

Kesesuaian Lahan dan Pengelolaan Air pada Tanaman Gandum

Muhammad Aqil¹, Muhammad Yasin², dan A. Haris Talanca¹

¹Balai Penelitian Tanaman Serealia

²Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Selatan

PENDAHULUAN

Gandum (*Triticum tcc.*) merupakan tanaman serealia penting ketiga di dunia setelah padi dan jagung. Tanaman C3 ini dapat beradaptasi baik pada daerah dingin. Suhu optimum untuk pertumbuhan gandum berkisar antara 20-25°C, sedangkan suhu tanah minimum yang dibutuhkan adalah 2-4°C. Secara agronomis, gandum di Indonesia dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik pada lokasi dengan ketinggian > 1.000 di atas permukaan laut (dpl), atau dataran rendah dengan karakteristik lahan beriklim kering dan suhu < 25°C seperti di sebagian wilayah NTT (Balitsereal 2012). Potensi lahan untuk pengembangan gandum di Indonesia cukup besar, khususnya pada lahan dataran tinggi, untuk memutus siklus penyebaran hama penyakit tanaman hortikultura seperti kentang atau tomat. Pada wilayah tersebut gandum dapat tumbuh baik bila penanamannya disesuaikan dengan kondisi kelembaban dan curah hujan.

Kebutuhan air bagi tanaman gandum untuk berproduksi optimal berkisar antara 450-650 mm, bergantung pada iklim dan lama pertumbuhan tanaman (FAO 2001). Di Asia, khususnya Asia Selatan, kebutuhan air bagi tanaman gandum cenderung lebih sedikit, berkisar antara 400-450 mm (Ministry of Agriculture, India 2014). Hal ini disebabkan oleh umur tanaman yang relatif lebih pendek. Di Indonesia dengan kondisi iklim yang lembab dan suhu tinggi, tanaman gandum dapat dipanen pada umur 85-115 hari, bergantung pada varietas dan suhu lingkungan tumbuh (Aqil dan Rapar 2013). Ketepatan ketersediaan air pada stadia pertumbuhan berpengaruh terhadap produksi gandum. Hasil optimal akan tercapai apabila tanaman mendapat pengairan pada fase pembentukan rumpun, pembungaan, dan pengisian bulir. Oleh karena itu diperlukan teknologi pengelolaan air yang tepat sesuai kebutuhan tanaman gandum.

Pengelolaan air perlu disesuaikan dengan sumber daya fisik alam (tanah, iklim, sumber air) dan biologi dengan memanfaatkan berbagai disiplin ilmu untuk membawa air ke perakaran tanaman sehingga mampu meningkatkan produksi (Nobe and Sampath 1986). Sasaran dari pengelolaan air adalah tercapainya empat tujuan pokok, yaitu: (1) efisiensi penggunaan air dan produksi tanaman yang tinggi; (2) efisiensi biaya penggunaan air; (3) pemerataan penggunaan air yang terbatas, baik dari segi waktu maupun jumlah; dan (4) keberlanjutan sistem penggunaan sumber daya air. Dalam hubungannya dengan pengelolaan air untuk tanaman gandum yang banyak dibudidayakan di dataran tinggi, pengelolaan agroklimat penting untuk diperhatikan. Tulisan

ini membahas pengelolaan air untuk tanaman gandum yang mencakup karakteristik wilayah dan pola tanam, kebutuhan air tanaman, hubungan tingkat pemberian air dengan tingkat hasil, sistem perakaran dan metode pemberian air bagi tanaman.

KARAKTERISTIK WILAYAH DAN POLA TANAM GANDUM DI INDONESIA

Pertanaman gandum di Indonesia umumnya dijumpai pada wilayah dataran tinggi (> 1.000 m dpl) atau pada dataran rendah dengan suhu dan kelembaban yang rendah (<25°C). Faktor kelembaban juga penting dalam budi daya gandum untuk menekan perkembangan penyakit/jamur. Gandum juga tidak sesuai ditanam pada wilayah dengan curah hujan tinggi. Curah hujan optimum untuk pertumbuhan gandum berkisar antara 350-1.250 mm. Gandum umumnya tumbuh baik pada tanah Andosol, Regosol, Latosol dan Alluvial dengan pH 6-7. Tanah yang baik untuk pertumbuhan gandum adalah bertekstur sedang/medium. Tanah gambut atau tanah dengan kandungan S, Mg atau Fe yang tinggi kurang sesuai untuk budi daya gandum. Wilayah penghasil gandum di Indonesia di antaranya Pengalengan, Dieng, Tengger, Karanganyar, Kopeng Salaran, Piji Salatiga Jawa Tengah, Malino, Enrekang dan Bantaeng Sulawesi Selatan, Tomohon Sulawesi Utara, Napu Sulawesi Tengah, Merauke Papua, dan NTT (Balitsereal 2013).

Karakteristik lahan yang sesuai untuk tanaman gandum dapat dilihat pada Tabel 1. Parameter yang digunakan dalam menilai kesesuaian lahan meliputi temperatur, curah hujan, kelembaban udara, drainase, tekstur, bahan kasar, kedalaman tanah, ketebalan gambut, kapasitas tukar kation liat, kejenuhan basa, pH H₂O, C-organik, salinitas, alkalinitas, kedalaman bahan sulfidik, lereng, bahaya erosi, dan genangan.

Berdasarkan karakteristik kualitas lahan yang ditunjukkan pada Tabel 1, kelas kesesuaian lahan untuk tanaman gandum dibedakan menjadi S1 (sangat sesuai), yaitu apabila lahan tidak mempunyai faktor pembatas yang berarti atau faktor pembatas bersifat minor dan tidak akan mereduksi produktivitas lahan secara nyata; S2 (cukup sesuai), yaitu lahan dengan faktor pembatas yang mempengaruhi produktivitas tanaman secara nyata dan memerlukan tambahan masukan atau input; S3 (sesuai marjinal), yaitu lahan dengan faktor pembatas yang berat yang nyata mempengaruhi produktivitas. Faktor pembatas penggunaan lahan kelas S2 dapat diatasi oleh pelaku pertanian atau petani, sedangkan lahan kelas S3 memerlukan tambahan input yang relatif lebih banyak dibandingkan dengan kelas S2. Lahan kelas N tidak sesuai untuk budi daya gandum karena memiliki faktor pembatas yang lebih berat (Djaenudin *et al.* 2003).

Tabel 1. Tingkat kesesuaian lahan untuk tanaman gandum.

Persyaratan penggunaan/ karakteristik lahan	Kelas kesesuaian			
	S1 (Sangat sesuai)	S2 (Cukup sesuai)	S3 (Sesuai marginal)	N (Tidak sesuai)
Temperatur		10-12	-	<10
Temperatur harian (°C)	12-23	23-25	-	>25
Ketinggian tempat dpl (m)	<1.200	1.200-1.500	1.500-2.000 200-250	>2.000 <200
Ketersediaan air				
Curah hujan (mm/tahun)	350-1.250	250-350 1.250-1.500	1.500-1.750	>1.750
Ketersediaan oksigen	Baik, agak terhambat	Cepat, agak sedang	Terhambat	Sangat terhambat, cepat Kasar
Media perakaran	Halus, agak	-	Agak kasar	Kasar
Kelas tekstur	halus, sedang			
Kedalaman tanah (cm)	>50	20-50	10-20	<10
Resistensi hara	6,0-8,0	5,6-6,0		
pH H ₂ O	>0,4	8,2-8,5 <0,4	<5,6 >8,6	
C-Organik (%)	<8			>30
Bahaya erosi		8-16		
Lereng (%)			16-30	

Sumber: Djaenudin *et al.* (2003).

Pengembangan gandum di Indonesia saat ini masih menghadapi sejumlah kendala, terutama terbatasnya luas lahan untuk pengembangan dan kompetisi dengan tanaman hortikultura seperti kentang atau tomat. Farid (2006) menyatakan bahwa terbatasnya luas lahan di dataran tinggi yang banyak ditanami dengan komoditas hortikultura yang mempunyai nilai ekonomis tinggi juga berpengaruh terhadap pengembangan gandum di Indonesia, sehingga diperlukan varietas gandum yang dapat beradaptasi di dataran rendah (< 400 m dpl). Kendala utama yang dihadapi dalam pengembangan gandum di dataran rendah adalah cekaman lingkungan, khususnya suhu tinggi.

Gandum dapat dibudidayakan secara monokultur atau pergiliran dengan tanaman hortikultura untuk memutus siklus hama penyakit. Berdasarkan peluang dan kejadian hujan, gandum dapat dibudidayakan dengan pola rotasi sebagai berikut:

Dataran tinggi (> 1.000 m dpl)

Kentang – gandum – tomat

Kentang – wortel – gandum

Kentang – gandum – bera

Dataran menengah (600-800 m dpl)
Gandum – gandum – wortel
Tomat – gandum – bera

Dataran rendah (suhu 20-25°C)
Padi – gandum – bera
Hortikultura – gandum – bera
Padi – gandum – hortikultura

KEBUTUHAN AIR TANAMAN

Pola curah hujan secara umum digunakan sebagai acuan dalam menentukan kecukupan air bagi tanaman gandum. Pola hujan juga dijadikan acuan dalam perencanaan pengairan tanaman. Dalam kaitannya dengan perhitungan matematis kecukupan air tanaman, parameter yang perlu mendapat perhatian adalah evapotranspirasi.

Evapotranspirasi adalah kombinasi proses kehilangan air dari suatu lahan melalui evaporasi dan transpirasi. Evaporasi adalah proses dimana air diubah menjadi uap air dan selanjutnya uap air dipindahkan dari permukaan bidang penguapan ke atmosfer. Transpirasi adalah vaporisasi dalam jaringan tanaman dan selanjutnya uap air dipindahkan dari permukaan tanaman ke atmosfer (vapor removal). Pada transpirasi, vaporisasi terjadi terutama di ruang antarsel daun dan selanjutnya uap air melalui stomata akan lepas ke atmosfer (Allen *et al.* 1998). Evapotranspirasi tanaman dapat dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu evapotranspirasi potensial (ETP) dan evapotranspirasi aktual (ETA).

ETP merupakan jumlah air yang ditranspirasikan dalam satuan unit waktu oleh tanaman yang menutupi tanah secara keseluruhan dengan ketinggian seragam, tidak pernah kekurangan air, dan tanaman tidak terserang hama penyakit. Dengan kata lain, ETP dapat diinterpretasikan sebagai kehilangan air tanaman yang diakibatkan oleh faktor fisiologis dan klimatologis. Penentuan nilai kebutuhan air tanaman (evapotranspirasi) sejauh ini masih berdasarkan pada persamaan empiris yang telah banyak dikembangkan. Di antara persamaan-persamaan empiris yang umum digunakan adalah metode Blaney-Cridledan, sedangkan penggunaan langsung di lapang umumnya menggunakan peralatan untuk mengamati perubahan air tanah. ETP dapat dihitung secara empiris dengan persamaan Penman (Doorenbos and Pruitt 1984) sebagai berikut:

$$ETP = C (\Delta/(\Delta + \gamma) (R_n - G) + \gamma/(\Delta + \gamma) 2.7 W_f (e_z^\circ - e_z))$$

Dimana:

- C = faktor koreksi
- Δ = pertambahan tekanan uap jenuh
- γ = konstanta psikometrik

- R_n = radiasi matahari bersih (mm/hari)
- G = fluks panas laten tanah (untuk periode harian = 0)
- W_f = fungsi kecepatan angin ($1 + 0,864 u$)
- $(e_z - e_z)$ = defisit tekanan uap (mbar)
- (e_o) = tekanan uap jenuh (mbar)
- O = tekanan uap aktual (mbar)

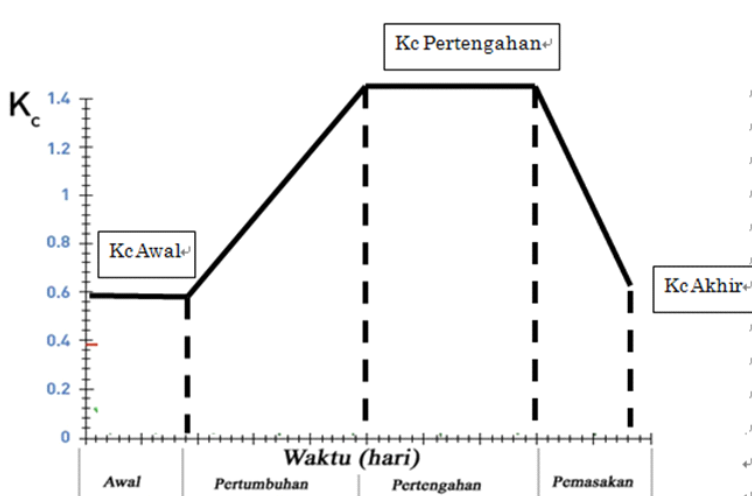
ETA merupakan tebal air yang dibutuhkan untuk mengganti sejumlah air yang hilang melalui evapotranspirasi pada tanaman yang sehat. Nilai ETA adalah nilai kebutuhan air yang harus diberikan ke tanaman, atau merupakan dasar dalam penentuan kebutuhan air bagi tanaman di lapang dengan persamaan empiris:

$$ETA = ETP \times Kc$$

Dimana:

- ETA = evapotranspirasi aktual (mm)
- ETP = evapotranspirasi potensial (mm)
- Kc = koefisien tanaman

Koefisien tanaman (Kc) menggambarkan laju kehilangan air secara drastis pada fase-fase pertumbuhan tanaman dan keseimbangan komponen-komponen energi yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman (FAO 2001). Gambar 1 memperlihatkan tahapan pertumbuhan tanaman gandum dan koefisien tanaman yang digunakan untuk mengatur pemberian air. Pada awal pertumbuhan Kc tanaman gandum masih rendah (0,4) sehingga kebutuhan airnya juga relatif kecil. Namun seiring dengan pertumbuhan, konsumsi air untuk



Gambar 1. Koefisien tanaman gandum selama masa pertumbuhan.

Tabel 2. Koefisien tanaman yang digunakan dalam pemberian air pada gandum.

Karakteristik tanaman	Periode pertumbuhan				Total
	Awal	Perkembangan tanaman	Pertengahan musim	Menjelang panen	
Tahapan perkembangan (hari)	20	35	40	30	130
Koefisien deplesi (p)	0,6	> >	0,5	0,8	0,55
Kedalaman akar (m)	0,3	> >	> >	1,4	-
Koefisien tanaman (Kc)	0,7	> >	1,0-1,15	0,55	-
Faktor respon hasil (Ky)	0,2	0,55	0,45	0,2	0,9

Sumber: FAO (2001).

kegiatan metabolisme tanaman menjadi meningkat dan mencapai puncaknya pada fase pembungaan sampai pengisian biji yang ditunjukkan oleh nilai Kc yang tinggi dan deplesi (evaporasi) air yang juga tinggi.

Penentuan ETA di lapang dapat menggunakan lisimeter, yaitu tangki yang diisi dengan tanah, ditanami dengan tanaman tertentu, dan diletakkan pada lahan terbuka. Penggunaan tangki evaporasi ini sangat praktis karena hanya satu parameter saja yang diukur. Parameter tersebut selanjutnya digabungkan dengan informasi kebutuhan air tiap musim, umur tanaman gandum, dan luas lisimeter sehingga kebutuhan air harian atau dekade dapat dihitung dengan mudah (Doorenbos and Pruitt 1984).

KETERSEDIAAN AIR DAN HUBUNGANNYA DENGAN HASIL GANDUM

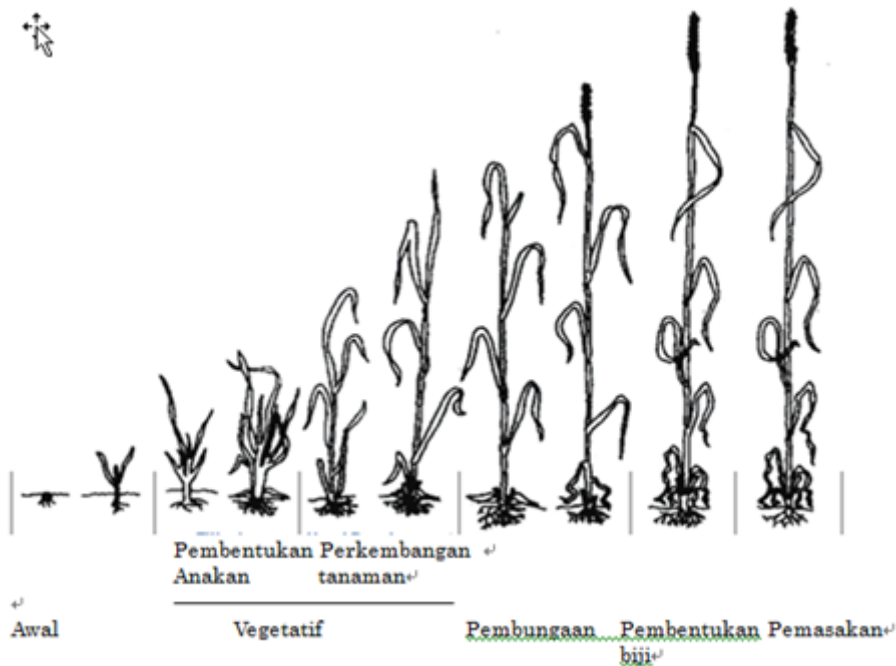
Tanaman gandum dapat tumbuh dengan baik apabila ketersediaan air baik dalam bentuk hujan maupun irigasi, terjaga selama pertumbuhan berlangsung. Selain itu faktor ketepatan pemberian air yang sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman gandum juga menentukan tingkat produksi tanaman. Pada tanaman gandum, periode pertumbuhan tanaman sesuai dengan tingkat kebutuhan airnya dibagi menjadi lima fase, yaitu fase pertumbuhan awal, fase vegetatif, fase pembungaan, fase pengisian malai, dan fase pematangan. Fase pertumbuhan dan jumlah hari tanaman gandum disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 2.

Setelah melalui fase pertumbuhan awal (mulai saat tanam sampai menjelang fase vegetatif), anakan gandum mulai tumbuh dari axils tunas daun utama. Potensi jumlah anakan bervariasi dengan genotipe, khususnya di antara jenis berbunga. Gandum musim dingin (spring wheat) memiliki jumlah anakan yang lebih besar. Longnecker *et al.* (1993) menyatakan bahwa anakan terbentuk pada masa vegetatif awal dan vegetatif akhir, faktor genetik dan lingkungan sangat berperan dalam proses tersebut. Selain itu, jumlah anakan produktif juga dipengaruhi oleh populasi/kerapatan tanaman.

Tabel 3. Fase pertumbuhan tanaman gandum (tipe gandum musim semi).

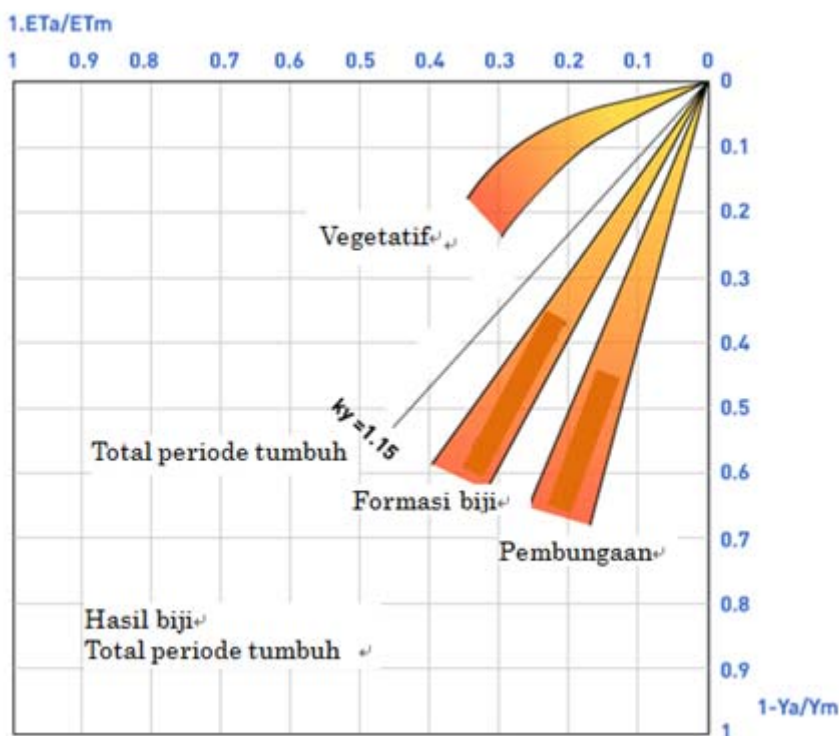
Fase pertumbuhan	Jumlah hari
Fase pertumbuhan awal, dimulai saat tanam sampai fase vegetatif	15-20
Fase vegetatif sampai menjelang pembungaan	30-50
Fase pembungaan	15-20
Fase pengisian biji sampai menjelang fase pemasakan biji	30-35
Fase pemasakan sampai panen	10-15
Total	100-140

Sumber: FAO (2001).



Gambar 2. Periode pertumbuhan tanaman gandum (FAO 2001).

Hubungan tingkat penurunan hasil gandum terhadap defisit evapotranspirasi relatif selama periode pertumbuhan tanaman disajikan pada Gambar 4. Table 3 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa lama waktu tumbuh tanaman sampai panen bervariasi antara 100-140 hari. Fase vegetatif sampai menjelang pembungaan dan fase pengisian bulir sampai menjelang pemasakan membutuhkan waktu yang paling lama, berkisar antara 60-70 hari. Hasil biji juga dipengaruhi oleh lama waktu dan intensitas defisit air serta fase pertumbuhan dimana defisit air terjadi. Tanaman gandum musim semi lebih sensitif terhadap kekurangan air dibandingkan dengan gandum musim dingin.



Gambar 3. Hubungan antara tingkat penurunan hasil gandum dengan defisit evapotranspirasi relatif selama pertumbuhan tanaman (FAO 2001).

Hubungan antara tingkat penurunan hasil relatif ($1-Y_a/Y_m$) dengan defisit evapotranspirasi relatif tanaman gandum selama pertumbuhan disajikan pada Gambar 3. Tanaman gandum lebih toleran terhadap kekurangan air pada fase vegetatif akhir (fase 1) dan fase pemasakan dibandingkan dengan fase lainnya. Fase pembentukan anakan dan pembungaan serta pertumbuhan awal adalah fase yang paling kritis dan kekurangan air pada fase ini akan menimbulkan kehilangan hasil yang paling tinggi, mencapai 40%.

Kekurangan air pada fase pembentukan anakan dan pembungaan menyebabkan pembentukan pollen (serbuk sari) terganggu sehingga jumlah anakan berkurang. Selain pembentukan anakan terganggu, kekurangan air pada fase pembentukan rumpun dan pembungaan juga menurunkan jumlah rumpun per tanaman, panjang malai, dan jumlah biji per malai. Ottman *et al.* (2012) menyatakan bahwa tanaman yang stres kekurangan air pada fase penyerbukan mengganggu aktivitas penyerbukan dan mengurangi jumlah biji. Kekeringan juga mengganggu perkembangan akar bahkan menyebabkan tanaman menjadi mati. Selain faktor kekurangan air, kondisi cuaca panas yang disertai angin kering membuat biji menjadi kusut sehingga kualitasnya rendah.

Yang *et al.* (2000) serta Zhang dan Yang (2004) melaporkan bahwa defisit lengas tanah pada fase pengisian biji menyebabkan percepatan penuaan daun tanaman dan periode pengisian biji menjadi lebih cepat sekitar 10 hari. Hal ini berdampak kepada percepatan laju pengisian biji dan meningkatnya mobilisasi cadangan karbohidrat yang berdampak pada penurunan hasil.

Pengaruh kekurangan air pada fase pertumbuhan awal terhadap hasil biji dan biomas gandum juga banyak dilaporkan. Kekurangan air pada fase ini berpengaruh terhadap akumulasi biomas gandum akibat rendah/menurunnya indeks luas daun dan efisiensi penggunaan radiasi matahari (Jamieson *et al.* 1998). Kiniry *et al.* (1989) melaporkan bahwa intersepsi radiasi matahari berkorelasi dengan akumulasi bobot kering tanaman gandum.

PENYERAPAN AIR OLEH AKAR TANAMAN GANDUM

Tanaman gandum pada awalnya mempunyai akar primer dan kemudian berkembang menjadi akar serabut. Akar-akar tersebut selanjutnya berkembang dari cabang yang letaknya di sekitar permukaan tanah. Kedalaman dan kerapatan akar dipengaruhi oleh air, nutrisi, dan ketersediaan oksigen dalam tanah. Akar tanaman gandum akan berkembang rata-rata sampai 90 cm dan pada kondisi tertentu mencapai 120 cm. Radius sebaran akar berkisar antara 0,15-0,25 ke semua arah (FAO 2001).

Pola penyerapan dan penggunaan air untuk mendukung pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh kerapatan akar. Secara umum 50-60% dari total air diserap akar pada kedalaman 30 cm, sementara 20-25% pada kedalaman akar 30-60 cm, dan 10-15 % sisanya pada kedalaman 60-90 cm. Berdasarkan pola penyerapan air tersebut maka pemberian air/irigasi pada tanaman gandum hendaknya mempertimbangkan pola penyerapan air oleh akar tanaman.

Pengaruh pemberian air dalam jumlah terbatas (*limited irrigation*) terhadap pola pembentukan akar dan hasil tanaman gandum telah banyak dilaporkan. Singh *et al.* (1991) melaporkan bahwa periode sensitif tanaman terhadap kecukupan air bervariasi menurut tahapan pertumbuhan tanaman, variabilitas/keragaman wilayah dan praktek budi daya petani. Pada wilayah subtropis, respon tanaman gandum terhadap defisit irigasi sangat tinggi pada fase pemanjangan batang sampai fase bunting (Zhang and Oweis 1999).

PENGARUH SUHU/PANAS TERHADAP HASIL GANDUM

Suhu merupakan salah satu faktor pendukung keberhasilan budi daya gandum. Suhu yang tinggi berdampak pada penurunan hasil akibat terjadinya bulir hampa (biji tidak terbentuk), memendeknya durasi pembentukan dan pengisian biji, serta terhambatnya asimilasi sukrosa dalam biji. Asana dan Williams (1965) dalam penelitiannya pada ruang terkontrol dengan suhu 25-35°C mendapatkan

berat biji gandum menurun 16% untuk setiap kenaikan suhu 5°C. Ini berarti apabila terjadi kenaikan suhu 1°C terjadi penurunan hasil biji sampai 8%, bertambahnya bulir hampa 5-6%, dan mengecilnya ukuran biji 3-4%. Suhu lingkungan yang tinggi menghambat proses fisiologi dan biokimia tanaman, diantaranya terganggunya suplai bahan asimilasi ke biji sehingga berdampak pada menurunnya akumulasi bobot kering tanaman gandum (Reynolds *et al.* 2001).

Di antara fase pertumbuhan tanaman gandum, cekaman suhu tinggi pada fase antesis paling besar pengaruhnya terhadap hasil biji karena mempengaruhi proses penyerbukan dan pengisian biji. Penurunan bobot biji/bulir akibat pengaruh stres panas berkaitan erat dengan pengaruh suhu terhadap laju dan lama waktu perkembangan biji/bulir. Peningkatan suhu dari 15/10°C menjadi 21/16°C akan mempercepat waktu pengisian biji dari 60 hari menjadi 36 hari dan laju pertumbuhan biji lebih cepat dari 0,73 mg/biji/hari menjadi 1,49 mg/biji/hari. Peningkatan suhu yang lebih tinggi dari 21/16°C menjadi 30/25°C akan mempercepat waktu pengisian biji dari 36 hari menjadi 22 hari dan laju pertumbuhan biji meningkat dari 1,49 mg/biji/hari menjadi 1,51 mg/biji/hari (FAO 2001).

Suhu tinggi juga berpotensi mengganggu sistem perakaran tanaman gandum karena menimbulkan efek *transpiration cooling*. Efek ini kemudian berpengaruh terhadap stres panas sehingga mempengaruhi evaporasi dan suplai air dari tanah sampai ke daun tanaman gandum. Panas yang tinggi menyebabkan mekanisme pergerakan air dari akar tanaman terganggu. Remobilisasi asimilat pada tanaman gandum terjadi setelah antesis dimana asimilat yang bersumber dari akar menjadi salah satu sumber energi utama untuk mendukung perkembangan tanaman (Hay and Walker 1989). Terdapat kecenderungan penurunan kerapatan panjang akar dan bobot biomas akar akibat meningkatnya suhu karena akar bagian bawah cenderung mengalami percepatan senescence dan meningkatnya respirasi tanaman (Ferris *et al.* 1989).

Cekaman suhu tinggi tidak hanya mengganggu proses fisiologi tanaman tetapi juga komposisi fisiko kimia biji gandum. Matsuki *et al.* (2003) menyatakan bahwa cekaman suhu tinggi mempengaruhi kandungan pati, struktur amilopektin, ukuran dan jumlah granula pati serta sifat gelatinisasi pati gandum. Peningkatan suhu pada fase pengisian biji gandum akan meningkatkan kadar amilosa dan suhu gelatinisasi. Peningkatan suhu 15°C akan meningkatkan kadar amilosa 1% dan suhu gelatinisasi 10,2%. Peningkatan suhu tersebut juga menurunkan bobot biji 28-49%.

METODE PEMBERIAN AIR BAGI TANAMAN GANDUM

Irigasi/pemberian air tanaman dilakukan untuk menjaga kondisi lengas tanah. Kisaran nilai kadar lengas tanah antara kapasitas lapang dan titik layu permanen merupakan air tersedia yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman (AW), dijadikan indikator dalam menentukan jumlah dan waktu pemberian air. Kapasitas lapang adalah kadar lengas tanah yang tertahan dalam tanah setelah mengalami proses penjujukan akibat hujan atau irigasi, yang berlangsung antara 2-3 hari setelah hujan. Kondisi ini terjadi pada tekanan isap tanah mencapai -0,33 bar. Titik layu permanen adalah jumlah air minimum di mana tanaman sudah mulai layu dan tidak dapat tumbuh lagi walaupun diberi tambahan air (Een.wikipedia 2007). Kondisi ini terjadi pada tekanan isap tanah mencapai -15 bar. Dalam prakteknya, volume tiap satuan luas permukaan lengas tanah antara kapasitas lapang dan \bar{Y}_c kadang-kadang disebut lengas tanah yang tersedia/siap dimanfaatkan oleh tanaman (RAW).

Linsley dan Fransini (1986) membagi metode pemberian air bagi tanaman ke dalam lima metode yaitu:

1. Model irigasi alur (*furrow irrigation*)
2. Model irigasi bawah permukaan (*sub surface irrigation*)
3. Model irigasi curah (*sprinkler irrigation*)
4. Model irigasi tetes (*drip irrigation*)
5. Model irigasi genangan (*basin irrigation*)

Di antara model tersebut, pemberian air dengan metode alur, irigasi tetes, dan irigasi alur paling banyak diterapkan dalam budi daya gandum. Dengan metode alur, air diberikan melalui alur-alur di sepanjang baris tanaman. Dengan penggunaan alur untuk mendistribusikan air, kebutuhan pembasahan hanya sebagian dari permukaan sehingga mengurangi kehilangan air akibat penguapan, mengurangi pelumpuran tanah berat, dan memungkinkan untuk mengolah tanah lebih cepat setelah pemberian air. Model irigasi pancaran dan irigasi tetes membutuhkan air yang lebih sedikit dibandingkan dengan irigasi permukaan. Irigasi tetes menggunakan selang kecil yang akan mendistribusikan air pada setiap rumpun tanaman. Irigasi sprinkler disebut juga sebagai *overhead irrigation* karena pemberian air dilakukan dari bagian atas tanaman terpancar menyerupai curah hujan (Ditjen Pengelolaan Lahan dan Air Departemen Pertanian 2008).

Ottman *et al.* (2012) menetapkan lima aspek untuk menentukan waktu pemberian air irigasi (*irrigation timing*), yaitu tekstur tanah, kedalaman akar, irigasi pada fase germinasi biji, fase generative awal, serta irigasi pada fase *soft dough*. Tekstur tanah berkaitan erat dengan kemampuan memegang air tanah. Tanah bertekstur pasir membutuhkan air irigasi yang lebih sering dibandingkan tanah bertekstur liat. Air tanah tersedia juga dipengaruhi oleh kedalaman akar tanaman, dimana hampir 80-90% air tersedia diekstraksi dari akar tanaman

gandum. Irigasi juga diperlukan pada fase germinasi biji untuk memberikan iklim mikro yang cukup untuk menunjang pertumbuhan biji. Fase masak susu dimana akumulasi pati telah mulai terbentuk di dalam biji juga membutuhkan pemberian air irigasi. Irigasi yang tepat memungkinkan terjadinya akumulasi bobot kering yang tinggi untuk menghasilkan bulir gandum yang besar dan hasil panen tinggi (Hanson *et al.* 2004).

Kharrou *et al.* (2011) menyatakan bahwa dengan menggunakan sistem irigasi alur, total air tersedia dalam zona perakaran akan meningkat seiring dengan perkembangan tanaman dan akan mencapai maksimum pada kedalaman akar 80 cm. El-Rahman (2009) dalam pengujian menggunakan sistem irigasi tetes menunjukkan penggunaan irigasi model tetes menghasilkan efisiensi penggunaan air yang tinggi, mencapai 1,5 kg per meter kubik air. Penggunaan sistem irigasi tetes dapat meningkatkan hasil biji gandum sebesar 28% dibandingkan dengan sistem irigasi genangan.

Wilayah yang hanya bergantung pada curah hujan untuk pertanaman gandum dapat menerapkan teknologi konservasi air, diantaranya menggunakan mulsa. Zhao (1996) menyatakan bahwa konservasi air tanah sangat berperan dalam menunjang produksi tanaman, khususnya di wilayah semi arid. Mulsa serasah mengurangi evaporasi air tanah, meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah, dan memperbaiki kualitas tanah (Langdale *et al.* 1992). Li dan Lan (1995) melaporkan bahwa penggunaan mulsa plastik selain dapat menjaga suhu tanah juga meningkatkan hasil biji gandum. Penggunaan mulsa berbahan plastik film transparan dengan ketebalan 0,007-0,008 mm mampu menekan laju evaporasi tanah sampai 30 hari setelah tanam. Penggunaan lebih dari 30 hari tidak berpengaruh nyata terhadap produksi biji gandum (Li *et al.* 1999).

MODEL SIMULASI TANAMAN GANDUM

Model simulasi tanaman gandum merupakan salah satu cara untuk memahami proses fisiologi tanaman dan memberikan rekomendasi output yang dihasilkan berdasarkan input yang diberikan. Penggunaan model simulasi tanaman gandum memungkinkan dilakukan ekstrapolasi data, memahami interaksi faktor genetik dan lingkungan (GxE), menduga pengaruh interaksi galur terhadap hasil dan menduga hasil ke depan pada berbagai skenario faktor lingkungan (Ludwig and Asseng 2010; Asseng *et al.* 2011). Model simulasi juga mempertimbangkan aspek ketidakpastian (*uncertainties*), misalnya terjadinya hujan, suhu lingkungan, dan faktor lingkungan lainnya.

Terdapat berbagai macam model untuk menduga hasil gandum, diantaranya CERES, APSIM wheat, AFRCWHEAT2, YIELD PROPHET, dan SIRIUS. Jamieson *et al.* (1998) membandingkan akurasi model dalam menduga hasil gandum pada berbagai tingkat cekaman air. Hasil pengujian menunjukkan model AFRCWHEAT2 memberikan hasil yang terbaik dengan galat antara data

observasi dengan prediksi < 0,64 t/ha. Hochman *et al.* (2009) menggunakan model APSIM wheat untuk menduga hasil gandum di Australia. Model ini mampu menduga aspek fenologi tanaman, diantaranya indeks luas daun, penetrasi akar, serapan N, dan transpirasi tanaman. Galat antara data pengamatan dengan hasil prediksi < 0,40 t/ha.

Model simulasi tanaman gandum untuk spesifik wilayah Indonesia juga telah dikembangkan di Melbourne Australia dan divalidasi di Kuningan Jawa Barat untuk keperluan pemetaan gandum (Handoko 1994). Model ini dinamakan model simulasi *shierary wheat* dan dirancang untuk mempelajari proses interaksi antara perkembangan dan pertumbuhan tanaman dengan unsur-unsur cuaca serta beberapa sifat fisik dan kimia tanah. Model ini telah divalidasi pada skala kebun percobaan (pertumbuhan, perkembangan, neraca air, neraca nitrogen dan produktivitas) di Kuningan pada ketinggian lokasi 600 m dpl dan di Sulawesi Utara. Model simulasi *shierary wheat* mempunyai empat submodel, yaitu (1) perkembangan tanaman/fenologi, (2) pertumbuhan tanaman, (3) neraca air, dan (4) neraca nitrogen. Proses yang terjadi dari masing-masing submodel saling berinteraksi menentukan pertumbuhan dan hasil (produktivitas) gandum.

Aplikasi model simulasi tanaman gandum tidak hanya terbatas pada pendugaan hasil berdasarkan input agronomi yang dimasukkan tetapi juga untuk memahami keterkaitan antargen (alel gen) dengan fenotipik tanaman (G dan F). Asseng dan Van Herwaarden (2003) mensimulasi tingkat asimilasi menjelang fase pengisian biji terhadap hasil biji sejumlah galur gandum. Walaupun mampu menduga hasil dengan baik namun simulasi mekanisme gen mengatur proses asimilasi belum dapat diduga dengan tepat. Model ini juga belum mampu mensimulasi pengaruh perubahan alel mempengaruhi waktu pembungaan dan hasil gandum. Pada gandum musim dingin, data sebagian alel *Ppd* isoline telah berhasil di dapatkan (Worland 1996; Foulkes *et al.* 2004; González *et al.* 2005). Saat ini, model simulasi interaksi genetik-lingkungan masih menjadi tantangan terbesar bagi pakar pemodelan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, R.G., L.S.Pereira, D.Raes dan M.Smith. 1998. Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. FAO. Rome, Italy.
- Asana, R.D. and R.F. Williams. 1965. The effect of temperature stress on grain development in wheat. Aust. J. Agric. Res. 16:1-13.
- Asseng, S., I. Foster, and N.C. Turner. 2011. The impact of temperature variability on wheat yields. Global Change Biology 17:997-1012.
- Asseng, S. and A.F. van Herwaarden. 2003. Analysis of the benefits to wheat yield from assimilates stored prior to grain filling in a range of environments. Plant and Soil 256:217-229.

- Aqil, M., dan C. Rapar. 2013. Deskripsi Varietas Unggul Jagung. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 141 p.
- Bacanamwo, M and C.P. Larry. 1999. Soybean dry matter and N accumulation responses to flooding stress, N sources and hypoxia. *Journal of Experimental Botany* 50(334):689-696. May 1999.
- Balitsereal. 2012. Highlight Penelitian Tanaman Serealia Tahun 2012. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros.
- Balitsereal. 2013. Highlight Penelitian Tanaman Serealia Tahun 2013. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros.
- Direktorat Jenderal Pengelolaan Lahan dan Air. 2008. Pedoman Irigasi Bertekanan (Irigasi Sprinkler dan Irigasi Tetes). Departemen Pertanian, Jakarta.
- Ditjen Tanaman Pangan, Departemen Pertanian. 2005. Program dan kebijakan pemerintah dalam pengembangan agribisnis gandum. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. p. 104-112.
- Djaenuidin, D., H. Marwan, H. Subagyo, dan A. Hidayat. 2003. Petunjuk teknis untuk komoditas pertanian. Edisi Pertama tahun 2003, ISBN 979-9474-25-6. Balai Penelitian Tanah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor, Indonesia.
- Doorenbos and Pruitt. 1984. Guidenlines for predicting crop water requirements. FAO. *Irrigation and drainage* 24:44-54. Rome, Italy.
- Een, Wikipedia. 2007. Permanent Wilting Point. Free Encyclopedia (www.een.wikipedia.org). p. 3-8.
- El-Rahman, G.A. 2009. Water use efficiency of wheat under drip irrigation systems at Al-Maghara area, North Sinai, Egypt. *American-Eurasian Journal of Scientific*.
- FAO. 2001. Crop water management-wheat. Land and Water Development Division (www.fao.org).p. 3-8.
- Ferris, R.H. T.R. Ellis, Wheeler, and P. Hadley. 1998. Effect of High Temperature Stress at Anthesis on Grain Yield and Biomass of Field-grown Crops of Wheat. *Annals of Botany* 82:631-639.
- Foulkes, M.J., R. Sylvester-Bradley, A.J. Worland, and J.W. Snape. 2004. Effects of a photoperiod -response gene Ppd-D1 on yield potential and drought resistance in UK winter wheat. *Euphytica* 135:63-73.
- González, F.G., G.A. Slafer, and D.J. Miralles. 2005a. Pre-anthesis development and number of fertile ûrets in wheat as affected by photoperiod sensitivity genes Ppd-D1 and Ppd-B1. *Euphytica* 146:253-269.
- Handoko, I. 1994. Dasar penyusunan dan aplikasi model simulasi komputer untuk pertanian. Jur AGROMET-IPB 1994. p. 112.
- Hanson, B., L. Schwankl, and A. Fulton. 2004. Scheduling irrigations: When and how much water to apply. UC Davis. *World Wheat Crop To Be Third Largest Ever. Farmers Weekly* 152.13 (2010):134. Academic Search Premier. Web. 13 March 2013.
- Hay, R.K.M. and A.J. Walker. 1989. Dry matter partitioning. An introduction to the physiology of crop yield. Harlow: Longman Scientific and Technical 107-156.
- Hochman, Z., D. Holzworth, and J.R. Hunt. 2009a. Potential to improve on-farm wheat yield and WUEin Australia. *Crop and Pasture Science* 60:708-716.

- Jamieson, P.D., J.R. Porter, J. Goudriaan, J.T. Ritchie, H. van Keulen, and W. Stol. 1998. A comparison of the models AFRCWHEAT2, CERES-Wheat, Sirius, SUCROS2 and SWHEAT with measurements from wheat grown under drought. *Field Crops Research* 55:23-44.
- Kharrou M.H. , Salah Er-Raki, Ahmed Chehbouni, Benoit Duchemin⁴, Vincent Simonneaux⁴, Michel Lahcen Ouzine¹, Lionel Jarlan 2011. Water use efficiency and yield of winter wheat under different irrigation regimes in a semi-arid region. *Agricultural Sciences* 2(3): 273-282.
- Kiniry J.R. Jones C.A. Otodle JC, Blanchet R, Cabelguenne M and Spanel D.A. 1989 Radiation use efficiency in biomass accumulation prior to grain filling for five grain crop species. *Field Crops Research* 20, 51-64.
- Langdale, G.W., L.T. West, R.R. Bruce, W.P. Miller, and A.W. Thomas. 1992. Restoration of eroded soil with conservation tillage. *Soil Technol.* 5:81-90.
- Li, Feng-Min, An-Hong Guo, and Hong We. 1999. Effects of clear plastic mulch on yield of spring wheat. *Field Crops Research* 63:79-86.
- Li, S. and N.J. Lan. 1995. Research progress in plastic film covered wheat. *Gansu Agric. Sci. Technol.* 5:1-3.
- Linsley, R.K. and J.B. Franzini. 1986. *Water Resources Engineering*. Internasional Student Edition. MacGraw Hill BookCo. Singapore. p. 55-70.
- Longnecker, N., E.J.M. Kirby, and A. Robson. 1993. Leaf emergence, tiller growth, and apical development of nitrogen-deficient spring wheat. *Crop Sci.* 33:154-160.
- Ludwig, F. and S. Asseng. 2010. Potential benefits of early vigor and changes in phenology in wheat to adapt to warmer and drier climates. *Agricultural Systems* 103:127-136.
- Matsuki, J., T. Yasui, K. Kohyama, and T. Sasaki. 2003. Effects of Environmental Temperature on Structure and Gelatinization Properties of Wheat Starch. *Cereal Chemistry* 80(4).
- Ministry of Agriculture India. 2014. Water use efficiency of wheat. Annual Report of the Ministry of Agriculture, India.
- Nobe and Sampath, 1986. *Irrigation management in developing countries.: Current issues and approaches*. Studies in water policy and management. Weatview Press.
- Ottman, M., D. Munier, and S. Orloff. 2012. Irrigation management for wheat *In: Proceedings, California Alfalfa and Grains Symposium, Sacramento, CA, 10-12 December, 2012*.
- Reynolds, M.P., J.I. Oritiz-Monasterio, and A. McNab. 2001. Application of physiology in wheat breeding. Mexico, D. F: CIMMYT. p. 240.
- Singh, P.K., A.K. Mishra, and M. Imtiyaz. 1991. Moisture stress and the water use efficiency of mustard. *Agricultural Water Management* 20:245-253. Water use efficiency and yield of winter wheat under different irrigation regimes in a semi-arid region.
- Worland, A.J. 1996. The influence of flowering time genes on environmental adaptability in European wheats. *Euphytica* 89:49-57.
- Yang J., Zhang J., Wang Z., Zhu Q., Liu L. 2000. Water Deficit-Induced Senescence and Its Relationship to the Remobilization of Pre-Stored Carbon in Wheat during Grain Filling. *Agron. J.*, 93: 196-206.
- Zhang, H. and T. Oweis. 1999. Water-yield relations and optimal irrigation scheduling of wheat in the Mediterranean region. *Agricultural Water Management* 38:195-211.

- Zhang J. and Yang J. 2004. Root growth and soil water utilization of winter wheat in the North China Plain. *Hydrological Processes* 18:2275-2287. doi:10.1002/hyp.5533.
- Zhao, S.L. 1996. *Introduction to Catchment Agriculture*. Shaanxi Scientific and Technology Publishing House, Xi' An, p. 1-30.