

Pengelolaan Air Pada Budidaya Kedelai di Lahan Sawah Tanah Vertisol

Agustina Asri Rahmianna¹

RINGKASAN

Luas tanah Vertisol di Indonesia adalah 832.000 ha, sekitar 350.000 ha merupakan lahan sawah terdapat di P. Jawa dan digunakan untuk budidaya kedelai. Tanah Vertisol mengandung antara 30–95% lempung dengan tipe 2:1; akan mengembang bila basah dan mengkerut, keras, mampat dan pecah membentuk bongkahan dan retakan bila kering. Sifat fisik tanah tersebut menyebabkan kisaran tingkat ketersediaan lengas tanah antara kekeringan dan kelebihan air menjadi sempit sehingga pengelolaan fisik lahan merupakan fungsi dari status lengas tanah. Hasil kedelai pada lahan sawah Vertisol berpeluang ditingkatkan dengan pengelolaan lengas tanah. Nilai kritis kandungan lengas tanah Vertisol untuk pertumbuhan vegetatif dan generatif kedelai sekitar 50% dari kapasitas lapang atau pF 3,3. Sedangkan pertumbuhan vegetatif dan generatif mencapai maksimal pada saat kandungan lengas tanah antara 75% hingga 87,8% air tersedia. Di lapang, kondisi tersebut sangat sulit dicapai secara tepat, namun bisa didekati dengan pengairan paling tidak setiap 10 hari sekali selama pertumbuhan tanaman sehingga tanaman tidak layu, tidak kerdil, tidak terserang gejala khlorosis serta banyak membentuk polong. Hasil penelitian pada musim kemarau menunjukkan hasil tinggi dengan tiga kali pengairan (pada saat tanam, awal berbunga dan pengisian polong) apabila masih ada hujan atau empat kali pengairan tanpa adanya hujan. Praktek ini memberikan hasil biji kedelai tinggi (3,13 t/ha), namun petani enggan mengeluarkan biaya tambahan untuk 4 atau 5x pengairan karena biaya bisa melebihi 30% dari total biaya produksi. Sedangkan budidaya kedelai pada musim hujan di lahan sawah tadah hujan mutlak memerlukan saluran drainase sebagai sarana pematusan lahan. Berhubung jumlah curah hujan tidak bisa diduga dan di sisi lain kadar lengas tanah optimal untuk pertumbuhan vegetatif, generatif dan hasil biji adalah antara 75–87,8% AT maka lebar bedengan atau jarak antar saluran drainase antara 3 hingga 4 m disarankan untuk dilakukan dengan pengalaman hasil biji yang diperoleh sama dengan kedelai yang ditanam pada bedengan yang lebih sempit.

Kata kunci: *Glycine max*, pengelolaan air, Vertisol, lahan sawah

SUMMARY

Water Management For Soybean Grown In Lowland Vertisols

Out of 832,000 ha of Vertisols in Indonesia, around 350,000 ha are lowland rice fields, located in Java island and planted with soybean during the dry season. Vertisols, with clay content vary from 30 to 95%, contain high proportion of swelling clay minerals such as smectites. These soils become very hard and develop deep and wide cracks in dry season. In rainy season, however, the cracks will disappear while the soils become slippery, sticky, plastics and water impermeable. Their heavy texture and the presence of expanding-type clay minerals result in a narrow range between moisture stress and water excess. Land management practices therefore are devised to improve water dynamics, and the practices are basically done either by reducing waterlogging or adding soil moisture content up. Through moisture management practice the yield of soybean grown in lowland Vertisols is expected to increase. Soil moisture content around 50% lower than field capacity or pF 3.3 is found to be critical for vegetative and generative growth of soybean, while the optimum soil moisture for vegetative, generative and seed yields is between 75 to 87.8% of available water. In the field, these contents are difficult to achieve precisely. The practice that possible to be done is by applying irrigation water at least in every 10 days during the growing season to avoid the wilted, stunted as well as chlorotic crops and therefore produced many filled pods. The research undertaken in dry season pointed out that to generate high seed yield, irrigation should be applied at least three times (at sowing, flowering and pod filling) when there is still some rains coming or four times irrigation when there is no rain anymore, whereas the latter practice resulted in high seed yield of 3.13 t/ha. Even though these two practices give higher seed yield, farmers are reluctant to spend extra money for intensive irrigation (4–5 x irrigation), as it could end up with higher than 30% of total production costs. In wet season planting, surface drainage by making drainage canal is a necessity to drain the soybean lands. Since the amount of rainfall could not be predicted and the maximum vegetative, generative growth are at 75 to 87.8% of available water so the raised broad beds with 3 to 4 m wide is suggested.

Key words: *Glycine max*, water management, Vertisols, wetland

¹Peneliti Fisiologi Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Kotak Pos 66 Malang 65101, Telp. (0341)801468, e-mail:blitkabi@telkom.net

PENDAHULUAN

Di antara 832.000 ha luas tanah Vertisol di Indonesia, sekitar 350.000 ha merupakan lahan sawah untuk budidaya kedelai pada musim kemarau terutama di Jawa Timur bagian Barat, Jawa Tengah bagian Timur, Bali dan Lombok Tengah bagian Selatan (Puslittanak, 1992 *dalam* Rochayati *dkk.*, 1998; Mulyadi dan Soepraptohardjo, 1975 *dalam* Adisarwanto dan Kuntyastuti, 2000). Di Propinsi Jawa Timur, lahan sawah Vertisol seluas 10% dari luas total wilayah propinsi ini dan tersebar di delapan kabupaten: Ponorogo, Ngawi, Madiun, Bojonegoro, Tuban, Pacitan, Nganjuk, dan Magetan (Diperta, 1983 *dalam* Suyamto *dkk.*, 1994b). Berdasarkan agroklimat, pola hujan, ketersediaan air dan energi matahari, daerah-daerah tersebut cocok untuk budidaya kedelai (Baharsyah *et al.*, 1993 *dalam* Sopandie, 2000). Secara umum, kedelai ditanam pada awal musim hujan mengikuti pola tanam utama kedelai-padi-kedelai dan kedelai-padi-komoditas lain pada agroekologi lahan sawah tadah hujan sedangkan padi-padi-kedelai atau padi-kedelai-palawija lain untuk lahan sawah irigasi.

Di lahan sawah, pelumpuran (*puddling*) merupakan bagian integral dalam budidaya padi sawah, tidak terkecuali di lahan sawah Vertisol. Pengolahan tanah pada kondisi tergenang yang menguntungkan tanaman padi (De Datta dan Barker, 1978; IRRI, 1993), ternyata merusak struktur tanah karena kekerasan tanah (*soil strength*) dan berat isi tanah (*bulk density*) meningkat, infiltrasi air rendah, aerasi tanah buruk serta terjadinya *soil crust* dan *hard-setting* pada saat tanah menjadi kering (Sanchez, 1973; de Datta dan Barker, 1978; Greenland, 1980; Pagliai dan Painuli, 1988). Pelumpuran pada tanah Vertisol di Ngawi (famili Chromic Epiaquert), di mana 95% komponen lempungnya adalah mineral Smektit, menyebabkan tingginya kandungan air pada kondisi jenuh (*saturated moisture content*) dan rendahnya pengatusan (*drainable water content*) pada lapisan olah karena kurangnya jumlah pori-pori drainase akibat tingginya kandungan lempung dan rusaknya pori-pori makro. Sedangkan pada proses pengeringan tanah setelah tanaman padi dipanen, kekerasan tanah meningkat disertai munculnya retakan (Ringrose-Voase *et al.*, 2000; Schafer and Kirchof, 2000). Pengerasan tanah ini ternyata

berjalan cukup lambat sehingga kedelai yang ditanam 14 hari setelah panen padi masih mampu muncul ke permukaan tanah, meskipun tanpa adanya tambahan air dari hujan. Demikian pula pertumbuhan awal kecambah (terutama pertumbuhan akar) pada masa *establishment*, yang berlangsung selama 14 hari mulai dari benih ditanam, bisa berlangsung dengan baik asal benih atau kecambah muda tidak terserang penyakit tular tanah maupun tular benih (Rahmianna *et al.*, 2000).

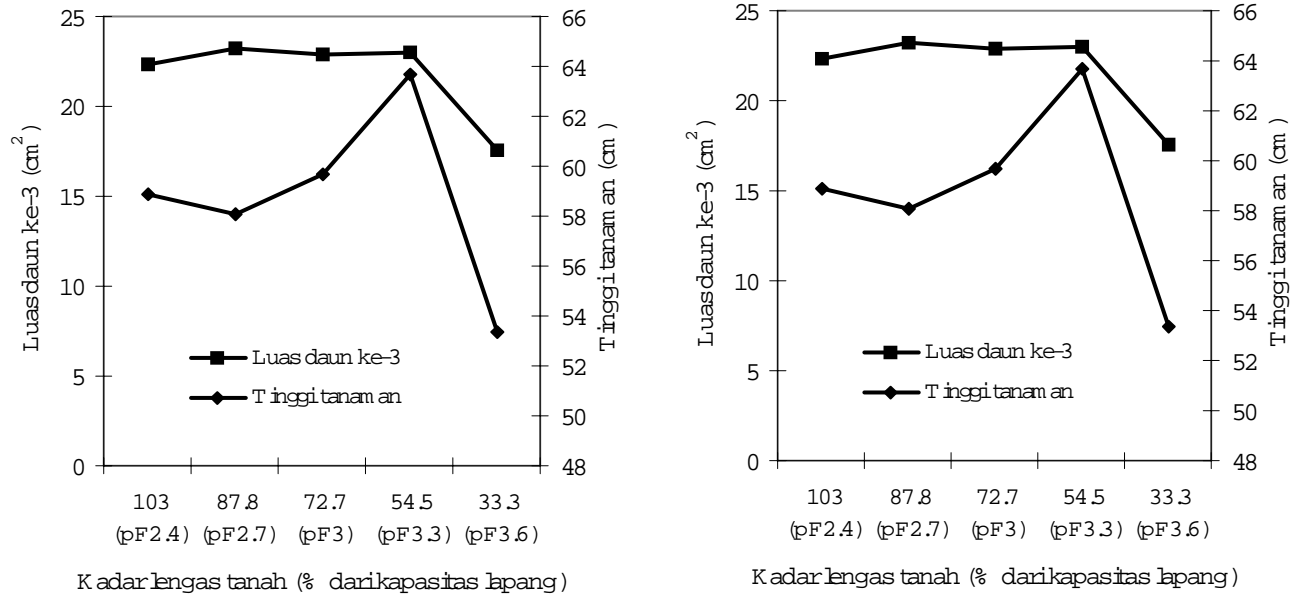
Keberhasilan proses *establishment* ternyata tidak menjamin tingginya produktivitas hasil karena terdapat banyak faktor yang berpengaruh, antara lain ketersediaan air selama pertumbuhan tanaman. Dampak negatif rendahnya ketersediaan air adalah terhambatnya pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman serta munculnya gejala kuning yang dikaitkan dengan kekurangan hara K. Gejala kuning ini terutama muncul pada pertanaman kedelai yang ditanam pada MK II di lahan sawah tadah hujan (Suyamto *dkk.*, 1994b).

Oleh karena itu, pengaruh lengas tanah pada pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman serta praktik pengelolaan air yang selama ini dilakukan petani maupun hasil penelitian pada tanah Vertisol dibahas pada makalah ini.

HUBUNGAN LENGAS TANAH DENGAN PRODUKTIVITAS KEDELAI

Air yang tersedia bagi tanaman (disebut air tersedia, AT) hanya antara kapasitas lapang (KL) sebagai batas tertinggi dan titik layu permanen (TLP) sebagai batas terendah, masing-masing dicapai pada tegangan air 0,33 bar atau pF=2,5 (pada tanah bertekstur halus/lempung) dan pada 15 bar (pF=4,2) setelah tanah tersebut dijenuhkan (Soekardi, 1986). Kandungan air tanah optimal untuk tanaman kedelai pada beragam jenis tanah adalah antara 0,30–0,51 bar atau pada kisaran pF 2,48–2,70, sehingga spesies ini menghendaki lingkungan cukup air (Menderski *et al.*, 1973 *dalam* Fagi dan Tangkuman, 1987). Secara umum, tanaman terhambat pertumbuhannya apabila kondisi lengas tanah lebih tinggi dari KL, demikian pula tanaman tercekam dan menunjukkan gejala kekeringan apabila lengas di daerah perakaran <60% AT pada jangka waktu tertentu (Kung, 1971 *dalam* Fagi dan Tangkuman, 1987).

Penurunan kadar lengas tanah menyebabkan



Gambar 1. Keragaan luas daun, tinggi tanaman, berat trubus dan akar kedelai pada berbagai tingkat kandungan lengas pada Vertisol Ngale (Sumber data Suyamto *dkk.*, 1988)

rendahnya serapan hara P oleh akar tanaman, baik yang berasal dari pupuk maupun dari tanah dan menurunkan jumlah distribusi P dari akar ke trubus (bagian tanaman di atas permukaan tanah) karena hara P hanya terakumulasi di akar saja (Suyamto *dkk.*, 1988; Suyamto *dkk.*, 1989). Demikian pula pada kondisi kering, unsur K pada tanah Vertisol tidak tersedia bagi tanaman karena tersemat kuat di antara kisi-kisi mineral lempung Montmorilonit. Pembebasan partikel K sangat dimungkinkan dengan adanya tambahan air sehingga tanah semakin mengembang (Suyamto *dkk.*, 1994b). Ternyata pada rentang ketersediaan air antara KL dan TLP, kandungan K dalam jaringan tanaman kedelai di tanah Vertisol tergolong cukup baik dengan atau tanpa pemberian pupuk K (Taufiq dan Kuntastyuti, 2002).

Kondisi tergenang maupun kekeringan yang terjadi mulai pertumbuhan awal hingga fase vegetatif maksimum (umur 35 hari) mempengaruhi pertumbuhan tiga komponen vegetatif kedelai varietas Galunggung di tanah Vertisol. Pada kondisi jenuh air (103% AT, pF 2,4) dan kekeringan (33,3% AT, pF 3,6), luas daun ke-3 dari pucuk tanaman, tinggi tanaman dan berat trubus paling rendah. Pertumbuhan tertinggi luas daun ke-3 dan berat trubus dicapai pada tingkat ketersediaan air antara 54,5–87,8% AT, sedang

tinggi tanaman pada 54,5% AT. Sebaliknya berat kering akar semakin tinggi dengan semakin rendahnya air tersedia. Hal ini menunjukkan adanya usaha adaptasi tanaman, yaitu akar tumbuh lebih panjang dalam rangka mencapai lengas tanah pada keadaan terdera kekeringan (Gambar 1). Tinggi tanaman, luas daun ke-3 dan berat kering trubus optimal terjadi pada kandungan lengas tanah 54,5% AT atau pada pF 3,3 dan pada lengas tanah yang lebih rendah terjadi penurunan yang drastis (Suyamto *dkk.*, 1988). Dengan kata lain angka tersebut merupakan batas kritis kandungan lengas untuk pertumbuhan vegetatif kedelai di Vertisol.

Selain terhadap komponen vegetatif tanaman, tingkat ketersediaan air juga mempengaruhi produktivitas hasil. Tanaman memberikan hasil paling tinggi apabila tingkat ketersediaan lengas tanah dipertahankan stabil selama pertumbuhan tanaman pada kisaran mulai 75% hingga 87,5% AT. Efisiensi penggunaan air untuk menghasilkan biji yang tertinggi dicapai pada saat tanaman tumbuh pada lingkungan dengan tingkat ketersediaan air 50% AT walaupun hasilnya rendah. Dari informasi di muka dapat disarikan bahwa kondisi KL ternyata tidak memberikan hasil biji dan efisiensi penggunaan air yang tertinggi (Tabel 1).

Tabel 1. Pengaruh tingkat ketersediaan air pada bobot biji, kebutuhan air dan efisiensi penggunaan air kedelai varietas Wilis di Vertisol asal Ngale, Ngawi.

Ketersediaan air selama pertumbuhan tanaman (% air tersedia, AT)	Bobot biji (g/2 tnm)	Kebutuhan air (l)	Efisiensi penggunaan air (g biji/l air)
100% (KL) AT	16,4 b	17,77 (100%)	0,92
87,5% AT	22,1 a	13,56 (76,3%)	1,55
75% AT	22,1 a	10,71 (60,3%)	2,06
50% AT	14,1 b	5,39 (30,3%)	2,61
25% AT	3,3 c	1,63 (9,1%)	2,03
50:75:50% AT*)	13,6 b	8,5 (47,6%)	1,61

Keterangan: *) masing-masing pada kisaran umur 1-35 hari, 36-70 hari dan 71 hari hingga panen; KL=kapasitas lapang. Sumber: Suyamto dkk., 1998.

Pada kesempatan lain, hasil biji lebih tinggi juga diperoleh tanaman di mana pengairan dilakukan pada saat tingkat ketersediaan lengas tanah antara 75–87,5% AT dan pengairan diberikan hingga lahan mencapai KL (Tabel 2). Sedangkan pada kondisi kering (ketersediaan lengas tanah 50% AT atau lebih rendah), pemberian air hingga dicapai kembali kondisi KL memberikan hasil biji rendah, demikian pula tanaman yang dipelihara pada kondisi KL selama masa pertumbuhannya. Ditinjau dari segi efisiensi penggunaan air untuk menghasilkan biji, ternyata tingkat ketersediaan lengas 87,5% AT adalah paling efisien (Tabel 2).

Berdasarkan dua tabel di atas tampak bahwa produktivitas tanaman dan nilai efisiensi tertinggi tercapai pada saat kandungan lengas tanah antara 75 hingga 87,5% AT, dan sangat rendah pada 25% AT. Sedangkan kandungan lengas tanah sekitar 50% AT merupakan tingkat kritis untuk hasil biji kedelai di Vertisol. Hal ini melengkapi pernyataan Suyamto dkk. (1988) bahwa kandungan lengas tanah 54,5% AT merupakan batas kritis di mana kandungan lebih rendah akan menurunkan tinggi tanaman, luas daun dan berat trubus kedelai di Vertisol Ngawi sedangkan antara 54,5 hingga 87,8% AT dicapai pertumbuhan tertinggi.

Di tanah Alfisol, misalnya, ketersediaan air 50% AT pada fase generatif (mulai umur 36 hari

Tabel 2. Pengaruh saat pemberian air terhadap bobot biji kedelai varietas Wilis, kebutuhan air dan efisiensi penggunaan air pada Vertisol asal Ngale, Ngawi.

Ketersediaan air saat pengairan dilakukan (% air tersedia, AT)	Bobot biji (g/2 tnm)	Kebutuhan air (l/2 tnm)	Efisiensi penggunaan air (g biji/l air)
100% (KL) AT	15,7 b	16,55 (100%)	0,95
87,5% AT	25,3 a	17,56 (106%)	1,46
75% AT	24,7 a	25,65 (155%)	0,96
50% AT	15,9 b	12,28 (74,2%)	1,29
25% AT	4,7 d	14,08 (85,1%)	0,33
50:75:50% AT*)	14,9 c	24,04 (145%)	0,62

Keterangan: *) masing-masing pada kisaran umur 1-35 hari, 36-70 hari dan 71 hari hingga panen; KL=Kapasitas lapang. Sumber: Rahmianna dkk., 2000.

hingga panen) menurunkan hasil kedelai antara 83–100% dibanding hasil biji yang diperoleh tanaman dengan tingkat ketersediaan air 50% pada fase vegetatif dan 75%–87,5% AT pada fase generatif tersebut (Rahmianna, 2002). Diinformasikan lebih lanjut bahwa komponen generatif tanaman ternyata lebih peka terhadap penurunan ketersediaan air. Hal ini ditunjukkan oleh kedelai yang dipelihara pada tingkat ketersediaan air 50% AT pada fase vegetatif masih memberikan hasil tinggi asalkan selama periode pembentukan polong dan pengisian biji ketersediaan air paling tidak 75% AT (Rahmianna, 2002). Dengan demikian pertanaman kedelai musim kemarau (MK II) setelah padi (pola tanam padi–padi–kedelai) dengan ketersediaan air hanya tergantung pada pengairan, maka pemberian air dianjurkan untuk lebih difokuskan pada fase pengisian polong hingga pemasakan biji.

PRAKTIK PENGELOLAAN AIR DALAM BUDIDAYA KEDELAI DI LAHAN SAWAH VERTISOL

Tanah Vertisol potensial produktif untuk pertanian, namun biasanya bermasalah dalam pengelolaannya karena adanya kendala fisik. Tiga kendala fisik utama adalah laju infiltrasi rendah, mudah tergenang (*waterlogging*) dan peka terhadap erosi (Greenland, 1980). Oleh karena itu,

pengelolaan lahan Vertisol lebih ditekankan pada pengelolaan fisik tanah yang merupakan fungsi dari status lengas tanah, khususnya pendeknya kisaran kandungan lengas tanah tersedia. Tindakan pengelolaan lahan pada umumnya diarahkan antara lain untuk mengontrol dinamika air yaitu mengurangi penggenangan pada musim hujan dan meningkatkan kandungan lengas tanah tersedia pada musim kemarau. Praktik pengelolaan air untuk budidaya kedelai pada musim kemarau dan hujan baik yang merupakan hasil penelitian maupun yang biasa dilakukan petani akan dikemukakan.

Musim Kemarau

Pengairan dilakukan untuk mengatasi kondisi fisik tanah yang keras, mampat dan munculnya retakan-retakan yang lebar dan dalam serta kondisi kimia yang tidak menguntungkan tanaman kedelai pada musim kemarau. Pengairan dengan metode penggenangan merupakan cara yang hingga saat ini umum dilakukan petani kedelai di Indonesia, meskipun dengan cara ini ditengarai banyak air yang tidak termanfaatkan. Dengan penggenangan maka retakan akan hilang dan tanah menjadi lunak serta poros. Memang, kandungan lengas tanah dengan kisaran antara 75–87,5% AT sulit untuk secara tepat dicapai di lapang. Namun kondisi cukup air dapat ditunjukkan oleh kenampakan fisik tanaman misalnya tanaman tidak layu, tidak hadirnya gejala klorosis, tanaman tidak kerdil, dan banyaknya jumlah polong yang terbentuk; yang merupakan parameter spesifik bagi tanaman kedelai terhadap ketersediaan lengas tanah di Vertisol (Sumarno dan Suyamto, 1991). Untuk mencapai kondisi tanaman yang demikian, terdapat beberapa alternatif pelaksanaan pengairan tergantung ada tidaknya hujan selama pertanaman di lapang.

Tanpa adanya hujan, maka pengairan empat kali yang dialirkan pada saluran irigasi/drainase dengan jarak antarsaluran 4 m pada musim tanam Juni–September cukup bagi tanaman untuk keperluan evapotranspirasi. Penambahan 50 kg Urea dan 75 kg TSP/ha dan pengendalian organisme pengganggu secara intensif ternyata bisa menghasilkan biji yang tinggi (3,13 t/ha), sama dengan hasil kedelai pada pertanaman yang diberi 5 t mulsa jerami padi/ha (Sumarno dan Suyamto, 1991).

Tabel 3. Pengaruh saat pengairan pada hasil biji kedelai varietas Wilis di Vertisol Ngale, MK 1995.

Saat Pengairan (HST)	Hasil biji (t/ha)
0, 20, 40 dan 60	2,39
0, 20, dan 60	2,44
0, 40 dan 60	2,38

Sumber: Kuntastyuti dan Sunaryo, 2000.

Dengan adanya hujan sebanyak 267 mm yang turun pada fase vegetatif, berbunga, pembentukan dan pengisian polong, pengairan sebanyak tiga kali pada saat tanam, awal berbunga dan pengisian polong (0, 20 dan 60 HST) telah memberi lingkungan yang optimal bagi tanaman untuk berproduksi tinggi (2,44 t biji kering/ha) (Kuntastyuti dan Sunaryo, 2000) (Tabel 3).

Di tingkat petani, kedelai dibudidayakan pada beragam cara budidaya sehingga diperoleh beragam tingkat hasil biji. Petani di Ngawi dan Madiun melakukan tiga kali pengairan yaitu pada 3, 6 dan 10 minggu setelah tanam (MST) pada pertanaman kedelai MK I. Tanaman menghasilkan rata-rata 1,02 t biji kering/ha dengan teknologi tanpa pengolahan tanah, lebar bedengan sempit, mulsa jerami padi seadanya, pupuk Urea, TSP dan KCl (kombinasi tidak lengkap), tanpa pupuk kandang, penyiangan 1–2 x dan tiga kali pengairan (Harsono *dkk.*, 1994). Di sisi lain, kedelai yang ditanam pada MK II dengan dua kali pengairan di empat kecamatan di Kab. Ngawi memberikan hasil sangat rendah yaitu hanya 500 kg/ha. Pada kondisi ini ternyata tindakan pengairan menyebabkan biaya produksi menjadi tinggi. Dua kali pengairan membutuhkan biaya hingga 31,9% dari total biaya produksi sedangkan keuntungan hanya 33% dari total biaya produksi. Hasil kedelai yang rendah ternyata juga diperoleh pertanaman MK I dengan dua kali pengairan ditambah hujan yang masih turun beberapa kali (Suyamto *dkk.*, 1994a). Hasil rendah pada kedua musim tanam terutama karena ketersediaan air kurang atau bahkan air tidak tersedia pada periode pertumbuhan tanaman yang peka terhadap kekurangan air, dan tanaman terserang hama yang banyak berkembang di musim kering.

Pada lahan petani yang lain di Ngawi, kedelai ditanam pada MK II mengikuti pola tanam padi-padi-kedelai dengan kondisi tanpa adanya fasilitas pengairan di lahan sawah tadah hujan.

Petani sudah menerapkan bedengan sekitar 3 m, tanam tugal namun tanpa larikan, dan aplikasi pupuk kandang. Hasil biji yang diperoleh sekitar 1–1,5 t biji kering/ha (Suyamto *dkk.*, 1994a).

Musim Hujan

Di musim hujan saluran drainase dibuat untuk membuang kelebihan air hujan yang ada pada lahan kedelai. Pembuatan saluran drainase dengan jarak 2 m hingga 8 m di lahan Vertisol Ngale pada musim hujan (MT Oktober 1998–Januari 1999) dengan curah hujan sebanyak 427, 282 dan 98 mm pada periode 1–35 HST; 36–70 HST dan 71–91 HST (panen) ternyata tidak mempengaruhi hasil kedelai. Namun, jumlah cabang, berat daun dan ukuran biji lebih baik pada kedelai yang ditanam dengan diberi saluran drainase dengan jarak antara 2–4 m (Tabel 4).

Pada pertanaman MK I (MT Maret hingga Mei 2000), pembuatan saluran drainase dengan jarak mulai 1,6 m hingga 7 m ternyata juga tidak mempengaruhi tinggi tanaman, berat brangkasan dan komponen hasil, meskipun hasil biji cenderung meningkat dengan semakin dekatnya jarak antar saluran drainase/semakin sempitnya lebar bedengan (Tabel 5). Selama masa pertumbuhannya, kedelai mendapat 286 mm, 203 mm dan 99 mm curah hujan masing-masing pada periode 0–35 HST, 36–70 HST dan 7 hari menjelang panen (antara 71–77 HST) dengan 20, 16 dan 2 hari hujan.

Demikian pula pengaturan saluran drainase setiap 1 dan 2 m tidak menyebabkan perbedaan hasil kedelai bila curah hujan selama periode vegetatif tanaman (1–35 HST) sebesar 380 mm, 158 mm dan 75 mm masing-masing selama periode generatif (36–70 HST) dan 71 HST hingga panen (85 HST) disertai pengairan pada 20, 51 dan 61

Tabel 5. Hasil biji dan komponen hasil kedelai pada perlakuan lebar bedengan. Ngale. Maret–Mei 2000.

Lebar bedengan (m)	Hasil biji (t/ha)	Jumlah polong isi/tnm	Bobot 100 biji (g)	Tinggi tanaman (cm)	Bobot kering brangkasan (g/tnm)
1,6	1,54	34	8,8	55,6	2,52
3,2	1,38	28	9,1	51,5	2,00
7,0	1,25	32	8,7	51,5	1,90

Sumber: Rahmianna dan Adisarwanto, 2001

Tabel 4. Pengaruh lebar bedengan pada hasil biji kedelai di Vertisol Ngale, MT Oktober 1998–Januari 1999.

Lebar bedengan (m)	Jumlah cabang	Bobot daun (g/tnm)	Bobot 100 biji (g)	Hasil biji (t/ha)
2	3,2 ab	27,18 a	9,09 b	1,17
3	3,3 a	26,52 a	9,40 ab	1,37
4	3,2 ab	19,00 b	9,64 a	1,21
5	2,8 c	18,22 b	9,21 b	1,51
8	2,9 bc	27,59 a	9,31 ab	1,42

Sumber: Rahmianna *dkk.*, 1999.

HST. Akan tetapi, pelebaran jarak saluran menjadi 4 m disertai pemberian mulsa plastik maupun jerami nyata meningkatkan hasil kedelai, karena peningkatan jumlah tanaman dipanen pada bedengan lebar (Tabel 6).

Salah satu keuntungan jarak saluran yang lebar dan pemberian mulsa pada saat curah hujan tinggi pada awal pertumbuhan tanaman adalah berkurangnya jumlah tanaman yang mati/rusak karena pengaruh erosi di sekitar selokan di mana air hujan mengalir dengan deras dan pukulan langsung air hujan pada tanaman. Sedangkan pada akhir fase pertumbuhan tanaman mulsa bisa berperan untuk meningkatkan kemampuan tanah menahan air atau mencegah penguapan, terbukti bahwa pemberian mulsa pada bedengan lebar dapat meningkatkan efisiensi air untuk menghasilkan biji (Tabel 6).

Tabel 6. Pengaruh lebar bedengan pada hasil biji kedelai di Vertisol Ngale, musim tanam Maret–Mei 2000.

Lebar bedengan (m)	Hasil biji (t/ha)
0,8	1,08 b
1,2	1,18 b
1,6	1,24 b
2,0	1,07 b
1,6 + mulsa plastik putih bening	1,10 b
1,6 + mulsa jerami	1,71 b
4,0 + mulsa plastik putih bening	2,32 a
4,0 + mulsa jerami	2,35 a
BNT 5%	0,35

Sumber: Purwaningrahayu *dkk.*, 2001.

Di lahan sawah tadah hujan jenis tanah Vertisol di Ngawi, kedelai yang ditanam pada musim hujan (pertengahan November) mengikuti pola tanam kedelai-padi-kedelai. Secara umum teknologi budidaya kedelai yang dilakukan petani sudah menerapkan bedengan sekitar 3 m, tanam tugal namun tanpa larikan, dan aplikasi pupuk kandang dan hasil biji yang mampu diperoleh sekitar 1,2–1,5 t (Suyanto *dkk.*, 1994a).

Tinjauan yang lebih khusus terhadap tingkat ketersediaan lengas tanah pada saluran drainase yang dibuat dengan jarak 2 dan 4 m menunjukkan bahwa kandungan lengas tanah setiap periode 10 hari mulai tanam hingga panen tidak pernah mencapai kondisi jenuh air namun selalu berada pada kisaran 60% b/b yaitu antara kapasitas lapang (83%) dan titik layu permanen (49%). Pengamatan ini dilakukan pada pertanaman kedelai yang mendapat curah hujan total sebanyak 589 mm dengan 38 hari hujan selama pertumbuhan tanaman kedelai yang ditanam pada bedengan selebar 2 dan 4 m pada MK I tanpa penambahan air dari pengairan (Taufiq dan Kuntastyuti, 2002).

DISKUSI

Sifat fisik tanah Vertisol yang akan mengembang bila basah dan mengkerut, keras, mampat dan pecah membentuk bongkahan dan retakan bila kering, menyebabkan kisaran tingkat ketersediaan lengas tanah antara kekeringan dan kelebihan air menjadi sempit sehingga pengelolaan fisik lahan merupakan fungsi dari status lengas tanah. Dengan demikian hasil kedelai pada lahan sawah Vertisol berpeluang ditingkatkan dengan pengelolaan lengas tanah. Secara umum, tanaman terhambat pertumbuhannya apabila kondisi lengas tanah lebih tinggi dari KL, demikian pula tanaman tercekam dan menunjukkan gejala kekeringan apabila lengas di daerah perakaran kurang dari 60% air tersedia pada jangka waktu tertentu. Nilai kritis kandungan lengas di lahan sawah tanah Vertisol untuk pertumbuhan vegetatif, generatif, dan hasil biji kedelai sekitar 50% dari kapasitas lapang atau pF 3,3. Sedangkan pertumbuhan vegetatif dan generatif mencapai maksimal pada saat kandungan lengas tanah antara 75% hingga 87,8% AT. Tanaman memberikan hasil paling tinggi apabila tingkat ketersediaan lengas tanah

dipertahankan stabil selama pertumbuhan tanaman pada kisaran mulai 75% hingga 87,5% AT. Namun demikian efisiensi tertinggi penggunaan air untuk menghasilkan biji dicapai pada saat tanaman tumbuh pada lingkungan dengan tingkat ketersediaan air 50% AT walaupun hasilnya rendah.

Sifat fisik tanah Vertisol yang keras dan mampat pada musim kemarau serta pendeknya kisaran waktu ketersediaan air bagi tanaman menyebabkan perlunya pengelolaan air di musim kering yaitu pengairan untuk tanaman kedelai pada musim kemarau. Di lahan petani, kedelai yang ditanam di lahan sawah tadah hujan tanpa adanya fasilitas pengairan memberikan hasil rendah. Demikian pula dua kali pengairan ditambah hujan yang masih turun beberapa kali ternyata tidak mampu meningkatkan produktivitas tanaman. Sedang pertanaman kedelai yang memperoleh tiga kali pengairan dengan ditambah air hujan atau empat kali pengairan tanpa adanya hujan memberikan hasil biji lebih tinggi. Sedang tiga kali pengairan (pada saat tanam, awal berbunga, dan pengisian polong) ditambah air hujan atau empat kali pengairan tanpa adanya hujan memberikan hasil biji kedelai lebih tinggi. Untuk mempertahankan tingginya kandungan lengas tanah sekitar 70% dari kapasitas lapang di Vertisol Ngale, pengairan setiap 10 hari harus dilakukan meskipun masih ada hujan. Di tingkat petani ternyata pengairan menjadi salah satu kendala utama pada budidaya kedelai musim kemarau di lahan sawah karena biaya pengairan (2–4 x) bisa mencapai 30% dari total biaya produksi. Oleh karena itu petani enggan mengeluarkan biaya tambahan untuk pengairan hingga 4 atau 5 kali.

Pada musim hujan, salah satu sifat fisik tanah Vertisol adalah mudah jenuh air/tergenang (*waterlogging*) sehingga mengganggu pertumbuhan tanaman kedelai. Di sisi lain, guna memperoleh hasil kedelai yang maksimal, maka tingkat ketersediaan lengas tanah harus antara 75% hingga 87,5% AT. Hal ini sangat sulit dicapai di lapang terlebih pada kondisi curah hujan tinggi. Oleh karena itu, pembuatan saluran drainase sangat berfungsi sebagai sarana pematuan lahan. Hasil penelitian di tanah Vertisol Ngawi dan praktik pengelolaan lahan oleh petani menunjukkan bahwa saluran drainase mutlak diperlukan untuk budidaya kedelai pada musim

hujan. Lebar bedengan atau jarak antarsaluran drainase antara 3 hingga 4 m dipandang optimal untuk pertumbuhan dan hasil biji, dan dapat diterapkan pada budidaya kedelai pada musim hujan dengan curah hujan tinggi dan pada awal musim kemarau dengan pengairan pada fase generatif karena hujan sudah mulai berkurang.

Akan tetapi di lahan sawah tadah hujan, pertanaman kedelai pada musim hujan memberikan hasil polong lebih tinggi daripada pertanaman musim kemarau karena tiadanya fasilitas pengairan.

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI

Hasil tinggi untuk kedelai di lahan sawah tanah Vertisol bisa tercapai apabila kandungan lengas tanah dipertahankan tinggi (75–87,8% air tersedia) selama pertumbuhan tanaman, yang bisa didekati dengan paling tidak 10 kali pengairan. Dengan demikian cara budidaya ini menjadi mahal. Oleh karena itu disarankan bahwa budidaya kedelai di lahan sawah tadah hujan tanah Vertisol dengan kadar lempung tinggi sebaiknya dilakukan pada musim hujan atau di lahan sawah irigasi pada awal musim kemarau (MK I) dengan catatan bahwa kedelai masih memperoleh air dari hujan pada awal pertumbuhan tanaman dan pengairan hanya dilakukan pada pertengahan atau akhir fase generatif tanaman. Hal ini untuk menghindari biaya pengairan yang tinggi.

Pada kondisi lahan yang jenuh air/tergenang pada musim hujan dan terhubung jumlah curah hujan tidak dapat diduga sebelumnya, maka pembuatan saluran drainase atau tanam kedelai pada bedengan selebar 3–4 m bisa dianjurkan sebagai sarana pematasan lahan baik pada budidaya kedelai di lahan sawah tadah hujan dan di lahan sawah irigasi.

PUSTAKA

- Adisarwanto, T., dan H. Kuntastuti, 2000. Pemupukan kalium pada kedelai di tanah Vertisol. hlm. 749–758. *Dalam*. S. Djakasutami, E.S. Sarief, T.S. Hasan, Z.S. Wibowo, S. Mihartawijaya dan M. Arifin. (peny.). Pros. Kongres Nasional VII HITI. Pemanfaatan Sumberdaya Tanah Sesuai dengan Potensinya Menuju Keseimbangan Lingkungan Hidup dalam Rangka Meningkatkan Kesejahteraan Rakyat. Bandung, 2–4 November 1999. Buku I. Himpunan Ilmu Tanah Indonesia.
- de Datta, S.K. and R. Barker. 1978. Land preparation for rice soils. *In*. Soil and Rice. International Rice Research Institute (IRRI). Los Banos.
- Fagi, A.M. dan F. Tangkuman. 1987. Pengelolaan air untuk pertanaman kedelai. hlm. 135–158. *Dalam*. S. Somaatmadja, M. Ismunadji, Sumarno, M. Syam, S.O. Manurung dan Yuswadi (peny.). Kedelai. Puslibangtan. Bogor.
- Greenland, D.J. 1980. Recent progress in studies of soil structure and its relation to properties and management of paddy soils. *In* Institute of Soil Science, Academica Sinica (Ed.). p. 42–58. Proceedings of Symposium on Paddy Soil. Springer-Verlag. New York.
- Harsono, A., T. Adisarwanto dan T. Wardani. 1994. Pemupukan kalium dan perbaikan sifat fisik tanah vertisol untuk bertanam kedelai setelah padi sawah. Hlm. 38–47. *Dalam*. A. Taufiq, Suyanto, H., I.M.J. Mejaya dan A. Winarto (peny.). Perakitan Teknologi Budidaya Tanaman Pangan untuk Tanah Vertisol. Kasus Kabupaten Ngawi. Edisi Khusus Balittan Malang No. 2-1994. Balai Penelitian Tanaman Pangan. Malang.
- International Rice Research Institute (IRRI). 1993. 1993–1995 IRRI Almanac. International Rice Research Institute. Los Banos.
- Kuntyastuti, H., dan L. Sunaryo. 2000. Efisiensi pemupukan dan pengairan pada kedelai di tanah Vertisol kahat K. Hlm. 205–216. *Dalam* A.A. Rahmianna, J. Soejitno, D.M. Arsyad, Heriyanto, Sudaryono, Suharsono dan I.K. Tastra. Pengelolaan Sumber Daya Lahan dan Hayati Pada Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Pusat Penelitian Tanaman Pangan. Bogor.
- Pagliai, M., and D.K. Painuli. 1988. The physical properties of paddy soils and their effects on postrice cultivation for upland crops. *In*. Soil Management for Sustainable Rice Production in the Tropics. Selected papers from the First International Symposium on Paddy Soil Fertility. Chiang Mai, Thailand 6–13 December 1988. International Board for Soil Research and Management, Monograph No. 2. Bangkok.
- Purwaningrahayu, R.D., A.A. Rahmianna dan T. Adisarwanto. 2001. Peranan lebar bedengan dan mulsa pada kedelai di tanah jenuh air. Hlm. 66–76. *Dalam*. D.M. Arsyad, J. Soejitno, A. Kasno, Sudaryono, A.A. Rahmianna, Suharsono dan J.S. Utomo. Kinerja Teknologi untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Rahmianna. 2002. Produktivitas kedelai pada berbagai tingkat ketersediaan air pada beberapa fase pertumbuhan tanaman. Hlm. 61–70. *Dalam*. M. Jusuf dkk., (peny.). Teknologi Inovatif Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.

- Rahmianna, A.A. dan T. Adisarwanto. 2001. Aplikasi pupuk anorganik, organik dan hayati serta pengaturan lebar bedengan pada kedelai di lahan sawah tanah Entisol dan Vertisol setelah padi. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian di Mataram pada tanggal 30–31 Oktober 2001. 15 hlm.
- Rahmianna, A.A., Suyamto, dan L. Sunaryo. 1999. Efektivitas drainase dan pemupukan berdasarkan karakteristik lahan di tanah Entisol dan Vertisol. Hlm. 48–58. *Dalam*. Peningkatan Efisiensi Penggunaan Input Pupuk, Pengelolaan Lahan dan Produktivitas Kedelai. Laporan Teknis Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Rahmianna, A.A., Suyamto, dan L. Sunaryo. 2000. Efisiensi penggunaan air dan pupuk P dan K pada hasil kedelai di tanah sawah Entisol dan Vertisol. Makalah disampaikan pada Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Berwawasan Lingkungan di Pati, 7 November 2000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. 13 hlm.
- Rahmianna, A.A., T. Adisarwanto, G. Kirchof and H.B. So. 2000. Crop establishment of legumes in rainfed lowland rice-based cropping systems. *Soil and Tillage Research*, 56(1–2): 67–82.
- Ringrose-Voase, A.J., J.M. Kirby, G. Djoyowasito, W.B. Sanidad, C. Serrano, and T.M. Lando. 2000. Changes to the physical properties of soils puddled for rice during drying. *Soil and Tillage Research*, 56(1–2), 83–104.
- Rochayati, S., I.G.M. Subiksa, K. Subagyono, A.B. Siswanto, dan J.S. Adiningsih. 1998. pengelolaan hara untuk menghadapi tantangan peningkatan produksi tanaman pangan di masa datang. Hlm. 163–175. *Dalam*. Erwidodo dkk., (penyusun). Inovasi Teknologi Pertanian. 1. Teknik Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Sanchez, P.A. 1973. Puddling tropical rice soils: 2. Effects of water losses. *Soil Science*, 115: 303–308.
- Schafer, B.M. and G. Kirchof. 1996. Soil and climate description of benchmark sites for lowland rice-based cropping systems research in the Philippines and Indonesia. p. 29–50. *In*. G. Kirchof and H.B. So (Eds.). Management of Clay Soils for Rainfed Lowland Rice-based Cropping Systems. Proceedings of a workshop held at the Bureau of Soil and Water Management, Quezon City, Manila, 20–24 November 1995. ACIAR Proceedings No. 70.
- Soekardi, M. 1986. Cara menduga air tersedia dari sifat-sifat tanah lainnya. *Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk* No. 5.
- Sopandie, D. 2000. Pengelolaan sumberdaya air dan penggunaan varietas yang adaptif untuk peningkatan produksi kedelai di Indonesia. Makalah disampaikan pada Seminar Sehari "Perkembangan, Potensi dan Masa Depan Kedelai di Indonesia" di Ciawi, Bogor pada 22 November 2000. PERAGI Pusat.
- Sumarno dan Suyamto. 1991. Pengaruh pupuk kalium dan jerami padi terhadap hasil padi dan kedelai pada tanah Vertisol. *Penelitian Palawija*, 6 (1&2): 29–35.
- Suyamto, 1987. Pengaruh saat dan lama ketegaran lengas tanah atas pertumbuhan, hasil panen dan kejituan pemanfaatan air pada kedelai. *Pusat Pemberitaan Sukarami*, 11:17–21.
- Suyamto, A. Taufiq dan J. Brons. 1994a. Permasalahan peningkatan produksi tanaman pangan di Kabupaten Ngawi: Hasil Pemahaman Pedesaan dalam Waktu Singkat (PPWS). Hlm. 1–19. *Dalam*. A. Taufiq, Suyamto, H., I.M.J. Mejaya dan A. Winarto (peny.). Perakitan Teknologi Budidaya Tanaman Pangan untuk Tanah Vertisol. Kasus Kabupaten Ngawi. Edisi Khusus Balittan Malang No. 2-1994. Balai Penelitian Tanaman Pangan. Malang.
- Suyamto, T. Adisarwanto, Sudaryono dan Suwono. 1994b. Peranan pupuk Kalium terhadap peningkatan hasil tanaman pangan di tanah Vertisol Kabupaten Ngawi. Hlm. 20–37. *Dalam*. A. Taufiq, Suyamto, H., I.M.J. Mejaya dan A. Winarto (peny.). Perakitan Teknologi Budidaya Tanaman Pangan untuk Tanah Vertisol. Kasus Kabupaten Ngawi. Edisi Khusus Balittan Malang No. 2-1994. Balai Penelitian Tanaman Pangan. Malang.
- Suyamto, A.A. Rahmianna dan L. Sunaryo. 1998. Peningkatan efisiensi air pengairan. Hlm. 85–95. *Dalam*. Sudaryono, M. Soedarjo, Y. Widodo, Suyamto, A.A. Rahmianna dan A. Taufiq. Prosiding Seminar Nasional dan Pertemuan Tahunan Komisariat Daerah Himpunan Ilmu Tanah Indonesia Tahun 1998. Himpunan Ilmu Tanah Indonesia. Komisariat Daerah Jawa Timur.
- Suyamto, H., T. Notohadiprawiro, S. Sukodarmodjo dan B. Radjagukguk. 1988. Kajian kelengasan tanah dan pemupukan P pada kedelai: I. Keragaan tanaman dan serapan P. *Penelitian Palawija*, 3(2): 66–75.
- Suyamto, H., T. Notohadiprawiro, S. Sukodarmodjo dan B. Radjagukguk. 1989. Kajian kelengasan tanah dan pemupukan P pada kedelai: II. Efisiensi pemupukan P. *Penelitian Palawija*, 4(1): 9–19.
- Taufiq, A. dan H. Kuntastyuti. 2002. Pengelolaan drainase dan pupuk kalium untuk kedelai serta efek residunya pada lahan sawah Vertisol. Hlm. 71–86. *Dalam*. M. Jusuf dkk., (peny.). Teknologi Inovatif Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.