan mampu mewujudkan tujuan tersebut. Penelitian dilakukan di KP Ngale (tanah Vertisol) pada tahun 2006 untuk mengevaluasi pengaruh kombinasi pupuk NPK, pupuk kandang dan jerami padi terhadap hasil kedelai di lahan sawah. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok tiga ulangan. Sebagai perlakuan adalah sembilan kombinasi pupuk NPK anorganik dengan pupuk kandang dan jerami padi. Pemupukan NPK (50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha) + jerami padi 5 t/ha dibakar meningkatkan hasil kedelai 43% dan penggunaan pupuk kandang 5 t/ha meningkatkan hasil kedelai 30% dibandingkan perlakuan kontrol. Hasil biji tertinggi (1,77 t/ha, hasil naik 55%) diperoleh apabila tanaman kedelai diberi jerami padi 5 t/ha yang dibakar. Penggunaan pupuk NPK, pupuk kandang dan jerami bakar meningkatkan P-terlarut. Pemberian pupuk kandang 5 t/ha mengakibatkan P-terlarut, Al-P, Fe-P dan (Ca,Mg)-P paling tinggi. Penggunaan jerami padi dibakar tanpa atau dengan NPK atau pupuk kandang mengurangi jerapan P dalam bentuk Al-P, Fe-P atau (Ca, Mg)-P.

**Kata kunci:** *Glycine max*, kedelai, pupuk kandang, jerami padi, pupuk NPK, Vertisol

## ABSTRACT

**Effects of inorganic and organic fertilizer on soil productivity and soybean yields of the Vertisol lowland Ngawi.** Make-Up of crop productivity and effort to maintain the quality of fertility of farmland represent aspect is necessary for sustainability of agriculture. Usage of organic fertilizer and inorganic fertilizer at soybean expected can realize the target. The research were conducted at Vertisols of research station Ngale (Ngawi) 2006 with a purpose to evaluate influence of combination NPK fertilizer, farmyard manure and rice straw to soy crop production and fertility of lowland. Research use randomized block design with three replications. Treatment is nine combination inorganic NPK fertilizer (50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha) with farmyard manure (5 t/ha) and rice straw (5t/ha straw was burned). Grain yields increased by 43 and 30% in NPK + rice straw and farmyard manure respectively over control. Maximum yields of soybean (1,77 t/ha) was obtained in plots under rice straw was burned. Soybean conducting after paddy degrade soluble -P, Al-P, Fe-P and Ca,Mg)-P. NPK fertilizer, farmyard manure and rice straw application increased soluble - P soil. The soil soluble-P, Al-P, Fe-P and Ca,Mg)-P were highest in the farmyard manure treatment. Rice straw + NPK or no NPK and farmyard manure lessen fixation -P in the form of Al-P, Fe-P or Ca, Mg)-P.

**Keywords:** *Glycine max*, farmyard manure, rice straw, inorganic fertilizer, Vertisol

## PENDAHULUAN

Produktivitas kedelai di Indonesia saat ini hanya 50% dari potensi hasil genetiknya. Rendahnya produktivitas disebabkan oleh beragamnya waktu tanam, fasilitas air irigasi dan tingkat kesuburan tanah. Kesuburan tanah yang beragam menjadi kendala peningkatan produktivitas kedelai. Kadar unsur N pada lahan sawah Vertisol dan Entisol berkisar antara 0,07–0,36%,  $\text{NO}_3$  5–70 mg/kg, P 3–196 ppm, K 0,20–2,06 me/100 g, dan  $\text{SO}_4$  3,3–37,4 ppm (Kuntyastuti dan Adisarwanto 1996; Adisarwanto *et al.* 1998; 1999 dan 2001a; Adisarwanto dan Suhartina 2000; Kuntyastuti dan Sunaryo 2000; Kuntyastuti, 2001; 2002; Kuntyastuti dan Susanto 2001; Taufiq dan Kuntyastuti 2002). Data di atas menunjukkan bahwa lahan sawah kahat unsur hara terutama N dan S, tetapi sebagian besar kaya unsur P. Menurut Santoso *et al.* (1997), unsur hara dalam keadaan kahat mempunyai potensi untuk dijadikan indikator tidak berlanjutnya sistem produksi pertanian. Sebaliknya, unsur hara dalam keadaan cukup tidak dapat dijadikan indikator keberkelanjutan sistem pertanian.

Pemupukan NPKS pada kedelai di lahan sawah menghasilkan informasi yang bervariasi. Pemupukan urea, ZA, SP36 dan KCl sebanyak 50–150 kg/ha pada tanah Entisol dan Vertisol meningkatkan hasil kedelai 0,16–0,58 t/ha, tetapi tidak selalu (Suwono *et al.* 1987; Kuntyastuti dan Adisarwanto 1996; Adisarwanto *et al.* 1998; 1999; 2001a; 2001b; Suryantini dan Kuntyastuti 1998; 1999; Kuntyastuti dan Sunaryo 2000; Kuntyastuti 2001; 2002; Kuntyastuti dan Susanto 2001; Taufiq dan Kuntyastuti 2002; Kuntyastuti dan Suryantini 2003). Untuk menghasilkan biji 2,5–3,4 t/ha, tanaman kedelai menyerap 150–200 kg N/ha. Kebutuhan N kedelai dipenuhi dari N-tanah, N-fiksasi dan N-pupuk, berturut-turut sebesar 58%, 46% dan 6% (Sisworo *et al.* 1986a).

Tanah kaya unsur P dan K terdapat pada daerah intensifikasi, sedangkan tanah miskin unsur P dan K terdapat pada daerah nonintensifikasi atau tadah hujan (Nurjaya *et al.* 1998). Timbunan P pada lahan sawah akibat pemupukan secara intensif dapat mencukupi kebutuhan tanaman sampai enam musim tanam berikutnya (Simatupang 1997). Hara P dari pupuk yang terakumulasi dalam tanah sebagian besar terjerap dalam bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman. Fraksionasi P-anorganik tanah PMK Lampung dan Banten 3,5 bulan setelah dipupuk 150 kg TSP/ha tanpa tanaman adalah P mudah larut 1,3; Al-P 67,1; Fe-P 81,1; occluded-P 105,1; (Fe-Al)-P 22,0 dan Ca-P 8,0 ppm  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Tanpa pupuk P, fraksionasi P-anorganik tanah adalah P mudah larut 0,9; Al-P 31,8; Fe-P 56,3; occluded-P 92,5; (Fe-Al)-P 20,6 dan Ca-P 6,9 ppm  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Sudiyarso dan Muharto 1983). Linnquist *et al.* (1996) menambahkan bahwa 3,5 bulan setelah pemupukan 930 kg P/ha yang terakumulasi selama dua tahun, kira-kira 9%, 54% dan 34% P-pupuk diubah menjadi bentuk labil (terekstrak FeO dan  $\text{NaHCO}_3$ ), labil moderate (terekstrak NaOH) dan recalcitrant.

Pemupukan P meningkatkan P tersedia dan P terjerap, dan peningkatan takaran pupuk P meningkatkan P terjerap. Pada pemupukan P takaran tinggi, jerapan P menurun. Penurunan ketersediaan residu P terjadi antara 3 minggu sampai 6 bulan. Pada tanah Vertisol, peningkatan kelembaban tanah dan takaran pupuk P menjadi 90% kapasitas lapang dan 160 kg P/ha meningkatkan

serapan P-pupuk dan P-tanah, dan meningkatkan serapan P-pupuk lebih tinggi dibandingkan dengan P-tanah. Peningkatan kelembaban tanah meningkatkan efisiensi pupuk, sedangkan peningkatan takaran pupuk P menurunkan efisiensi pupuk P (Suyamto 1987; Suyamto *et al.* 1988; Suyamto *et al.* 1989).

Pemupukan K selalu meningkatkan cadangan K-tersedia, tetapi tidak selalu meningkatkan ketersediaan K, karena bergantung pada daya sangga K pada tanah dengan  $PBC^K$  rendah (kapasitas sangga potensial K, nilainya sebanding dengan kadar liat, KTK liat, dan jumlah  $Ca_{dd} + Mg_{dd}$ ), pupuk K yang diberikan tidak dapat dipegang tanah. Sebagian besar K hilang bersama air drainase. Tanah dengan  $PBC^K$  tinggi perlu pupuk K takaran tinggi untuk menaikkan intensitas K yang memberikan respon terhadap tanaman (Sulaeman *et al.* 1992). Penambahan  $NH_4$  meningkatkan jumlah K labil dan  $Ar_k^o$  (nisbah aktivitas K pada kondisi setimbang), tetapi menurunkan  $PBC^K$ . K terjerap tidak mudah tersedia.

Pertanaman kedelai pada tanah Vertisol sering menampakkan gejala klorosis daun (daun kuning dan tanaman kerdil), dan gejala tersebut muncul karena kahat unsur K (Suwono *et al.* 1987), kadar  $K < 0,3$  me/100 g, dan produktivitas kedelai hanya 0,5 t/ha (Suyamto *et al.* 1994). Hasil penelitian menunjukkan, Vertisol hampir selalu kahat K, kadar  $K_{dd}$  berkisar antara 0,2–0,3 me/100 g (Kuntyastuti dan Adisarwanto 1996; Adisarwanto *et al.* 1998; Kuntyastuti dan Sunaryo 2000; Kuntyastuti 2001 dan 2002; Taufiq dan Kuntyastuti 2002). Pada kondisi tersebut penambahan 50–400 kg KCl/ha meningkatkan hasil kedelai 0,16–0,81 t/ha. Tidak responnya tanaman kedelai terhadap pemupukan KCl pada tanah Vertisol mungkin akibat tanah lembab atau kelebihan air. Peningkatan kelembaban tanah meningkatkan serapan K dan jarak difusi K (Mackay dan Barber 1985).

Khusus di lahan sawah, pemupukan organik dapat memanfaatkan limbah tanaman padi seperti jerami dan sekam, sehingga mengurangi biaya produksi. Jerami padi merupakan sumber utama hara K dan Si, sekitar 80% K yang diserap tanaman berada dalam jerami. Pengembalian jerami padi ke tanah memperlambat pemiskinan K dan Si tanah (Adiningsih dan Rochayati 1988). Pengembalian residu tanaman ke dalam tanah dalam sistem budi daya berkelanjutan penting untuk diwujudkan. Pembenaman arang sekam, kompos jerami, dan kompos bagas 5–20 t/ha pada saat pengolahan tanah tidak meningkatkan kadar C-organik dan unsur hara makro setelah panen padi (tanaman I). Akan tetapi meningkatkan kadar unsur P, K, Ca dan Mg tanah setelah panen kedelai (tanaman II) dan tidak meningkatkan hasil kedelai (Kuntyastuti 2003; Kuntyastuti dan Riwanodja 2004). Setelah empat musim tanam, residu pupuk organik menurunkan pH tanah 0,35–0,55, tetapi meningkatkan kadar C-organik dan unsur N, P, K dan hasil kedelai (Adisarwanto *et al.* 2003).

Berdasarkan hasil-hasil penelitian di atas, perlu dilakukan penelitian untuk mengevaluasi pengaruh kombinasi pupuk NPK, pupuk kandang, dan jerami padi terhadap hasil kedelai di lahan sawah Vertisol.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di lahan sawah tanah Vertisol di KP Ngale pada MK dan MH 2006 dengan pola tanam padi-padi-kedelai. Pada MK I dilaksanakan penelitian pendahuluan menggunakan tanaman padi dan dipupuk 200 kg urea + 100 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg/ha Phonska pada umur 21 HST dengan cara disebar. Bibit padi umur 21 hari ditanam dengan jarak tanam 20 cm x 20 cm, dua bibit/rumpun pada tiga petak masing-masing berukuran 25 m x 25 m. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menghomogenkan tingkat kesuburan tanah. Pada MK II, kedelai ditanam pada petak berukuran (3,2 m + 3,2 m) x 8 m dengan jarak tanam 40 cm x 10 cm, dua tanaman/rumpun menggunakan rancangan acak kelompok dengan ulangan tiga kali. Sebagai perlakuan adalah sembilan kombinasi pupuk NPK anorganik dengan pupuk kandang dan jerami padi (Tabel 1).

Bibit padi umur 21 HST ditanam pada petak berukuran 6 m x 7,4 m dengan jarak tanam 20 cm x 20 cm, dua bibit/rumpun.

Tabel 1. Perlakuan pupuk organik dan anorganik pada kedelai di tanah Vertisol Ngale, 2006

No	50 kg/ha ZA	50 kg/ha SP36	100 kg/ha KCl	5 t/ha pukan	5 t/ha jerami padi dibakar
1	-	-	-	-	-
2	+	+	+	-	-
3	+	+	+	+	-
4	+	+	+	-	+
5	+	+	+	+	+
6	-	-	-	+	-
7	-	-	-	-	+
8	-	-	-	+	+
9	+	-	-	-	+

### Penelitian Pendahuluan Padi MK I 2006

Percobaan dilaksanakan pada tiga petak lahan berukuran masing-masing 25 m x 25 m. Tanah diolah sempurna. Bibit padi berumur 21 HST ditanam dengan jarak tanam 20 cm x 20 cm, dua bibit/rumpun dan dipupuk 200 kg urea + 100 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg Ponska/ha pada saat tanaman berumur 21 HST dengan cara disebar. Tanaman padi dipelihara pada kondisi pengairan macak-macak. Selama 10 hari sebelum padi dipanen, tanah dikeringkan. Pertanaman diusahakan bebas dari gulma maupun hama/penyakit. Tanaman padi dipanen pada umur 110 HST. Diambil lima rumpun tanaman/petak untuk pengamatan komponen hasil. Pengamatan terhadap hasil gabah kering bersih dilakukan pada petak panen berukuran 2 m x 5 m. Pengamatan terhadap hasil dan komponen hasil juga dilakukan pada ketiga petak ukuran 25 m x 25 m. Setelah panen, dilakukan analisis sifat fisik dan kimia tanah. Diambil contoh tanah pada kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm untuk analisis sifat fisik tanah. Contoh tanah komposit untuk analisis sifat kimia tanah diambil pada kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm. Pengamatan dilakukan terhadap parameter: hasil dan komponen

hasil padi (bobot 1000 butir gabah, berat gabah kering per rumpun, berat gabah bersih per rumpun, berat gabah hampa per rumpun, hasil gabah kering panen dan rendemen), sifat kimia tanah (KTK, pH, C-organik, kadar unsur N, P, K, Na, Ca, Mg dan S) dan sifat fisik tanah (tekstur tanah, kurva pF, porositas, penetrasi tanah, BI) pada kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm pada saat panen.

### **Penelitian Musim Tanam I, Kedelai MK II 2006**

Setelah padi dipanen segera tanam kedelai tanpa dilakukan pengolahan tanah. Sebelum tanam dilakukan pengambilan contoh tanah yang tidak terganggu untuk analisis sifat fisik tanah dan contoh tanah komposit untuk analisis sifat kimia tanah. Benih kedelai dicampur insektisida Marshall, ditanam pada petak berukuran (3,2 m + 3,2 m) x 8 m (16 baris x 80 lubang), jarak tanam 40 cm x 10 cm, dua tanaman/rumpun. Dua bedengan selebar 3,2 m (untuk delapan baris tanaman) dipisahkan atau dibatasi oleh saluran drainase selebar 20 cm sedalam 25 cm. Antara dua bedengan 3,2 m dengan dua bedengan 3,2 m lainnya dipisahkan oleh pertanaman *border* selebar 1,5 m. Pupuk organik dan anorganik dilarik 10 cm dari baris tanaman pada saat tanam. Jerami padi 5 t/ha disebar merata kemudian dibakar. Penjarangan atau penyulaman dilakukan pada umur 10 HST dan disisakan dua tanaman/rumpun. Pengairan tanaman dilakukan 20 hari sekali. Pertanaman diusahakan bebas dari gulma maupun hama/penyakit. Tanaman kedelai dipanen setelah 95% polong berwarna coklat dan daun rontok. Tanaman dipotong sedekat mungkin dengan permukaan tanah menggunakan sabit, sedangkan tanaman contoh untuk pengamatan komponen hasil dicabut.

Pengamatan dilakukan terhadap parameter berikut:

1. Sifat fisik tanah (kurva pF, porositas, laju infiltrasi) pada kedalaman 0-20 cm setelah panen.
2. Fraksionasi P tanah setelah panen kedelai terhadap P-terlarut, Al-P, Fe-P, Fe-P larut pereduksi, Fe, Al-P terselubung dan Ca, Mg -P
3. Tinggi tanaman, jumlah polong isi dan hampa, bobot 100 butir biji dan bobot biji/tanaman.
4. Pada petak panen (3,2 m + 3,2 m ) x 4 m (16 baris x 40 lubang) diamati jumlah tanaman dipanen dan bobot biji kering.

Tanah Vertisol Ngale-Ngawi, lokasi penelitian, bereaksi agak masam, miskin bahan organik dan K-dd maupun K-total (Tabel 2). Sebaliknya, tanah kaya unsur P, Ca, Mg serta Fe, Zn, Mn dan Cu. Berdasarkan hasil analisis sifat kimia tanah diketahui bahwa yang menjadi faktor pembatas produktivitas tanaman adalah unsur K. Tanah bertekstur liat dengan kandungan fraksi liat 70% dan konduktivitas hidraulik jenuh pada lapisan olah sebesar 15,7 cm/jam. Pada kondisi kering 3/4 bagian tanah ditempati udara atau berisi air pada kondisi jenuh air. Kapasitas tanah menahan air cukup baik, yang terlihat dari air tersedia pada lapisan olah 24,6% (Tabel 3).

Tabel 2. Sifat kimia tanah Vertisol setelah tanaman padi, Ngale MK II 2006

Sifat kimia	Kedalaman 0–20 cm	Kedalaman 20–40 cm
pH H <sub>2</sub> O	6,40 (agak masam)	6,60 (netral)
C-organik (%)	2,15 (sedang)	1,62 (rendah)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Bray I (ppm)	25,0 (sangat tinggi)	19,8 (sangat tinggi)
SO <sub>4</sub> (ppm)	47,3 (sedang)	69,6 (sedang)
K-dd (me/100 g)	0,25 (rendah)	0,19 (rendah)
Na-dd (me/100 g)	0,43 (sedang)	0,42 (sedang)
Ca -dd(me/100 g)	45,1 (sangat tinggi)	47,8 (sangat tinggi)
Mg-dd (me/100 g)	8,02 (sangat tinggi)	8,12 (sangat tinggi)
P-total (mg/100 g)	30,6 (sedang)	23,7 (sedang)
K-total (mg/100 g)	0,25 (sangat rendah)	0,19 (sangat rendah)
Fe (ppm)	35,9 (sangat tinggi)	29,4 (sangat tinggi)
Zn (ppm)	1,20 (sangat tinggi)	0,82 (sangat tinggi)
Mn (ppm)	29,1 (sangat tinggi)	32,2 (sangat tinggi)
Cu (ppm)	11,1 (sangat tinggi)	7,02 (sangat tinggi)

Tabel 3. Sifat fisik tanah Vertisol setelah tanaman padi, Ngale MK II 2006

Sifat fisik	Kedalaman 0–20 cm	Kedalaman 20–40 cm
Kjh (cm/jam)	0,152	0,123
Berat isi (g/cm <sup>3</sup> )	0,87	0,89
Berat jenis (g/cm <sup>3</sup> )	2,51	2,54
Porositas (%)	75,46	70,17
Nilai COLE	0,71	0,78
Penetrasi (N/cm <sup>2</sup> )	255,6	254,1
Indek DMR (mm)	4,97	5,10
Kadar air pF 0 (cm/cm <sup>3</sup> )	0,755 (75,5%)	0,702 (70,2%)
Kadar air pF 2 (cm/cm <sup>3</sup> )	0,648 (64,8%)	0,603 (60,3%)
Kadar air pF 2,5 (cm/cm <sup>3</sup> )	0,631 (63,1%)	0,570 (57,0%)
Kadar air pF 4,2 (cm/cm <sup>3</sup> )	0,385 (38,5%)	0,376 (37,6%)
Air tersedia (cm/cm <sup>3</sup> )	0,246 (24,6%)	0,194 (19,4%)
Fraksi pasir (%)	3	3
Fraksi debu (%)	28	26
Fraksi liat (%)	70	72
Klas tekstur	Liat	Liat

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kesuburan tanah sawah jenis Vertisol di KP Ngale relatif bervariasi antar petak (Tabel 4), walaupun sudah ada usaha untuk menyamakan takaran pupuk pada tanaman padi pada MK I.

Perlakuan kombinasi pupuk organik dan anorganik NPK tidak mempengaruhi populasi tanaman dan pertumbuhan kedelai. Populasi tanaman kedelai pada saat panen tidak optimal, rata-rata 360 ribu tanaman/ha. Pertumbuhan vegetatif tanaman juga kurang baik, dengan tinggi tanaman rata-rata 49 cm (Tabel 5).

Tabel 4. Produktivitas padi sebelum kedelai di tanah Vertisol Ngale, MK I 2006

Peubah	Petak I	Petak II	Petak III	Rata-rata
Bobot 1000 butir gabah (g)	24,5	25,5	25,0	25
Bobot gabah kering panen (g/rumpun)	36,2	44,4	41,8	40,8
Bobot gabah kering bersih (g/rumpun)	33,8	40,7	39,3	37,9
Bobot gabah hampa (g/rumpun)	2,4	3,7	2,5	2,9
Hasil gabah kering panen dari ubinan (t/ha)	7,5	9,0	7,5	8,0
Hasil gabah kering bersih dari ubinan (t/ha)	6,0	7,0	6,0	6,3
Rendemen (%)	80,0	77,8	80	79,3

Tabel 5. Pengaruh pemupukan NPK, pupuk kandang, dan jerami padi dibakar terhadap populasi tanaman dan komponen pertumbuhan kedelai varietas Sinabung di lahan sawah Vertisol, Ngale, MK II 2006

Perlakuan	Populasi tanaman saat panen/ha	Tinggi tanaman (cm)	Hasil biji (t/ha)
Tanpa pupuk	307.552 a	48,4 a	1,14 d
NPK	382.552 a	44,5 a	1,24 cd
NPK + pukan	360.416 a	45,5 a	1,29 cd
NPK + jerami	375.000 a	52,3 a	1,63 ab
NPK + pukan + Jerami	350.781 a	49,9 a	1,37 bcd
Pupuk kandang	351.302 a	50,1 a	1,48 abc
Jerami padi	362.239 a	55,4 a	1,77 a
Pukan + Jerami	388.541 a	47,2 a	1,38 bcd
N + Jerami	357.031 a	50,7 a	1,35 bcd
Rata-rata	359.490	49,34	1,40
KK (%)	9,61	9,05	11,73

Angka selajur diikuti oleh huruf sama tidak berbeda berdasarkan DMRT 5%. N = 50 kg/ha ZA, P = 50 kg/ha SP36, K = 100 kg/ha KCl, pukan = pupuk kandang 5 t/ha dan jerami padi 5 t/ha dibakar

Hasil kedelai sangat rendah, hanya 1,14 ton biji/ha apabila tidak dipupuk. Pemupukan 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha tanpa atau dengan pupuk kandang 5 t/ha tidak meningkatkan hasil. Apabila pemupukan 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha dikombinasi dengan jerami padi 5 t/ha dibakar, maka hasil kedelai meningkat menjadi 1,63 t/ha, atau naik 43% dibandingkan tanpa pupuk (Tabel 5). Penggunaan pupuk kandang 5 t/ha tanpa pupuk NPK juga meningkatkan hasil kedelai, rata-rata 30%. Hal ini sesuai penelitian Mandal et al., (2009) yang melaporkan bahwa hasil kedelai meningkat sampai 98,5% dengan pemupukan NPK + pupuk kandang dibanding tanpa pupuk. Hasil tertinggi (1,77 t/ha) dengan peningkatan hasil terbanyak (55%) diperoleh apabila lahan diberi jerami padi 5 t/ha yang dibakar. Sidhu dan Beri (1989) melaporkan perlakuan residu pembakaran tanaman jagung atau gandum meningkatkan hasil sampai 0,2 t/ha dibandingkan dengan bahan organik tersebut ditanam. Berdasarkan keragaman hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa upaya peningkatan hasil kedelai di tanah Vertisol Ngawi lebih mudah dan lebih praktis menggunakan jerami padi dibakar.

Pemupukan organik dan anorganik pada kedelai di tanah Vertisol dapat mengubah porositas dan kapasitas tanah menahan air. Sebelum tanam kedelai, porositas tanah Vertisol lapisan olah 75,5% dengan kapasitas tanah menahan air 24,6% (Tabel 3). Setelah budi daya kedelai tanpa penambahan pupuk (perlakuan kontrol), porositas tanah berkurang 12% menjadi 66,5%, tetapi kapasitas tanah menahan air meningkat 19% menjadi 29,3% (Tabel 6). Perubahan tersebut mungkin disebabkan oleh pembusukan atau pelapukan akar dan daun kedelai yang gugur.

Pemupukan NPK dan/atau pupuk organik meningkatkan porositas tanah menjadi 69,2–92,0%. Peningkatan porositas tanah tertinggi diperoleh melalui pemupukan 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl + 5000 kg pupuk kandang/ha. Perlakuan tersebut juga menyebabkan kapasitas tanah menahan air tertinggi (32,7%) dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Penggunaan jerami padi 5 t/ha dibakar yang menyebabkan hasil biji kedelai tertinggi (1,77 t/ha) ternyata tidak meningkatkan porositas dan kapasitas tanah menahan air setelah panen kedelai. Sebaliknya, penggunaan 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl + 5000 kg pupuk kandang/ha tidak meningkatkan hasil kedelai, meningkatkan porositas dan kapasitas tanah menahan air. Indrawati (1998) melaporkan, di tanah Entisol Mojosari, kompos sekam dan jerami padi dapat memperbaiki sifat fisik tanah, masing-masing dapat menurunkan bobot isi tanah dan meningkatkan kapasitas tanah menahan air berturut-turut 36% dan 28%. Seperti yang dilaporkan oleh Bhattacharyya *et al.* (2007) dari penelitian pola tanam kedelai-gandum di Himalaya, pada perlakuan pupuk NPK + pupuk kandang, kapasitas tanah menahan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa pupuk.

Hasil analisis fraksionasi P setelah panen kedelai menunjukkan bahwa budi daya kedelai setelah padi menurunkan fraksi P terlarut, Al-P, Fe-P, dan (Ca, Mg)-P (Tabel 7). Penggunaan pupuk NPK, pupuk kandang, dan jerami padi meningkatkan fraksi P-terlarut pada saat panen kedelai. Penggunaan pupuk kandang tanpa dikombinasikan dengan pupuk NPK atau jerami padi dibakar, mengakibatkan fraksi P-terlarut, Al-P, Fe-P, Ca-P, dan Mg-P paling tinggi pada saat panen. Fraksi P terlarut, Al-P, Fe-P, Ca-P dan Mg-P berturut-turut lebih tinggi 33%-1.100%, 10%-97%, 53%-153% dan 3%-162% dibanding perlakuan lainnya. Sebaliknya, penggunaan jerami padi yang dibakar tanpa/atau dikombinasikan dengan pupuk NPK atau pupuk kandang mengurangi jerapan P dalam bentuk Al-P, Fe-P atau Ca-P dan Mg-P.



Tabel 6. Pengaruh pemupukan NPK, pupuk kandang, dan jerami padi yang dibakar terhadap porositas tanah dan kapasitas tanah menahan air setelah panen kedelai di lahan sawah Vertisol, Ngale MK II 2006

Perlakuan	Porositas (%)	Kadar air kapa-sitas lapang (%)	Kadar air titik layu permanen (%)	Air tersedia (%)
Tanpa pupuk	66,5	58,7	29,4	29,3
NPK	74,0	61,2	29,6	31,6
NPK + pukan	92,0	61,9	29,2	32,7
NPK + jerami	76,9	59,1	28,4	30,7
NPK + pukan + jerami	70,7	60,9	29,6	31,3
Pukan	69,2	59,6	29,6	30,0
Jerami	66,3	58,6	29,2	29,4
Pukan + Jerami	74,9	55,2	28,7	26,5
.N + Jerami	73,4	59,9	29,4	30,5
Rata-rata	73,8	59,4	29,2	30,2

N = 50 kg/ha ZA, P = 50 kg/ha SP36, K = 100 kg/ha KCl, pukan = pupuk kandang 5 t/ha dan jerami padi 5 t/ha dibakar.

Tabel 7. Hasil analisis fraksionasi P setelah panen kedelai di tanah Vertisol, Ngale MK, II 2006

Perlakuan	P terlarut	Al-P	Fe-P	Fe-P larut pereduksi (ppm)	(Fe,Al)-P terselubung	(Ca,Mg)-P
<b>Awal penelitian</b>						
kedalaman 0-20 cm	1,4	47,1	60,1	1,9	1,6	109,6
kedalaman 20-40 cm	2,8	90,0	120,2	1,5	2,2	188,6
<b>Setelah panen kedelai</b>						
Tanpa pupuk	0,1	32,6	43,7	1,5	1,6	63,5
NPK	0,6	40,1	49,0	1,5	1,5	49,1
NPK + pukan	0,9	33,1	47,8	1,5	1,0	71,0
NPK + jerami	0,2	22,5	29,7	1,5	1,3	38,5
NPK + pukan + jerami	0,4	31,9	48,4	1,9	1,1	28,0
Pukan	1,2	44,3	75,2	1,9	1,8	73,3
Jerami	0,5	30,5	41,4	1,9	1,3	59,3
Pukan + jerami	0,4	31,6	40,8	1,9	4,2	40,4
N + Jerami	0,2	37,3	49,0	1,9	1,0	54,0

Analisis tanah dilaksanakan di Lab. Tanah Balitana Bogor N = 50 kg/ha ZA, P = 50 kg/ha SP36, K = 100 kg/ha KCl, pukan = pupuk kandang 5 t/ha dan jerami padi 5 t/ha dibakar

## KESIMPULAN

1. Pemupukan 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha + jerami padi 5 t/ha dibakar meningkatkan hasil 43%, dari 1,14 t/ha menjadi 1,63 t/ha.
2. Penggunaan pupuk kandang 5 t/ha meningkatkan hasil kedelai 30% dan hasil tertinggi 1,77 t/ha diperoleh pada perlakuan jerami padi 5 t/ha yang dibakar.

3. Budi daya kedelai setelah padi menurunkan P-terlarut, Al-P, Fe-P, Ca-P, dan Mg-P. Penggunaan pupuk NPK, pupuk kandang, dan jerami padi meningkatkan P-terlarut.
4. Penggunaan jerami padi dibakar tanpa/atau dengan pupuk NPK atau pupuk kandang mengurangi jerapan P dalam bentuk Al-P, Fe-P atau (Ca, Mg)-P.
5. Penggunaan pupuk kandang 5 t/ha mengakibatkan P-terlarut, Al-P, Fe-P dan (Ca, Mg)-P paling tinggi, berturut-turut lebih tinggi 33-1.100%, 10-97%, 53-153% dan 3-162% dibandingkan dengan perlakuan lainnya
6. Pemupukan NPK dan/atau pupuk organik meningkatkan porositas tanah menjadi 69,2-92,0%. Peningkatan porositas tanah tertinggi diperoleh dari perlakuan pemupukan 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl + 5 t pupuk kandang/ha, yang juga menyebabkan kapasitas tanah menahan air tertinggi (31,6%) dibanding perlakuan lainnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, J. S dan S. Rochayati. 1988. Peranan bahan organik dalam meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan produktivitas tanah. Dalam Pros. Lokakarya Nas. Efisiensi pupuk Cipayung 16-17 Nopember 1987. Pusat Penelitian Tanah. Bogor. hlm. 161-180
- Adisarwanto, T., H. Kuntastyuti, dan Suhartina. 1998. Efisiensi pemupukan menggunakan uji tanah dan tanaman kedelai di beberapa jenis tanah lahan sawah. hlm. 1-19. Buku 4. Bidang Ekofisiologi Tanaman. Peningkatan Efisiensi Penggunaan Input, Sumberdaya dan Produktivitas Kedelai. Laporan Teknis Balitkabi 1997/1998. Malang
- Adisarwanto, T., Riwanodja, dan Suhartina. 1999. Kajian status keheraan tanah dan tanaman serta hasil kedelai di tanah Entisol dan Vertisol. hlm. 1-17. Peningkatan Efisiensi Penggunaan Input Pupuk, Pengelolaan Lahan dan Produktivitas Kedelai. Laporan Teknis Balitkabi 1998/1999. Malang
- Adisarwanto, T. dan Suhartina. 2000. Penetapan anjuran pupuk P berdasarkan uji tanah di tanah Entisol. Peningkatan Efisiensi Pengelolaan Hara, Air dan Lahan pada Kedelai di Tanah Sawah Entisol dan Oxisol. Laporan Akhir Tahun 1999/2000. Balitkabi. Malang
- Adisarwanto, T., H. Kuntastyuti, A.A. Rahmianna, dan Riwanodja. 2001a. Optimasi dan efisiensi pengelolaan hara dan bahan organik pada kedelai di lahan sawah. Hlm. 6-56. Dalam T. Adisarwanto et al.. (Peny.) Optimasi Pengelolaan Fisik Tanah dan Tanaman serta Peningkatan Mutu Hasil Biji Kedelai di Lahan Sawah dan Lahan Kering. Buku II. No. 1. Hasil Penelitian Komponen Teknologi Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Tahun 2001. Balitkabi. Malang
- Adisarwanto, T., Riwanodja, dan R.D. Purwaningrahyu. 2001b. Kalibrasi lapang penetapan anjuran pupuk P pada kedelai di lahan sawah melalui uji tanah dan tanaman. Pengelolaan Hara dan Air untuk Meningkatkan Efisiensi dan Produktivitas Kedelai. Laporan Teknis Balitkabi Tahun Anggaran 2000. Balitkabi. Malang
- Adisarwanto, T., Riwanodja, H. Kuntastyuti, Suryantini dan A.G. Manshuri. 2003. Efisiensi pengelolaan hara dan bahan organik pada tanaman kedelai di lahan

- sawah dan lahan kering. Hlm. C-98-C-152. Laporan Teknis Balitkabi TA 2003. Balitkabi. Malang
- Bhattacharyya, R., S. Kundu, V. Prakash and H.S. Gupta. 2007. Sustainability under combined application of mineral and organic fertilizers in a rainfed soybean-Wheat system of the Indian Himalayas. *European Journal of Agronomy*.
- Indrawati. 1998. Pengelolaan lengas tanah dalam usahatani lahan kering. Prosiding seminar nasional dan pertemuan tahunan komisariat daerah HITI 1998. HITI Komda Jawa Timur. hlm 179–186
- Kuntyastuti, H., dan T. Adisarwanto. 1996. Pemupukan kalium pada kedelai di tanah Vertisol dan Regosol. *Penel. Pertanian* 15(1):10–15
- Kuntyastuti, H., dan L. Sunaryo. 2000. Efisiensi pemupukan dan pengairan pada kedelai di tanah Vertisol kahat K. Hlm. 205–216. Dalam A.A. Rahmianna et al.. (Penyt.). *Pengelolaan Sumber Daya Lahan dan Hayati pada Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian*. Puslitbangtan. Bogor
- Kuntyastuti, H. 2001. Pengaruh saat pengairan dan pemupukan KCl, kotoran ayam serta sesbania terhadap kedelai di lahan sawah Vertisol Ngawi. Hlm. 105–112. Dalam N.K. Wardhani et al.. (Penyt.). *Pros. Seminar Nasional Teknologi Pertanian Pendukung Agribisnis Dalam Upaya Pengembangan Ekonomi Wilayah di Yogyakarta tanggal 14 November 2001*. Puslitbangsosek, Bappeda Prop. DIY dan UPN Veteran Yogyakarta.
- Kuntyastuti, H., dan G.W.A. Susanto. 2001. Pemupukan kalium dan sulfur pada kedelai di lahan sawah dan lahan kering. *Tropika* 9(1):32–44.
- Kuntyastuti, H. 2002. Penggunaan pupuk KS anorganik dan kotoran ayam pada kedelai di lahan sawah Entisol dan Vertisol. Hlm. 111–117. Dalam Rob. Mudjisihono et al.. (Penyt.). *Pros. Seminar Nasional Inovasi Teknologi Dalam Mendukung Agribisnis di Yogyakarta tanggal 2 November 2002*. Puslitbangsosek, Univ. Muhammadiyah Yogyakarta.
- Kuntyastuti, H. 2003. Pengaruh residu arang sekam, kompos jerami dan kompos bagas terhadap tanah dan tanaman kacang hijau dan kacang tunggak di tanah Entisol. Hlm. 208–216. Dalam I.W. Rusastra et al.. (Peyt.) *Pros. Seminar Nasional Revitalisasi Teknologi reatif Dalam Mendukung Agribisnis dan Otonomi Daerah di Denpasar tanggal 7 Oktober 2003*. Puslitbangsosek.
- Kuntyastuti, H., dan Suryantini. 2003. Diagnosis dan dinamika sifat fisik dan kimia tanah pada kedelai di lahan sawah. Hlm. B–118–139. Dalam T. Adisarwanto et al.. (Peyt.). *Hasil Penelitian Komponen Teknologi Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Tahun 2003*. Laporan Akhir Tahun. Buku I. Balitkabi. Balitkabi. Malang
- Kuntyastuti, H., dan Riwanodja. 2004. Penggunaan arang sekam, kompos jerami dan kompos bagas pada padi dan efek residunya pada kedelai di lahan sawah Entisol. Hlm. 349–356. Dalam Sri Hardaningsih et al.. (Peyt.). *Teknologi Inovatif Agribisnis Kacang-kacangan dan Umbi-umbian untuk Mendukung Tanaman Pangan*. Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor
- Linquist, B.A., P.W. Singleton, and K.G. Cassman. 1996. Inorganic and organic phosphorus dynamics during a build-up and decline of available phosphorus in an Ultisols. *Soil Sci.* 162(4):254–264.

- Mackay, A.D. and S.A. Barber. 1985. Soil moisture effect on potassium uptake by corn. *Agron. J.* 77:524–527.
- Mandal, K.G, K.M. Hati and A.K. Misra. 2009. Biomass yield and energy analysis of soybean production in relation to fertilizer NPK and organic manure. *Biomass and Bioenergy* 33 (12) : 1670–1679
- Nurjaya, A. Kasno, Moersidi S., Djoko Santoso dan J. Sri Adiningsih. 1998. Penelitian status hara fosfor dan kalium tanah sawah pantura. Hlm 231–250. Dalam Undang Kurnia et al.. (Peyt.). *Prosiding No. 14: Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor, 10–12 Februari 1998.* Puslittanak. Bogor.
- Santoso, D., S. Suthipradit, dan A. Sajjapongse. 1997. Status hara tanah sebagai indikator sistem usahatani berkelanjutan. Hlm. 535–543. Dalam Subagyo, H. et al.. (Peyt). *Penatagunaan Tanah Sebagai Perangkat Penataan Ruang Dalam Rangka Meningkatkan Kesejahteraan Rakyat.* *Prosiding Kongres Nasional VI HITI, Jakarta 12–15 Desember 1995.* Buku I. HITI.
- Sidhu, B.S and V. Beri. 1989. Effect of crop residue management on the yields of different crops and on soil properties. *Biological Wastes* 27 (1) : 15–27
- Simatupang, P. 1997. Daya susul pupuk fosfat persawahan Sumatra Utara. hlm. 225–231 *dalam* Subagyo, H. et al. (edt.). *Penatagunaan Tanah Sebagai Perangkat Penataan Ruang Dalam Rangka Meningkatkan Kesejahteraan Rakyat.* *Prosiding Kongres Nasional VI HITI, Jakarta 12–15 Desember 1995.* Buku II. HITI.
- Sisworo, W.H, N. Abdullah, H. Rasyid dan B. Soeminto. 1986a. Pengaruh pemupukan P dan pengapuran pada tumpangsari jagung kedelai terhadap hasil dan fiksasi N simbiotik. *Batan* 19(1–2):3–10
- Sudiyarso, M., dan Muharto. 1983. Perubahan bentuk P dari beberapa pupuk fosfat dalam tanah Podsolik Merah Kuning Lampung dan Banten. *Penelitian Pertanian* 3(2):60–63.
- Sulaeman, IP.G. Widjaja-Adhi, IM. Widjik S., dan N. Sri Mulyani. 1992. Pengaruh pemupukan kalim dan pencucian serta interaksinya terhadap ketersediaan kalium dalam tanah. *Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk* 10:34–46.
- Suryantini, dan H. Kuntiyastuti. 1998. Penggunaan Rhizoplus dan Urea pada kedelai dalam pola tanam padi-padi-kedelai dan padi-kedelai-kedelai. Hlm. 80–86. *dalam* Sudaryono et al.. (edt.). *Prosiding Seminar Nasional dan Pertemuan Tahunan Komisariat Daerah HITI Tahun 1998.* Buku II. HITI Komda Jatim.
- Suyamto, H. 1987. Pemupukan P pada tanaman kedelai pada beberapa tingkat kelengasan tanah. *Pemberitaan Penelitian Sukarami* 12:3–7.
- Suyamto, H., T. Notohadiprawiro, S. Soekodarmodjo, dan B. Radjagukguk. 1988. Kajian kelengasan tanah dan pemupukan P pada tanaman kedelai: I. Keragaan tanaman dan serapan P. *Penelitian Palawija* 3(2):66–75.
- Suyamto, H., B. Radjagukguk, S. Soekodarmodjo, dan T. Notohadiprawiro. 1989. Kajian kelengasan tanah dan pemupukan P pada tanaman kedelai: II. Efisiensi pemupukan P. *Penelitian Palawija* 4(1):9–19.
- Suyamto, H., T. Adisarwanto, Sudaryono, dan Suwono. 1994. Peranan pupuk kalium terhadap peningkatan hasil tanaman pangan di tanah Vertisol Kabupaten Ngawi. Hlm. 20–37. Dalam A. Taufiq et al.. (Peyt.) *Perakitan Teknologi Budi*

- Daya Tanaman Pangan untuk Tanah Vertisol. Kasus Kabupaten Ngawi. Edisi Khusus Balittan Malang. No 2-1994. Balittan. Malang.
- Suwono, Marwoto dan A.G. Manshuri. 1987. Pengaruh unsur hara makro dan mikro terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai di lokasi gejala kuning di Ponorogo. *Penel. Palawija* 2(2):61-67.
- Taufiq, A., dan H. Kuntiyastuti. 2002. Pengelolaan drainase dan pupuk kalium untuk kedelai serta efek residunya pada lahan sawah Vertisol. hlm. 71-86 *dalam* M. Yusuf et al.. (Edt.). *Teknologi Inovatif Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Ketahanan Pangan*. Puslitbangtan. Bogor.

### DISKUSI

- Penanya : Ir. Jaswadi, BPTP NTB
- Pertanyaan : Di NTB sangat tidak menganjurkan pembakaran jerami padahal hasil penelitian yang terbaik adalah dibakar, bagaimana?
- Jawaban : Jerami padi yang dibakar unsur K-nya paling tinggi.  
Biasanya pola tanam kedelai dengan padi, pada tanah vertisol miskin unsur K, maka untuk menambahkan unsur hara K ini dari jerami yang dibakar. Di NTB laju penguapan tinggi maka jerami lebih baik digunakan sebagai mulsa.