

PENGELOLAAN AIR PADA TUMPANG SARI KAPAS DAN PALAWIJA PADA MUSIM KEMARAU SETELAH PADI

Prima Diarini Riajaya^{*)}

PENDAHULUAN

Penanaman kapas dan palawija secara tumpang sari biasa dilakukan petani di lahan tadah hujan pada awal musim hujan (MH) dan di lahan sawah pada musim kemarau pertama (MK I) setelah padi. Penanaman secara tumpang sari tersebut bertujuan untuk meningkatkan pendapatan petani dan produktivitas lahan, serta mengurangi risiko kegagalan hasil. Selain itu, kelestarian program ketahanan pangan tetap terjamin selaras dengan penyediaan bahan baku serat untuk industri tekstil. Pengembangan kapas di lahan sawah banyak ditemui di Lamongan (Jawa Timur), Blora, Grobogan (Jawa Tengah), dan sebagian Sulawesi Selatan. Kendala dan dampak yang dihadapi lebih banyak berhubungan dengan ketersediaan air yang terbatas. Ketersediaan air bagi tanaman untuk memenuhi kebutuhan air hanya berasal dari curah hujan sedangkan musim hujan hanya berlangsung sangat singkat yaitu 3–4 bulan saja (Riajaya 2002).

Penanaman kapas pada MK I dilakukan memasuki musim kemarau yaitu pada bulan April/Mei setelah tanaman padi dipanen. Tentu saja ketersediaan air bagi tanaman kapas sangat tergantung pada curah hujan yang turun pada akhir musim hujan dan dari tambahan pengairan. Bila ketersediaan air tanah atau sungai mencukupi untuk menyuplai kebutuhan air tanaman maka keberhasilan pengembangan kapas pada MK I lebih tinggi. Pada musim kemarau yang panas dengan tingkat penyinaran maksimum, tanaman kapas akan tumbuh lebih cepat dan kebutuhan air tanaman meningkat, akan tetapi ketersediaan air terbatas selama musim kemarau.

Akhir-akhir ini kelangkaan air tidak saja terjadi di daerah kering yang sulit air tetapi juga di daerah basah yang surplus air sebagai akibat dari fenomena pemanasan global. Kurangnya ketersediaan air tersebut disebabkan oleh rendahnya kapasitas tanah menahan air dan infiltrasi, fluktuasi curah hujan, dan tingginya evaporasi. Laju penurunan ketersediaan air tersedia tercepat terjadi pada tekstur tanah ringan (Ritchie 1981).

Pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan termasuk untuk tanaman harus digunakan dengan efisien. Tantangan ke depan yang dihadapi adalah menurunnya sumber daya lahan dan air, variabilitas iklim yang mengarah kepada meningkatnya kejadian iklim eks-

^{*)} Peneliti pada Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Malang

trim di semua wilayah di Indonesia, misalnya kejadian kekeringan berkepanjangan dan banjir. Frekuensi kejadian cuaca ekstrim semakin sering dengan intensitas yang kuat sehingga prakiraan musim sulit dilakukan. Oleh karena itu pengelolaan air tanaman sangat diperlukan yang mencakup waktu/saat pengairan, berapa jumlahnya dan bagaimana cara mengairinya. Tulisan ini menyajikan strategi pengelolaan air untuk tanaman kapas berdasarkan pola pertumbuhan tanaman dan kebutuhan air tanaman untuk mengurangi tingkat risiko terhadap kekeringan.

KEBUTUHAN AIR TANAMAN KAPAS

Kebutuhan air tanaman merupakan jumlah air yang dibutuhkan untuk memenuhi evapotranspirasi agar tanaman berada dalam keadaan optimal (Doorenbos dan Pruitt 1984). Untuk mengurangi evaporasi maka penggunaan mulsa jerami sangat dianjurkan bila kapas diusahakan di lahan sawah sesudah padi, selain dapat menjaga kelembapan tanah mulsa juga dapat menghambat pertumbuhan gulma. Pada tanaman kacang tanah di Vietnam yang diberi mulsa jerami tumbuh lebih tinggi dan berbunga lebih cepat (Ramakrishna *et al.* 2006). Kebutuhan air tanaman rendah ketika tanaman masih muda dan meningkat seiring dengan perkembangan tanaman, dan mencapai puncaknya saat pembungaan/pembuahan. Pada periode pembungaan/pembuahan, tanaman kapas sangat peka terhadap kekurangan air sehingga diusahakan kapas tidak kekurangan air selama periode tersebut. Air yang digunakan tanaman secara potensial sangat dipengaruhi oleh faktor iklim seperti penyinaran matahari, suhu udara, angin, dan kelembapan. Air yang digunakan tanaman secara aktual dapat lebih rendah dari potensialnya karena kanopi tanaman (luas daun) yang masih kecil atau kandungan air tanah yang rendah.

Total kebutuhan air tanaman kapas berkisar 6.700 m³/ha atau 6,7 MI yang berbeda menurut fase tanaman (Tabel 1). Bila efisiensi irigasi 70% maka total kebutuhan air adalah 9,57 MI, yang dapat dipenuhi dari air yang tersimpan dalam tanah, curah hujan, dan irigasi. Bila waktu tanam kapas mundur, maka kebutuhan air irigasi akan meningkat. Pada saat buah merekah tidak menghendaki adanya hujan, jadi kering saat panen. Kebutuhan air yang terbesar adalah saat fase bunga pertama muncul hingga buah pertama merekah (60–105 hst) yaitu 7–12 mm/hari. Pada periode tersebut tanaman kapas sangat peka terhadap kekurangan air sehingga diusahakan agar tidak kekurangan air. Bila kekurangan air pada awal pembungaan akan menyebabkan bunga rontok, selanjutnya bila kekurangan air terjadi pada saat pembuahan akan menyebabkan menurunnya laju pembungaan dan buah muda rontok. Untuk menghindari stres air, pengairan perlu dilakukan bila air tanah tersedia telah mencapai 50%. Pertumbuhan daun akan terganggu bila kadar air tanah mencapai 40% (Riajaya *et al.* 1997). Gwathmey *et al.* (2011) melaporkan bahwa pengairan yang di-

berikan mulai *square* pertama muncul hingga buah pertama merekah dapat menunda umur panen 0,56 hari setiap 1 cm (10 mm) air irigasi.

Tabel 1. Kebutuhan air tanaman kapas pada berbagai fase

Fase tanaman	Umur (hari)	Kebutuhan air	
		mm/hari	m ³ /ha
Tanam- <i>square</i> pertama	0–35	1–2	600
Square-bunga pertama	35–60	2–4	800
Bunga pertama–buah pertama merekah	60–105	7–12	4 400
Buah pertama merekah–semua buah merekah	105–140	3–2	900
Total	140		6 700

Sumber: Modifikasi dari Waddle (1984).

Menurut FAO (2010) kebutuhan air kapas berkisar 700–1.300 mm selama musim tanam 150–180 hari, rinciannya adalah pada fase awal pertumbuhan vegetatif membutuhkan 10% dari total kebutuhan air; pada fase pembungaan dengan luas daun maksimum membutuhkan 50–60% dari total kebutuhan air, kemudian kebutuhan air menurun. Selanjutnya di Australia total air yang dibutuhkan untuk pengembangan kapas berkisar 12 MI/ha, termasuk 7 MI/ha dipenuhi dari irigasi, dengan rata-rata efisiensi penggunaan air tanaman sebesar 2,5 kg serat/mm/ha (Tennakoon dan Milroy 2003).

Pertumbuhan tanaman kapas sangat dipengaruhi oleh lingkungan tumbuhnya. Bila ketersediaan air dan nutrisi cukup serta suhu mendukung maka tanaman kapas akan terus tumbuh membentuk daun, *square*, bunga, dan buah. Kompetisi terjadi bila suplai dan kebutuhan air dan nutrisi tidak seimbang (Browne 1984). Pada kondisi optimal tanaman kapas akan mempertahankan buah yang terbentuk sesuai dengan imbangannya nutrisi dan air. Pada kondisi sub-optimal tanaman kapas akan menggugurkan *square* dan buah muda, selanjutnya pertumbuhan tanaman akan berhenti. Untuk memperoleh tingkat produktivitas yang tinggi maka tanaman kapas harus dapat mempertahankan jumlah buah yang tinggi melalui intersepsi sinar matahari yang maksimum.

Pada fase pemanjangan serat juga dibutuhkan imbangannya nutrisi dan air. Jika kebutuhan tersebut tidak dipenuhi maka akan dihasilkan serat yang pendek dan mudah putus dalam proses pemintalan sehingga tidak disukai oleh pabrik tekstil. Karademir *et al.* (2011) melaporkan adanya penurunan kualitas serat kapas akibat stres air yang meliputi panjang, kekuatan, kehalusan, dan daya mulur serat. Tanaman kapas menjelang panen masih membutuhkan air tetapi tidak menghendaki adanya hujan, berarti harus tersedia cukup air dalam tanah. Dengan demikian tanah-tanah dengan kemampuan memegang air yang tinggi yang sesuai untuk kapas yaitu tanah bertekstur liat atau lempung. Kandungan air tanah tersedia untuk tanaman sangat bervariasi menurut tekstur tanah dan pengelolaan lahan. Air tanah tersedia merupakan air tanah yang dapat diserap oleh tanaman sebelum

titik layu tercapai, semuanya dipengaruhi oleh tekstur dan struktur tanah, serta kedalaman akar.

POLA PERTUMBUHAN TANAMAN KAPAS DAN SUPLAI AIR

Pertumbuhan awal yang cepat sebelum pembungaan dengan cabang generatif yang banyak akan menjadi indikator potensi hasil tinggi. Akan tetapi pertumbuhan vegetatif yang berlebihan tidak dikehendaki karena tanaman akan tumbuh lebih tinggi, menyebabkan daun-daun di bawah akan saling menutupi dan tidak efektif terutama bila cuaca mendung, buah-buah muda akan gugur, penetrasi insektisida berkurang selama penyemprotan, tertundanya fase pemasakan buah, menyulitkan panen, dan rentan terhadap penyakit busuk buah (Ritchi *et al.* 2004). Pada saat *square*, bunga, dan buah terbentuk, pertumbuhan vegetatif mulai menurun. Kehilangan *square*, bunga, dan buah pada awal pertumbuhan akan menyebabkan tanaman terus tumbuh membentuk pertumbuhan baru sehingga menambah umur panen.

Pada musim kemarau yang panas dengan tingkat penyinaran maksimum tanaman kapas akan tumbuh lebih cepat dan kebutuhan air tanaman meningkat, akan tetapi ketersediaan air terbatas selama musim kemarau. Ketika ketersediaan air tanah menurun laju pertumbuhan tanaman di atas tanah (*top growth*) berkurang 90%, sedangkan laju pertumbuhan akar (*root growth*) akan berkurang 30% (Robertson *et al.* 2007). Menurunnya perkembangan akar akan menurunkan serapan air dan hara oleh akar. Pada musim hujan/basah (sering berawan), pertumbuhan tanaman lebih lambat, kebutuhan air lebih rendah, pertumbuhan tanaman kadang terhambat karena gangguan genangan air (*water-logging*).

Untuk mendapatkan tingkat produksi yang tinggi maka pengelolaan air ditujukan agar tanaman membentuk kanopi dengan cepat dan menjaga ketersediaan air hingga panen. Caranya adalah dengan pengairan yang tepat untuk menghindari stres dan memanfaatkan curah hujan dengan tidak mengairi terlalu awal untuk mengurangi risiko genangan. Penanaman segera setelah padi sangat dianjurkan untuk mengurangi jumlah pengairan. Selain kekurangan air, tanaman kapas sangat peka terhadap kelebihan air.

Stres Air (*Moisture Stress*)

Stres air terjadi bila kadar air dalam tanah menjadi terbatas, sehingga pertumbuhan tanaman berhenti dan sisa air tanah tersedia hanya digunakan untuk pertumbuhan buah yang telah terbentuk. Pada kondisi tertentu menyebabkan perakaran lebih dalam, internode lebih pendek dan jumlahnya sedikit, dan *square* lebih sedikit. Duruoha *et al.* (2008) mendapatkan bahwa pertumbuhan akar tanaman kapas lebih tinggi pada kandungan air tanah 70% dibanding 90% kapasitas lapang. Selanjutnya Browne (1984) menyatakan bahwa batas kritis, tanaman akan mengalami stres air yaitu apabila 60% dari air tanah tersedia te-

lah digunakan. Melewati batas kritis tersebut pertumbuhan vegetatif berhenti (daun gugur) dan buah-buah muda gugur. Bila hal ini terjadi pada fase awal pertumbuhan tanaman kemudian diirigasi, maka hal ini akan merangsang pertumbuhan vegetatif baru dan memperpanjang umur panen (Grimes *et al.* 1970).

Stres air sebenarnya dapat merangsang akar untuk tumbuh lebih dalam sehingga dapat memanfaatkan air dari lapisan yang lebih dalam. Akan tetapi stres yang berlebihan justru akan menghambat pertumbuhan akar yang pada akhirnya akan menghambat pertumbuhan vegetatif dan akan menurunkan hasil. Carmi *et al.* (1993) mendapatkan bahwa *recovery* dari pertumbuhan akar (distribusi akar) setelah mengalami stres air sangat lambat sehingga hal ini harus menjadi pertimbangan dalam menyusun jadwal pengairan.

Kelebihan Air (*Water-logging*)

Tanaman kapas sangat sensitif terhadap kelebihan air atau genangan. Genangan terjadi bila tanah jenuh dengan air dan aerasi berkurang akibat hujan yang terjadi berturut-turut dalam intensitas tinggi, musim hujan yang panjang, dan pengelolaan irigasi buruk. Berkurangnya aerasi dalam tanah mengurangi kadar oksigen dalam tanah. Saat terjadi genangan semua pori tanah terisi air sehingga kandungan oksigen dalam tanah berkurang (kurang dari 2%), akibatnya akar tanaman kapas akan mati bila genangan terjadi terus-menerus. Pada musim hujan dengan curah hujan tinggi kerapatan tanaman dikurangi untuk menambah penetrasi cahaya.

Oksigen dalam tanah dimanfaatkan oleh tanaman dalam proses penyerapan nutrisi oleh akar. Browne (1984) melaporkan bahwa bila terjadi genangan 1 hari akan menurunkan serapan nitrogen hingga 1 kg N/ha. Dengan demikian genangan tersebut berpengaruh terhadap serapan nitrogen oleh akar dan lama genangan sangat dipengaruhi oleh tekstur tanah. Bange *et al.* (2004) juga melaporkan bahwa genangan yang terjadi saat awal pembentukan *square* akan menurunkan jumlah buah, akan tetapi bila genangan terjadi saat puncak pembentukan buah tidak berpengaruh terhadap hasil kapas. Kualitas serat tidak dipengaruhi oleh genangan. Selanjutnya Conaty *et al.* (2008) menemukan bahwa genangan yang terjadi terus-menerus pada tanaman kapas di Australia menurunkan laju fotosintesis 9–28%, serapan N yang dapat mengakibatkan klorosis, kandungan N, K, P, Ca, Mg, Mn, dan S pada daun, kecuali kandungan Fe pada daun meningkat akibat genangan.

Pada tanah-tanah berat (*grey clay soil*) air irigasi yang diberikan masuk ke profil melalui rekahan tanah, kemudian apabila rekahan telah menutup akibat proses mengembangnya tanah, selanjutnya air tidak dapat menembus lapisan bawah. Genangan umumnya terjadi selama musim hujan terutama pada lahan sawah, oleh karena itu drainase harus diperhatikan, penanaman di atas guludan, dan mengairi dalam waktu yang tidak terlalu lama. Pada tanah dengan kandungan liat yang lebih rendah (*red clay loam*) jarang terjadi genangan tetapi penetrasi air lambat, maka frekuensi pengairan ditingkatkan dalam waktu

yang agak lama. Frekuensi pengairan dan saat pengairan sangat ditentukan oleh tekstur tanah, kondisi cuaca, dan tingkat pengelolaan air (Hanson dan Orloff 1998).

SAAT DAN JUMLAH PENGAIRAN

Pada saat tanam kondisi tanah harus cukup lembap. Pengairan sebelum tanam diperlukan bila kondisi tanah saat tanam dikehendaki cukup lembap, akan tetapi bila hujan turun setelah pengairan maka tanah akan menjadi jenuh air dan tanam harus ditunda menunggu kondisi tanah agak kering. Pada saat yang bersamaan pertumbuhan gulma meningkat. Manajemen pengairan yang baik memerlukan pemahaman mengenai pola pertumbuhan tanaman, pengaruh cuaca terhadap penggunaan air, dan kondisi air tanah di daerah perakaran. Meskipun tersedia berbagai metode pengairan tetapi pelaksanaannya harus diikuti dengan pengamatan yang teliti mengenai kondisi tanaman dan kelembapan tanah.

Saat pengairan yang tepat sangat dibutuhkan untuk mendapatkan produksi kapas yang tinggi. Tambahan pengairan diberikan bila 50% dari kandungan air tanah telah digunakan oleh tanaman (Riajaya *et al.* 1997). Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kandungan air tanah tersebut tergantung pada tekstur tanah, fase tanaman, dan kondisi iklim. Kandungan air tanah yang tersedia bagi tanaman tergantung pada tekstur tanah dan berada pada kisaran kapasitas lapang dan titik layu permanen. Bila waktu tanam kapas pada akhir musim hujan, ketersediaan air tanah masih cukup untuk menyuplai kebutuhan air tanaman pada fase awal sampai sebelum *square*. Bila saat tanam kondisi tanah sudah kering maka irigasi sebelum tanam sangat diperlukan untuk mengisi profil tanah.

Banyak metode yang dapat digunakan untuk mendeteksi kondisi air tanah yaitu menggunakan alat *neutron probe*, *pressure chamber* (mengukur *leaf water tension*), *hand core sampler*, atau irigasi berjadwal. Indikasi kekurangan air biasanya dimulai dari permukaan tanah yang mulai mengering hingga kedalaman 20–50 cm. Oleh karena itu monitoring kelembapan tanah sangat diperlukan pada saat mulai muncul kuncup bunga hingga bunga pertama mekar (Silvertooth *et al.* 2001).

Cara praktis untuk mengestimasi kadar air tanah pada tanah liat adalah dengan cara memilin tanah. Tanah yang banyak mengandung liat (>50%) pada kondisi air tanah optimum bila dipilin akan meninggalkan bekas basah di tangan. Tanah dengan air tersedia antara 50–75% dapat dipilin dengan mudah antara ibu jari dan jari serta terasa licin. Antara 25–50% tanah masih bisa dibentuk seperti bola dengan tekanan. Bila tanah mencapai kadar air tersebut maka saatnya penambahan air dilakukan (Browne 1984; Martin 2001).

Fase-fase kritis untuk kapas ketersediaan air harus mencukupi adalah pada saat tanam agar pertumbuhan awal seragam, sebelum pembungaan agar proses polinasi tidak terganggu, dan sesaat setelah pembentukan buah. Air yang tersedia saat buah pertama me-

rekah hingga 50% buah merekah sangat penting untuk menjaga kekuatan dan panjang serat (McWilliams 2003).

Pengairan Pertama

Saat pengairan pertama mempengaruhi perkembangan tanaman dengan menjaga keseimbangan antara pertumbuhan vegetatif baru dan perkembangan kuncup bunga, bunga, dan buah muda yang ada. Pengairan pertama umumnya diberikan sebelum bunga pertama mekar (Bange 2002). Secara umum, pengairan ditujukan untuk merangsang pertumbuhan vegetatif sehingga pengairan dapat ditunda untuk mengontrol pertumbuhan.

Tanah dengan kandungan air tersedia rendah yang dapat membatasi pertumbuhan tanaman membutuhkan pengairan sebelum pembungaan. Pada kondisi cuaca yang panas sebelum pembungaan akan mempercepat pertumbuhan tanaman sehingga saat pengairan dapat maju. Pertumbuhan awal tanaman yang baik yang dapat merangsang pertumbuhan cabang generatif akan menjadi indikator untuk mendapatkan hasil yang tinggi. Pada kondisi tertentu pengairan tidak dapat diberikan terlalu awal karena *square* akan gugur dan akan merangsang pertumbuhan baru. Pengairan terlalu lambat akan menghambat pertumbuhan tanaman dan tanaman akan mengalami stres air (stres air terjadi bila potensial air daun kurang dari -1,8 MPa yang diukur oleh *pressure chamber*). Pertumbuhan tanaman akan terhenti bila potensial air daun mencapai -2,1 MPa (Wrona 2001). Constable (1995) melaporkan bahwa buah-buah muda akan gugur bila potensial air daun mencapai -1,9 MPa. Stres air yang terjadi setiap hari selama fase awal pertumbuhan akan menurunkan 9 kg serat/ha (Browne 1984). Krieg (2000) mendapatkan potensial air daun kapas minimal umumnya berkisar -1,3 MPa, dan apabila potensial air tanah menurun hingga -0,2 MPa yang diikuti oleh evaporasi yang tinggi, maka potensial air daun akan terus menurun dan konduktan stomata juga akan menurun untuk mengurangi penguapan.

Pada lahan dengan tingkat ketersediaan air tinggi misalnya lebih dari 200 mm, maka irigasi pertama dapat ditunda/diperpanjang hingga pembentukan buah untuk mengurangi pertumbuhan vegetatif. Sebaliknya pada lahan dengan tingkat ketersediaan air yang rendah misalnya kurang dari 150 mm, pertumbuhan vegetatif tanaman berkurang dengan menurunnya kadar air tanah, maka irigasi pertama dapat diberikan lebih awal untuk mempertahankan pertumbuhan tanaman. Frekuensi irigasi lebih sering selama puncak kebutuhan air tanaman. Tingginya *evaporative demand* yang paling berpengaruh terhadap penurunan potensial air daun pada tanah dengan tekstur ringan (Neilson 2008).

Selain faktor suplai air, kehilangan *square* pada fase awal karena hama juga memicu pertumbuhan baru sebagai kompensasi, sehingga dapat menambah umur panen. Sebaliknya bila tanaman berkembang terlalu cepat sebelum pembungaan, kehilangan *square* awal menyebabkan pertumbuhan yang berlebihan. Oleh karena itu kita harus memutuskan apakah menunda pengairan untuk mengatur pertumbuhan tanaman, atau mengairi untuk merangsang perkembangan tanaman agar membentuk cabang generatif baru.

Saat pengairan harus memperhatikan luas lahan yang akan diairi, bila air untuk pengairan berasal dari sumur yang ada di sekitar lahan dan butuh waktu sehari-hari untuk mengairi, maka awal pengairan diberikan lebih cepat sehingga pada saat selesai mengairi tidak terdapat tanaman yang stres. Hal ini mengakibatkan variasi pertumbuhan tanaman.

Pengairan Kedua

Saat pengairan kedua juga sangat penting untuk mengatur perkembangan tanaman karena pertumbuhan vegetatif masih berlangsung. Pengairan kedua yang terlalu dekat dengan saat pengairan pertama akan memperpanjang masa pertumbuhan dan menambah umur tanaman. Bila pengendalian hama dapat dilakukan dengan baik, maka banyak buah-buah yang akan terbentuk selama tiga minggu setelah pembungaan. Saat tanaman memasuki fase terdapat banyak buah-buah muda adalah fase yang sangat peka terhadap kekurangan air. Stres (stres air terjadi bila potensial air daun kurang dari $-2,4$ MPa yang diukur dengan *pressure chamber*) yang terjadi pada fase tersebut akan menurunkan serat sampai 18 kg/ha. Stres yang terjadi pada puncak pembungaan akan menurunkan hasil dua kali lebih tinggi dibanding bila stres terjadi pada pembentukan *square* (Constable *et al.* 1995). Stres yang terjadi selama pembungaan akan mengurangi retensi buah (Grimes *et al.* 1970). Dengan demikian bila perkembangan tanaman baik dengan retensi buah yang tinggi, pengairan kedua tidak boleh terlambat diberikan untuk menghindari stres. Tanaman dengan retensi buah yang rendah dengan pertumbuhan vegetatif yang cepat setelah pengairan pertama, maka pengairan kedua ditunda sampai pertumbuhan vegetatif baru mulai menurun, sehingga dapat merangsang retensi *square* dan buah baru (Browne 1984).

Pengairan Ketiga dan Seterusnya

Kriteria utama untuk pengairan berikutnya adalah tanaman terhindar dari stres untuk mempertahankan buah muda dan pengisian buah. Pengairan terakhir ditujukan untuk mengisi pori tanah agar kapasitas lapang dan mempertimbangkan waktu yang dibutuhkan oleh bunga terakhir menjadi buah. Saat tanaman memasuki fase pemasakan buah tidak perlu diairi lagi, tanaman memanfaatkan air yang tersimpan dalam tanah dan membiarkan tanah mengering saat panen.

Pada kondisi tumpang sari dengan palawija misalnya kedelai yang dipanen pada 90 hst, maka setelah kedelai dipanen kapas harus diairi minimal 1 kali lagi (Riajaya *et al.* 1997). Sebelum kedelai memasuki masak fisiologis, kapas harus diairi karena pada periode masak fisiologis kedelai, tanaman kapas berada pada puncak kebutuhan air. Pada tumpang sari dengan jagung yang dipanen umur 100 hari, tanaman kapas telah melewati fase puncak kebutuhan air.

Untuk mudahnya apabila air yang dapat disimpan dalam tanah 150 mm (*heavy clay*), irigasi diberikan bila 75 mm telah digunakan tanaman (50% dari air tersedia). Dengan demikian irigasi diberikan sebesar 75 mm. Frekuensi irigasi disesuaikan dengan fase

tanaman dan kebutuhan air tanaman. Aplikasi irigasi ditunda apabila turun hujan. Sebaliknya apabila terjadi cuaca sangat panas dan angin saat irigasi bisa maju lebih awal.

TANDA-TANDA VISUAL TANAMAN KAPAS KEKURANGAN AIR

Tanaman kapas merupakan tanaman indikator yang baik bagi kondisi yang kekurangan air. Pada fase pembungaan pertumbuhan tanaman diharapkan tidak terhambat, kuncup bunga harus terlihat di ujung-ujung tanaman dan sebagian bunga harus tampak di antara pucuk-pucuk daun. Bila hanya daun yang tampak dibanding bunga, hal ini menandakan pertumbuhan vegetatif terlalu cepat/berlebihan dan pengairan sebaiknya ditunda. Bunga-bunga kapas harus tampak sampai cabang atas pada semua populasi tanaman.

Warna daun juga menjadi indikator yang baik bagi kondisi yang kekurangan air. Setelah pengairan daun-daun yang baru terbentuk berwarna hijau cerah (*bright green*), kemudian perlahan-lahan menjadi hijau gelap dengan mengeringnya tanah. Selain itu warna batang utama merah juga merupakan indikator kekurangan air pada tanaman kapas. Pada kondisi normal, warna batang merah lama-lama akan turun dan menjadi hijau terang. Warna merah yang bergerak cepat ke arah pucuk menandakan saatnya pengairan diberikan. Pengamatan ini sifatnya sangat subyektif berdasarkan pengalaman sehingga harus dilakukan hati-hati terutama bila tergantung kepada pengamatan secara visual saja. Selain itu panjang internode juga menjadi indikator pertumbuhan tanaman dan pengelolaan air sebelumnya, walaupun panjang internode juga dipengaruhi oleh suhu dan varietas. Panjang internode pada batang utama lebih dari 7 cm menunjukkan pertumbuhan terlalu cepat. Idealnya antara 4–7 cm pada jenis Deltapine selama fase pembungaan (Browne 1984).

Gejala layu akibat berkurangnya turgor daun harus pertama dilihat pada tanah yang kering, diawali dengan warna daun yang hijau gelap dan sebenarnya bukan indikator yang baik untuk jadwal pengairan karena sering kali sudah terlambat. Pada kondisi cuaca panas dan angin, daun yang layu pada siang hari tidak sehebat bila kondisi cuaca yang lebih dingin, lembap, dan mendung. Pada kondisi cuaca yang tidak terlalu panas, daun yang layu pada siang hari menunjukkan gejala serius yang mengindikasikan tanah mulai kering, akan tetapi pada kondisi yang ekstrim gejala layu dapat terjadi walaupun kandungan air tanah masih tinggi.

STRATEGI PENGEMBANGAN KAPAS DENGAN SUPLAI AIR TERBATAS

Peningkatan produktivitas kapas pada kondisi air terbatas harus diikuti dengan upaya lainnya termasuk mengurangi luas areal, mengatur jadwal tanam dan pengairan, peng-

gunaan varietas yang tahan terhadap keterbatasan air dan berumur pendek, serta penetapan populasi tanaman yang tepat. Pemilihan varietas dan waktu tanam yang tepat dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya. Selanjutnya pada kondisi cuaca ekstrim akibat pemanasan global pengelolaan air dan nitrogen sangat penting (Braunack dan Bange 2010).

Penggunaan varietas genjah lebih sesuai untuk lingkungan dengan air terbatas karena umurnya yang lebih pendek menggunakan air lebih sedikit dibanding varietas berumur panjang. Akan tetapi varietas berumur genjah sebenarnya tidak tahan kekeringan/stres sehingga pengairan pertama tidak boleh tertunda dan pengendalian hama harus terkontrol karena buah-buah terbentuk lebih awal. Varietas genjah tidak mempunyai kemampuan *recovery* setelah stres karena sifat ketahanannya *escape* dari kekeringan, dan sesuai untuk wilayah yang musim hujannya pendek dan teratur. Edmisten *et al.* (2007) menyarankan penggunaan varietas berumur dalam (*full season varieties*) untuk adaptasi terhadap kekeringan karena mempunyai kemampuan *recovery* setelah stres. Di samping itu penggunaan varietas tahan kekeringan sangat diperlukan melalui pemuliaan konvensional atau secara transgenik.

Pengurangan luas areal disesuaikan dengan jumlah air yang tersedia di lokasi apabila kebutuhan air tanaman dipenuhi dari pengairan. Batas minimum kebutuhan air untuk tanaman kapas adalah 5 ML/ha, di bawah kebutuhan air tersebut produksi kapas akan menurun tajam (Browne 1984). Bila areal tertanam terlalu luas dibanding ketersediaan air maka pengairan pertama dapat ditunda dengan mengurangi luas areal yang dapat diirigasi sebesar 6 ML/ha, sisanya kapas dibiarkan dalam kondisi tanpa pengairan (*rainfed*). Dengan ketersediaan air yang terbatas maka aplikasi pemupukan juga ditunda. Menurut Edmisten *et al.* (2007) serapan N dan K berkurang pada saat tanaman stres. Bila pupuk N terlalu tinggi saat kondisi kering maka tanaman akan tumbuh terus bila turun hujan selama periode pemasakan buah.

Tanaman yang mengalami kekeringan dapat disebabkan oleh adanya lapisan keras pada tanah sehingga akar tidak dapat menembus tanah ke arah bawah tetapi tumbuh ke samping. Pada kondisi yang demikian pengolahan tanah sangat diperlukan untuk memungkinkan akar memanfaatkan air dari lapisan yang lebih dalam untuk menghindari stres. Umumnya tanaman kapas yang dapat berproduksi tinggi pada kondisi kekeringan disebabkan oleh beberapa faktor yaitu meningkatnya infiltrasi tanah, berkurangnya evapotranspirasi, meningkatnya bahan organik tanah, dan berkurangnya pemadatan tanah (Edmisten *et al.* 2007).

Menunda saat irigasi akan mengurangi pertumbuhan kanopi dan diharapkan tidak mengganggu buah-buah yang sudah terbentuk, dan pengairan ditujukan untuk menyelamatkan buah-buah yang sudah terbentuk dengan kanopi yang tidak terlalu rimbun. Apabila akan menunda pengairan harus memperhatikan *square*, bunga, dan buah yang terbentuk.

Mengurangi populasi tanaman dengan pertumbuhan kanopi yang tidak terlalu tinggi akan mengurangi transpirasi sehingga mampu bertahan lebih lama pada kondisi air terbatas sampai pengairan berikutnya diberikan. Mengurangi populasi dapat dilakukan dengan *skip row* atau membiarkan barisan tanaman tidak ditanami di antara barisan-barisan tanaman untuk memberi kesempatan tanaman memanfaatkan air lebih efisien dari barisan yang tidak ditanami. Pengairan hanya diberikan pada barisan tanaman untuk mengurangi kompetisi dengan gulma.

PENUTUP

Keterbatasan air merupakan kendala utama yang dihadapi dalam pengembangan kapas terutama di lahan kering. Rendahnya ketersediaan air disebabkan oleh pendeknya periode musim hujan dan rendahnya daya dukung lahan. Lama musim hujan di wilayah pengembangan kapas sangat singkat yaitu 3–4 bulan. Penanaman kapas di lahan kering dilakukan pada awal musim hujan dan di lahan sawah mendekati akhir musim hujan atau awal musim kemarau. Pengelolaan air pada musim kemarau di lahan sawah setelah padi meliputi pemberian air tambahan melalui pengairan saat curah hujan mulai berkurang, penanaman kapas segera setelah padi dipanen, aplikasi jerami sebagai mulsa pada saat tanam untuk menjaga kelembapan tanah dan mengurangi kompetisi dengan gulma.

DAFTAR PUSTAKA

- Bange, M. 2002. Dryland cotton potential & risk. Australian Dryland Cotton Production Guide. Third Edition. Cotton Research & Development Corporation Narrabri, NSW p. 7–12.
- Bange, M.P., S.P. Milroy & P. Thongbay. 2004. Growth and yield of cotton in response to waterlogging. Field Crop Research Vol. 88:129–142.
- Braunack, M. & M. Bange. 2010. Can planting date and cultivar selection improve resource use efficiency of Australian cotton systems?. "Food Security from Sustainable Agriculture" Edited by H. Dove & R.A. Culvenor Proceedings of 15th Agronomy Conference 2010, 15–18 November 2010, Lincoln, New Zealand. //www.regional.org.au/au/asa/2010. [9 April 2011].
- Browne, R.L. 1984. Irrigation Management of Cotton. Agfact. P5.3.2. first Ed. Agdex 151/560. Department of Agriculture, NSW.
- Carmi, A, Z. Plaut & M. Sinai. 1993. Cotton root growth as affected by changes in soil water distribution and their impact on plant tolerance to drought. Irrigation Science 13:177–182.
- Conaty, W.C., D.K.Y. Tan, G.A. Constable, B.G. Sutton, D.J. Field & E.A. Mamum. 2008. Genetic variation for waterlogging tolerance in cotton. The Journal of Cotton Science 12:53–61.
- Constable, G. 1995. Cotton growth responses to water stress. In D. Gibb. Cotton Production During Drought. Cooperative Research Centre for Sustainable Cotton Production. p. 1–13.
- Constable, G., T. Kerby & J. Stewart. 1995. Timing of irrigations. In D. Gibb. Cotton Production During Drought. Cooperative Research Centre for Sustainable Cotton Production. p. 42–52.

- Doorenbos, J. & W.O. Pruitt. 1984. Crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper. No. 24. Rome.
- Duruoha, C., C.R. Piffer & P.R.A. Silva. 2008. Cotton root volume and root dry matter as a function of high soil bulk density and soil water stress. *Irriga Botocatu* 13(4):476–491.
- Edmisten, K., J. Crawfords & M. Bader. 2007. Drought Management for Cotton Production. North Carolina Cooperative Extension. Electronic Publication Number DRO 17 [Updated August 2007]. 9 p.
- FAO. 2010. Crop Water Information: Cotton. Water Development and Management Unit. www.fao.org/nr/water/cropinfo_cotton.html [10 April 2011].
- Grimes, D.W., R.J. Miller & L. Dickens. 1970. Water Stress During Flowering of Cotton. *California Agriculture* 24(3):4–6.
- Gwathmey, C.O., B.G. Leib & C.L. Main. 2011. Lint yield and crop maturity responses to irrigation in a short-season environment. *Journal of Cotton Science* 15:1–10. <http://journal.cotton.org>. [19 Oktober 2011].
- Hanson, B. & S. Orloff. 1998. Measuring Soil Moisture. University of California Irrigation Program. Department of Land, Air, and Water Resources. University of California, Davis. 34 pp.
- Karademir, C., E. Karademir, R. Ekiaci & K. Berekatoglu. 2011. Yield and fiber quality properties of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under water stress and non-stress conditions. *African Journal of Biotechnology* 10(59):12575–12583. <http://www.academicjournals.org/AJB>.
- Krieg, D.R. 2000. Cotton water relations. Proceeding of the 2000 Cotton Research Meeting. AAES Special Report 198. p. 7–15.
- Martin, E.C. 2001. Methods of Determining When to Irrigate. Cooperative Extension, College of Agriculture and Life Sciences. The University of Arizona. <http://ag.arizona.edu/pubs/water/az1220/>. [7 November 2011].
- McWilliams, D. 2003. Drought Strategies for Cotton. Cooperative Extension Service. Circular 582. College of Agriculture and Home Economics. New Mexico State University. January, 2003. 5 p.
- Neilson, J. 2008. Effect of Soil Water Holding Capacity on Cotton Plant Water Stress. Beltwide Cotton Conference.
- Ramakrishna, A., H.M. Tam, S.P. Wani & T.D. Long. 2006. Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in Northern Vietnam. *Field Crop Research* 95(2006):115–125.
- Riajaya, P.D. 2002. Kajian iklim pada tanaman kapas. Monograf Balittas No. 7. Kapas. Buku 2. p.77–87.
- Riajaya, P.D., B. Yu & Hasnam. 1997. Irrigation scheduling for cotton and soybean intercropping system. *Indonesian Journal of Crop Science* 12(1&2):14–22.
- Ritchi, J.T. 1981. Soil water availability. *Plant and Soil* 58:327–338.
- Ritchi, G.L., C.W. Bednarz, P.H. Jost & S.M. Brown. 2004. Cotton growth and development. Cooperative Extension Service. Bulletin 1252. 16 pp. The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences.
- Robertson, B., C. Bednarz & C. Burmester. 2007. Growth and development—first 60 days. *Cotton Physiology Today* Vol. 13, No. 2. May 2007. 5 pp. Newsletter of The Physiology Education Program. National Cotton Council.
- Silvertooth, J.C., P.W. Brown., S.H. Husman & E.C. Martin. 2001. Timing the first post-plant irrigation. A Cooperative Extension. 2/2001. The University of Arizona. 2 p.
- Tennakoon, S.B. & S.P. Milroy. 2003. Crop water use and water use efficiency on irrigated cotton farms in Australia. *Agricultural Water Management* 61(2003):179–194.
- Waddle, B.A. 1984. Crop growing practices. In R.J. Kohel & CF. Lewis (eds.) *Cotton*. Number 24 in series Agronomy. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Publishers, Madison, Wisconsin, USA. p. 234–261.
- Wrona, A.F. 2001. Irrigation scheduling. *Cotton Physiology Today*. National Cotton Council 12(2):9–16.