

PEMANFAATAN JERAMI PADI DAN PEMUPUKAN NPK PADA KEDELAI DI LAHAN SAWAH VERTISOL

Henny Kuntastyuti, Abdullah Taufiq, R.D. Purwaningrahyu,
dan Andy Wijanarko

Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang

ABSTRAK

Keberlanjutan produksi tanaman tergantung pada pengelolaan dan kecukupan hara yang diperlukan tanaman. Tanaman kedelai masih dominan ditanam di lahan sawah tanah Entisol dan Vertisol mengikuti pola tanam padi-padi-kedelai atau padi-kedelai-kedelai. Tujuan penelitian adalah mengevaluasi pengaruh pupuk anorganik NPK yang dikombinasi dengan cara pengelolaan jerami, dan pola tanam pada lahan sawah Vertisol dengan bedengan empat meter. Penelitian dilaksanakan di lahan sawah Vertisol Ngawi pada MK II 2005 menggunakan rancangan split plot diulang tiga kali. Petak utama adalah tanpa jerami padi, jerami padi 5 t/ha sebagai mulsa dan jerami padi 5 t/ha dibakar. Anak petak adalah tanpa pupuk, 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha, 50 kg ZA + 50 kg SP36/ha, 50 kg ZA + 100 kg KCl/ha dan 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha. Kombinasi pupuk dievaluasi pada lahan dengan bedengan 4 m pada dua pola tanam padi-kedelai dan kedelai-kedelai. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa pada lahan sawah Vertisol Ngawi pemupukan 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha secara teknis layak diterapkan untuk budidaya kedelai pada lahan bekas padi atau bekas kedelai, tanpa atau dengan jerami padi digunakan sebagai mulsa atau dibakar. Kelayakan ekonomis dan sosial budayanya perlu dikaji lebih lanjut.

Kata kunci: kedelai, Vertisol, pupuk, jerami

ABSTRACT

Utilization of rice straw and NPK fertilizer in soybean in vertisol paddy fields. The sustainability of crop production depends on the management and the adequacy of the necessary plant nutrients. Soybean crop is still dominant in paddy fields planted with soil type Vertisol and Entisol follow the pattern of rice-rice-soybean or rice-soybean-soybean. The research objective is to evaluate the effect of inorganic fertilizer NPK combined with straw management, and cropping patterns in the Vertisol wetland with beds four meters. The experiment was conducted in Vertisol paddy fields, Ngawi during the dry season in 2005 using a split plot design of three replicates. The main plot without rice straw, rice straw 5 t / ha as a mulch and rice straw 5 t / ha burned. Subplot is without fertilizer, 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha, 50 kg ZA + 50 kg SP36/ha, 50 kg ZA + 100 kg KCl/ha dan 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha. The combination of fertilizer were evaluated on the land with beds 4 m with two cropping pattern rice-soybean and soybean-soybean. The results showed, the Vertisol wetland in Ngawi application of 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha is technically feasible for soybean cultivation after rice or soybean fields, without or with rice straw used as mulch or burned. Economic feasibility and social culture needs to be studied further.

Key words: soybean, Vertisol, manure, straw

PENDAHULUAN

Keberlanjutan produksi tanaman tergantung pada kecukupan hara yang diperlukan oleh tanaman. Tanaman kedelai masih dominan ditanam di lahan sawah berjenis tanah Entisol dan Vertisol mengikuti pola tanam padi-padi-kedelai atau padi-kedelai-kedelai. Upaya peningkatan produktivitas kedelai dapat dilakukan dengan melakukan penge-

lolaan lahan dan hara secara terpadu. Pengelolaan hara, lahan dan air untuk meningkatkan efisiensi dan akselerasi produksi kedelai dinilai masih rendah. Hal ini tercermin dari ketimpangan antara besarnya input yang diberikan dengan rendahnya keluaran yang dicapai oleh tanaman kedelai di lahan sawah. Salah satu penyebab rendahnya produktivitas kedelai adalah kondisi fisik lahan yang tidak optimal akibat proses pelumpuran dalam budidaya padi, yang kemudian digunakan untuk budidaya kedelai. Perubahan kondisi tanah dari basah menjadi kering menyebabkan tanah menjadi keras, berbongkah-bongkah dan tidak optimum untuk pertumbuhan kedelai (Willet dan Tranggono 1987).

Di lahan sawah, pada musim tanam MK-II yaitu periode tanam Juni/Juli sampai dengan September/Oktober, pertanaman kedelai seringkali tercekam kekeringan pada fase generatif. Kehilangan hasil akibat kekeringan bervariasi dari 35% hingga 65% tergantung saat, lama dan tingkat kekeringan yang terjadi selama pertumbuhan. Penggunaan mulsa dapat mengurangi penguapan dan menurunkan suhu maksimum tanah apabila air tersedia dalam tanah kurang dari 20%. Rendahnya suhu maksimum tanah yang diberi mulsa disebabkan oleh mulsa menghalangi sinar langsung ke tanah dan banyak sinar yang dipantulkan kembali (Rifin dan Quintana 1989). Penggunaan mulsa jerami padi dilaporkan Sri Hutami *et al.* (1994) dapat meningkatkan kelembaban tanah Regosol. Penggunaan mulsa jerami dengan atau tanpa pengolahan tanah dapat meningkatkan hasil kedelai, menurunkan pertumbuhan gulma dan tidak menurunkan penetrasi tanah dibanding aplikasi herbisida oxadiazon (Abdullah 1999). Menurut Ramakrishna *et al.* (2006) penggunaan mulsa jerami efektif menekan gangguan gulma dan menghalangi evaporasi air tanah sehingga mempertahankan kelembaban tanah.

Pengaturan kelembaban tanah bisa dilakukan dengan pembuatan saluran drainase. Pembuatan saluran drainase setiap satu meter pada lahan sawah Entisol Pasuruan, meningkatkan hasil kedelai 1,52 t/ha dari 1,10 t/ha (tanpa bedengan) menjadi 2,62 t/ha. Peningkatan hasil kedelai lebih tinggi pada penerapan bedengan satu meter dibanding bedengan tiga meter, yang meningkatkan hasil kedelai 1,18 t/ha (Sumarno *et al.* 1988). Penggunaan bedengan selebar 1,6 m + mulsa plastik meningkatkan hasil kedelai 0,41 t/ha dibanding tanpa bedengan dengan mulsa jerami dari 1,04 t/ha menjadi 1,48 t/ha pada tanah Entisol Banyuwangi dan 0,75 t/ha dibanding tanpa bedengan dari 1,42 t/ha menjadi 2,17 t/ha pada tanah Entisol Jambegede–Malang (Purwaningrahayu *et al.* 2002). Peningkatan produktivitas tersebut disebabkan oleh peningkatan jumlah tanaman tumbuh pada bedengan selebar satu sampai tiga meter dibanding tanpa bedengan (Sumarno *et al.* 1988, Rahmianna *et al.* 1999). Selain itu, pembuatan bedengan juga meningkatkan porositas dan permeabilitas tanah serta menurunkan kekerasan tanah (Mastur dan Sunarlin 1993).

Pada kondisi curah hujan tinggi, penerapan bedengan tidak mempengaruhi respon kedelai terhadap pemupukan P dan K di Vertisol Ngawi dan Entisol Banyuwangi (Suyamto *et al.* 1988, Rahmianna *et al.* 1999). Taufiq dan Kuntuyastuti (2002) melaporkan bahwa pada tanah Vertisol kahat K dan kondisi lengas tanah selama pertumbuhan kedelai tidak berlebihan, penerapan bedengan dua meter tidak meningkatkan hasil kedelai dibanding bedengan empat meter. Akan tetapi pemupukan 50 kg K/ha dari ZK atau K_2SO_4 meningkatkan hasil kedelai. ZK-plus lebih efisien dibanding K_2SO_4 , karena ZK-plus lebih lambat melepaskan K. Pupuk K_2SO_4 cepat melepaskan K sehingga mudah hilang tercuci atau dijerap mineral liat montmorilonit.

Khan *et al.* (1994) menyarankan penggunaan pupuk yang lambat melepas K atau pemberian lebih satu kali untuk meningkatkan efektivitas pupuk K. Namun Harsono *et al.* (1994) melaporkan hal sebaliknya, bahwa hasil kedelai pada tanah Vertisol Ngawi yang dipupuk dua dan tiga kali (saat tanam, V7, dan R6) tidak berbeda dengan pemupukan sekali saat tanam. Cara penempatan pupuk K (sebar atau larik) dan cara pemberian jerami (sebar atau bakar) juga tidak meningkatkan efisiensi pemupukan K di tanah Vertisol (Kuntyastuti dan Adisarwanto 1996). Pemupukan 50–400 kg KCl/ha di lahan sawah Vertisol dapat meningkatkan hasil kedelai 0,16–0,81 t/ha (Kuntyastuti dan Adisarwanto 1996; Adisarwanto *et al.* 1998; Kuntyastuti dan Sunaryo 2000; Kuntyastuti 2001 dan 2002; Taufiq dan Kuntyastuti 2002).

Pemupukan 20–160 kg P/ha pada tanah Vertisol meningkatkan serapan P tanaman kedelai, dan pertumbuhan maksimal tercapai pada takaran 80 kg P/ha dengan kelembaban tanah 95 % kapasitas lapang. Peningkatan kelembaban sampai kapasitas lapang memperbaiki pola serapan P dan efisiensi penggunaan P, dan serapan P maksimum tercapai pada takaran 160 kg P/ha pada kapasitas lapang (Suyamto 1987, Suyamto *et al.* 1988). Peningkatan kelembaban tanah sampai 90 % kapasitas lapang meningkatkan efisiensi pupuk, sedangkan peningkatan takaran pupuk P menurunkan efisiensi pupuk P (Suyamto *et al.* 1989).

Harsono *et al.* (1994) melaporkan, bahwa pengelolaan lahan berupa pengolahan tanah, bedengan selebar dua meter, mulsa jerami padi 5 t/ha dan pupuk kandang 5 t/ha meningkatkan hasil kedelai 30 % dibanding cara petani dari 1,02 t/ha menjadi 1,34 t/ha. Manshuri (1994) juga melaporkan hal serupa, bahwa perbaikan cara budidaya dari cara petani meningkatkan hasil kedelai 0,4 t/ha dari 1,01 t/ha menjadi 1,44 t/ha. Sebaliknya perbaikan cara budidaya tidak meningkatkan hasil kedelai juga dilaporkan Radjit dan Taufiq (1994).

Kuntyastuti *et al.* (2011) melaporkan budidaya kedelai dengan bedengan dua meter pada lahan sawah Vertisol Ngawi (1) pemupukan 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha secara teknis layak diterapkan untuk budidaya kedelai pada lahan bekas padi atau bekas kedelai, tanpa mulsa atau dengan mulsa jerami padi atau jerami padi dibakar, dan (2) pemanfaatan jerami padi dapat meningkatkan hasil kedelai pada lahan bekas kedelai. Menurut Devevre dan Horwath (2000) pengelolaan residu tanaman menjadi sangat penting dalam aspek kesuburan tanah dalam jangka panjang secara berkelanjutan pada suatu pola tanam. Pembenaan sisa tanaman dapat mengubah proses mikrobial, yang mempengaruhi ketersediaan unsur hara dan akhirnya hasil tanaman. Mineralisasi karbon dari jerami padi lebih sedikit pada tanah tergenang dibandingkan dengan tanah tidak tergenang.

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh pupuk anorganik NPK yang dikombinasi dengan cara pengelolaan jerami, dan pola tanam pada lahan sawah dengan bedengan empat meter.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di lahan sawah Vertisol Ngawi pada MK II 2005 menggunakan rancangan *Split Plot* dengan tiga ulangan. Petak utama adalah tiga pemanfaatan jerami padi, yaitu (1) tanpa jerami padi, (2) jerami padi 5 t/ha disebar sebagai mulsa, dan (3) jerami padi 5 t/ha disebar kemudian dibakar. Anak petak adalah lima kombinasi pupuk anorganik, yaitu (1) tanpa pupuk, (2) 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha,

(3) 50 kg ZA + 50 kg SP36/ha, (4) 50 kg ZA + 100 kg KCl/ha, dan (5) 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha. Kombinasi pupuk tersebut dilakukan pada lahan dengan bedengan empat meter (dibuat saluran drainase dengan jarak empat meter) pada dua hamparan setelah panen padi (pola tanam padi–kedelai) dan setelah panen kedelai (pola tanam kedelai–kedelai).

Benih kedelai dicampur insektisida Marshall, ditanam pada petak berukuran 4 m x 5 m atau 10 baris x 50 rumpun, jarak tanam 40 cm x 10 cm, dua tanaman/rumpun. Dengan demikian apabila lengkap hingga panen jumlah tanaman per hektar adalah 500000 tanaman. Antarpetak perlakuan dipisahkan saluran selebar 20 cm sedalam 25 cm. Tanah tidak diolah (pada lahan bekas padi) dan tanah diolah ringan (pada lahan bekas kedelai). Pupuk diberikan secara larik 10 cm dari baris tanaman pada saat tanam dan berbunga (masing-masing 50%). Penyiangan dilakukan pada umur 21 dan 35 hari setelah tanam (HST), dan lahan diairi setiap 20 hari sekali. Penjarangan atau penyulaman dilakukan pada umur 10 HST dan disisakan dua tanaman/rumpun. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan intensif. Tanaman dipanen saat 95% polong berwarna coklat dan daun rontok. Tanaman dipotong dekat permukaan tanah menggunakan sabit, sedangkan tanaman contoh untuk pengamatan komponen hasil dicabut.

Pengamatan dilakukan terhadap

1. Sifat fisik tanah (tekstur, porositas, kapasitas menahan air, bobot isi, dan penetrasi tanah) dan sifat kimia tanah (pH, C-organik, KTK, kadar unsur makro dan mikro) pada kedalaman 0–20 cm dan 40–50 cm.
2. Bobot kering brangkas pada fase berbunga penuh.
3. Komponen hasil (10 tanaman contoh) pada saat panen, yaitu tinggi tanaman, jumlah polong isi, polong hampa, jumlah cabang, bobot 100 biji, dan bobot biji/tanaman.
4. Pada saat panen dibuat ubinan berukuran 3,2 m x 3 m (8 baris x 30 rumpun) untuk menghitung jumlah tanaman dipanen dan berat biji kering.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat kimia dan sifat fisik tanah Vertisol Ngawi sebagai lokasi penelitian disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Pola tanam mempengaruhi pH dan kesuburan tanah umumnya. Pada tanah bekas padi (pola tanam padi–kedelai) tanah bereaksi agak masam (pH H₂O 5,5), tanah kaya hara P dan K. Sebaliknya, pada tanah bekas kedelai (pola tanam kedelai–kedelai) tanah bereaksi netral (pH H₂O 6,7), kaya hara P, tetapi miskin hara K (Tabel 1). Pola tanam juga mengakibatkan perbedaan sifat fisik tanah. Penetrasi dan bobot isi tanah bekas kedelai lebih tinggi dibandingkan bekas padi, tetapi lebih porus dan kadar air tersedia lebih tinggi (Tabel 2). Untuk pertumbuhan tanaman, tanah bekas kedelai menyediakan struktur tanah lebih baik untuk perkembangan akar dibandingkan dengan tanah bekas padi.

Tabel 1. Sifat kimia tanah Vertisol Ngawi pada awal penelitian, MK II 2005

Sifat kimia tanah	Bekas padi		Bekas kedelai	
	0-20 cm	40-50 cm	0-20 cm	40-50 cm
pH H ₂ O	5,5	6,6	6,7	5,1
pH KCl	4,9	5,8	5,4	3,9
C-organik (%)	1,74	1,23	1,23	1,55
N-total (%)	0,12	0,06	0,06	0,10
C/N	14,5	20,5	20,5	15,5
P-total, (HCl 25%, mg/100 g)	34,4	33,4	50,8	24,9
K-total, (HCl 25%, mg/100 g)	11,88	6,67	9,87	8,10
P ₂ O ₅ (Bray I, ppm)	34,9	19,5	26,1	42,4
SO ₄ (ppm)	18,2	3,08	4,67	10,2
K-dd (me/100 g)	0,49	0,21	0,13	0,19
Na-dd (me/100 g)	0,94	1,07	0,99	0,99
KTK (me/100 g)	50,2	13,7	52,9	19,2

Tabel 2. Sifat fisik tanah Vertisol Ngawi pada awal penelitian, MK II 2005

Sifat fisik tanah	Bekas padi		Bekas kedelai	
	0-20 cm	40-50 cm	0-20 cm	40-50 cm
Kjh (cm/jam)	0,14	0,10	0,15	0,10
Berat isi (g/cm ³)	1,06	0,90	1,16	1,14
Berat jenis (g/cm ³)	2,48	2,50	2,51	2,54
Porositas (%)	74,4	71,5	87,0	88,5
Penetrasi (N/cm ²)	204,6	185,7	300,2	254,1
Kadar air pF 0 (%)	74	71	87	89
Kadar air pF 2 (%)	66	66	67	74
Kadar air pF 2,5 (%)	45	43	58	68
Kadar air pF 4,2 (%)	38	39	40	45
Air tersedia (%) *)	7	4	18	23
Pasir (%)	5	4	5	5
Debu (%)	17	23	18	11
Liat (%)	78	73	77	84
Klas tekstur	Liat	Liat	Liat	Liat

*) **air tersedia** adalah selisih kadar air pada kapasitas lapang (pF 2,5) dengan kadar air pada titik layu permanent (pF 4,2).

Pada lahan bekas padi dengan saluran drainase setiap empat meter, pemanfaatan jerami padi sebagai mulsa atau dibakar meningkatkan tinggi tanaman 6–10 cm, tetapi menurunkan bobot biji/tanaman 8 % dan tidak mempengaruhi peubah hasil serta komponen pertumbuhan dan komponen hasil lainnya (Tabel 3 dan 4).

Pemberian 50 kg ZA + 50 kg SP36/ha meningkatkan bobot kering akar kedelai fase R2 sebesar 44 % dari 0,45 g/tanaman (tanpa pupuk). Peningkatan bobot kering akar tersebut tidak diikuti oleh peningkatan nilai peubah komponen pertumbuhan lainnya, juga bukan karena penurunan jumlah tanaman dipanen. Rata-rata bobot kering tajuk fase R2 mencapai 7,58 g/tanaman, tinggi tanaman 68 cm dengan 2,7 cabang/tanaman. Jumlah tanaman dipanen rata-rata sebanyak 307.000 tanaman/ha (Tabel 3). Penggunaan 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha meningkatkan hasil kedelai 0,26 t/ha (24%) dari 1,08 t/ha (perlakuan tanpa pupuk). Peningkatan hasil tersebut didukung

oleh peningkatan bobot biji sebesar 1,14 g/tanaman (19%) (Tabel 4). Kuntastuti *et al.* (2011) melaporkan, bahwa pemupukan 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha pada lahan sawah Vertisol bekas padi dengan bedengan dua meter meningkatkan hasil kedelai 15% (0,16 t/ha) dari 1,04 t/ha (perlakuan tanpa pupuk).

Tabel 3. Pengaruh cara pemanfaatan jerami padi dan pupuk anorganik NPK terhadap populasi tanaman dan komponen pertumbuhan kedelai varietas Sinabung pada lahan sawah Vertisol bekas padi (padi-kedelai), Ngawi MK II 2005.

Pemanfaatan jerami padi (J) dan pupuk (P)	Jumlah tanaman dipanen/ha	Bobot kering fase R2 (g/tnm)		Tinggi tanaman (cm)	Jumlah cabang/tanaman
		Akar	Tajuk		
J:pemanfaatan jerami					
Tanpa jerami padi	304.444 a	0,53 a	7,13 a	63,3 b	2,8 a
Jerami padi disebar	305.347 a	0,57 a	7,86 a	72,5 a	2,4 a
Jerami padi dibakar	311.597 a	0,57 a	7,76 a	68,7 a	2,8 a
P:ZA+SP36+KCl (kg/ha)					
0+0+0	305.092 a	0,45 b	7,58 a	68,8 ab	2,7 a
50+50+100	308.333 a	0,54 ab	7,51 a	69,9 a	2,7 a
50+50+0	301.042 a	0,65 a	8,14 a	69,2 ab	2,7 a
50+0+100	309.491 a	0,60 ab	6,88 a	66,7 b	2,6 a
0+50+100	311.690 a	0,55 ab	7,80 a	66,3 b	2,8 a
Rata-rata	307.130	0,56	7,58	68,2	2,7
KK (%)	9,50	25,06	18,51	4,10	15,96
Interaksi JxP	tn	tn	tn	tn	tn

Angka sekolom yang didampingi huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%. tn: tidak nyata

Tabel 4. Pengaruh cara pemanfaatan jerami padi dan pupuk anorganik NPK terhadap komponen hasil dan hasil kedelai varietas Sinabung pada lahan sawah Vertisol bekas padi (padi-kedelai), Ngawi MK II 2005.

Pemanfaatan jerami padi (J) dan pupuk (P)	Hasil biji (t/ha)	Jml polong/tnm		Bobot biji /tnm (g)	Bobot 100 biji (g)
		Isi	Hampa		
J:pemanfaatan jerami					
Tanpa jerami padi	1,19 a	42,7 a	15,2 a	6,26 a	12,43 a
Jerami padi disebar	1,19 a	38,4 a	12,7 a	5,76 b	12,32 a
Jerami padi dibakar	1,10 a	39,1 a	15,8 a	5,73 b	12,40 a
P:ZA+SP36+KCl (kg/ha)					
0+0+0	1,08 b	38,5 a	14,6 a	5,92 b	12,62 a
50+50+100	1,34 a	40,1 a	15,1 a	7,06 a	12,12 a
50+50+0	1,12 b	42,1 a	15,3 a	5,66 b	12,41 a
50+0+100	1,12 b	39,3 a	13,2 a	5,39 b	12,31 a
0+50+100	1,12 b	40,3 a	14,7 a	5,55 b	12,44 a
Rata-rata	1,16	40,1	14,6	5,92	12,38
KK (%)	18,51	14,83	27,30	16,46	3,13
Interaksi JxP	tn	tn	tn	tn	tn

Angka sekolom yang didampingi huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%. tn: tidak nyata

Keragaan pertanaman kedelai pada lahan bekas kedelai (pola kedelai–kedelai) berbeda dengan pada lahan bekas padi (pola padi–kedelai). Akan tetapi, pada kedua pola tanam tersebut hanya kombinasi pupuk yang mempengaruhi hasil kedelai (Tabel 4 dan 6). Dengan kata lain, penggunaan pupuk atau ketersediaan dan keseimbangan unsur hara merupakan faktor utama yang membatasi produktivitas kedelai di lahan sawah Vertisol Ngawi.

Pengaruh cara pemanfaatan jerami padi terhadap pertumbuhan kedelai pada lahan bekas kedelai dengan bedengan empat meter lebih mudah dilihat. Pembakaran jerami padi lebih baik pengaruhnya terhadap pertumbuhan kedelai dibanding penggunaan jerami padi sebagai mulsa. Tinggi tanaman mencapai 73 cm apabila jerami padi dibakar, lebih tinggi 10 cm dibanding tanpa jerami padi. Bobot kering akar dan tajuk fase R2 juga lebih tinggi, yaitu meningkat 0,05 g/tanaman (17%) dan 0,83 g/tanaman (26 %) dibanding tanpa jerami padi (Tabel 5). Pertumbuhan kedelai tersebut diperoleh pada pertanaman dengan populasi optimal, yaitu sekitar 460 ribu tanaman/ha dengan cabang 1,9/tanaman. Cara pemanfaatan jerami padi tidak mempengaruhi kedua peubah tersebut.

Tabel 5. Pengaruh cara pemanfaatan jerami padi dan pupuk anorganik NPK terhadap populasi tanaman dan komponen pertumbuhan kedelai varietas Sinabung pada lahan sawah Vertisol bekas kedelai (kedelai–kedelai), Ngawi MK II 2005.

Pemanfaatan jerami padi (J) dan pupuk (P)	Jumlah tanaman dipanen/ha	Bobot kering fase R2 (g/tnm)		Tinggi tanaman (cm)	Jumlah cabang/tanaman
		Akar	Tajuk		
J:pemanfaatan jerami					
Tanpa jerami padi	469.861 a	0,29 b	3,23 b	62,5 b	1,9 a
Jerami padi disebar	458.194 a	0,35 a	3,61 ab	64,5 b	2,1 a
Jerami padi dibakar	464.583 a	0,34 a	4,06 a	72,8 a	1,9 a
P:ZA+SP36+KCl (kg/ha)					
0+0+0	452.546 a	0,33 a	3,60 a	64,6 a	2,0 a
50+50+100	477.315 a	0,31 a	3,72 a	68,3 a	1,9 ab
50+50+0	455.093 a	0,33 a	3,53 a	66,6 a	2,0 a
50+0+100	473.958 a	0,35 a	3,69 a	67,5 a	1,7 b
0+50+100	462.153 a	0,30 a	3,64 a	66,2 a	2,1 a
Rata-rata	464.213	0,33	3,63	66,6	1,9
KK (%)	7,85	16,32	16,17	6,66	14,67
Interaksi JxP	tn	tn	tn	tn	tn

Angka sekolom yang didampingi huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%.
tn: tidak nyata.

Seperti pada lahan bekas padi, pada lahan bekas kedelai dengan bedengan empat meter, penggunaan pupuk juga meningkatkan hasil kedelai. Hasil kedelai tertinggi diperoleh melalui pemupukan 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha, yang meningkatkan hasil kedelai 0,37 t/ha (22%) menjadi 2,03 t/ha dibanding tanpa pupuk (Tabel 6). Pemupukan 50 kg ZA + 100 kg KCl/ha meningkatkan hasil kedelai 0,34 t/ha (20%) dibanding tanpa pupuk. Sebaliknya, peningkatan hasil tidak didukung oleh peningkatan komponen hasil kedelai. Rata-rata jumlah polong isi mencapai 26 polong isi/tanaman, bobot biji 6,40 g/tanaman dan 12,05 g/100 biji. Apabila kedelai ditanam pada lahan sawah Vertisol bekas kedelai dengan bedengan dua meter, maka pemupukan 50 kg ZA

+ 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha meningkatkan hasil kedelai 0,38 t/ha (24%) dari 1,57 t/ha (perlakuan tanpa pupuk) menjadi 1,95 t/ha (Kuntyastuti *et al.* 2011).

Tabel 6. Pengaruh cara pemanfaatan jerami padi dan pupuk anorganik NPK terhadap komponen hasil dan hasil kedelai varietas Sinabung pada lahan sawah Vertisol bekas kedelai (kedelai-kedelai), Ngawi MK II 2005.

Pemanfaatan jerami padi (J) dan pupuk (P)	Hasil biji (t/ha)	Jml polong/tanaman		Bobot biji /tnm (g)	Bobot 100 biji (g)
		Isi	Hampa		
J:pemanfaatan jerami					
Tanpa jerami padi	1,75 a	24,9 a	0,4 a	6,18 a	12,31 a
Jerami padi disebar	1,93 a	26,5 a	0,5 a	6,50 a	12,09 a
Jerami padi dibakar	1,90 a	27,1 a	0,5 a	6,51 a	11,76 a
P:ZA+SP36+KCl (kg/ha)					
0+0+0	1,66 b	27,7 a	0,5 a	6,79 a	12,07 a
50+50+100	2,03 a	24,9 b	0,4 a	6,26 a	12,11 a
50+50+0	1,77 b	26,9 ab	0,6 a	6,50 a	12,17 a
50+0+100	1,99 a	24,6 b	0,4 a	5,96 a	11,86 a
0+50+100	1,85 ab	26,7 ab	0,4 a	6,48 a	12,05 a
Rata-rata	1,86	26,2	0,5	6,40	12,05
KK (%)	11,49	8,84	18,85	11,16	5,39
Interaksi JxP	tn	tn	tn	tn	tn

Angka sekolom yang didampingi huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%. tn: tidak nyata.

Hasil penelitian menunjukkan, bahwa terdapat perbedaan pertumbuhan dan produktivitas kedelai yang ditanam pada lahan sawah Vertisol bekas padi dengan bekas kedelai pada MK II 2005. Pertanaman kedelai pada lahan bekas padi tidak mencapai populasi optimal, hanya 307.000 tanaman/ha. Rendahnya populasi tanaman tersebut dapat menjadi salah satu penyebab rendahnya tingkat hasil kedelai, rata-rata hanya 1,16 t/ha. Sebaliknya rendahnya populasi tanaman tersebut mengurangi persaingan antar tanaman, sehingga rata-rata bobot kering akar dan tajuk pada fase R2 mencapai 0,56 g/tanaman dan 7,58 g/tanaman dengan 40 polong isi/tanaman. Tinggi tanaman mencapai 68 cm dengan bobot 100 biji 12,38 g. Sebaliknya pada lahan bekas kedelai, populasi tanaman mendekati optimal, yaitu 464.000 tanaman/ha. Persaingan antar tanaman yang lebih ketat menekan perkembangan tanaman, sehingga bobot kering akar dan tajuk pada fase R2 lebih rendah dibanding pertumbuhan kedelai pada lahan bekas padi, berturut-turut yaitu 0,33 g/tanaman dan 3,63 g/tanaman dengan 26 polong isi/tanaman. Akan tetapi tinggi tanaman tidak berbeda, yaitu 67 cm, sedangkan bobot 100 biji sedikit lebih rendah, yaitu 12,05 g/100 biji. Dengan populasi tanaman mendekati optimal tanpa serangan hama penggerek polong menyebabkan tanaman kedelai mencapai produktivitas 1,66–2,03 t/ha, rata-rata 1,86 t/ha.

Satu hal yang sangat penting yang harus dicermati, walaupun pada kondisi yang sangat berlainan, ternyata pemupukan 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha konsisten meningkatkan hasil kedelai. Implikasinya adalah penambahan pupuk diperlukan untuk meningkatkan hasil kedelai di lahan sawah Vertisol, dan takaran tersebut sebaiknya tetap digunakan untuk meningkatkan hasil kedelai di sawah Vertisol Ngawi. Ghosh *et al.* (2004) juga melaporkan, pemupukan 30 kg N + 60 kg P₂O₅ + 30 kg K₂O/ha meningkatkan hasil kedelai 0,30 t/ha (32%) dari 0,96 t/ha di tanah Vertisol Bhopal India.

Pada lahan dengan bedengan dua meter, hasil kedelai pada lahan bekas padi dan bekas kedelai berturut-turut 1,05 t/ha dan 1,77 t/ha (Kuntyastuti *et al.* 2011). Pada lahan dengan bedengan empat meter, hasil kedelai pada lahan bekas padi dan bekas kedelai berturut-turut 1,06 t/ha dan 1,86 t/ha. Oleh karena penerapan bedengan dua meter pada MK-II tidak menyebabkan perbedaan hasil dibanding bedengan empat meter, maka budidaya kedelai di lahan sawah pada MK-II sebaiknya dilaksanakan dengan bedengan empat meter, karena lebih ekonomis. Selain itu, apabila jerami padi tersedia di lahan, lebih baik dikembalikan ke lahan, sebagai mulsa atau dibakar terlebih dahulu.

Tabel 7. Pengaruh cara pemanfaatan jerami dan pupuk anorganik NPK terhadap penetrasi tanah setelah panen kedelai varietas Sinabung pada lahan sawah Vertisol dengan bedengan empat meter, Ngawi MK II 2005.

Pemanfaatan jerami padi (J) dan pupuk (P)	Penetrasi tanah (kgF/cm ²)	
	Padi-kedelai	Kedelai-kedelai
J:pemanfaatan jerami		
Tanpa jerami padi	0,76	1,08
Jerami padi disebar	0,71	1,10
Jerami padi dibakar	0,79	1,08
P:ZA+SP36+KCl (kg/ha)		
0+0+0	0,71	1,17
50+50+100	0,68	1,07
50+50+0	0,70	1,05
50+0+100	0,80	1,00
0+50+100	0,95	1,03
Rata-rata	0,76	1,07

Pada saat panen dilakukan pengamatan terhadap sifat fisik tanah. Selintas perlakuan cara pemanfaatan jerami padi dan ragam kombinasi pupuk anorganik NPK tidak menyebabkan perbedaan nilai peubah penetrasi tanah. Penetrasi tanah adalah daya tahan tanah terhadap tekanan atau besaran energi yang diperlukan, misalnya untuk pengolahan tanah. Sebaliknya pola tanam dan lebar bedengan menyebabkan perbedaan penetrasi tanah. Pada lahan dengan bedengan empat meter, penetrasi tanah setelah panen kedelai pada pola padi-kedelai adalah 0,76 kg F/cm² dan 1,01 kg F/cm² pada pola kedelai-kedelai (Tabel 7). Kuntyastuti dkk (2011) melaporkan, bahwa pada lahan dengan bedengan dua meter, penetrasi tanah setelah panen kedelai pada pola padi-kedelai adalah 0,94 kg F/cm² dan 0,76 kg F/cm² pada pola kedelai-kedelai.

Hasil pengamatan porositas tanah setelah panen kedelai menunjukkan bahwa pada pola tanam padi-kedelai, nilai porositas tanah tertinggi (80,7%) diperoleh dengan penerapan jerami padi dibakar. Pada pola kedelai-kedelai, nilai porositas tanah tertinggi (88,07%) tercapai pada perlakuan tanpa jerami padi (Tabel 8).

Suatu paket teknologi budidaya kedelai yang akan dikembangkan di beberapa daerah atau agroekologi adalah rangkuman hasil penelitian komponen teknologi pada beragam lokasi dan kondisi lingkungan. Komponen teknologi budidaya kedelai yang dirangkum antara lain adalah pemupukan 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha, mulsa jerami padi, dan bedengan tiga sampai empat meter. Keragaman pelaksanaan ketiga komponen teknologi tersebut menjadi sumber dinamika hara dalam tanah

sekaligus mengakibatkan keragaman produktivitas kedelai. Pemahaman pengaruh keragaman tersebut dilakukan melalui penelitian “*omission plot*”, pemupukan 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha dikombinasi dengan cara pemanfaatan jerami padi, dua lebar bedengan dan dua pola tanam.

Tabel 8. Pengaruh pola tanam, pupuk anorganik NPK dan cara pemanfaatan jerami padi terhadap porositas dan air tersedia tanah setelah panen kedelai varietas Sinabung pada lahan sawah Vertisol dengan bedengan empat meter, Ngawi MK 2005.

Perlakuan	Porositas (%)		Air tersedia (%)	
	Padi-ked	Ked-ked	Padi-ked	Ked-ked
Tanpa pupuk	76,60	84,20	25,83	19,10
50 ZA + 50 SP36 + 100 KCl/ha	79,60	84,40	8,03	21,45
Tanpa jerami padi	77,57	88,07	16,00	20,43
Jerami padi disebar	77,63	82,50	12,27	21,17
Jerami padi dibakar	80,70	82,70	13,17	20,27
Rata-rata	78,70	84,37	15,06	20,48

Hasil sidik ragam menunjukkan, bahwa pola tanam, lebar bedengan, cara pemanfaatan jerami padi dan ragam kombinasi pupuk anorganik NPK mempengaruhi hasil kedelai. Pada tanah Vertisol Ngawi pada MK II 2005 dengan bedengan empat meter, rata-rata hasil kedelai pada lahan bekas padi adalah 1,16 t/ha, jauh lebih rendah dibandingkan dengan lahan bekas kedelai, yaitu 1,86 t/ha. Salah satu penyebab rendahnya produktivitas kedelai setelah padi adalah kondisi fisik lahan yang tidak optimal akibat proses pelumpuran dalam budidaya padi, yang kemudian digunakan untuk budidaya kedelai. Perubahan kondisi tanah dari basah menjadi kering menyebabkan tanah menjadi keras, berbongkah-bongkah dan tidak optimum untuk pertumbuhan kedelai (Willet dan Tranggono 1987). Faktor tersebut merupakan salah satu penyebab jumlah tanaman tumbuh pada lahan bekas padi lebih rendah dibanding pada lahan bekas kedelai di lahan sawah Vertisol.

Selain itu, perbedaan produktivitas tersebut juga disebabkan oleh perbedaan kesuburan fisik dan kimia tanah sebelum tanam kedelai. Tanah Vertisol bekas padi lapisan atas bereaksi agak masam, miskin bahan organik, unsur N dan S, tetapi kaya unsur P dan K (Tabel 1). Kapasitas tanah menahan air sangat rendah, hanya 7 % sebagai air tersedia untuk memenuhi kebutuhan tanaman (Tabel 2). Kondisi reaksi tanah agak masam bisa menghambat ketersediaan unsur hara. Volume air tersedia yang hanya 7 % juga bisa menghambat pemenuhan kebutuhan air, dan mengurangi serapan unsur hara. Apalagi pada saat MK II, cuaca panas dan tidak ada tambahan pengairan dari air hujan, bisa meningkatkan laju evapotranspirasi dan mempercepat laju pengurasan air dalam tanah. Pada akhirnya, mengurangi produktivitas tanaman kedelai. Sebaliknya, pada lahan bekas kedelai, tanah bereaksi netral, miskin bahan organik, hara N, K dan S, tetapi kaya hara P. Ketersediaan hara menjadi maksimum apabila tanah bereaksi netral. Satu hal yang juga menguntungkan adalah kapasitas tanah menahan air lebih tinggi, yaitu sebanyak 18% sebagai air tersedia untuk memenuhi kebutuhan tanaman kedelai. Dengan kata lain, kebutuhan tanaman akan air lebih terjamin sekaligus memperlancar serapan hara dari tanah. Kondisi kesuburan fisik dan kimia tanah yang lebih baik pada lahan bekas kedelai menyebabkan kedelai berproduksi lebih tinggi dibanding pada lahan bekas padi.

Informasi konsisten yang diperoleh dari penelitian ini adalah pemupukan 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha meningkatkan hasil kedelai di lahan sawah Vertisol bekas padi atau bekas kedelai dengan saluran drainase di setiap bedengan empat meter tanpa atau dengan jerami padi disebar sebagai mulsa atau dibakar. Jelaslah bahwa komponen teknologi pemupukan 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha layak secara teknis dimasukkan dalam rangkaian komponen teknologi budidaya kedelai di lahan sawah Vertisol. Dengan catatan, kelayakan ekonomis, sosial dan budayanya harus tetap dikaji.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pemupukan 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 100 kg KCl/ha secara teknis layak diterapkan untuk budidaya kedelai pada lahan sawah Vertisol Ngawi bekas padi atau bekas kedelai, tanpa atau dengan jerami padi disebar sebagai mulsa atau dibakar. Kelayakan ekonomis dan sosial budayanya perlu dikaji lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S. 1999. Pengaruh pengelolaan lahan terhadap pertumbuhan gulma dan hasil kedelai setelah padi sawah tanam benih langsung. *J. Agrotropika*. 4(2):28–33.
- 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.
- Devevre OC, and WR Horwath. 2000. Decomposition of rice straw and microbial carbon use efficiency under different soil temperatures and moistures. *Soil Biology and Biochemistry*. 32:1773–1785.
- Ghosh PK, P Ramesh, KK Bandyopadhyay, AK Tripathi, KM Hati, AK Misra, and CL Acharya. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphorcompost and fertilizer-NPK on three cropping systems in vertisols of semi-arid tropics. I. Crop yields and system performance. *Bioresource Technology*. 95:77–83.
- Harsono A, T Adisarwanto, dan Tri Wardani. 1994. Pemupukan kalium dan perbaikan sifat fisik tanah Vertisol untuk bertanam kedelai setelah padi sawah. Hlm. 38–47. Dalam A Taufiq *et al.* (Peyt.) Perakitan Teknologi Budidaya Tanaman Pangan untuk Tanah Vertisol. Kasus Kabupaten Ngawi. Edisi Khusus Balittan Malang. No 2–1994.
- Khan HR, SF Elahi, MS Hussein, and T Adachi. 1994. Soil characteristics and behavior of potassium under various moisture regimes. *Soil Sci. Plant Nutr.* 40(2):243–254.
- Kuntastyuti H, dan T Adisarwanto. 1996. Pemupukan kalium pada kedelai di tanah Vertisol dan Regosol. *Penelitian Pertanian*. 15(1):10–15.
- Kuntastyuti 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.* (Peny.). Pengelolaan Sumber Daya Lahan dan Hayati pada Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Puslitbangtan.
- Kuntastyuti H. 2001. Pengaruh saat pengairan dan pemupukan KCl, kotoran ayam serta sesbania terhadap kedelai di lahan sawah Vertisol Ngawi. Hlm. 105–112. Dalam NK Wardhani *et al.* (Peyt.) Pros. Seminar Nasional Teknologi Pertanian Pendukung Agribisnis Dalam Upaya Pengembangan Ekonomi Wilayah di Yogyakarta tanggal 14 Nov 2001. Puslitbangsosek. Bappeda Prop. DIY dan UPN Veteran Yogyakarta.
- Kuntastyuti 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.* (Peyt.). Pros. Seminar Nasional Inovasi Teknologi Dalam Mendukung Agribisnis di Yogyakarta tanggal 2 November 2002. Puslitbangsosek. Univ. Muhammadiyah Yogyakarta.

- Kuntyastuti H, RD Purwaningrahayu, A Wijanarko, dan A Taufiq. 2011. Pengaruh pemupukan dan pengelolaan jerami terhadap kedelai di tanah Vertisol Ngawi. Hlm. 174–187. *Dalam* Adi Wijono *et al.* (Peny.) Akselerasi Inovasi Teknologi untuk Mendukung Peningkatan Produksi Aneka Kacang dan Ubi. Pros Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian tanggal 21 Des 2009. Puslitbangtan. Bogor.
- Manshuri AG. 1994. Perbaikan budidaya tanaman kedelai di lahan sawah tadah hujan tanah Vertisol. Hlm. 60–65. *Dalam* A Taufiq *et al.* (Peyt.) Perakitan Teknologi Budidaya Tanaman Pangan untuk Tanah Vertisol. Kasus Kabupaten Ngawi. Edisi Khusus Balittan Malang. No 2–1994. Balittan Malang.
- Mastur dan N Sunarlim. 1993. Pengaruh drainase/irigasi dan mulsa jerami padi terhadap sifat fisik tanah dan keragaan kedelai. *Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan*. Balittan Bogor. 1:67–74.
- Purwaningrahayu RD, AA Rahmianna, dan T Adisarwanto. 2002. Peranan lebar bedengan dan mulsa pada kedelai di tanah jenuh air. Hlm. 66–76. *Dalam* DM Arsyad *et al.* (Peyt.) Kinerja Teknologi untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Puslitbangtan.
- Radjit BS, dan A Taufiq. 1994. Beberapa alternatif budidaya kedelai dan pemupukan di lahan tadah hujan tanah Vertisol di Kabupaten Ngawi. Hlm. 48–59. *Dalam* A Taufiq *et al.* (Peyt.) Perakitan Teknologi Budidaya Tanaman Pangan untuk Tanah Vertisol. Kasus Kabupaten Ngawi. Edisi Khusus Balittan Malang. No 2–1994. Balittan Malang.
- Rahmianna AA, Suyamto H, dan L Sunaryo. 1999. Efektivitas drainase dan pemupukan berdasarkan karakteristik lahan di tanah Entisol dan Vertisol. Laporan Teknis Balitkabi Tahun 1998/1999. 13 hlm.
- Ramakrishna A, HM Tam, SP Wani, and TD Long. 2006. Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. *Field Crops Res* 95:115–125.
- Rifin A, and RU Quintana. 1989. Residual effects of nitrogen fertilizer and mulching on yield and crop performance of mungbean and cowpea. *Penelitian Pertanian*. 9(3):120–123.
- Sri Hutami, N Sunarlim, dan Mastur. 1994. Pengaruh drainase dan mulsa jerami terhadap sifat fisik tanah, pertukubuhan dan hasil kacang hijau. *Penelitian Pertanian*. 14(2):72–77.
- Sumarno, F Dauphin, A Rachim, N Sunarlim, B Santoso, and H Kuntyastuti. 1988. Soybean Yield Gap Analysis in Java. CGPRT Centre. Bogor. 67 pp.
- 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 Radjaguguk. 1988. Kajian kelengasan tanah dan pemupukan P pada tanaman kedelai: 1. Keragaan tanaman dan serapan P. *Penelitian Palawija*. 3(2):66–75.
- Suyamto H, B Radjaguguk, 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.
- Taufiq A, dan H Kuntyastuti. 2002. Pengelolaan drainase dan pupuk kalium untuk kedelai serta efek residunya pada lahan sawah Vertisol. Hlm. 71–86. *Dalam* M Yusuf *et al.* (Peny.). Teknologi Inovatif Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Ketahanan Pangan. Puslitbangtan.
- Willet ST and R Tranggono. 1987. Puddling, its effect on soil physical properties. *Proc. Nat. Workshop on Effect of Management Practices on Soil Physical Properties*. Toowoomba. Queensland. p: 85–91.