

PENGEOLAAN AIR UNTUK TANAMAN KEDELAI DI LAHAN RAWA PASANG SURUT

Khairil Anwar dan Muhammad Noor

Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa.

RINGKASAN

Pengelolaan air bertujuan untuk mengatur ketersediaan air sesuai keperluan tanaman. Pada lahan rawa pasang surut tipe luapan B, kedelai dapat ditanam di atas guludan pada musim hujan, sedangkan pada bagian tabukan (sawah) dapat ditanami kedelai pada musim kemarau. Jika kedelai ditanam pada hamparan sawah perlu diterapkan sistem tabat untuk menghambat masuknya air pasang, dan dibuatkan drainase dangkal agar drainase lancar saat hujan. Tinggi muka air saluran kuartier dan tersier diatur dengan tabat terkendali agar tinggi muka air maksimal -30 cm di bawah permukaan guludan sehingga tanah selalu lembap. Kerapatan saluran disesuaikan dengan potensi kelancaran drainase berkisar 6 sampai 12 m. Pada lahan tipe luapan C kedelai dapat ditanam pada hamparan sawah. Pada musim kemarau, dapat dilakukan penerapan sistem tabat, pemberian mulsa, pompanisasi, dan penggunaan varietas toleran kekeringan berumur genjah.

PENDAHULUAN

Kedelai menghendaki kondisi lembap, karena itu di lahan rawa pasang surut, kedelai dapat ditanam pada tipe luapan C dan D dengan sistem hamparan, sedangkan pada tipe luapan B dengan sistem surjan. Lahan tipe luapan C dan D tidak dipengaruhi langsung oleh gerakan air pasang, namun tinggi muka air kurang dari 50 cm dari permukaan tanah untuk tipe C dan lebih besar 50 cm untuk tipe luapan D pada musim hujan. Permasalahan kedelai pada musim hujan adalah genangan air, sedangkan musim kemarau adalah kekeringan.

Pertumbuhan kedelai yang optimal dicapai pada ketersediaan air yang cukup untuk kebutuhan tanaman.

Kelebihan air dapat menghambat perkembangan dan pembentukan bintil akar sehingga hasil menurun, sedangkan kekeringan akan menghambat pertumbuhan dan pengisian polong. Bagi tanaman air berfungsi antara lain sebagai (a) komponen utama dari protoplasma; (b) pelarut bahan-bahan organik dan anorganik yang nantinya didistribusikan ke bagian-bagian tubuh tanaman yang memerlukan; (c) pereaksi dalam proses fotosintesis dan hidrolitik, seperti perombakan pati menjadi gula; (d) memantapkan turgor sel-sel untuk kelangsungan pembelahan dan pembesaran sel; dan (e) mengatur suhu tanaman dan tanah. Sebab itu, kelebihan atau kekurangan air di media tumbuh kedelai akan mempengaruhi pertumbuhan dan hasil kedelai (Kramer, 1969). Keragaman kondisi drainase lahan rawa membutuhkan penanganan yang bervariasi agar tercipta ketersediaan air yang diperlukan. Pada lahan-lahan yang mempunyai drainase baik pengendalian kelembapan daerah perakaran lebih mudah dibanding hamparan yang kondisi drainasenya buruk. Peran tersebut menunjukkan pengelolaan air sangat penting dilakukan untuk mencapai produktivitas kedelai yang tinggi.

PENGARUH KEKERINGAN DAN KELEBIHAN AIR

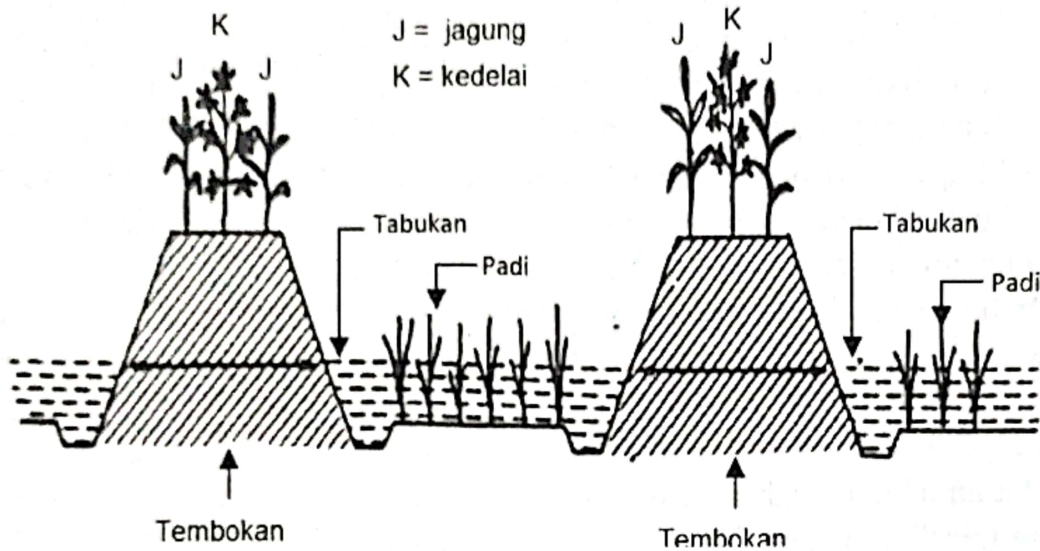
Menurut Jana (1975), kekeringan dapat menghambat perkecambahan kedelai. Mederski *et al.* (1973) menyebutkan bahwa akibat kekeringan yang terjadi pada setiap periode tumbuh kedelai sebagai berikut (1) pada periode pertumbuhan aktif akan menghambat pertumbuhan daun dan meluruhkan daun-daun pada cabang-cabang bawah, (2) pada periode pembungaan : akan mempertinggi derajat kerontokan bunga, (3) pada periode pembentukan polong menghambat pembentukan polong dan meluruhkan polong-polong yang baru terbentuk, dan (4) pada periode pengisian polong, mengurangi jumlah biji dan kepadatan ukuran biji.

Kelebihan air menyebabkan terhambatnya perkecambahan kedelai, sedangkan genangan yang berkepanjangan dapat mengurangi ketersediaan oksigen di dalam lapisan perakaran mengakibatkan respirasi akar terganggu sehingga tanaman mati.

PENGELOLAAN AIR PADA TIPE LUAPAN B

Kedelai dapat ditanam pada lahan tipe luapan B dengan menggunakan sistem surjan, dimana kedelai ditanam di guludan atau tembokan (bagian

atasnya) dan padi ditanam pada bagian tabukan (bawahnya). Penanaman kedelai di lahan sawah beresiko tergenang akibat luapan air maupun curah hujan yang drainasenya terhambat (Gambar 15).



Gambar 15. Sistem surjan pada lahan rawa pasang surut

Kedelai pada Bagian Guludan Surjan

Penanaman kedelai pada guludan dalam sistem surjan hanya dapat dilakukan pada musim hujan, karena pada musim kemarau berpeluang mengalami kekeringan. Kebutuhan air untuk tanaman kedelai pada guludan dapat dipenuhi dari curah hujan dan luapan air pasang. Untuk menghindari kelembapan yang berlebihan pada daerah perakaran, tinggi muka air diatur maksimal -30 cm di bawah permukaan guludan. Agar bisa tercipta kondisi demikian dibutuhkan pengelolaan air dengan sistem tabat, yaitu dengan memasang pintu tabat pada saluran drainase. Pintu tabat bisa juga menggunakan pipa paralon yang ketinggiannya diatur agar air hujan atau air pasang di sawah akan keluar saat air surut melewati pintu atau pipa. Untuk menghindari luapan air pasang, maka perlu dipasang pintu tabat pada saluran inlet (masuk) setiap saluran tersier, kuarter dan kemalir/cacing. Untuk mendukung pengaturan air tersebut diperlukan galengan dan saluran keliling petak sawah. Hasil penelitian Sarwani *et. al.* (1993) menunjukkan bahwa produktivitas sistem surjan dan drainase dangkal lebih tinggi produktivitasnya dibanding sistem petani (tanpa saluran drainase) pada lahan sulfat masam tipe luapan B. Keragaan tanaman kedelai pada guludan sistem surjan disajikan pada Gambar 16.



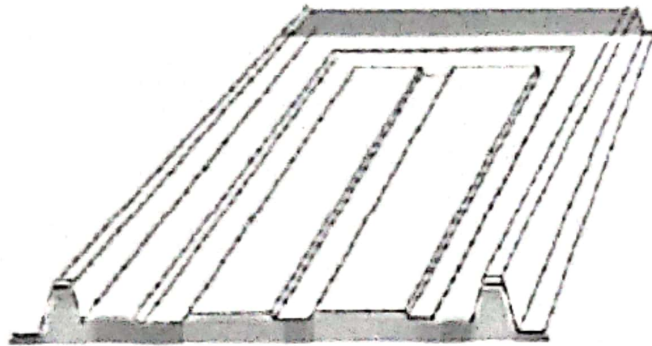
Gambar 16. Pertanaman kedelai pada sistem surjan pada lahan rawa tipe luapan B.
Sumber: Khairil Anwar (2009)

Kedelai pada Bagian Tabukan Surjan

Penanaman kedelai di bagian tabukan surjan (sawah) pada lahan rawa pasang surut tipe luapan B dapat dilakukan pada musim kemarau. Penanaman pada musim hujan mempunyai risiko tergenang saat pasang besar (pasang tunggal/purnama) dan curah hujan yang besar. Menurut Mederski *et al.* (1973) kadar air optimal tanaman kedelai berada pada kisaran tegangan 0,3–0,5 atm. Pertumbuhan tanaman kedelai terhambat bila tegangan air $<0,3$ atm (tanah lebih basah). Serapan hara N, P, K, dan Ca berlangsung baik dan tanaman dapat memanfaatkan nitrogen terfiksasi pada bintil akar pada tegangan 0,3–0,5 atm.

Genangan luapan pasang besar pada pertanaman musim kemarau dapat diatasi dengan penerapan sistem tabat pada saluran tersier, kuartier dan kemalir. Pintu-pintu masuk (inlet) dibuka apabila memerlukan air untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Genangan di hamparan sawah dapat diatasi dengan membuat drainase dangkal sekeliling areal hamparan sawah dan bedengan agar tanaman tidak tergenang (Gambar 17). Dimensi drainase dangkal disesuaikan dengan tingkat kelancaran drainase. Umumnya saluran drainase disekeliling petak sawah berukuran lebar 30 cm dan dalam 40–50 cm, sedangkan saluran drainase disekitar bedengan berukuran lebar 20 cm dan dalam 30 cm. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Noor *et al.* (1993) pada lahan sulfat masam tipe luapan B yang menunjukkan sistem drainase dangkal lebih tinggi produktivitas kedelai dengan hasil 1,26 t biji kering/ha dibanding pada sistem sawah (tanpa drainase) dengan hasil hanya 0,65 t biji kering/ha.

Menurut Kselik (1990), sistem drainase dangkal pada lahan tipe luapan B dapat dibuat dengan kedalaman 40 cm dari muka tanah.



Gambar 17. Desain bedengan untuk pertanaman kedelai pada lahan tipe luapan B.

Risiko kekeringan pada tanaman kedelai tipe luapan B tetap ada, terutama bila terjadi kemarau panjang (Gambar 18). Penggunaan mulsa insitu dan tabat bertingkat pada saluran tersier dan kuartier dapat mengatasi kekeringan tersebut. Bila tindakan tersebut belum mencukupi, dapat dilakukan pompanisasi air tawar yang berasal dari saluran tersier. Kualitas air saluran tersier harus diukur terlebih dahulu, karena pada umumnya terjadi intrusi air asin pada saluran tersier saat musim kemarau panjang. Kadar garam yang tinggi dalam air yang dialirkan ke petak sawah dapat menghambat pertumbuhan tanaman.



Gambar 18. Hamparan kedelai di lahan rawa pasang surut tipe luapan B pada musim kemarau

Sumber: M. Noor (2015)

PENGELOLAAN AIR PADA LAHAN TIPE LUAPAN C

Sesuai kriteria lahan rawa tipe luapan C bahwa luapan air pasang tidak mampu meluapi permukaan lahan secara langsung, maka sumber air utama di kawasan tersebut adalah air hujan, sedangkan air pasang hanya melalui resapan aliran bawah tanah. Penanaman kedelai pada kawasan tersebut dapat dilakukan sepanjang waktu selama air tersedia dan drainase lancar.

Kedelai pada Bagian Guludan Surjan

Sistem surjan masih bisa diterapkan pada lahan tipe luapan C, terutama bila lapisan piritnya jauh dari permukaan tanah (> 50 cm). Ketinggian guludan surjan dibuat berdasarkan potensi ketinggian genangan air pada musim hujan, berkisar 30 cm sampai 50 cm dari muka tanah bawah (tabukan/sawah). Penanaman kedelai pada guludan lebih cocok dilakukan pada hamparan lahan yang drainasenya kurang lancar dan peluang tergenang cukup besar saat musim hujan. Sebagai konsekuensinya, pada musim kemarau, lahan tersebut kurang baik ditanami kedelai karena akan mengalami kekeringan. Menurut Masson *et al.* (1980), akibat kekeringan berkepanjangan, turgiditas daun berkurang, evapotranspirasi terhambat dan fotosintesis terganggu, pembentukan akar dan daun terhambat, dan daun-daun di cabang-cabang baru berguguran. Hasil penelitian Hern dan Constable (1981) menunjukkan bahwa kekeringan yang terjadi saat pengisian polong akan menurunkan hasil kedelai.

Kedelai pada Hamparan Sawah

Genangan air pada musim hujan dapat diatasi dengan pembuatan saluran drainase yang lancar. Hasil penelitian pada lahan tipe C di kawasan PLG Sejuta Hektar di Kalimantan Tengah, ukuran saluran drainase terbaik adalah lebar 20 cm dan dalam 25 cm. Saluran drainase dibuat diantara bedengan, kemudian air yang keluar dari saluran bedengan disalurkan menuju saluran kuarter terus ke saluran tersier. Kedalaman saluran drainase sangat tergantung kondisi lahan, lahan yang rendah dan peluang tergenang sangat besar, kedalaman saluran drainase dapat diperdalam hingga 50 cm dengan lebar 30–35 cm.

Lebar bedengan dapat mempengaruhi kelancaran drainase, semakin rapat saluran drainase semakin lancar air keluar. Pada kawasan yang mempunyai drainase lancar, lebar bedengan 9 m, sedangkan pada drainase yang kurang lancar, lebar bedengan 2–3 m. Hasil penelitian Anwar *et al.* (2008) pada lahan tipe luapan C kawasan PLG Kalimantan Tengah, menunjukkan bahwa

lebar bedengan terbaik pada kawasan pertanaman kedelai yang mempunyai drainase lancar adalah 9–12 meter dengan dimensi saluran drainase lebar 30 cm dan dalam saluran 20 cm (Gambar 19).



Gambar 19. Drainase pada pertanaman kedelai di lahan rawa tipe luapan C.

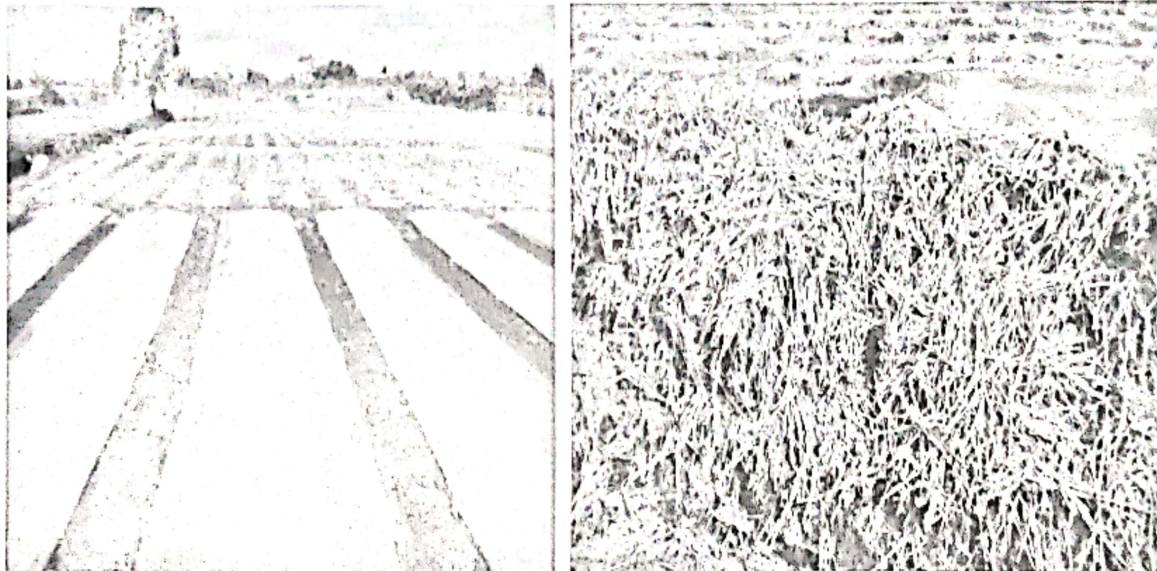
Sumber: K. Anwar (2008).

Genangan yang terlalu lama pada lahan dapat mengakibatkan busuknya akar tanaman. Selain itu, pada lahan rawa bertanah sulfat masam, air genangan yang berasal dari pencucian asam-asam mengakibatkan kadar asam dalam air genangan sangat tinggi, pH air berkisar 3,2–4,0. Kondisi ini dapat mengakibatkan tanaman terhambat pertumbuhannya dan pertumbuhan akar serta pembentukan bintil akar terhambat. Hal ini didukung hasil penelitian Anwar dan Noor (1993) bahwa pembentukan bintil akar berkaitan dengan kelarutan Al atau kemasaman tanah, semakin masam tanah semakin sedikit bintil akar yang terbentuk dan semakin rendah produktivitasnya.

Kiriman air berasal dari daerah kawasan hulu sering terjadi, karena itu untuk menghindari hal tersebut, perlu dibuat tanggul/galengan keliling dengan tinggi sesuai peluang tinggi genangan yang akan muncul dari aliran air kawasan hulu tersebut, sedangkan lebarnya disesuaikan dengan tingginya agar menjadi kokoh, tidak mudah hancur. Permasalahan juga dapat muncul pada saluran tersier, dimana drainase pada saluran tersier kurang lancar karena dangkal atau buntu oleh banyaknya gulma yang tumbuh, akibatnya air hujan yang jatuh pada petakan pertanaman tidak bisa keluar, tertahan oleh tingginya muka air di saluran tersier. Untuk mengatasinya diperlukan perbaikan dan

pembersihan saluran tersier. Ukuran saluran tersier yang dibuat sesuai volume tampung hujan yang akan dialirkan melalui saluran drainase tersebut. Saluran drainase dibuat sebelum dilakukan penanaman kedelai.

Tanaman kedelai memerlukan kelembapan tanah yang cukup sejak awal pertumbuhan hingga pengisian polong penuh. Penanaman kedelai pada musim kemarau menghadapi peluang kekeringan, ada beberapa usaha untuk mengatasi kekeringan tersebut, selain menggunakan varietas yang tahan kekeringan, dapat diatasi dengan pemberian mulsa, pemasangan pintu penahan air pada saluran kuartier dan teriser dan pompanisasi. Dalam keadaan ketersediaan air terbatas, tanaman dialiri minimal pada awal pertumbuhan vegetatif, masa pembungaan, masa pembentukan polong dan masa pengisian biji.



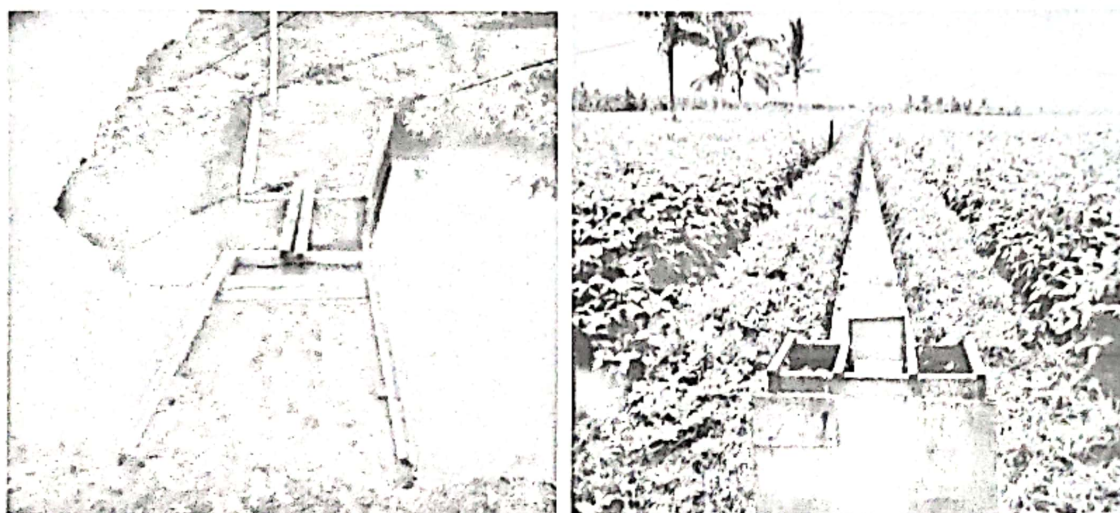
Gambar 20. Mulsa plastik dan brangkasan kedelai sebagai mulsa

Sumber: K. Anwar (2009).

Pemberian mulsa dapat membantu mengatasi kekurangan air pada musim kemarau dengan jalan menahan penguapan air tanah sehingga tanah tetap lembap. Mulsa yang digunakan dapat berupa mulsa plastik, brangkasan kedelai atau alang-alang yang banyak tumbuh disekitar tegalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian mulsa yang berasal dari brangkasan kedelai dengan takaran 5 t/ha kering panen lebih baik daripada yang berasal dari alang-alang dan mulsa plastik dalam meningkatkan hasil kedelai, peningkatan mencapai 30% dibanding tanpa mulsa (Manwan *et al.*, 1990). Penelitian Anwar *et al.* (2009) pada lahan sulfat masam bergambut

tipe luapan C, menunjukkan bahwa mulsa yang diberikan selain membantu menjaga kelembapan tanah disekitar perakaran, juga berfungsi menekan pertumbuhan gulma, serangan lalat kacang serta memperlambat proses pengerasan dan peretakan tanah yang didominasi fraksi liat. Aplikasi mulsa plastik dan brangkas kedelai pada pertanaman di lahan rawa pasang surut disajikan pada Gambar 20.

Air pada saluran tersier dapat ditahan melalui pemasangan pintu tabat (*stoplog*) pada ujung saluran pembuangannya (*outlet*), sehingga tinggi muka air dapat dipertahankan (Anwar *et al.*, 2009). Untuk menghindari terjadinya kelebihan air yang akan meluapi muka lahan, maka tinggi pintu harus diatur, maksimal sekitar -15 cm dibawah muka lahan agar jika terjadi hujan lebat dengan volume yang lebih besar dari daya tampung saluran tersier, air akan keluar secara otomatis (Gambar 21).



Gambar 21. Pintu pengendali tinggi muka air (*stoplog*) pada saluran kuartier pada hamparan pertanaman kedelai di lahan rawa pasang surut.

Sumber: Anwar (2008) dan Noor (2007).

Sistem pompanisasi dapat dilakukan menggunakan sumber air yang berasal dari saluran tersier. Air dialirkan melalui saluran drainase yang telah dibuat dan dibiarkan mengalir dan merembes ke seluruh hamparan tanaman. Pompanisasi dapat dilakukan seminggu sekali, tergantung pada umur tanaman dan kondisi iklim. Selain memanfaatkan air pada saluran tersier, sumber air juga dapat berasal dari air tanah dalam, dengan kedalaman sumber air yang bervariasi. Volume air yang diperlukan 0,5–0,6 liter/detik/ha setiap pemberian air.

Pemberian air untuk mengatasi kekurangan air pada musim kemarau di lahan rawa pasang surut tipe luapan C dapat melalui antara lain: (a) irigasi permukaan, (b) irigasi pancaran, (c) irigasi tetesan, dan (d) irigasi

bawah permukaan. Dari keempat cara tersebut, untuk pertanaman kedelai di lahan rawa pasang surut sebaiknya dilakukan melalui irigasi permukaan atau dialirkan melalui saluran-saluran kemalir diantara bedengan kemudian dibiarkan merembes ke daerah perakaran. Keuntungan cara tersebut antara lain: alur-alur diantara bedengan tersebut berfungsi juga sebagai saluran drainase saat hujan lebat dan tidak mengganggu aplikasi mulsa yang dilakukan pada pertanaman kedelai. Hasil penelitian Najib *et al.* (2009) pada lahan sulfat masam bergambut tipe luapan C pertanaman musim kemarau menunjukkan bahwa pemberian 0,5 t/ha mulsa brangkasan kedelai atau kacang tanah lebih tinggi produktivitasnya dibanding tanpa mulsa.

Selain melalui pengelolaan air, cekaman kekeringan dapat diminimalkan melalui penggunaan kedelai toleran kekeringan dan pengaturan jadwal tanam sesuai potensi curah hujan setempat. Apabila sumber air hanya mengandalkan curah hujan, berdasarkan zona agroklimat dengan kriteria Oldeman (1975) bahwa batas minimal curah hujan untuk pertumbuhan palawija adalah 100 mm/bulan, maka lahan yang cocok untuk pertanaman kedelai setelah padi adalah lahan yang berada pada zona agroklimat B₂ (7–9 bulan basah dan 2–4 bulan kering), C₂ (5–6 bulan basah dan 2–4 bulan kering) dan C₃ (5–6 bulan basah dan 5–6 bulan kering).

Tabel 20. Pengaruh kapur dan pengelolaan air terhadap hasil kedelai pada lahan sulfat masam, Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah.

Takaran kapur dan Pengelolaan Air	Varietas (t biji kering/ha)		Rata-rata
	Wilis	Lamp-3-11-2	
Tanpa Kapur			
-tanpa drainase	0,81	0,96	0,89
-sistem Surjan	0,96	1,42	1,19
-drainase dangkal	1,56	1,63	1,60
Kapur 1 t/ha			
-tanpa drainase	1,79	2,17	1,98
-sistem Surjan	1,77	2,35	2,06
-drainase dangkal	1,72	2,56	2,14
Kapur 2 t/ha			
-tanpa drainase	1,99	2,23	2,11
-sistem Surjan	2,21 a	2,54 a	2,37
-drainase dangkal	2,14 a	2,45 a	2,29
Rata-rata	1,66	2,04	

Catatan: pH tanah = 4,07 dan Al-dd = 9,6 me/100g.

Sumber: Sarwani dan Noor (1993)

Hasil penelitian yang dilakukan Sarwani dan Noor (1993) pada tanah sulfat masam tipe luapan C, menunjukkan bahwa sistem pengelolaan air yang diterapkan (drainase dangkal) hanya berpengaruh terhadap produktivitas tanaman kedelai di lahan tanpa pemberian kapur, sedangkan pada lahan yang telah diberi kapur 1–2 t/ha tidak ada perbedaan yang nyata (Tabel 20).

Hasil penelitian sebaliknya dilaporkan oleh Noor dan Muhamad (1993) bahwa pembuatan drainase dangkal akan meningkatkan hasil kedelai pada tanah yang diberi kapur sebelumnya dengan dosis 1,5 t/ha (Tabel 21).

Tabel 21. Pengaruh sistem tata air dan residu kapur terhadap hasil kedelai pada lahan sulfat masam, kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah.

Residu Kapur	Sistem tat Air (t biji kering/ha)		Residu
	Sawah	Drainase Dangkal	
Tanpa kapur	0,21	0,25	0,23
Residu dari 1.5 t /ha	0,84	1,93	1,39
Residu dari 3.0 t/ha	0,88	2,16	1,52
Rata-rata	0,64	1,45	

Sumber: Noor dan Muhammad (1993).

KESIMPULAN

Kedelai membutuhkan kondisi lembap selama pertumbuhannya. Untuk pertanaman musim hujan, kebutuhan air dapat dipenuhi dari air hujan, sedangkan pada pertanaman musim kemarau diperlukan tindakan untuk mempertahankan kelembapan tanah pada daerah perakaran.

Saluran drainase diantara bedengan dan saluran drainase dangkal penghubung ke saluran pembuangan akhir (tersier) perlu dibuat untuk menghindari genangan air pada musim hujan. Demensi saluran drainase antar bedengan bervariasi, tergantung tingkat kelancaran drainase. Pada hamparan pertanaman dengan drainase lancar, ukuran saluran lebar 20 cm dan dalam 25 cm, sedangkan pada hamparan dengan drainase agak buruk, ukuran saluran drainase dangkal lebar 30–35 cm dan dalam 50 cm.

Pada pertanaman kedelai yang berpeluang mendapat air kiriman dari kawasan lain, maka diperlukan tanggul/galengan keliling. Pertanaman kedelai pada musim kemarau untuk mengatasi kekeringan dapat melalui pemberian mulsa, pengaturan tinggi muka air saluran tersier, dan pompanisasi. Mulsa yang digunakan dapat berupa mulsa plastik, alang-alang dan jerami kedelai, sesuai potensi lokasi masing-masing. Pemberian mulsa jerami/brangkas

kedelai lebih baik daripada mulsa lainnya, dapat dilakukan pada penanaman kedua, mulsa diambil dari brangkasan kedelai musim tanam pertama.

Pengaturan tinggi muka air di saluran tersier dapat dilakukan dengan pemasangan pintu tabat (*stoplog*) dengan tinggi atas pintu *stoplog* maksimal -15 cm dari muka tanah. Pompanisasi dapat dilakukan dengan memanfaatkan air pada saluran tersier yang berfungsi sebagai embung panjang pada musim kemarau.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar K. 2001. Kerapatan dan kedalaman saluran drainase pada pertanaman kacang-kacangan dan kedelai di lahan sulfat masam tipe luapan C. Balitkabi, Malang.
- Anwar K. 2007. Saluran drainase pada pertanaman kedelai dan kacang tanah di lahan rawa pasang surut tipe luapan C. BPTP Sumatera Selatan. Sumatera Selatan.
- Anwar K. dan M. Noor. 1993. Hubungan antara sifat kimia tanah dengan pembentukan nodula akar kedelai (*Glicine max. L, Merr*) pada Tanah Sulfat Masam. *Dalam*: Noor, M. S. Saragih, Mahrita Wilis, dan Maulina Damanik. Hasil-Hasil Penelitian Kedelai di Lahan Pasang Surut. Balittan Banjarbaru. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Banjarbaru.
- Anwar K., Muhammad dan M. Najib. 2008. Penelitian Pengelolaan Hara dan Mendukung Sistem Usaha Tani di Lahan Rawa Kawasan PLG. Laporan Hasil Penelitian 2008. Balittra. Banjarbaru.
- Anwar K., Muhammad dan M. Najib. 2009. Pengembangan Pendekatan PTT Lahan Rawa untuk Meningkatkan IP menjadi 300 dan Produktivitas Tanaman pangan $\geq 50\%$ pada Kawasan PLG. Laporan Hasil Penelitian 2009. Balittra. Banjarbaru.
- Hern, A.B. and G.A. Constable. 1981. Irrigation for crops in a subhumid environment. V. Stress day analysis for soybean and an economic evaluation of strategies. *Irrigation Sci.* 3:1-9.
- Jane R. K. 1975. Water management for soybean. *Dalam Soybean Production, Protection and Utilization*. Intsoy Series No. 6. pp. 56-68.
- Kselik, R.A.L. 1990. Water management on acid sulphate soils at Pulau Petak, Kalimantan. Paper Workshop on Acid Sulphate Soils in The Humid Tropics, 20-22 November 1990, Bogor, Indonesia.
- Kramer, P.J. 1969. Plant and soil water relationships. A modern synthesis. Tata Mcgraw-Hill Pub. Co., Ltd., New Delhi, 482 p.

- Mason, W.K., G.A. Constable and R.C.G. Smith. 1980. Irrigation for crops in a sub humid environment II. Water requirements of soybeans. *Irrigation Sci.* 2:13.
- Maderski, H.J., P.L. Jeffers and D.B. Peter. 1973. Water and water relation. *In Soybean improvement production and uses. Agronomy Series 16.* Amer. Soc. Agron.
- Najib, M., S. Nurzakiah, dan Muhammad. 2009. Produktivitas tiga varietas kedelai pada lahan pasang surut tipe luapan C yang diberi mulsa. Prosiding Semnas BBSDLP 18–20 November 2008. *Teknologi Pengelolaan Lahan Rawa. Buku IV.* BBSDLP. Bogor.
- Noor, M., S. Saragih., dan Masganti. 1993. Tanggap kedelai terhadap system tata air, residu kapur dan pemberian kalium di lahan pasang surut sulfat masam. *Dalam: Noor, M. S. Saragih, Mahrita Wilis, dan Maulina Damanik. Hasil-Hasil Penelitian Kedelai di Lahan Pasang Surut.* Balittan Banjarbaru. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Banjarbaru.
- Oldeman, L.R. 1975. An agro-climatic map of Java. *Cont. Cent. Rest. Int. Agric.* No. 17. Paper 14.
- Sarwani M. dan M. Noor. 1993. Sistem pengelolaan air dan pemberian kapur pada dua varietas kedelai di lahan pasang surut. *Dalam: Noor, M. S. Saragih, Mahrita Wilis, dan Maulina Damanik. Hasil-Hasil Penelitian Kedelai di Lahan Pasang Surut.* Balittan Banjarbaru. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Banjarbaru.